

# **Formulación del Proyecto de Sustitución de Luminarias Fluorescentes a Led en la sede Nivel Central de la Unidad Administrativa Especial Migración Colombia.**

## **AUTOR**

**Ing. Luis Ferney Garzón Atará**

Ingeniero Industrial.

Auditor Interno - Sistemas de Gestión Integrada:  
ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007.  
U1301382@unimilitar.edu.co

**Artículo Trabajo Final del programa de Especialización en Gerencia Integral de Proyectos**

## **DIRECTOR**

**Ing. Laura Marcela Perdomo Fonseca**

Ingeniero en Telecomunicaciones - Universidad Militar Nueva Granada  
Especialista en Gerencia de proyectos de la Universidad Militar Nueva Granada

Auditor Interno - Sistemas de Gestión Integrada:

ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007

PRINCE2 Foundation Certificate in Project Management

Professional Scrum Master PSM I

sinvestigacion.umng@gmail.com // lamajuela.ing@gmail.com



La U  
**acreditada**  
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL PROYECTOS  
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DICIEMBRE 2018**

# **Formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a led en la sede nivel central de la Unidad Administrativa Especial Migración Colombia.**

## **Formulation of the project to replace led fluorescent luminaires at the central level of the Unidad Administrativa Especial Migración Colombia**

**Luis Ferney Garzón Atar**

Ingeniero Industrial.

Auditor Interno - Sistemas de Gestión Integrada:  
ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 y OHSAS 18001:2007.

[U1301382@unimilitar.edu.co](mailto:U1301382@unimilitar.edu.co)

### **RESUMEN**

El presente artículo científico muestra de forma gradual las metodologías empleadas por el estudiante de la Especialización en Gerencia Integral de Proyectos para la identificación de un problema o necesidad en su sitio de trabajo. También refleja como esté, mediante la aplicación de algunas técnicas contenidas en el PMBOK y/o los conocimientos adquiridos en las diferentes asignaturas impartidas en el programa, formula un proyecto que pueda atender la necesidad y/o problema identificado.

**Palabras Clave: Gestión del Alcance, Gestión del Cronograma, Gestión del Costo, Gestión de los Recursos Humanos, EDT, PERT, RACI**

### **ABSTRACT**

The present scientific article shows gradually the methodologies employed by the student of the specialization in Integral management of projects for the identification of a problem or necessity in his work place. It also reflects as it is, through the application of some techniques contained in the PMBOK and/or the knowledge acquired in the different subjects taught in the program, formulates a project that can meet the need and/or problem identified.

**Keywords: Scope Management, Schedule Management, Cost Management, Human Resources Management, EDT, PERT, RACI**

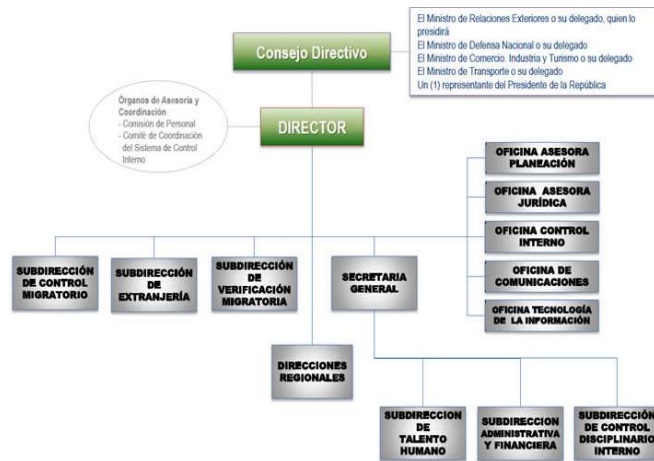
## INTRODUCCIÓN.

La Unidad Administrativa Especial Migración Colombia es creada con el Decreto 4062 de 2011 [1], para cumplir las funciones de Control Migratorio, Verificación Migratoria y Extranjería en todo el territorio Colombia como se muestra en la imagen 1 que a continuación se presenta:



Imagen 1. Distribución de Sedes a Nivel Nacional de Migración Colombia  
Fuente: Información Interna de la Entidad – Propia [2]

Su estructura organizacional también fue establecida en el decreto mencionado en el anterior párrafo, la cual se puede observar en Imagen 2 que a continuación se presenta:



Decreto 4062 de 2011

Imagen 2. Estructura Organizacional de Migración Colombia  
Fuente: Información Interna de la Entidad - Propia [2]

La Unidad Administrativa Especial Migración Colombia al ser una entidad pública debe diseñar y formular un Sistema de Gestión Ambiental que atienda todos los impactos y aspectos ambientales generados por el desarrollo de sus actividades misionales de manera eficiente, eficaz y efectiva. Para ser acoplado al Sistema Integrado de Gestión el cual es basado en la aplicación de la Norma NTC ISO 14001: 2015 [3], la NTC 9001:2015 [4] y el Modelo Estándar de Control Interno. Para su planeación, realización, evaluación y actuación.

En el año 2017 la entidad emite la Resolución 1007 del 2017 [5], mediante la cual establece los elementos esenciales del Sistema de Gestión Ambiental, hace responsable a la Subdirección Administrativa y Financiera de la formulación e implementación del SGA y establece como herramienta de implementación el Plan Institucional de Gestión Ambiental, el cual debe ser elaborado y ejecutado de forma anual y cuyo seguimiento se realiza de forma trimestral.

Para el año 2018 el Plan Institucional de Gestión Ambiental tiene 21 actividades, las cuales se muestran en la Tabla N°1 que a continuación se presenta:

**Tabla1. Actividades del Plan Institucional de Gestión Ambiental 2018**

PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL												
Vigencia: 2018												
Trimestre: Primer trimestre												
PLANEACIÓN												
Programa	No	Actividades	No	Descripción del indicador	Indicador				Tipo de indicador	Responsable		
					Meta anual		Programador de actividades					
					Can.	Unidad de medida	I trim.	II trim.			III trim.	IV trim.
Sistema de Gestión Ambiental	1	Gestionar la inscripción de la Entidad en el programa de Gestión Corporativa Ambiental de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá	1.1	Solicitud gestionada	1	Documento	1				Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	2	Actualizar la matriz de aspectos e impactos ambientales de la Entidad	2.1	Matriz actualizada	1	Documento	1				Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	3	Actualizar la matriz legal de gestión ambiental de acuerdo a la nueva normativa	3.1	Matriz actualizada	1	Documento	1				Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	4	Solicitar al Comité Integral de Desarrollo y Gestión la revisión de la implementación del Sistema de Gestión Ambiental en la Entidad.	4.1	Solicitud realizada a la Oficina de Planeación	1	Correo electrónico	1				Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	5	Elaborar Informe diagnóstico de Infraestructura, necesario para el adecuado manejo de los aspectos e impactos ambientales generados en las sedes de las regionales establecidas.	5.1	Informe Elaborado	1	Informe		1			Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
Gestión Integral de Residuos sólidos	6	Actualizar la Guía de manejo de residuos sólidos, en lo relativo a manejo textiles y residuos de obra de infraestructura.	6.1	Guía actualizada y solicitud de adopción	2	Documentos		2			Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera / Oficina Asesora de Planeación
	7	Determinar el volumen de residuos peligrosos que se encuentran en las diferentes sedes de la Entidad para su traslado a nivel central.	7.1	Informe diagnóstico elaborado	1	Informe	1				Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	8	Gestionar los convenios con las empresas gestoras para la disposición final de los residuos peligrosos trasladados a nivel central.	8.1	Convenios gestionados	3	Número de gestiones			3		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	9	Tramitar la adquisición de las herramientas necesarias, para la disposición y medición de los residuos sólidos generados por la Entidad, las regionales establecidas	9.1	Trámites realizados	3	Número de trámites		2	1		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	10	Realizar mediciones de consumo de papel en las sedes establecidas para la actividad.	10.1	Informes elaborados	8	Número de informes	2	3		3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	11	Realizar mediciones de residuos sólidos en las sedes establecidas para la actividad.	11.1	Informes elaborados	11	Número de informes	2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
Uso eficiente del agua	12	Realizar mediciones de consumo de agua en las sedes establecidas para la vigencia	12.1	Informes elaborados	11	Número de informes	2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	13	Solicitar el Certificado de Calidad de Agua a las empresas encargadas del suministro de este servicio en cada una de las sedes regionales y el nivel central.	13.1	Solicitudes realizadas	9	Número de Solicitudes		4	5		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
Uso eficiente de la energía	14	Elaborar propuesta de cambio de la tecnología de la iluminación actual del nivel central, transición de sistema fluorescente a Led.	14.1	Propuesta elaborada y presentada	2	Número de documentos		1	1		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	15	Tramitar la adquisición de elementos que permitan la reducción del consumo de energía en áreas identificadas en el informe de infraestructura de la vigencia anterior.	15.1	Trámites realizados	3	Número de trámites		2	1		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	16	Realizar mediciones de consumo de combustible en las sedes establecidas para la vigencia.	16.1	Informes elaborados	11	Número de informes	2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	17	Realizar mediciones de consumo de energía eléctrica en las sedes establecidas para la vigencia.	17.1	Informes Elaborados	11	Número de informes	2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
Consumo Sostenible	18	Fortalecer los requisitos contractuales frente a la disposición y manejo de los residuos, en los procesos de adquisición o compra de bienes o servicios que generen residuos con tratamiento especial, que se enmarquen en las disposiciones de la Ley 80 de 1993.	18.1	Contratos con requisitos fortalecidos	21	Número de Contratos fortalecidos		21			Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
Implementación de Prácticas Sostenibles y Cultura Ambiental	19	Socializar las actualizaciones realizadas al Sistema de Gestión Ambiental a los funcionarios y contratistas de la Entidad.	19.1	Socializaciones realizadas	3	Actas de asistencia			3		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	20	Elaborar campaña de concientización sobre el uso racional de los recursos naturales.	20.1	Elaboración de Brief y solicitud de publicación en medios institucionales	2	Número de acciones		1		1	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera / Oficina de Comunicaciones
	21	Adelantar capacitación en temas de Gestión Ambiental, que permitan generar sentido de pertenencia frente al tema.	21.1	Capacitaciones Realizadas	5	Número de capacitaciones realizadas		3	1	1	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera

Fuente: Información Interna de la Entidad – Propia [6]

El anterior plan debe ser ejecutado mínimo al 95% por ciento, según los lineamientos del modelo integrado de planificación y gestión de la entidad. El plan contiene las actividades dirigidas al cumplimiento de los programas de uso racional de la energía y el programa de Gestión Integral de Residuos. Dentro del cual se destaca cuatro actividades que se debe desarrollar para la vigencia 2018, las cuales se muestran en la Tabla 2 que a continuación se presenta siguiente:

**Tabla 2. Actividades a Desarrollar de Plan Institucional de Gestión Ambiental**

Uso eficiente de la energía	14	Elaborar propuesta de cambio de la tecnología de la iluminación actual del nivel central, transición de sistema fluorescente a Led.	14.1	Propuesta elaborada y presentada	2	Número de documentos		1	1		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera	
	15	Tramitar la adquisición de elementos que permitan la reducción del consumo de energía en áreas identificadas en el informe de infraestructura de la vigencia anterior.	15.1	Trámites realizados	3	Número de trámites		2	1		Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera	
	16	Realizar mediciones de consumo de combustible en las sedes establecidas para la vigencia.	16.1	Informes elaborados	11	Número de Informes		2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera
	17	Realizar mediciones de consumo de energía eléctrica en las sedes establecidas para la vigencia.	17.1	Informes Elaborados	11	Número de Informes		2	3	3	3	Eficacia	Subdirección Administrativa y Financiera

Fuente: Información Interna de la Entidad – Propia. [6]

Para lo cual ha establecido las siguientes opciones para dar cumplimiento a estas actividades.

- I. Trasladar la sede de Nivel Central a unas instalaciones cuyo sistema de iluminación sea 100 % de iluminación tipo Led, con sensores de movimiento, para reducir el consumo de energía eléctrica, los valores facturados del servicio de electricidad de la sede y desaparezca dentro de sus impactos ambientales, los residuos peligrosos generados por las lámparas fluorescentes.
- II. Formular un proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad. Reduciendo los consumos de energía eléctrica, valores facturados servicio y eliminación de residuos peligrosos generados por las luminarias fluorescentes.
- III. Elaborar campañas de concientización a los funcionarios referentes al ahorro de energía eléctrica en las instalaciones de nivel central.
- IV. No hacer nada y continúa con la infraestructura de iluminación tipo fluorescente que tiene la sede de nivel central de la entidad.

Una vez determinadas las opciones comerciales. Se analiza los costos, la efectividad frente a la necesidad que se presenta y los beneficios económicos y reputaciones que puede generar para la entidad, permitiendo elegir la opción

**Formular un proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.**

La formulación de este proyecto generara los siguientes beneficios para la entidad:

- a) Generar ahorros monetarios en la facturación del servicio de electricidad, los cuales podrá ser contemplados en la recuperación de los recursos monetarios invertidos en el proyecto o invertirlos en otras necesidades que se le presenten a la entidad.

- b) Reducir los gastos de sustitución de luminarias florecientes, ya que la vida útil de los paneles tipo led es cinco veces más, que la de una luminaria fluorescente.
- c) Reducir los impactos ambientales causados por la generación de residuos peligrosos representados en las luminarias fluorescentes las cuales contiene sustancias nocivas para la salud humana y el medio ambiente, se considera como otro de los beneficios relevantes del proyecto.
- d) Permitir a la entidad ser más eficiente en el uso de la energía eléctrica y en la utilización de los recursos monetarios asignados por el Ministerio de Hacienda, convirtiéndose en una entidad referente en la sostenibilidad ambiental y presupuestal ante las demás entidades del estado.

Sin embargo deberá enfrentar como obstáculo la generación de residuos convencionales, eléctricos, electromagnéticos y peligrosos durante el cambio de tecnología y las restricciones presupuestales generadas por la política de austeridad en el gasto emitida por la presidencia de la república, durante la ejecución del proyecto.

# 1. MATERIALES Y MÉTODOS

Para poder realizar la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad, En la imagen 3 se muestra la estructura de materiales y métodos a utilizar dar alcance a los objetivos del proyecto

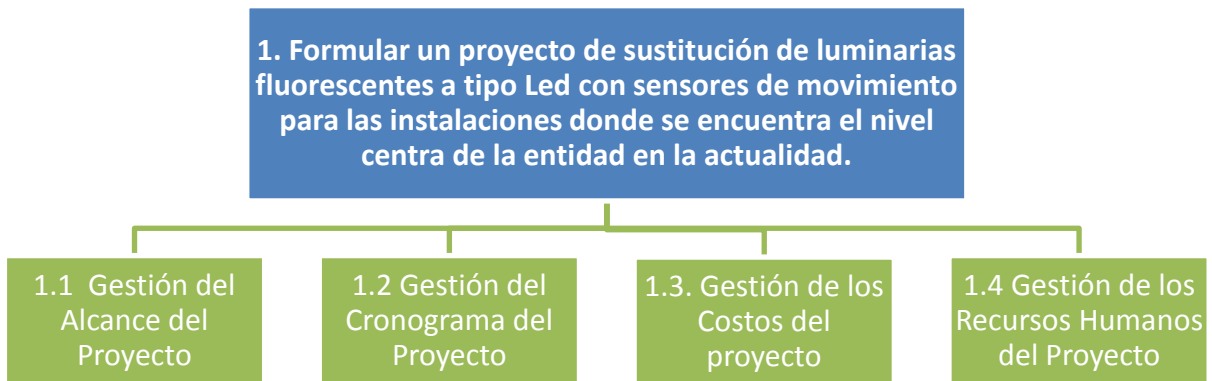
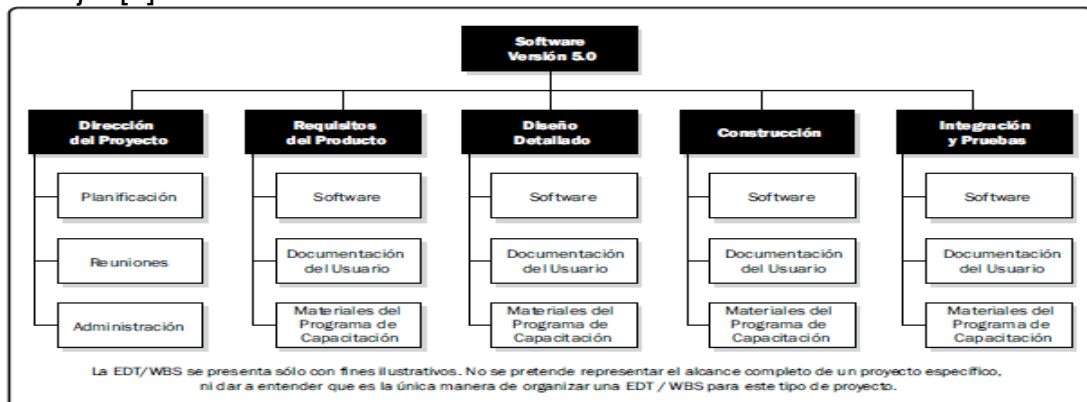


Imagen 3. Estructura de materiales y herramientas del proyecto  
Fuente. Propia

## 1.1 Gestión del Alcance del proyecto.

### 1.1.1 EDT

La estructura de desglose de trabajo es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables. El paquete de trabajo es el trabajo definido en el nivel más bajo de la EDT/WBS para el cual se puede estimar y gestionar el costo y la duración. El nivel de descomposición es a menudo guiado por el grado de control necesario para dirigir el proyecto de manera efectiva. El nivel de detalle para los paquetes de trabajo varía en función del tamaño y la complejidad del proyecto. La imagen 4 muestra un ejemplo de estructura de desglose de trabajo una con algunas ramas desglosadas hasta el nivel de los paquetes de trabajo. [7]



## 1.2 Gestión del Cronograma del Proyecto.

1.2.1 **Definir las Actividades del Proyecto:** Las actividades representan el esfuerzo necesario para completar un paquete de trabajo. El proceso Definir las Actividades establece las salidas finales como actividades y no como entregables, que es lo que se hace en el proceso Crear la EDT/WBS.

Los paquetes de trabajo incluidos en la EDT/WBS se descomponen en las actividades necesarias para producir los entregables del paquete de trabajo. La participación de los miembros del equipo en la descomposición puede contribuir a obtener resultados mejores y más precisos. [8]

1.2.1.1 **Planificación Gradual:** es una técnica de planificación iterativa en la cual el trabajo a realizar a corto plazo se planifica en detalle, mientras que el trabajo futuro se planifica a un nivel más alto. Es una forma de elaboración progresiva. Por lo tanto, en función de su ubicación en el ciclo de vida del proyecto, el trabajo puede estar descrito con diferentes niveles de detalle. [8]

1.2.2 **Método de Diagramación por Precedencia:** El método de diagramación por precedencia (PDM) es una técnica utilizada para construir un modelo de programación en el cual las actividades se representan mediante nodos y se vinculan gráficamente mediante una o más relaciones lógicas para indicar la secuencia en que deben ser ejecutadas. [9]

1.2.2.1 **Determinación de las Dependencias:** Se pueden caracterizar las dependencias a través de los siguientes atributos: obligatoria o discrecional, interna o externa, como se describe a continuación. La dependencia tiene cuatro atributos, pero sólo se pueden aplicar dos simultáneamente, de la siguiente forma: dependencias obligatorias externas, dependencias obligatorias internas, dependencias discretionales externas o dependencias discretionales internas. [9]

1.2.3 **Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto:** es una representación gráfica de las relaciones lógicas, también denominadas dependencias, entre las actividades del cronograma del proyecto. La elaboración de un diagrama de red del cronograma puede incluir todos los detalles del proyecto o contener una o más actividades. En la Imagen 5, se puede observar un ejemplo del diagrama de red de un cronograma del proyecto. [10]



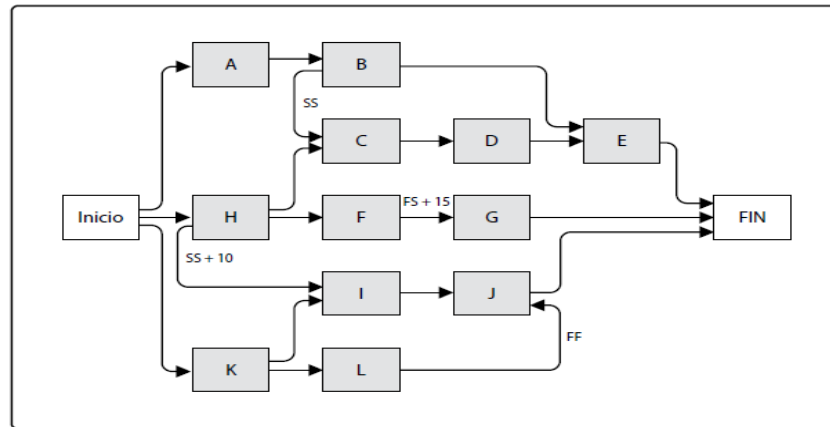


Imagen 5. Ejemplo de Diagrama de Red de Proyectos

Fuente. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK Quinta Edición [10].

1.2.4 **Estimar los Recursos de las Actividades:** es el proceso de estimar tipo y cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para llevar a cabo cada una de las actividades. El beneficio clave de este proceso es que identifica el tipo, cantidad y características de los recursos necesarios para completar la actividad, lo que permite estimar el costo y la duración de manera más precisa. [11]

1.2.4.1 **La estimación ascendente:** es un método de estimación de la duración o el costo del proyecto mediante la suma de las estimaciones de los componentes de nivel inferior en la EDT/WBS. Cuando no se puede estimar una actividad con un grado razonable de confianza, el trabajo que conlleva esa actividad se descompone en un nivel mayor de detalle. Se estiman las necesidades de recursos. Posteriormente se suman estas estimaciones y se genera una cantidad total para cada uno de los recursos de la actividad. [11]

1.2.5 **Estimar la Duración de las Actividades:** es el proceso de realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados. El beneficio clave de este proceso es que establece la cantidad de tiempo necesario para finalizar cada una de las actividades, lo cual constituye una entrada fundamental para el proceso Desarrollar el Cronograma. [12]

1.2.5.1 **Estimación por Tres Valores:** La exactitud de las estimaciones de la duración de una actividad por un único valor puede mejorarse si se tienen en cuenta la incertidumbre y el riesgo. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El método PERT

utiliza tres estimaciones para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

Más probable ( $t_M$ ). Esta estimación se basa en la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente le sean asignados, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.

Optimista ( $t_O$ ). Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del mejor escenario posible para esa actividad.

Pesimista ( $t_P$ ). Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del peor escenario posible para esa actividad.

Se puede calcular la duración esperada,  $t_E$ , mediante el uso de una fórmula, en función de la distribución asumida de los valores dentro del rango de las tres estimaciones. Dos de las fórmulas más utilizadas son las distribuciones beta y triangular. Las fórmulas son las siguientes:

**Distribución Triangular.**

$$t_E = (t_O + t_M + t_P) / 3 \quad (1)$$

**Distribución Beta (de la técnica PERT tradicional).**

$$t_E = (t_O + 4t_M + t_P) / 6. \quad (2)$$

Las duraciones estimadas por tres valores con una distribución determinada proporcionan una duración esperada y despejan el grado de incertidumbre sobre la duración esperada. [12]

- 1.2.6 **Método de la Ruta Crítica:** se utiliza para estimar la duración mínima del proyecto y determinar el nivel de flexibilidad en la programación de los caminos de red lógicos dentro del cronograma. Esta técnica de análisis de la red del cronograma calcula las fechas de inicio y finalización, tempranas y tardías, para todas las actividades, sin tener en cuenta las limitaciones de recursos, determina la menor duración posible del mismo, teniendo en cuenta los parámetros introducidos en el modelo de programación para duraciones de las actividades, relaciones lógicas, adelantos, retrasos y otras restricciones conocidas [13]. En la imagen 6 se muestra un ejemplo de la aplicación de esta metodología:

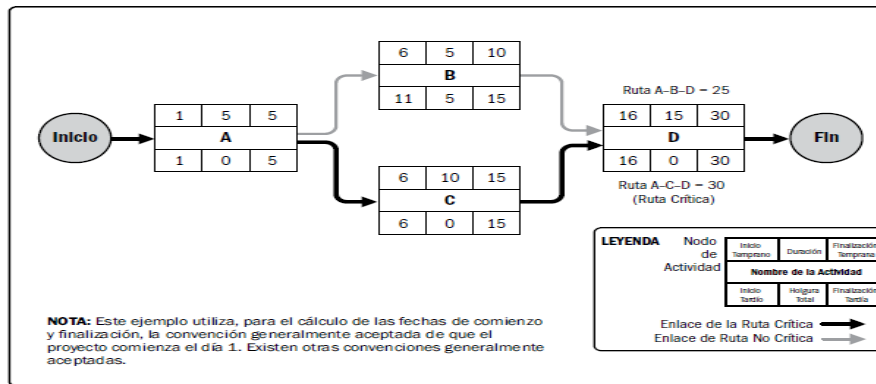


Imagen 6. Ejemplo de Aplicación de Método de la Ruta Crítica.  
 Fuente. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos PMBOK Quinta Edición [13]

### 1.3 Gestión de los Costos del Proyecto.

1.3.1 **Estimación de los Costos:** es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. El beneficio clave de este proceso es que determina el monto de los costos requerido para completar el trabajo del proyecto. Las estimaciones de costos son una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado. Las estimaciones de costos incluyen la identificación y consideración de diversas alternativas para el cálculo de costos de cara a iniciar y completar el proyecto. Para lograr un costo óptimo para el proyecto, se debe tener en cuenta el balance entre costos y riesgos, tal como hacer en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar y la compartición de recursos. [14]

Para la estimación de los costos se puede utilizar la técnica de tres valores que se referencio en el anterior numeral 1.2.7, teniendo en cuenta que en esta estimación no se tiene en cuenta la unidad de tiempo si no la unidad de costos. Y que se utilizara para estimar los costos del proyecto.

1.3.1.1 **Análisis de Reservas:** Las estimaciones de costos pueden incluir reservas (denominadas a veces provisiones para contingencias) para tener en cuenta la incertidumbre sobre el costo. Las reservas para contingencias consisten en el presupuesto, dentro de la línea base de costos, que se destina a los riesgos identificados y asumidos por la organización, para los que se desarrollan respuestas de contingencia o mitigación. Las reservas para contingencias se contemplan a menudo como la parte del presupuesto destinada a cubrir los "conocidos desconocidos" susceptibles de afectar al proyecto. Las reservas para contingencias pueden cubrir una actividad

específica, la totalidad del proyecto o ambas. Las reservas para contingencias forman parte de los requisitos generales de financiamiento del proyecto. [14]

Las reservas de gestión son cantidades específicas del presupuesto del proyecto que se retienen por razones de control de gestión y que se reservan para cubrir trabajo no previsto dentro del alcance del proyecto. El objetivo de las reservas de gestión es contemplar las variables "desconocidas" susceptibles de afectar a un proyecto. La reserva de gestión no se incluye en la línea base de costos, pero forma parte del presupuesto total y de los requisitos de financiamiento del proyecto. [14]

#### **1.4 Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.**

**1.4.1 Planificar la Gestión de los Recursos Humanos:** es el proceso de identificar y documentar los roles dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas y las relaciones de comunicación, así como de crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece los roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para la adquisición y liberación del personal. [15]

**1.4.1.1 Diagramas matriciales.** Una matriz de asignación de responsabilidades (RAM) es una tabla que muestra los recursos del proyecto asignados a cada paquete de trabajo. Se utiliza para ilustrar las relaciones entre los paquetes de trabajo o las actividades y los miembros del equipo del proyecto. El formato matricial muestra todas las actividades asociadas con una persona y todas las personas asociadas con una actividad. Esto también asegura que exista una única persona responsable de cada tarea concreta para evitar confusiones sobre quién está a cargo o tiene autoridad sobre el trabajo. Un ejemplo de RAM es una matriz RACI, que en inglés significa "Responsable (R), Accountable (A), Consulted (C), Informed (I)".

## 2. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Aplicando los conceptos descritos en el capítulo 1., en la Imagen 7. se presentaran la estructura con la cual se presentaran los resultados obtenidos para la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.

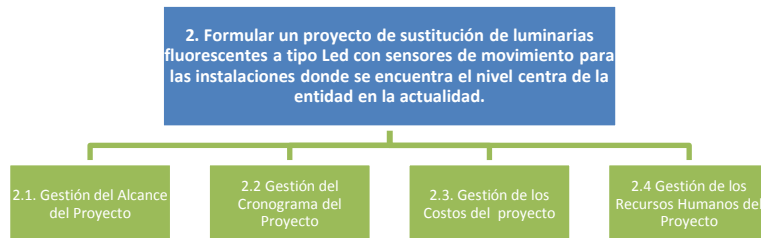


Imagen 7 Estructura de Resultados del Proyecto.  
Fuente. Propia

### 2.1. Gestión del Alcance del Proyecto.

#### 2.1.1. EDT.

La estructura de desglose de trabajo del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento se presenta en la Imagen 8. Esta estructura muestra los paquetes de trabaja requeridos para poder determinar la viabilidad, factibilidad y posible aprobación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra.

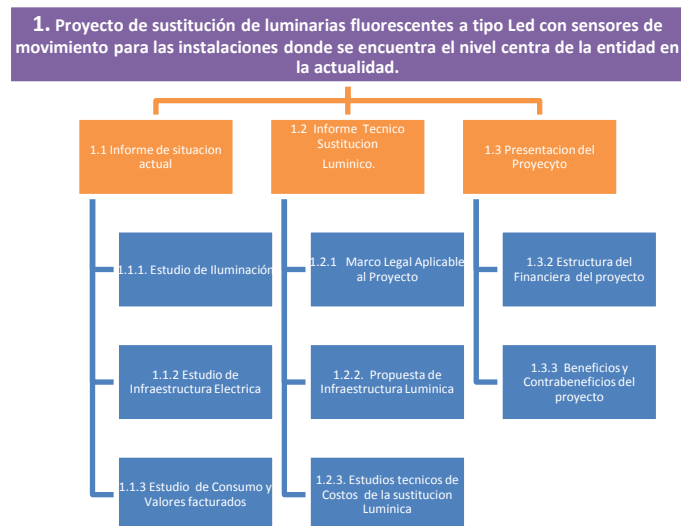


Imagen 8. Estructura de Desglose de Trabajo del Proyecto.  
Fuente. Propia.

## 2.2. Gestión del Cronograma del Proyecto

Determinada la estructura de desglose de trabajo en el anterior numeral, se procede a definir las actividades necesarias para poder obtener los documentos entregables establecidos en la EDT, en la Tabla 3, que se muestra a continuación, se pueden observar las actividades que se establecieron para la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.

**Tabla 3. Dedición de Actividades y Planeación Gradual**

Definición de Actividades y Planificación Gradual		
Entregable Principales	Entregable Secundarios	Actividad/Definición
Informe de Situación Actual	Elaboración de Estudio de Iluminación	A Tomar registro fotográfico de las Áreas locativas de la sede de Nivel central
		B Tomar mediciones de luminosidad de las áreas de la sede de Nivel central
		C Elaborar el informe de resultados y recomendaciones de iluminación de la sede de Nivel central.
		D Levantamiento de los diagramas distribución de red eléctrica de la sede de Nivel Central
	Elaboración de Estudio de Infraestructura Eléctrica	E Levantamiento de los diagramas de ubicación del sistema de iluminación de la sede de Nivel Central
		F Elaborar los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel Central
		G Recopilar las Facturas de Energía Eléctrica de 2 años atrás de la sede de Nivel central
	Elaboración de Estudio de Consumo y Valores facturad	H Consolidar la Información de Consumo por mes y su correspondiente facturación de la sede de Nivel central
		I Identificar las fuentes fijas de consumo de energía dentro de la sede
		J Elaborar Informe de consumo y valores facturados
K Revisión del Informe de resultados y recomendaciones de iluminación.		
L Revisión de los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel central		
M Elaborar los nuevos planos que permitan superar las deficiencia lumínicas de la sede		
Informe Técnico Sustitución Luminaria	Elaboración de la Propuesta de Iluminación	N Identificar el tipo y las cantidades de luminarias Led, sensores y otros materiales requeridos para el nuevo sistema de iluminación
		O Cuantificar el ahorro generado en kW por la sustitución de luminarias planificada
		P Elaborar informe técnico de sustitución de luminarias e instalación de sensores de movimiento.
		Q Identificar Normas Técnicas y Requisitos Legales relacionados con la sustitución de Luminarias LED
		R Identificación de Proveedores de las luminarias Led y sensores requeridos para el nuevo sistema de iluminaciones la sede de Nivel central
	Elaboración de Matriz Legal Aplicable al proyecto	S Solicitar Cotizaciones de las luminarias Led y sensores que incluyan el servicio de instancian y sin este servicio.
		T Identificar costos directos e indirectos requeridos para la ejecución del proyecto.
		U Elaborar informe técnico de costos del proyecto.
		V Revisión del informe de consumo y valores facturados
		W Revisión del estudio técnico de Costos del Proyecto
Presentación del Proyecto	Elaboración de Estructura Financiera del Proyecto	X Elaboración de los flujos de caja proyectados, determinación de la tasa de retorno, valor presente neto y opciones de financiamiento del proyecto.
		Y Redacción de Beneficios y contra beneficios del Proyecto
	Beneficios y Contra beneficios del Proyecto	

Fuente. Propia

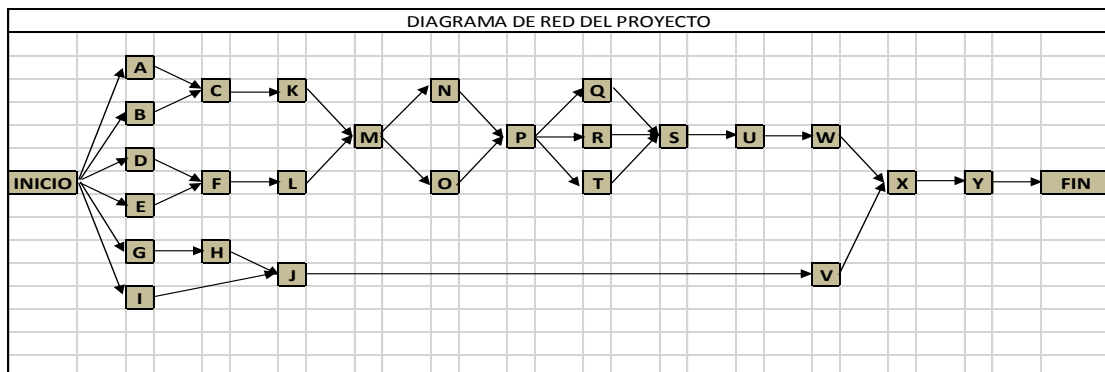
Identificadas y establecidas las actividades que permitirán obtener los documentos entregables del proyecto, se procede a determinar la secuencia lógica o dependencia, para lo cual se aplicara la metodología de diagramación de precedencia, en la Tabla 4, se puede observar como se establece la precedencia para las actividades de la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.

**Tabla 4. Determinación de Dependencia de las Actividades del Proyecto.**

DETERMINACION DE DEPENDENCIA DE LAS ACTIVIDADES		
Actividad	Definición	Precedencia
A	Tomar registro fotográfico de las Áreas locativas de la sede de Nivel central	
B	Tomar mediciones de luminosidad de las áreas de la sede de Nivel central	
C	Elaborar el informe de resultados y recomendaciones de Iluminación de la sede de Nivel central.	AB
D	Levantamiento de los diagramas distribución de red eléctrica de la sede de Nivel Central	
E	Levantamiento de los diagramas de ubicación del sistema de iluminación de la sede de Nivel Central	
F	Elaborar los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel Central	DE
G	Recopilar las Facturas de Energía Eléctrica de 2 años atrás de la sede de Nivel central	
H	Consolidar la Información de Consumo por mes y su correspondiente facturación de la sede de Nivel central	G
I	Identificar las fuentes fijas de consumo de energía dentro de la sede	
J	Elaborar Informe de consumo y valores facturados	HI
K	Revisión del Informe de resultados y recomendaciones de iluminación.	C
L	Revisión de los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel central	F
M	Elaborar los nuevos planos que permitan superar las deficiencias luminicas de la sede	KL
N	Identificar el tipo y las cantidades de luminarias Led, sensores y otros materiales requeridos para el nuevo sistema de iluminación	M
O	Cuantificar el ahorro generado en kW por la sustitución de luminarias planificada	M
P	Elaborar informe técnico de sustitución de luminarias e instalación de sensores de movimiento.	NO
Q	Identificar Normas Técnicas y Requisitos Legales relacionados con la sustitución de Luminarias LED	P
R	Identificación de Proveedores de las luminarias Led y sensores requeridos para el nuevo sistema de iluminaciones la sede de Nivel central	P
S	Solicitar Cotizaciones de las luminarias Led y sensores que incluyan el servicio de instancian y sin este servicio.	R
T	Identificar costos directos e indirectos requeridos para la ejecución del proyecto.	P
U	Elaborar informe técnico de costos del proyecto.	QRST
V	Revisión del informe de consumo y valores facturados	J
W	Revisión del estudio técnico de Costos del Proyecto	U
X	Elaboración de los flujos de caja proyectados, determinación de la tasa de retorno, valor presente neto y opciones de financiamiento del proyecto.	VW
Y	Redacción de Beneficios y contra beneficios del proyecto	X

Fuente: Propia.

Determinada la precedencia de las actividades del proyecto, se realiza el diagrama de red, que permite ver la secuencia de las actividades de forma gráfica, lo anterior se muestra en la Imagen 9, la cual se puede observar a continuación:



**Imagen 9. Diagrama de Red y Secuencia lógica de Actividades del Proyecto.**

Fuente: Propia.

Realizado el diagrama de red del proyecto, se hace necesario identificar y establecer los recursos necesarios para poder desarrollar las actividades, para lo cual se aplica la metodología de estimación de recursos ascendente y de tiempo, en la tabla 10, se puede observar la aplicación de esta metodología en

de la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.

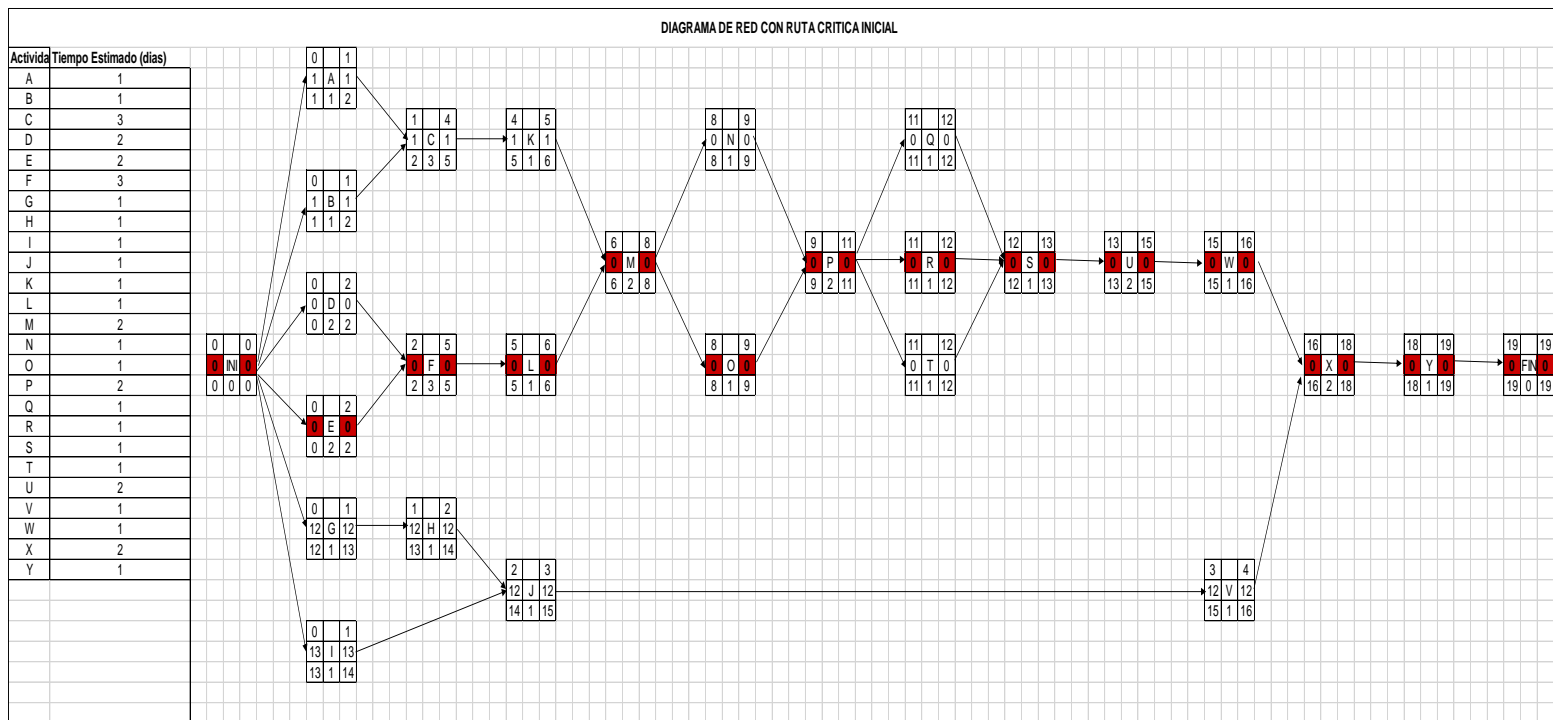
**Tabla 10. Estimación de Recursos del Proyecto.**

Estimación de Recursos del Proyecto				
Actividad	Definición	Tipo de Recurso		
		Recursos Tecnológicos y Oficina	Recursos de Talento Humano	Tiempo Estimado (días)
A	Tomar registro fotográfico de las áreas de trabajo y comunes de la sede de Nivel central	Cámara Fotográfica Digital	Técnico o Tecnólogo en S&SO	1
B	Tomar mediciones de luminosidad de las áreas de trabajo y comunes de la sede de Nivel central	Luxómetro	Técnico o Tecnólogo en S&SO	1
C	Elaborar el informe de resultados y recomendaciones de iluminación de la sede de Nivel central.	Computador- Software(office profesional plus)	Profesional en S&SO Técnico o Tecnólogo en S&SO	3
D	Levantamiento de los diagramas distribución de red eléctrica de la sede de Nivel Central	Cámara Fotográfica Digital	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	2
E	Levantamiento de los diagramas de ubicación del sistema de iluminación de la sede de Nivel Central	Cámara Fotográfica Digital	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	2
F	Elaborar los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel Central	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	3
G	Recopilar las Facturas de Energía Eléctrica de 2 años atrás de la sede de Nivel central	Archivo de Facturación de la Sede	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
H	Consolidar la Información de Consumo por mes y su correspondiente facturación de la sede de Nivel central	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
I	Identificar las fuentes fijas de consumo de energía dentro de la sede	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
J	Elaborar Informe de consumo y valores facturados	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
K	Revisión del Informe de resultados y recomendaciones de iluminación.	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	1
L	Revisión de los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel central	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	1
M	Elaborar los nuevos planos que permitan superar las deficiencia luminicas de la sede	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	2
N	Identificar el tipo y las cantidades de luminarias Led, sensores y otros materiales requeridos para el nuevo sistema de iluminación	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	1
O	Cuantificar el ahorro generado en kW por la sustitución de luminarias planificada	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	1
P	Elaborar informe técnico de sustitución de luminarias e instalación de sensores de movimiento.	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	2
Q	Identificar Normas Técnicas y Requisitos Legales relacionados con la sustitución de Luminarias LED	Computador- Software(Servispack)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	1
R	Identificación de Proveedores de las luminarias Led y sensores requeridos para el nuevo sistema de iluminaciones la sede de Nivel central	Computador- Software(Servispack)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	1
S	Solicitar Cotizaciones de las luminarias Led y sensores que incluyan el servicio de instancian y sin este servicio.	Computador- Software(Servispack)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
T	Identificar costos directos e indirectos requeridos para la ejecución del proyecto.	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	1
U	Elaborar informe técnico de costos del proyecto.	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	2
V	Revisión del informe de consumo y valores facturados	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	1
W	Revisión del estudio técnico de Costos del Proyecto	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	1
X	Elaboración de los flujos de caja proyectados, determinación de la tasa de retorno, valor presente neto y opciones de financiamiento del proyecto.	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	2
Y	Redacción de Beneficios y contra beneficios del proyecto	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	1

Fuente. Propia



Identificados y establecidos los recursos requeridos para poder desarrollar las actividades del proyecto, se procede a identificar la ruta crítica y el tiempo de duración del proyecto provisional. En la Imagen 10 se puede observar la ruta crítica marcada en los cuadros rojos y el tiempo que se estimó para la formulación del proyecto de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo Led con sensores de movimiento para las instalaciones donde se encuentra el nivel centra de la entidad en la actualidad.



**Imagen 10. Diagrama de Red Inicial con Ruta Crítica y Duración del proyecto.**

Fuente: Propia.

## 2.3. Gestión de Costos del Proyecto.

La cuantificación de los costos del proyecto, se realiza a partir de la definición de los recursos necesarios para el desarrollo las actividades del mismo, determinados en el 2.2 Gestión del Cronograma del Proyecto. También de las asignaciones salariales de los funcionarios o personal y los valores comerciales de los recursos tecnológicos y de oficina que se emplean para el desarrollo de las actividades, lo anterior se puede observar en las Tablas 11, 12 y 13 que se presentan a continuación:

**Tabla.11 Asignación Salarial del Personal en la Entidad.**

Recursos de Talento Humano	Cantidad	Honorarios Mensuales	Honorarios diarios
Técnico o Tecnólogo en S&SO	1	\$ 1.500.000	\$ 50.000
Técnico o Tecnólogo Administrativo	1	\$ 1.500.000	\$ 50.000
Profesional en S&SO	1	\$ 2.500.000	\$ 83.333
Ingeniero Eléctrico - Electrónico	1	\$ 4.000.000	\$ 133.333
Ingeniero Industrial	1	\$ 4.000.000	\$ 133.333

Fuente: Propia.

**Tabla.12 Valor Comercial de los Elementos Tecnológicos y de Oficina.**

Recursos Tecnológicos y Oficina	Cantidad	Valor Comercial	T. de vigencia o deprecia	Valor diario
Cámara Fotográfica Digital	1	\$ 400.000	1800	222
Luxómetro	1	\$ 80.000	1800	44
Computador	1	\$ 2.852.737	1800	1585
Software(office profesional plus)	1	\$ 580.510	360	1613
Software(AutoCAD)	1	\$ 2.800.000	360	7778
Software(ServerSTDCORE)	1	\$ 108.342	360	301

Fuente: Propia.

**Tabla.13 Costos Asignados por Actividad del Proyecto**

Identificación y establecimiento de costos del proyecto						
Actividad	Tiempo Estimado (días)	Recursos Tecnológicos y Oficina	Recursos de Talento Humano	MOD	CIF	TOTAL COSTOS
A	1	Cámara Fotográfica Digital	Técnico o Tecnólogo en S&SO	\$ 50.000	\$ 222	\$ 50.222
B	1	Luxómetro	Técnico o Tecnólogo en S&SO	\$ 50.000	\$ 44	\$ 50.044
C	3	Computador- Software(office profesional plus)	Profesional en S&SO Técnico o Tecnólogo en	\$ 400.000	\$ 9.592	\$ 409.592
D	2	Cámara Fotográfica Digital	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	\$ 266.667	\$ 444	\$ 267.111
E	2	Cámara Fotográfica Digital	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	\$ 266.667	\$ 444	\$ 267.111
F	3	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	\$ 400.000	\$ 28.088	\$ 428.088
G	1	Archivo de Facturación de la Sede	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ -	\$ 50.000
H	1	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ 3.197	\$ 53.197
I	1	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ 3.197	\$ 53.197
J	1	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ 3.197	\$ 53.197
K	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 133.333	\$ 3.197	\$ 136.531
L	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 133.333	\$ 3.197	\$ 136.531
M	2	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	\$ 533.335	\$ 18.725	\$ 552.061
N	1	Computador- Software(AutoCAD)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	\$ 266.668	\$ 9.363	\$ 276.030
O	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	\$ 266.668	\$ 3.197	\$ 269.865
P	2	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial - Ingeniero Electrónico	\$ 533.335	\$ 6.395	\$ 539.730
Q	1	Computador- Software(Servispack)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	\$ 133.333	\$ 1.886	\$ 135.219
R	1	Computador- Software(Servispack)	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	\$ 133.333	\$ 1.886	\$ 135.219
S	1	Computador- Software(Servispack)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ 1.886	\$ 51.886
T	1	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 50.000	\$ 3.197	\$ 53.197
U	2	Computador- Software(office profesional plus)	Técnico o Tecnólogo Administrativo	\$ 100.000	\$ 6.395	\$ 106.395
V	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 133.333	\$ 3.197	\$ 136.531
W	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 133.333	\$ 3.197	\$ 136.531
X	2	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 266.667	\$ 6.395	\$ 273.061
Y	1	Computador- Software(office profesional plus)	Ingeniero Industrial	\$ 133.333	\$ 3.197	\$ 136.531
<b>Costo Total del Proyecto</b>						<b>\$ 4.757.078</b>

Fuente: Propia.

Establecidos los costos por actividad del proyecto, se aplica la metodología o técnica de evaluación y revisión de programas, más conocida como PERT para poder incluir factores de riesgo que pueda afectar positiva o negativamente el tiempo de ejecución de las actividades del proyecto y por consiguiente los costos asociados al desarrollo de las actividades. En la Tabla 14, se puede observar la aplicación de esta metodología.

Tabla.14 Aplicación de la Metodología PERT.

Actividad	Tiempo Estimado (días)	Costos Estimado	Tiempo							Costo							Reserva					
			TP	TE	TO	Dtriangul	Dbeta	VA	CP	ME	CO	CS	DE	VA	T	\$	TO	CP	T+Acotamien	Costo Variaci	TPERT	COST PERT
A	1	\$ 50.222,22	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 75.333	\$ 50.222	\$ 40.178	\$ 55.244	\$ 52.733	\$ 5.859	1,1	\$ 55.244,44	0,8	\$ 75.333,33	0,3		0,7	\$ 75.333,33
B	1	\$ 50.044,44	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 75.067	\$ 50.044	\$ 40.036	\$ 55.049	\$ 52.547	\$ 5.839	1,1	\$ 55.048,89	0,8	\$ 75.066,67	0,3		0,7	\$ 75.066,67
C	3	\$ 409.592,15	3,5	3	2,8	3,1	3,05	0,12	\$ 477.858	\$ 409.592	\$ 382.286	\$ 423.245	\$ 416.419	\$ 15.929	3,1	\$ 423.245,22	2,8	\$ 477.857,50	0,3		2,7	\$ 477.857,50
D	2	\$ 267.111,11	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 333.889	\$ 267.111	\$ 240.400	\$ 280.467	\$ 273.789	\$ 15.581	2,1	\$ 280.466,67	1,8	\$ 333.888,89	0,3		1,7	\$ 333.888,89
E	2	\$ 267.111,11	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 333.889	\$ 267.111	\$ 240.400	\$ 280.467	\$ 273.789	\$ 15.581	2,1	\$ 280.466,67	1,8	\$ 333.888,89	0,3	\$ 178.074,07	1,7	\$ 333.888,89
F	3	\$ 428.087,90	3,5	3	2,8	3,1	3,05	0,12	\$ 499.436	\$ 428.088	\$ 399.549	\$ 442.357	\$ 435.223	\$ 16.648	3,1	\$ 442.357,49	2,8	\$ 499.435,88	0,3	\$ 190.261,29	2,7	\$ 499.435,88
G	1	\$ 50.000,00	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 75.000	\$ 50.000	\$ 40.000	\$ 55.000	\$ 52.500	\$ 5.833	1,1	\$ 55.000,00	0,8	\$ 75.000,00	0,3		0,7	\$ 75.000,00
H	1	\$ 53.197,38	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 79.796	\$ 53.197	\$ 42.558	\$ 58.517	\$ 55.857	\$ 6.206	1,1	\$ 58.517,12	0,8	\$ 79.796,07	0,3		0,7	\$ 79.796,07
I	1	\$ 53.197,38	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 79.796	\$ 53.197	\$ 42.558	\$ 58.517	\$ 55.857	\$ 6.206	1,1	\$ 58.517,12	0,8	\$ 79.796,07	0,3		0,7	\$ 79.796,07
J	1	\$ 53.197,38	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 79.796	\$ 53.197	\$ 42.558	\$ 58.517	\$ 55.857	\$ 6.206	1,1	\$ 58.517,12	0,8	\$ 79.796,07	0,3		0,7	\$ 79.796,07
K	1	\$ 136.530,72	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 204.796	\$ 136.531	\$ 109.225	\$ 150.184	\$ 143.357	\$ 15.929	1,1	\$ 150.183,79	0,8	\$ 204.796,07	0,3		0,7	\$ 204.796,07
L	1	\$ 136.530,72	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 204.796	\$ 136.531	\$ 109.225	\$ 150.184	\$ 143.357	\$ 15.929	1,1	\$ 150.183,79	0,8	\$ 204.796,07	0,3	\$ 182.040,95	0,7	\$ 204.796,07
M	2	\$ 552.060,60	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 690.076	\$ 552.061	\$ 496.855	\$ 579.664	\$ 565.862	\$ 32.204	2,1	\$ 579.663,63	1,8	\$ 690.075,75	0,3	\$ 368.040,40	1,7	\$ 690.075,75
N	1	\$ 276.030,30	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 414.045	\$ 276.030	\$ 220.824	\$ 303.633	\$ 289.832	\$ 32.204	1,1	\$ 303.633,33	0,8	\$ 414.045,45	0,3		0,7	\$ 414.045,45
O	1	\$ 269.865,05	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 404.798	\$ 269.865	\$ 215.892	\$ 296.852	\$ 283.358	\$ 31.484	1,1	\$ 296.851,55	0,8	\$ 404.797,57	0,3	\$ 359.820,06	0,7	\$ 404.797,57
P	2	\$ 539.730,10	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 674.663	\$ 539.730	\$ 485.757	\$ 566.717	\$ 553.223	\$ 31.484	2,1	\$ 566.716,60	1,8	\$ 674.662,62	0,3	\$ 359.820,06	1,7	\$ 674.662,62
Q	1	\$ 135.219,14	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 202.829	\$ 135.219	\$ 108.175	\$ 148.741	\$ 141.980	\$ 15.776	1,1	\$ 148.741,05	0,8	\$ 202.828,71	0,3		0,7	\$ 202.828,71
R	1	\$ 135.219,14	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 202.829	\$ 135.219	\$ 108.175	\$ 148.741	\$ 141.980	\$ 15.776	1,1	\$ 148.741,05	0,8	\$ 202.828,71	0,3	\$ 180.292,18	0,7	\$ 202.828,71
S	1	\$ 51.885,80	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 77.829	\$ 51.886	\$ 41.509	\$ 57.074	\$ 54.480	\$ 6.053	1,1	\$ 57.074,38	0,8	\$ 77.828,71	0,3	\$ 69.181,07	0,7	\$ 77.828,71
T	1	\$ 53.197,38	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 79.796	\$ 53.197	\$ 42.558	\$ 58.517	\$ 55.857	\$ 6.206	1,1	\$ 58.517,12	0,8	\$ 79.796,07	0,3		0,7	\$ 79.796,07
U	2	\$ 106.394,76	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 132.993	\$ 106.395	\$ 95.755	\$ 111.715	\$ 109.055	\$ 6.206	2,1	\$ 111.714,50	1,8	\$ 132.993,45	0,3	\$ 70.929,84	1,7	\$ 132.993,45
V	1	\$ 136.530,72	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 204.796	\$ 136.531	\$ 109.225	\$ 150.184	\$ 143.357	\$ 15.929	1,1	\$ 150.183,79	0,8	\$ 204.796,07	0,3		0,7	\$ 204.796,07
W	1	\$ 136.530,72	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 204.796	\$ 136.531	\$ 109.225	\$ 150.184	\$ 143.357	\$ 15.929	1,1	\$ 150.183,79	0,8	\$ 204.796,07	0,3	\$ 182.040,95	0,7	\$ 204.796,07
X	2	\$ 273.061,43	2,5	2	1,8	2,1	2,05	0,12	\$ 341.327	\$ 273.061	\$ 245.755	\$ 286.715	\$ 279.888	\$ 15.929	2,1	\$ 286.714,50	1,8	\$ 341.326,79	0,3	\$ 182.040,95	1,7	\$ 341.326,79
Y	1	\$ 136.530,72	1,5	1	0,8	1,1	1,05	0,12	\$ 204.796	\$ 136.531	\$ 109.225	\$ 150.184	\$ 143.357	\$ 15.929	1,1	\$ 150.183,79	0,8	\$ 204.796,07	0,3	\$ 182.040,95	0,7	\$ 204.796,07
Totales	19	\$ 4.757.078,34	25	19	16,6	20,2	19,6	1,4	\$ 6.355.023,56	\$ 4.757.078,34	\$ 4.117.900,26	\$ 5.076.667,39	\$ 4.916.872,86	\$ 372.853,88	20,2	\$ 5.076.667,39	16,6	\$ 6.355.023,56	3,6	\$ 2.504.582,80	15,4	\$ 6.355.023,56

Fuente: Propia.

Aplicada la metodología de evaluación y revisión de programas (PERT), se realiza un nuevo trazado del diagrama de red y cálculo de la ruta crítica del proyecto, incluyendo los nuevos tiempos determinados por esta técnica, lo cual se puede observar en la Imagen 11, que se muestra a continuación:

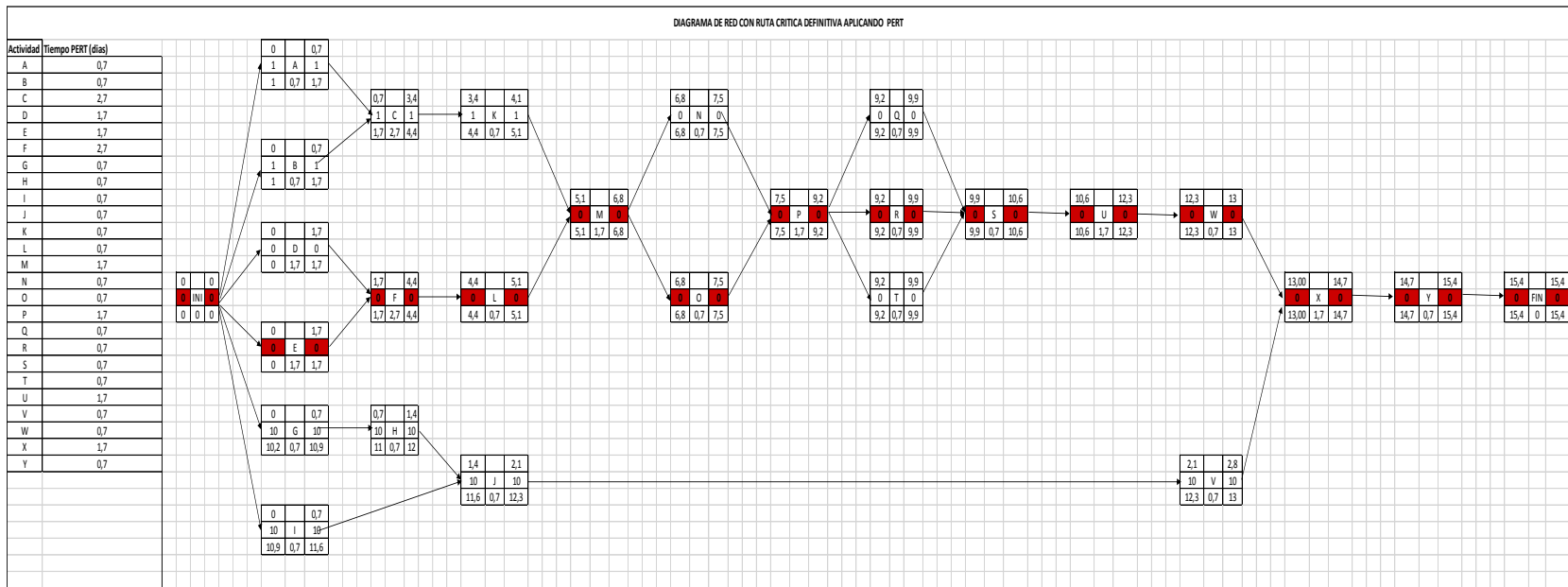


Imagen 11. Diagrama de Red con Ruta Crítica Definitiva y Duración del proyecto.

Fuente: Propia.

La metodología o técnica de evaluación y revisión de programas, no solo permite incluir factores de riesgos que afecten positiva o negativamente el proyecto, también le permite estimar reservas de contingencia al gerente del proyecto tanto de tiempo como de costos, que puede utilizar en los casos que surjan actividades no identificadas en el cronograma o factores externos que impacte el tiempo de ejecución del proyecto y afecten directamente los costos asociados al mismo. En la Imagen 12 se observa las reservas de contingencia determinadas para este proyecto.

Tabla.14 Estimación de Reserva de Tiempo y Costos

Actividad	Tiempo Estimado (días)	Costos Estimado	T PERT	COST PERT	Reserva Tiempo	Reserva Costos
Totales	19	\$ 4.757.078	15,4	\$6.355.024	3,6	\$ 1.597.945

Fuente: Propia.

## 2.4. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto.

Definido el alcance en el numeral 2.1, el cronograma y los recursos en el numeral 2.2 y el tiempo y costos en el numeral 2.3, procedemos a determinar los roles que tendrá cada uno de los funcionarios en el proyecto, para lo cual se empleara la metodología de la Matriz RACI. Esta metodología permite establecer quién será el responsable de realizar el trabajo requerido, a quien deberán informar las novedades presentadas, a quien podrán consultar si se presentan inquietudes y quien será el encargado de aprobar cada una de las actividades, en la Tabla 15 se puede observar la implementación de esta técnica:

**Tabla 15. Matriz de RACI del Proyecto.**

Actividad	Definición	Técnico o Tecnólogo en S&SO	Técnico o Tecnólogo Administrativo	Profesional en S&SO	Ingeniero Eléctrico - Electrónico	Ingeniero Industrial
A	Tomar registro fotográfico de las áreas de trabajo y comunes de la sede de Nivel central	R	C	A	C	I
B	Tomar mediciones de luminosidad de las áreas de trabajo y comunes de la sede de Nivel central	R	C	A	C	I
C	Elaborar el informe de resultados y recomendaciones de iluminación de la sede de Nivel central.	C		R	I	A
D	Levantamiento de los diagramas distribución de red eléctrica de la sede de Nivel Central		C	I	R	A
E	Levantamiento de los diagramas de ubicación del sistema de iluminación de la sede de Nivel Central		C	I	R	A
F	Elaborar los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel Central		C	I	R	A
G	Recopilar las Facturas de Energía Eléctrica de 2 años atrás de la sede de Nivel central		R	C	I	A
H	Consolidar la Información de Consumo por mes y su correspondiente facturación de la sede de Nivel central		R	C	I	A
I	Identificar las fuentes fijas de consumo de energía dentro de la sede		R	C	I	A
J	Elaborar informe de consumo y valores facturados		R	I	C	A
K	Revisión del Informe de resultados y recomendaciones de iluminación.			C	I	R
L	Revisión de los planos de distribución de red eléctrica y sistema de iluminación de la sede de Nivel central			I	C	R
M	Elaborar los nuevos planos que permitan superar las deficiencias luminicas de la sede		C	I	R	A
N	Identificar el tipo y las cantidades de luminarias Led, sensores y otros materiales requeridos para el nuevo sistema de iluminación		C	I	R	A
O	Cuantificar el ahorro generado en kW por la sustitución de luminarias planificada		C	I	R	A
P	Elaborar informe técnico de sustitución de luminarias e instalación de sensores de movimiento.		C	I	R	A
Q	Identificar Normas Técnicas y Requisitos Legales relacionados con la sustitución de Luminarias LED		C	I	R	A
R	Identificación de Proveedores de las luminarias Led y sensores requeridos para el nuevo sistema de iluminaciones la sede de Nivel central		C	I	R	A
S	Solicitar Cotizaciones de las luminarias Led y sensores que incluyan el servicio de instancian y sin este servicio.		R	I	C	A
T	Identificar costos directos e indirectos requeridos para la ejecución del proyecto.		R	I	C	A
U	Elaborar informe técnico de costos del proyecto.		R	I	C	A
V	Revisión del informe de consumo y valores facturados		C	I	I	R
W	Revisión del estudio técnico de Costos del Proyecto		C	I	I	R
X	Elaboración de los flujos de caja proyectados, determinación de la tasa de retorno, valor presente neto y opciones de financiamiento del proyecto.		C	I	I	R
Y	Redacción de Beneficios y contra beneficios del proyecto		C	I	I	R

Fuente: Propia

## CONCLUSIONES

- Mediante la elaboración de la estructura de desglosé de trabajo, se pudo identificar que documentos técnicos requieren ser elaborados para la propuesta de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo led en la sede de nivel central de La Unidad Especial Migración Colombia, permitiendo determinar así el alcance del proyecto, toda vez que estos documentos se deben elaborar en una secuencia lógica, teniendo como inicio el informe de la situación actual de la sede a nivel de sistema de iluminación finaliza con la elaboración de presentación del proyecto que contiene la estructuración financiera del proyecto los beneficios y contra beneficios del mismo.
- La Planificación Gradual permitió identificar veinticinco (25) actividades asociadas a ocho (8) paquetes de trabajo y tres (3) documentos necesarios para poder elaborar la propuesta de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo led en la sede de nivel central de La Unidad Especial Migración Colombia.
- Al complementar la metodología de planificación gradual con el diagrama de precedencia se logró determinar un tiempo de ejecución provisional de diecinueve (19) días, se requiere de dos (2) funcionarios de nivel técnico o tecnológico y tres (3) de nivel profesional, por últimos se necesita de (2) cámaras fotográficas un (1) Luxómetro 5 equipos de cómputo, 5 con sus respectivas licencia de funcionamiento, 3 software especializados para poder elaborar la propuesta de sustitución de luminarias fluorescentes a tipo led en la sede de nivel central de La Unidad Especial Migración Colombia.
- Determinado los recursos de tiempo, talento humano, tecnológicos y de oficina, se identifica el costo de utilización de los mismos y aplica la técnica de evaluación y revisión de programas, lo cual permite optimizar el tiempo de ejecución del proyecto pasando de 19 días a 15.4 y estimar el costo del proyecto con reservas de contingencia en \$ 6.355.024.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D. d. I. F. Publica, *Decreto 4062 del 2011 "Por la cual se crea la Unidad Administrativa Especial Migracion Colombia"*, Bogota D.C.: Imprenta Nacional, 2011.
- [2] Unidad Administrativa Especial Migracion Colombia, «Migracion Colombia,» [En línea]. Available: <http://www.migracioncolombia.gov.co/index.php/es/entidad/quienes-somos2/informacion-general>. [Último acceso: 8 Agosto 2018].
- [3] Instiuto Colombiano de Normas Tecnicas (INCONTEC), *NTC-ISO 14001:2015*, Bogotá D.C.: Instiuto Colombiano de Normas Tecnicas (INCONTEC), 2015.
- [4] Instiuto Colombiano de Normas Tecnicas (INCONTEC), *NTC-ISO 9001:2015*, Bogotá D.C.: Instiuto Colombiano de Normas Tecnicas (INCONTEC), 2015.
- [5] Unidad Administrativa Especial Migracion Colombia, *Resolucion 1007 del 2017*, Bogota D.C, 2017.
- [6] Unidad Administrativa Especial Migracion Colombia, *Plan de Gestion Ambiental 2018*, Bogotá D.C., 2018.
- [7] Project Management Institute, Inc, «Guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos (Guía del PMBOK - Quinta Edicion),» de 5.4.2 *Crear la EDT/WBS: Herramientas y Tecnicas*, Newtown Square, Pensilvania - E.E.U.U, Project Management Institute, Inc, 2013, pp. 128 - 131.
- [8] Project Management Institute, inc, «Guia de los Fundamentos para la Direccion de Proyectos (Guía del PMBOK - Quinta Edición),» de 6.2.2 *Definir las Actividades: Herramientas y Técnicas*, Newtown Square, Pensilvania - E.E. U.U., Project Management Institute, inc, 2013, pp. 151-152.
- [9] Project Management Institute, Inc, «Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición,» de 6.3.2 *Secuenciar las Actividades: Herramientas y Técnicas*, Newtown Square, Pensilvania - E.E.U.U., Project Management Institute, Inc, 2013, pp. 156 - 159.
- [10] Project Management Institute, Inc, «Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición,» de 6.3.3.1 *Diagramas de Red del Cronograma del Proyecto*, Newtown Square, Pensilvania - EE.UU, Project Management Institute, Inc, 2013, pp. 159 -160.
- [11] Project Management Institute, Inc, «Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición,» de 6.4 *Estimar los Recursos de las Actividades*, Newtown Square, Pensilvania - EE.UU., Project Management Institute, Inc, 2013, p. 160 y 164.
- [12] Project Management Institute, Inc, «Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición,» de 6.5 *Estimar la Duración de las Actividades*, Newtown Square, Pensilvania, Project Management Institute, Inc, 2013, pp. 165, 170.
- [13] Project Management Institute, Inc, «Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) — Quinta edición,» de 6.6.2.2 *Método de la Ruta Crítica*, Newtown Square, Pensilvania, Project Management Institute, Inc, 2013, p. 176 y 177.