

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

ELABORAR UN PLAN DE PROYECTO PARA EL DESARROLLO DEL  
SITIO DE OBRAS DE DERIVACIÓN EN EL PROYECTO  
HIDROELÉCTRICO LOS NEGROS II.

ALEJANDRO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN  
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Noviembre 2016

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL  
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

---

Ing. James Pérez Céspedes, MAP, PMP  
PROFESOR TUTOR

---

Ing. Álvaro Mata Leitón  
LECTOR No.1

---

Ing. Ramiro Fonseca Macrini  
LECTOR No.2

---

Ing. Alejandro Rodríguez Sánchez  
SUSTENTANTE

## DEDICATORIA

Dedicado a mi amado hermano Marco Antonio Rodríguez Sánchez.

*“Quédate ahí en mi memoria y en mis recuerdos, quédate allí, donde nadie te toque; donde cada vez que te busque pueda encontrarte...”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuevamente agradecerle a mi familia entera, cuyo apoyo ha sido fundamental en cada paso de este proceso.

A mi tutor, el Ing. James Pérez, por brindarme su ayuda, paciencia y apoyo a través de este proceso.

A todo el personal de la empresa Grupo Marshall por los conocimientos brindados y la ayuda necesaria para finalizar este trabajo.

# ÍNDICE

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	vii
ÍNDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN EJECUTIVO	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1. Antecedentes	1
1.1.2. Problemática	2
1.1.3. Justificación del problema	2
1.1.4. Objetivo general	2
1.1.5. Objetivos específicos	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Marco institucional	4
2.1.1. Antecedentes de la institución	4
2.1.2. Misión y visión	5
2.1.3. Estructura organizativa	5
2.1.4. Productos que ofrece	6
2.1.5. Gerencia y administración de proyectos	7
2.1.6. Ejecución y construcción de proyecto	7
2.2. Teoría de administración de proyectos	7
2.2.1. Proyecto	7
2.2.2. Administración de proyectos	8
2.2.3. Ciclo de vida de un proyecto	9
2.2.4. Procesos en la administración de proyectos	11
2.2.5. Áreas del conocimiento de la administración de proyectos	13
2.3. Definición de un proyecto de construcción	14
2.3.1. Éxito de un proyecto de construcción	15
2.3.2. Modalidades de construcción	15
2.3.3. ¿Qué es un plan de proyecto?	16
2.3.4. Principales riesgos de un proyecto de construcción	16
3. MARCO METODOLÓGICO	17
3.1. Fuentes de información	17
3.1.1. Fuentes primarias	17
3.1.2. Fuentes secundarias	17
3.2. Métodos de investigación	19
3.2.1. Método analítico	19
3.2.2. Método sintético	19
3.2.3. Método deductivo	20
3.2.4. Método observación	20
3.2.5. Método inductivo	20
3.3. Herramientas	22
3.3.1. Definición de herramienta	22

3.3.2.	Reuniones .....	22
3.3.3.	Juicio de expertos .....	22
3.3.4.	Observaciones.....	23
3.3.5.	Descomposición .....	23
3.4.	Supuestos y restricciones.....	25
3.4.1.	Supuestos .....	25
3.4.2.	Restricciones.....	25
3.5.	Entregables .....	27
4.	DESARROLLO.....	28
4.1.	Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.....	28
4.1.1.	Acta de constitución del proyecto .....	28
4.1.2.	Plan para la dirección de proyectos .....	32
4.2.	Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo .....	33
4.2.1.	Planificar la gestión del alcance .....	33
4.2.2.	Recopilar requisitos .....	34
4.2.3.	Definir el alcance.....	35
4.2.4.	Crear la EDT/WBS.....	39
4.3.	Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.....	45
4.3.1.	Planificar la gestión del cronograma .....	45
4.3.2.	Definir las actividades .....	47
4.3.3.	Secuenciar las actividades .....	52
4.3.4.	Estimar los recursos de las actividades.....	57
4.3.5.	Estimar la duración de las actividades.....	72
4.3.6.	Desarrollar el cronograma .....	77
4.4.	Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto .....	81
4.4.1.	Planificar la gestión de los costos.....	81
4.4.2.	Estimar los costos .....	82
4.4.3.	Determinar el presupuesto.....	86
4.5.	Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante .....	88
4.5.1.	Planificar la gestión de la calidad .....	88
4.6.	Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.....	101
4.6.1.	Planificar la gestión de los recursos humanos .....	101
4.7.	Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.....	109
4.7.1.	Planificar la gestión de las comunicaciones .....	109
4.8.	Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control	114
4.8.1.	Planificar la gestión de los riesgos .....	114
4.8.2.	Identificar los riesgos.....	115
4.8.3.	Realizar el análisis cualitativo de riesgos .....	117
4.8.4.	Realizar el análisis cuantitativo de riesgos .....	120

4.8.5.	Planificar la respuesta a los riesgos .....	120
4.9.	Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos.....	123
4.9.1.	Planificar la gestión de las adquisiciones .....	123
4.10.	Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.....	129
4.10.1.	Identificar a los interesados .....	129
4.10.2.	Planificar la gestión de los interesados.....	131
5.	CONCLUSIONES.....	134
6.	RECOMENDACIONES .....	137
7.	BIBLIOGRAFÍA .....	139
8.	ANEXOS .....	140
8.1.	Anexo 1: Acta de proyecto .....	140
8.2.	Anexo 2: EDT.....	143
8.3.	Anexo 3: CRONOGRAMA .....	144

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura Organizativa.....	6
Figura 2 Niveles Típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto.....	10
Figura 3 Los Grupos de Procesos Interactúan en una Fase o Proyectos .....	12
Figura 4 Límites del Proyecto .....	12
Figura 5 Estructura Desglose de Trabajo .....	40
Figura 6 Cronograma del Proyecto.....	80
Figura 7 Organigrama del Proyecto.....	103
Figura 8 Modelo Básico de Comunicaciones .....	111
Figura 9 Estructura de Desglose de Riesgos .....	114

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizada.....	18
Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados.....	20
Cuadro 3 Herramientas Utilizadas.....	23
Cuadro 4 Supuestos y Restricciones.....	26
Cuadro 5 Entregables.....	27
Cuadro 6 Acta de Proyecto.....	29
Cuadro 7 Plan para la Dirección de Proyectos .....	32
Cuadro 8 Interesados del Proyecto .....	34
Cuadro 9 Alcance del Proyecto .....	36
Cuadro 10 Diccionario de la EDT / WBS .....	41
Cuadro 11 Actividades del Proyecto .....	47
Cuadro 12 Cronograma del Proyecto .....	52
Cuadro 13 Recurso de Actividades .....	57
Cuadro 14 Duración de Actividades.....	72
Cuadro 15 Estimación de Costos.....	83
Cuadro 16 Presupuesto Desglose por Actividades.....	87
Cuadro 17 Matriz de Control de Calidad.....	90
Cuadro 18 Matriz de Roles y Responsabilidades .....	105
Cuadro 19 Plan para la Gestión del Personal .....	107
Cuadro 20 Matriz de Comunicaciones .....	113
Cuadro 21 Riesgos Identificados Descripción.....	115
Cuadro 22 Riesgos Identificados y Registro .....	116
Cuadro 23 Evaluación del Impacto de Riesgo .....	118
Cuadro 24 Matriz de Probabilidad e Impacto.....	118
Cuadro 25 Riesgos Priorizados .....	119
Cuadro 26 Matriz de Riesgos .....	122
Cuadro 27 Necesidades del Proyecto .....	124
Cuadro 28 Plan de Adquisiciones.....	125
Cuadro 29 Criterios de Selección .....	126
Cuadro 30 Enunciado de Trabajo del Proyecto .....	127
Cuadro 31 Identificación de Interesados Expectativas y Requerimientos .....	129
Cuadro 32 Matriz de Participación de Interesados .....	132

## **RESUMEN EJECUTIVO**

En el sector de la construcción es de suma importancia que las empresas dedicadas a esta labor se encuentren constantemente pendientes y mejorando la calidad que ofrecen en los productos que entregan a sus clientes.

En la empresa constructora Grupo Marshall se cuenta con una amplia trayectoria en la realización de proyectos de generación eléctrica, por ejemplo, torres eólicas y represas hidroeléctricas, por lo que cuenta con un personal altamente calificado en la ejecución de este tipo de obras, quienes cuentan con una vasta experiencia adquirida en el ICE.

Se presentó la oportunidad de implementar los conocimientos adquiridos para el desarrollo de Sitio de Obras de Derivación del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se solicitó a la gerencia de la empresa implementar las pautas que da la Guía PMBOK (PMI, 2013) para identificar, calcular y planificar las distintas actividades que conlleva un proyecto. Se abarcaron las diez áreas de conocimiento según lo que dicta el PMBOK (PMI, 2013) y se abarcaron los procesos de iniciación y planificación, por temas de tiempo no se logró abarcar los restantes tres procesos (ejecución, monitoreo y control, y cierre) ya que el proyecto continuaba en ejecución al finalizar el presente documento.

Entre los beneficios del proyecto final de graduación destaca el elaborar un plan de desarrollo del sitio de obras de derivación a la empresa constructora Grupo Marshall, implementando las herramientas brindadas por el PMBOK (PMI, 2013) para la correcta ejecución de un proyecto.

El objetivo general fue elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de Obras de Derivación en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II; los objetivos específicos fueron: elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto, elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo, elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido, definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto, desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante, elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto, elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto, elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación, desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos, elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto.

La metodología utilizada en este proyecto se basó en manejar fuentes de información primaria, tales como entrevistas a ingenieros y gerentes de la empresa que ya cuentan con una larga trayectoria en este tipo de proyectos, así como fuentes secundarias, tales como libros, normativas y reglamentos nacionales e internacionales. Se utilizó el método analítico sintético para el análisis a fondo del proyecto y el método estadístico para la parte numérica del proyecto final de graduación.

Durante el desarrollo del presente documento se identificaron las áreas de conocimiento donde se debe poner una atención especial, como es el caso de la correcta identificación de riesgos para minimizarlos, en su mayoría afectan hitos con una importancia muy alta, como lo son el tiempo y los costos del proyecto.

En las conclusiones se logra desarrollar cada una de las áreas de conocimiento que abarcan los procesos de inicio y planificación, se desarrolla el plan para la dirección del proyecto, donde se contemplan las actividades que integran el proyecto, se define el alcance general, se realiza el plan de gestión del tiempo, que incluye todas las actividades por realizar, se estimaron los recursos tanto materiales como humanos, se definieron los roles y responsabilidades del personal del proyecto.

Se puede concluir que el área de adquisiciones es clave para el éxito en este tipo de proyectos, debido a que se subcontrata un porcentaje muy alto de los trabajos, se logra identificar y clasificar a los principales interesados del proyecto, se realiza una estrategia para lograr incluir a los involucrados de una manera positiva en el proyecto.

Para dar inicio al cambio hacia las buenas prácticas de la administración de proyectos, se requiere de convencimiento por parte de la gerencia y el equipo de proyecto, pues de lo contrario puede haber oposición en alguna de las partes. La capacitación en esta materia es esencial, para que así todos puedan mantener un mismo nivel de conocimiento sobre el tema. Esta transición puede ser lenta, pero los beneficios esperados recompensan el trabajo realizado.

Se recomendó utilizar la metodología de Gestión de Proyectos para llevar a cabo la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II. Se recomienda prestar una atención especial en el tema de los subcontratos debido a su alto aporte económico sobre el proyecto y la relación directa que tiene este hito con el éxito del proyecto.

Se recomienda utilizar los procesos descritos en el presente proyecto para realizar los análisis de inicio y planificación de un proyecto hidroeléctrico que se pueda presentar en el futuro, debido a que en él se incluyen cada uno de los pasos que abarcan las áreas de conocimiento, por lo que se minimiza la posibilidad de omitir información relevante para este tipo de proyectos.

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1.1. Antecedentes**

El presente proyecto se realiza con la intención de cooperar con la empresa constructora Grupo Marshall, para crear un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de presa del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.

Durante los últimos años se ha venido generando una tendencia o auge a nivel mundial en lo que se refiere a la Gestión de Gerencia de Proyectos. Las empresas se tienen que adaptar al mercado de la época, el cual tiene una alta competencia, por lo que es necesario trabajar en varios proyectos simultáneamente para de esta manera mantener su nivel de ingresos o mejorarlos.

El presente proyecto se realiza en la empresa constructora Grupo Marshall, específicamente en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II (PHLN2), ubicado en el distrito segundo de Aguas Claras, cantón 13 de Upala, Provincia de Alajuela y está siendo desarrollado por el Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, quien es el propietario, este a su vez generó un subcontrato para la construcción de la obra civil, el cual se adjudica a la empresa constructora Grupo Marshall.

El proyecto se trata de una presa vertedora con una toma de aguas a la margen derecha del río, un desarenador y una conducción de alcantarilla, así como la obra civil de los bloques de anclaje de las tuberías de baja y alta presión, el tanque de oscilación y la casa de máquinas.

Como antecedentes se tiene la realización del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros I, realizado también por la empresa constructora Grupo Marshall varios años atrás, específicamente en el año 2006.

La empresa constructora contaba con un plan antiguo para desarrollar este tipo de proyectos debido a la experiencia misma que se tuvo a lo largo de los años; sin embargo, se detectan falencias que causaron los atrasos en el cronograma y nace el compromiso de implementar un plan para desarrollar estos proyectos.

### **1.1.2. Problemática**

Al iniciar las construcciones de los distintos proyectos de la empresa se presentaban una serie de dificultades para concluir dentro del cronograma y el presupuesto designado originalmente al proyecto.

La empresa constructora no cuenta con una estructura de desglose de trabajo que se ajuste a un proyecto de esta magnitud y el alcance no se encuentra definido, por lo que el programa de trabajo no es consistente y se debe de estar modificando conforme avanza el proyecto.

Se desea elaborar un plan de proyecto para demostrar los beneficios que este conlleva, con la implementación de una planificación temprana que incluye todo lo relacionado con el proyecto, desde los interesados hasta los riesgos y cómo lidiar con ellos durante la vida del proyecto.

### **1.1.3. Justificación del problema**

La presente investigación se debe a la necesidad de la empresa de implementar una metodología que permita desarrollar una obra constructiva de manera exitosa mediante el uso de las buenas prácticas explícitas en el PMBoK y los comprendidos en la Maestría de Administración de Proyectos que imparte la UCI.

Dicha investigación demostrará la alta importancia que tiene la correcta planificación de un proyecto y cómo las áreas de conocimientos desarrolladas en este son de vital importancia para obtener éxito en un proyecto.

Un beneficio clave es la correcta y preventiva identificación de los riesgos que pueden afectar al proyecto, así como la identificación de cada uno de los involucrados directa o indirectamente en el proyecto.

Un beneficio más será el correcto manejo del presupuesto y el cronograma del proyecto, de vital importancia para obtener beneficios a la hora de la finalización.

### **1.1.4. Objetivo general**

Elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de Obras de Derivación en el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.

### **1.1.5. Objetivos específicos**

- Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.
- Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.
- Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.
- Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.
- Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.
- Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.
- Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.
- Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.
- Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.
- Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Marco institucional**

#### **2.1.1. Antecedentes de la institución**

Grupo Marshall fue fundado en el año 1987, para funcionar como empresa operativa en Costa Rica del Grupo Marshall de Venezuela, en la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico Birrís. Al concluirse el proyecto en el año 1990, se consolida como una empresa independiente, y continúa operando en Costa Rica, en el área de la gerencia y ejecución de proyectos.

A partir de ese momento, ha participado con gran suceso en la ejecución de importantes proyectos en el país, tanto de carácter público como privado, distinguiéndose su participación por la implementación de las mejores técnicas de planificación, organización, dirección y control de los recursos, para obtener el balance óptimo de calidad, costo y tiempo.

Desde su fundación, la empresa ha estado conformada por un equipo sólido de profesionales y técnicos nacionales altamente calificados, provenientes muchos de ellos de empresas líderes en su campo como el ICE y RECOPE, que garantizan el éxito de los proyectos.

Ofrece servicios de Gerencia y Administración de Proyectos, consistente en la Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos, con el objetivo de garantizar al cliente el cumplimiento de las metas establecidas en aspectos de calidad, plazos de ejecución y costos. Marshall y Asociados S.A. también está en capacidad de diseño y optimización de proyectos por medio de grupos especializados.

### **2.1.2. Misión y visión**

#### Misión

Brindamos servicios integrales de construcción de proyectos de infraestructura, con énfasis en el sector de energía, con la participación de personal altamente calificado y la implementación de las mejores técnicas, para contribuir eficazmente al desarrollo de la sociedad (Grupo Marshall, 2010).

#### Visión

Ser reconocidos a nivel regional, como la empresa referente en la construcción de proyectos de energía y obras especializadas de infraestructura, manteniendo siempre nuestros principios de honestidad, respeto y excelencia (Grupo Marshall, 2010).

### **2.1.3. Estructura organizativa**

La estructura organizativa está compuesta por una Presidencia que tiene su Gerencia General, la cual se divide en tres Gerencias funcionales : Gerencia de Construcción, Gerencia Técnica y Gerencia de Administración Financiera, dichas gerencias cuentan con su personal capacitado para realizar sus distintas funciones, como se muestra en la Figura 1.

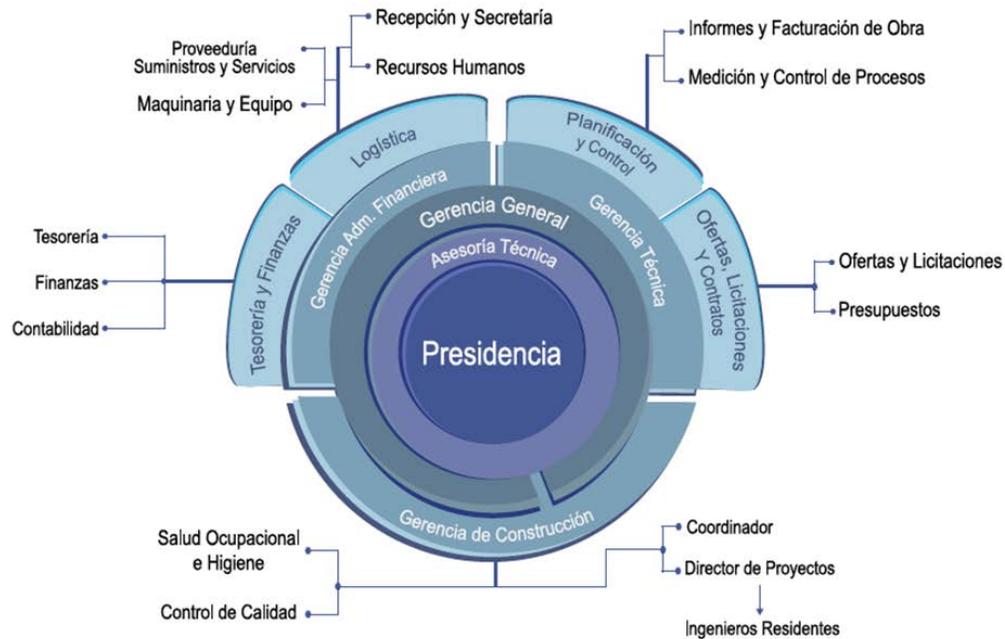


Figura 1 Estructura Organizativa.

Fuente: Libro informativo (*brochure* de presentación) del grupo de empresas Marshall y Asociados S.A. y Proyectos y Construcciones BC y Asociados S.A., 2015.

#### 2.1.4. Productos que ofrece

El grupo Marshall ofrece servicios integrales de construcción de proyectos de infraestructura, con énfasis en los proyectos de energía, con la participación de personal altamente calificado y la implementación de las mejores técnicas constructivas y de control de proyectos, para contribuir eficazmente al desarrollo de la sociedad.

### **2.1.5. Gerencia y administración de proyectos**

Los servicios de Gerencia y Administración de Proyectos consisten en la Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos, con el objetivo de garantizar al cliente el cumplimiento de las metas establecidas en aspectos de calidad, plazos de ejecución y costos. Marshall y Asociados S.A., también está en capacidad de diseño y optimización de proyectos por medio de grupos especializados.

Bajo esta modalidad, el cliente participa activamente en la toma de decisiones relevantes relacionadas con la definición de los recursos que se incorporarán al Proyecto, según las recomendaciones para atender adecuadamente las especificaciones técnicas, lo que exige una estrecha coordinación.

### **2.1.6. Ejecución y construcción de proyecto**

El servicio de Construcción de Proyectos es un servicio integral al cliente, donde nuestra empresa asume la responsabilidad total de la Ejecución de los Proyectos. En consecuencia, se realizan las mismas tareas de Organización, Planificación, Dirección y Control de los Proyectos pero como parte de la gestión interna de la empresa en la ejecución de las obras, optimizando el uso de recursos y métodos constructivos para lograr un balance óptimo de calidad-costo-tiempo. El objetivo fundamental es entregar al cliente un proyecto terminado de alta calidad y dentro de los plazos de construcción establecidos.

## **2.2. Teoría de administración de proyectos**

### **2.2.1. Proyecto**

Según la Guía del PMBOK Quinta Edición (PMI, 2013) “Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único” (p.3). Con la definición dada debemos de aclarar que un proyecto también consta de otras características:

Temporal: “La naturaleza temporal de los proyectos implica que un proyecto tiene un inicio y un final definido. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto” (PMI, 2013, p.3)

Productos, servicios y resultados: “Cada proyecto genera un producto, servicio o resultado único. El resultado del proyecto puede ser tangible o intangible. Aunque puede haber elementos repetitivos en algunos entregables y actividades del proyecto, esta repetición no altera las características fundamentales y únicas del trabajo del proyecto”. (PMI, 2013, p.3)

Por su parte, Guido y Clements (, 2003) dentro de su definición de proyecto no incluyen la temporalidad. Sin embargo, sí la mencionan como un atributo. La definición que ellos presentan es: “Un proyecto es un esfuerzo por lograr un objetivo específico, mediante una serie especial de actividades interrelacionadas y la utilización eficiente de los recursos”.

### **2.2.2. Administración de proyectos**

Según la Guía PMBoK Quinta Edición (PMI, 2013) “la dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades herramientas y técnicas de las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo”.

La dirección de proyectos se logra mediante la aplicación e integración de los cinco grupos de procesos de la dirección de proyectos definidos en la “Guía PMBOK”, los cuales son:

- Grupo de Procesos de Inicio: Aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.

- Grupo de Procesos de Planificación: Aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Ejecución: Aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección de proyecto a fin de satisfacer especificaciones de este.
- Grupo de Procesos de Monitoreo y Control: Aquellos procesos requeridos para rastrear, revisar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- Grupo de Procesos de Cierre: Aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo (PMBOK, 2013, p.49).

### **2.2.3. Ciclo de vida de un proyecto**

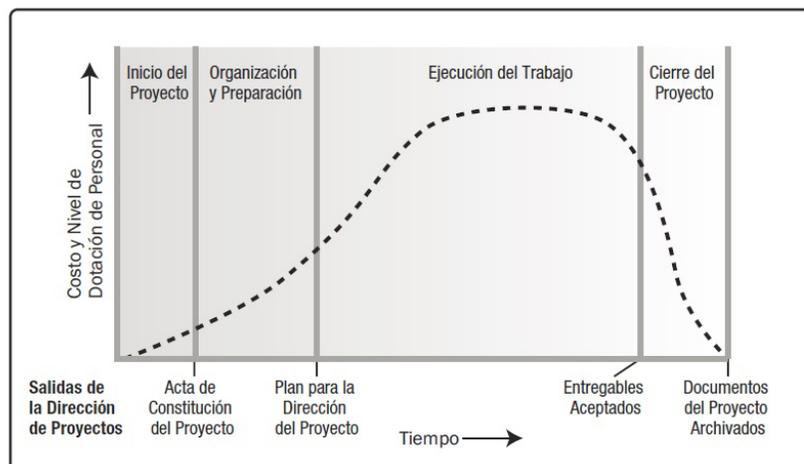
Para facilitar la gestión, los directores de proyectos o la organización pueden dividir los proyectos en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específico, para usarlo en todos sus proyectos.

Según el PMBoK (PMI, 2013) “El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre”.

Los proyectos varían en tamaño y complejidad, pero todos los proyectos se pueden dividir en las siguientes fases o ciclo de vida:

- Inicio del proyecto,
- Organización y preparación,
- Ejecución del trabajo y
- Cierre del proyecto.

A continuación se muestra un gráfico con los distintos ciclos de vida de un proyecto.



**Figura 2 Niveles Típicos de costo y dotación de personal en una estructura genérica del ciclo de vida del proyecto**

**Fuente:** Guía PMBoK, 2013.

La estructura genérica del ciclo de vida presenta por lo general las siguientes características:

- Los niveles de costo y dotación de personal son bajos al inicio del proyecto, alcanza su punto máximo según se desarrolla el trabajo y caen rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.
- La curva anterior, curva típica de costo y dotación de personal, puede no ser aplicada en todos los proyectos. Un proyecto puede por ejemplo requerir gastos importantes para asegurar los recursos necesarios al inicio de su ciclo de vida o contar con su dotación de personal completa desde un punto muy temprano en su ciclo de vida.
- Los riesgos y la incertidumbre son mayores en el inicio del proyecto. Estos factores disminuyen durante la vida del proyecto, a medida que se van adoptando decisiones y aceptando los entregables.
- La capacidad de influir características finales del producto del proyecto si afectar significativamente el costo, es más alta al inicio del proyecto y va disminuyendo a medida que el proyecto avanza hacia su conclusión. (PMBoK, 2013, p.40)

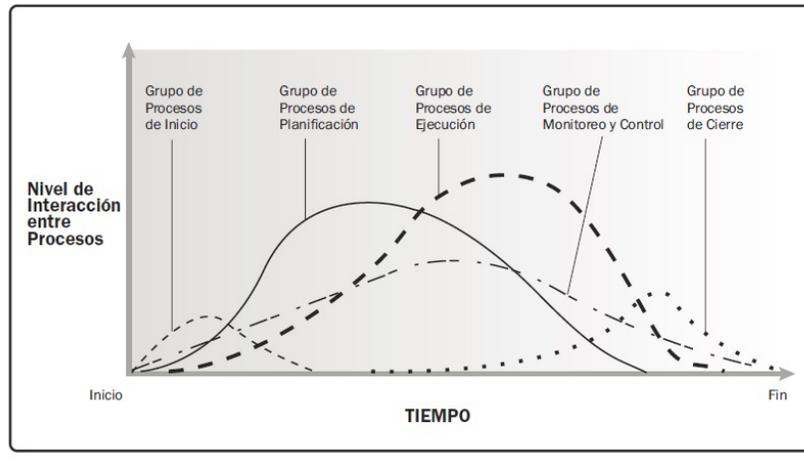
#### **2.2.4. Procesos en la administración de proyectos**

Se comienza con la definición de los procesos de la administración de proyectos, PMI (2013) afirma: “Un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido” (p.47).

El (PMBok, 2013) ha identificado una serie de procesos de la dirección de proyectos, que han sido reconocidos como buenas prácticas para la mayoría de los proyectos, la mayor parte del tiempo. El PMBoK (2013) indica que estos procesos han sido divididos en cinco grupos, y definidos como los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos. Estos son:

- Grupo de Procesos de Iniciación. Define y autoriza el proyecto o una fase del él.
- Grupo de Procesos de Planificación. Define y refina los objetivos y planifica el curso de acción requerido para lograr los objetivos y el alcance pretendido del proyecto.
- Grupo de Proceso de Ejecución. Integra a personas y otros recursos para llevar a cabo el plan de gestión del proyecto.
- Grupo de Procesos de Seguimiento y Control. Mide y supervisa regularmente el avance, a fin de identificar las variaciones respecto al plan de gestión del proyecto, de tal forma que se tomen medidas correctivas, cuando sea necesario, para cumplir con los objetivos del proyecto.
- Grupo de Procesos de Cierre. Formaliza la aceptación del producto, servicio o resultado. Y termina ordenadamente el proyecto o una fase de él.

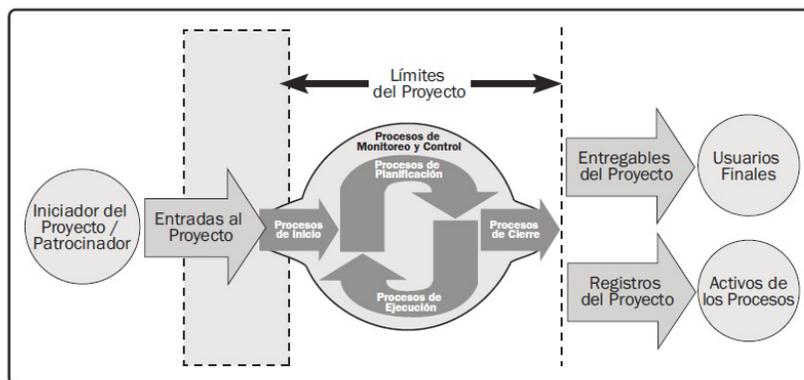
Los grupos de procesos de la dirección de proyectos se relacionan entre sí a través de las salidas que producen. La salida de un proceso normalmente es la entrada para otro proceso o se convierte en un entregable del proyecto. A continuación se incluye un gráfico donde se muestra cómo interactúan entre sí los grupos de procesos.



**Figura 3 Los Grupos de Procesos Interactúan en una Fase o Proyectos**

Fuente: PMBoK, 2013.

Cuando un proyecto se divide en fases, los Grupos de Procesos se utilizan según resulte adecuado, a fin de conducir el proyecto de manera eficaz hacia su cierre controlado. En proyectos de múltiples fases, los procesos se repiten dentro de cada fase hasta que se cumplan los criterios para concluirla. (PMBoK, 2013, p.51)



**Figura 4 Límites del Proyecto**

Fuente: PMBoK, 2013

El límite de un proyecto se define como el momento en que se autoriza el inicio o finalización de un proyecto o de una fase de proyecto. El propósito clave de este Grupo de Procesos es alinear las expectativas de los interesados con el propósito del proyecto, darles visibilidad sobre el alcance y los objetivos, y mostrar cómo su participación en el proyecto y sus fases asociadas puede asegurar el logro de sus expectativas. (PMBOK, 2013, p.54)

### **2.2.5. Áreas del conocimiento de la administración de proyectos**

La Guía para administración de proyectos del PMBOK (PMI, 2013) está dividida en 47 procesos que se desarrollan dentro de 10 áreas del conocimiento.

Las 10 de áreas de conocimiento son:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Esta área incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos de la administración de proyectos, permitiendo que un proyecto se lleve a cabo de manera controlada y se complete cumpliendo con las expectativas y requisitos de los interesados.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** La gestión del alcance incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya únicamente el trabajo requerido para completar el proyecto exitosamente.
- **Gestión del Tiempo del Proyecto:** Esta área incluye todos los procedimientos necesarios para terminar el proyecto dentro del plazo determinado.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** Incluye todos los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos del proyecto para que se complete dentro del presupuesto asignado.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Dentro de esta área se agrupa todos los procesos que establecen los objetivos y las políticas de calidad del proyecto que ayudan a implementar el sistema de calidad de la organización en el ámbito del proyecto. También los procesos de esta área trabajan para lograr la mejora continua y el cumplimiento de los requerimientos del proyecto.
- **Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** Incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado responsabilidades dentro del proyecto, ya sea a tiempo parcial o completo.

- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Incluye procesos para planificación, identificación, análisis, gestión y control de los riesgos. El objetivo de la gestión de riesgos consiste en aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos y disminuir la probabilidad e impacto de los eventos negativos en el proyecto.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** La gestión de las adquisiciones incluye los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto.
- **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Incluye los procesos para identificar a las personas que pueden tener algún impacto en el proyecto, y desarrollar estrategias para promover su participación en el proyecto y gestionar adecuadamente sus expectativas.

### **2.3. Definición de un proyecto de construcción**

Se debe tener en cuenta que un proyecto de construcción puede ser complejo y no se puede basar en algún otro proyecto ya realizado debido a que cada uno de ellos es único e irrepetible.

Todo proyecto constructivo para llevarse a cabo requiere ciertos recursos económicos y materiales, que de acuerdo con el tamaño del proyecto serán variables, por eso antes de iniciar una obra constructiva se debe realizar un análisis de ubicación o bien el tipo de comercial al que se van a prestar servicios, así como un presupuesto detallado de obra.

### **2.3.1. Éxito de un proyecto de construcción**

“Todo proyecto requiere, para alcanzar el éxito, la aplicación de una serie de principios y buenas prácticas” (Brenes, 2010). Normalmente se debe considerar que las construcciones conllevan una inversión importante de dinero. Pero no se debe tomar en cuenta solamente su costo, porque también influye enormemente el tiempo que se va a invertir en él mismo, lo que al fin y al cabo termina influyendo en el costo. Por razones como esta las etapas tempranas de un proyecto, así como su planificación, son de vital importancia para tener éxito en un proyecto.

### **2.3.2. Modalidades de construcción**

#### **2.3.2.1. Diseño – Licitación - Construcción**

En este tipo de modalidad, la cual es muy lineal, se contrata un ingeniero que prepare el expediente de un proyecto que incluya los planos constructivos, especificaciones técnicas, presupuesto, memoria descriptiva, permisos constructivos, licencias y estudios previos, entre otros aspectos.

Una vez finalizada la documentación, el cliente inicia el proceso de licitación, esta elección se basa en los resultados de la licitación y entran en juego temas de costo, tiempo y calidad.

Seguidamente se ejecuta el proyecto en su etapa constructiva, hasta su culminación o el alcance de sus objetivos.

#### **2.3.2.2. Diseño y construcción**

Se basa principalmente en que un cliente contrata a una empresa constructora para que le realice tanto el diseño como la construcción de la obra. Esta empresa cuenta con su personal calificado, tales como ingenieros o arquitectos.

#### **2.3.2.3. Administración bajo riesgo (selección, diseño y construcción)**

En este caso el cliente se encarga de contratar a un gerente de proyectos, este a su vez debe manejar los subcontratos para la obra. Se basa además en el

cumplimiento de los objetivos determinados en un presupuesto y cronograma establecido al inicio del proyecto.

En este caso la mayor ventaja que se puede anotar es que el propietario puede hacer un estudio y seleccionar al profesional responsable que más se adecue a la obra.

### **2.3.3. ¿Qué es un plan de proyecto?**

Es la fotografía de las acciones que se deben tomar para alcanzar un objetivo determinado (Becerril, 1997).

### **2.3.4. Principales riesgos de un proyecto de construcción**

Los encargados de cada uno de los proyectos constructivos existentes observan los riesgos como una duda de que los objetivos finales del proyecto se cumplan.

Cabe destacar que en todo proyecto siempre existen riesgos, si estos riesgos son menores o bien puede afectar positivamente al proyecto son aceptados, de igual manera existen ciertos límites de tolerancia sobre los cuales se pueden aceptar los riesgos.

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Fuentes de información**

Una fuente de información es el lugar donde se obtienen datos o información que habrá de ocuparse como parte del trabajo de investigación (Becerril, 1997).

##### **3.1.1. Fuentes primarias**

Contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa. (María Silvestrini Ruiz & Jorge, 2008).

##### **3.1.2. Fuentes secundarias**

Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Están especialmente diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de la biblioteca y facilitan el control y el acceso a las fuentes primarias (María Silvestrini Ruiz & Jorge, 2008).

El resumen de las fuentes de información que se utilizarán en este proyecto se presenta en el Cuadro 1:

Cuadro 1 Fuentes de Información Utilizada

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.	Reuniones con el gerente de proyectos, juicio de expertos, lecciones aprendidas.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, documentos técnicos, proyectos similares.
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Reuniones con ingeniero de proyecto, juicio de expertos, lecciones aprendidas.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, documentos técnicos, proyectos similares.
Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	Reuniones con gerente de oficina técnica y gerente de construcción.	Documentos técnicos, proyectos similares. PMBoK
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.	Reuniones con gerente de oficina técnica y gerente de construcción.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, Documentos técnicos, proyectos similares.
Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Reuniones con gerente de construcción e ingeniero de calidad.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK, Documentos técnicos, proyectos similares.
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.	Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.
Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.	Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto.	Juicio de expertos, lecciones aprendidas. Reuniones con gerente general.	Guía para la Dirección de Proyectos PMBoK.

### **3.2. Métodos de investigación**

El método de investigación es el instrumento que enlaza el sujeto con el objeto de la investigación.

La palabra método se deriva del griego meta: hacia, a lo largo; y todos que significa camino, por lo que podemos deducir que método significa el camino más adecuado para lograr un fin.

También podemos decir que los métodos son el conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba hipótesis y el trabajo de investigación (Chagoya, 2008).

#### **3.2.1. Método analítico**

El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (Raúl, 2010)

#### **3.2.2. Método sintético**

El método sintético, por lo tanto, es aquel que procede de lo simple a lo complejo, donde las partes simples que se separaron en el análisis, una vez revisadas, ahora son integradas por la síntesis (entiéndase todos los datos, hechos o elementos que intervienen en un fenómeno), definiendo qué relación tienen entre sí y de qué manera afectan la realización del fenómeno en cuestión, así, hasta completar nuevamente el todo.

Este método nos lleva, por ende, de las causas a los efectos y de los principios a las conclusiones. (Raúl, 2010)

### 3.2.3. Método deductivo

El método deductivo de investigación permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales (Carvajal, 2013).

### 3.2.4. Método observación

Consiste en la utilización de los sentidos, para obtener de forma consiente y dirigida, datos que proporcionen elementos para nuestra investigación. Constituye el primer paso del método científico, que permite, a partir de ello, elaborar una hipótesis, y luego vuelve a aplicarse la observación, para verificar si dicha hipótesis se cumple (Edukavital, 2013).

### 3.2.5. Método inductivo

Parte de fenómenos particulares para llegar a generalizaciones. Esto se refiere al pasar de los resultados obtenidos de la observación y experimentación con elementos particulares a la formulación de hipótesis, principios y leyes de tipo general (Gutiérrez, 2014).

En el cuadro N° 2 se puede apreciar los métodos de investigación que se van a emplear para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Cuadro 2 Métodos de Investigación Utilizados**

Objetivos	Métodos de investigación		
	Sintético	Inductivo	Observación
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.

Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para la identificación de los mismos.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y planificación de la gestión de los interesados en el proyecto.	Recopilación de datos existentes en forma documental.	Intercambio conversacional en forma oral e informal con los interesados.	Observación y estudio de hechos reales mediante observaciones presenciales.

### **3.3. Herramientas**

#### **3.3.1. Definición de herramienta**

Una herramienta es un objeto elaborado a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía (siempre y cuando se hable de herramienta material).

#### **3.3.2. Reuniones**

Las reuniones se utilizan para discutir y abordar los asuntos pertinentes del proyecto durante la dirección y gestión del trabajo del proyecto. Los asistentes a las reuniones pueden incluir al director del proyecto, al equipo del proyecto y a los interesados adecuados, involucrados o afectados por los asuntos tratados. Cada asistente debería tener un rol establecido, de modo que se asegure la participación adecuada. Suele haber reuniones de tres tipos:

- De intercambio de información;
- Tormenta de ideas, evaluación de opciones o diseño, o
- De toma de decisiones.

(PMBok, 2013)

#### **3.3.3. Juicio de expertos**

El juicio de expertos se utiliza para evaluar las entradas necesarias para dirigir y gestionar la ejecución del plan para la dirección del proyecto. Durante este proceso, el juicio y la experiencia se aplican a todos los detalles técnicos y de gestión (PMBok, 2013).

### 3.3.4. Observaciones

Una técnica que proporciona un modo directo de visualizar a los individuos en su entorno desempeñando sus trabajos o tareas y llevando a cabo procesos (PMBok, 2013).

### 3.3.5. Descomposición

La descomposición es una técnica utilizada para dividir y subdividir el alcance del proyecto y los entregables del proyecto en partes más pequeñas y manejables (PMBok, 2013).

En el Cuadro N° 3 se definen las herramientas por utilizar para cada objetivo propuesto.

**Cuadro 3 Herramientas Utilizadas**

Objetivos	Herramientas
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.	Juicio de expertos
	Técnicas comparativas
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Juicio de los expertos
	Reuniones
	Observaciones
	Estudios comparativos
	Diagramas de contexto
	Análisis de documentos
	Generación de alternativas
Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	Juicio de los expertos
	Técnicas analíticas
	Reuniones
	Descomposición
	Planificación gradual
	Método de diagramación por procedencia
	Adelantos y retrasos
	Análisis de alternativas

	Estimación ascendente
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.	Juicio de los expertos
	Técnicas analíticas
	Reuniones
	Análisis de reservas
	Análisis de ofertas de proveedores
	Técnicas grupales de toma de decisiones.
Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Análisis costo - beneficio
	Costo de calidad
	Siete herramientas básicas de calidad
	Estudios comparativos
	Diseño de experimentos
	Muestreo estadístico
	Reuniones
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	Organigramas y descripciones de cargo
	Creación de relaciones de trabajo
	Teoría organizacional
	Juicio de expertos
	Reuniones
	Asignación previa
	Negociación
Equipos virtuales	
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Análisis de requisitos de comunicación
	Tecnología de comunicación
	Modelos de comunicación
	Métodos de comunicación
	Reuniones
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.	Técnicas analíticas
	Juicio de expertos
	Reuniones
	Revisión de documentación
	Técnicas de recopilación de información
	Análisis de lista de verificación y supuestos
	Técnicas de diagramación
	Análisis FODA
Evaluación de probabilidad	

	e impacto
Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.	Análisis de hacer o comprar
	Juicio de expertos
	Investigación de mercado
	Reuniones
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.	Análisis de interesados
	Juicio de expertos
	Reuniones
	Técnicas analíticas

### 3.4. Supuestos y restricciones

#### 3.4.1. Supuestos

Son factores del proceso de planificación que se consideran verdaderos, reales o seguros sin pruebas ni demostraciones. También describen el impacto potencial de dichos factores en el caso de que fueran falsos. Como parte del proceso de planificación, los equipos del proyecto a menudo identifican, documentan y validan los supuestos. La información relativa a los supuestos puede incluirse en el enunciado del alcance del proyecto o en un registro independiente (PMBok, 2013).

#### 3.4.2. Restricciones

Son factores limitantes que afectan la ejecución de un proyecto o proceso. Las restricciones identificadas en el enunciado del alcance del proyecto enumeran y describen las restricciones o limitaciones específicas, ya sean internas o externas, asociadas con el alcance del proyecto que afectan su ejecución, por ejemplo, un presupuesto predeterminado o cualquier fecha o hito del cronograma impuesto por el cliente o por la organización ejecutora.

Cuando un proyecto se realiza bajo un acuerdo, por lo general las disposiciones contractuales constituyen restricciones. La información relativa a las restricciones

puede incluirse en el enunciado del alcance del proyecto o en un registro independiente (PMBok, 2013).

**Cuadro 4 Supuestos y Restricciones**

<b>Objetivos</b>	<b>Supuestos</b>	<b>Restricciones</b>
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.	Existe la documentación necesaria para realizar dicho análisis.	Se desconoce el nivel de madurez organizacional en la gestión de proyectos de la empresa.
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Se cuenta con los estudios previos, como topográficos y de mecánica de suelos.	El desarrollo del proyecto está al patrocinio de un ente estatal.
Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	El proyecto cuenta con una orden de inicio que asegura su desarrollo.	La culminación del proyecto está sujeta a otros contratistas.
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.	El proyecto cuenta con un patrocinio de un ente estatal, por lo que garantiza su financiamiento.	El financiamiento está sujeto a las inspecciones realizadas por personal del ente financiador.
Desarrollar un plan de gestión de calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Plan de implementación sería utilizado. Se debe cumplir con normas ACI 318.	No se cuenta con una certificación ISO.
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	La compañía cuenta con profesionales capacitados para ejecutar el proyecto.	No se cuenta con dibujante para presentar planos AS Build.
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Se contará con el equipo necesario para la correcta comunicación dentro del proyecto.	Zona del proyecto de difícil acceso y poco desarrollada, por lo que no se garantiza todas las comodidades en la comunicación.
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para la identificación de estos.	Se aplicará la planificación de respuesta de riesgos.	Se puede presentar eventualidades climatológicas que arriesguen el proyecto
Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.	Se adquirirá un suplidor de concreto y ejecutante en el movimiento de tierra.	Contratistas no cuentan con la capacidad en material y equipo para suplir el proyecto.
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.	Se cuenta con un listado preliminar de interesados.	Interesados pueden tener mucha influencia en el proyecto mediante los gobiernos locales.

### 3.5. Entregables

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio, único y verificable, que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto (PMBok, 2013).

**Cuadro 5 Entregables**

Objetivos	Entregables
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto.	Plan de gestión de dirección de proyecto.
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Plan de gestión del alcance del proyecto.
Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	Plan de gestión del cronograma del proyecto.
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar y presupuestar los costos del proyecto.	Plan de gestión de los costos del proyecto.
Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Plan de gestión de la calidad del proyecto.
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	Plan de gestión de los recursos humanos del proyecto.
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Plan de gestión de las comunicaciones de proyecto.
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación.	Plan de gestión de los riesgos del proyecto.
Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para planificar la gestión de los contratos.	Plan de gestión de las adquisiciones del proyecto.
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.	Plan de gestión de los interesados del proyecto.

## **4. DESARROLLO**

### **4.1. Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección del proyecto**

Según el la Guía del PMBoK (PMI, 2013), “La gestión de Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección del proyecto dentro de los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos”.

En este apartado se incluye las características de unificación, comunicación y acciones integradoras cruciales para que el proyecto se ejecute con éxito, en la presente gestión se toman decisiones como la asignación de recursos, equilibrar objetivos y alternativas contrapuestas de la dirección de proyectos.

El Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II no cuenta con la documentación básica para iniciar un proyecto, por lo que se pretende utilizar como base el PMBOK para aplicar los lineamientos en el descrito.

#### **4.1.1. Acta de constitución del proyecto**

El documento del acta de proyecto autoriza formalmente la existencia del proyecto y le confiere al gerente de proyecto la autoridad necesaria para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

El acta de constitución de proyecto es un documento donde se define el alcance, los objetivos y los participantes del proyecto. Da una visión preliminar de los roles y responsabilidades, de los objetivos, de los principales interesados y define la autoridad del Gerente de Proyecto.

Cuadro 6 Acta de Proyecto

<b>ACTA DEL PROYECTO</b> Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Su beneficio directo: un inicio claro y límites bien definidos del proyecto.	
Fecha de firma del Acta	Nombre de Proyecto
13 de marzo del 2015	Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.
Áreas de conocimiento / procesos	Área de aplicación (Sector / Actividad)
Grupos de Procesos: Iniciación, Planificación.  Áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos Humanos, Adquisiciones e Interesados	Sector o Actividad: Construcción – Ingeniería- Construcción.
Fecha tentativa de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
13 de marzo del 2015	13 de marzo del 2017
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
Objetivo general Ejecutar el movimiento de tierra y obra civil para la construcción del proyecto hidroeléctrico Los Negros II.  Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tramitar los permisos forestales para iniciar labores en la zona de construcción.</li> <li>2. Realizar la movilización hacia el sitio de proyecto para establecer el campamento (oficina, bodegas y talleres) en la zona.</li> <li>3. Realizar el desmonte y la limpieza de los caminos de acceso, área de la obra y sitios de obras provisionales (planta de concreto) para iniciar labores de construcción.</li> <li>4. Ejecutar las excavaciones y rellenos necesarios para alcanzar elevaciones necesarias según planos para ejecutar la obra civil.</li> <li>5. Realizar la preparación general de la superficie (concreto de sello) para obtener superficie adecuada para la ejecución constructiva.</li> <li>6. Ejecutar obra civil (acero de refuerzo y concreto) para construcción de los distintos elementos que contemplan el proyecto.</li> <li>7. Colocar rellenos en las periferias de las estructuras de concreto para alcanzar niveles de terreno deseados según planos.</li> </ol>	

8. Realizar la puesta de iluminación exterior y escaleras en el sitio de obras de derivación para culminar labores en dicho sitio.
<b>Justificación o propósito del proyecto (aporte y resultados esperados)</b>
El propósito del presente proyecto se debe a la alta demanda de energía que existe en el país de Costa Rica y que aumenta aproximadamente 6% cada año. Entre los beneficios que genera el presente proyecto está en el aprovechamiento de la energía limpia de fuentes renovables como lo es el agua.
<b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una presa de gravedad de concreto con sección vertedora y un cuenco disipador de energía al pie de la presa.</li> <li>• Se realizará una toma de aguas propiamente será de tipo frontal y consistiría en una estructura de concreto ubicada a la margen derecha de la presa.</li> <li>• Se realizará una descarga de fondo a la margen derecha de la presa vertedora y junto a la obra de toma.</li> <li>• Se realizará un desarenador, que como bien dice su nombre, su propósito es remover arenas finas cuyo paso hacia las turbinas resultaría inconveniente.</li> <li>• Se realizará una alcantarilla de conducción que trabajara a presión, misma consta con un diámetro de 3 metros y una longitud de 79 metros.</li> <li>• Se realizará un túnel de conducción con una longitud de 2312.6 metros y una pendiente de fondo de 1.36%.</li> <li>• Se realizará los dados de concreto de las tuberías de baja y alta presión.</li> <li>• Se realizará un tanque de oscilación, es una protección para la tubería de baja presión y el túnel y a su vez permite la regulación de los fluidos.</li> <li>• Se realizará una casa de máquinas que albergara dos unidades tipo Francis.</li> <li>• Se realizará un canal de desfogue que tendrá una sección trapecial y una longitud de 1885.7 metros de longitud con una pendiente de fondo de 0.09%.</li> </ul>

<b>Supuestos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con todos los permisos ambientales y de los gobiernos locales para iniciar las obras.</li> <li>• Las condiciones de los caminos de accesos serán aptas para el ingreso de las distintas máquinas por utilizar en el proyecto.</li> <li>• Las condiciones climáticas no afectarán de gran manera los tiempos de ejecución del proyecto.</li> <li>• Se cuenta con el apoyo de los vecinos de la zona para ejecutar dicho proyecto.</li> <li>• Entrega del túnel (no depende de la empresa) sea según se plantea en el cronograma general del proyecto.</li> </ul>
<b>Restricciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El plazo del proyecto tiene un límite de tiempo de 2 años para ejecutarlo.</li> <li>• El clima de la zona puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>No poseer todos los subcontratos del proyecto genera incertidumbre en ciertos hitos.</li> </ul>		
<b>Identificación de riesgos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Si el subcontrato del túnel se retrasa podría generar un atraso en el cronograma de la ejecución de la obra civil, impactando el tiempo y costo del proyecto.</li> <li>Si el clima nos afecta en el tiempo de ejecución de la obra podría afectar el tiempo de entrega y el costo del proyecto.</li> </ul>		
<b>Presupuesto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con un presupuesto de \$12.175.538,09 para realizar la obra civil del sitio de Obras de Derivación.</li> </ul>		
<b>Principales hitos y fechas</b>		
Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Permisos forestales	13 de marzo 2015	13 de marzo 2015
Obras preliminares	13 de marzo 2015	19 de marzo 2015
Caminos nuevos	13 de marzo 2016	10 de marzo 2017
Obras sitio de presa	30 de marzo 2015	09 de marzo 2017
Elementos metálicos	30 de julio 2016	03 de noviembre 2016
Entrega de proyecto	13 de marzo 2017	13 de marzo 2017

<b>Información histórica relevante</b>	
<p>Como información histórica relevante se menciona que la empresa Grupo Marshall ejecuto en primera instancia el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros entre los años 2004 y 2006, por lo que la empresa se encuentra bien relacionada con la zona (ya que el nuevo proyecto es una extensión del primero) y los dueños del proyecto.</p> <p>El PH Los Negros II se ubica en la vertiente norte de Costa Rica y utiliza aguas del Río Caño Negro, este comprende un área de drenaje de 197.6 km ubicada en una zona de alta precipitación con valores anuales cercanos a los 3800 mm.</p>	
<b>Identificación de grupos de interés (involucrados)</b>	
<p>Involucrados directo(s): Gerente de proyecto Gerente técnico Subcontratistas</p> <p>Involucrados indirecto(s): Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros 2 Vecinos de la zona Gobierno local</p>	
Director de proyecto: Alejandro Rodríguez Sánchez	Firma: 
Autorización de:	Firma: 

#### 4.1.2. Plan para la dirección de proyectos

Se utiliza para definir y coordinar los planes secundarios e incorporarlos en un plan integral para la dirección de proyecto.

Para realizar el plan para el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se debe incluir los capítulos que van a formar parte del proyecto base, según cada uno de estos capítulos, así se van a desarrollar las diez áreas de conocimiento.

En el presente proyecto solo se incluyen dos de los cinco grupos de procesos, los cuales son el Grupo de Procesos de Inicio y el Grupo de Procesos de Planificación.

En el siguiente cuadro se realiza un resumen por capítulo de las áreas de conocimiento y los grupos de procesos por los que se conforma el proyecto.

**Cuadro 7 Plan para la Dirección de Proyectos**

<b>Objetivos</b>	<b>Área de Conocimiento</b>	<b>Grupo de Procesos</b>
Elaborar un plan de gestión de integración para definir los procesos y actividades que integran la dirección de proyecto.	Integración	Inicio
		Planificación
Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo.	Alcance	Planificación
Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido.	Tiempo	Planificación
Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto.	Costes	Planificación
Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante.	Calidad	Planificación
Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto.	Recursos Humanos	Planificación
Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto.	Comunicaciones	Planificación
Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control.	Riesgos	Planificación

Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos.	Adquisiciones	Planificación
Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto.	Interesados	Inicio
		Planificación

#### **4.2. Elaborar un plan de gestión del alcance del proyecto para la identificación del trabajo requerido para su desarrollo**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión del Alcance del Proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto abarque todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo para completar el proyecto con éxito”.

Básicamente el plan de gestión del alcance se enfoca en definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto.

En el presente contrato del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II, se define los alcances que tendrá el contratista con el contratante y es este el que delimita hasta dónde y que actividades son parte de las labores de la organización encargada de la obra civil del proyecto.

La organización cuenta con las especificaciones técnicas e información sustraída en los planos constructivos que fueron suministrados por el cliente, en estos planos se encuentran los alcances de las distintas labores por ejecutar, como lo son excavaciones, fundaciones, concreto, acabados de concreto, refuerzos, etc.

##### **4.2.1. Planificar la gestión del alcance**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “es el proceso de crear un plan de gestión del alcance que documente cómo se va a definir, validar y controlar el alcance del proyecto”, en el presente proyecto se abarca solamente la definición del alcance

ya que no se trabajará en el área de monitoreo y control por limitaciones en el tiempo de desarrollo del PFG.

La organización cuenta con especificaciones que se encuentran incluidas en el “contrato” firmado con el contratante al inicio de las obras, el contrato tiene por objeto la regulación y normalización de las relaciones de los derechos entre el contratante (Constructora Los Negros) y el contratista (Grupo Marshall) para el ejecución del movimiento de tierra y obra civil.

La planificación de la gestión del alcance del proyecto incluye los siguientes procesos de planificar el alcance:

#### 4.2.2. Recopilar requisitos

Lo primero que se requiere definir en la declaración del alcance del proyecto son las necesidades de cada uno de los interesados del proyecto y compararlas con el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

En el cuadro N°8 se expone cada uno de los interesados, su rol, expectativas e influencia en el proyecto.

**Cuadro 8 Interesados del Proyecto**

<b>Puesto en la organización</b>	<b>Rol en el proyecto</b>	<b>Principales expectativas</b>	<b>Influencia potencial en el proyecto</b>	<b>Proceso donde el interés es mayor</b>	<b>Clasificación</b>
Gerente de ESPH	Patrocinador	Conclusión de proyecto en el tiempo acordado	Firma contratos de adjudicación y estimaciones mensuales	Iniciación y Cierre	Interno
Gerente de Consorcio Ghella-BC y Asociados	Dirigir proyecto por construir	Percibir correcta retribución por los servicios	Calidad y duración de la obra	Ejecución	Interno
Gerente de Proyecto	Dirigir construcción	Percibir correcta retribución por los servicios	Calidad y duración de la obra	Ejecución	Interno

Subcontratistas	Construir obras asignadas	Finalizar obras en la brevedad posible y con buena calidad	El tiempo de construcción depende de ellos	Ejecución	Externo
Gobierno local	Otorgar parte de los permisos constructivos	Construcción de obras de acuerdo con legislación municipal	Poder para clausurar el proyecto	Ejecución	Externo
Propietario de terrenos	Brindar terreno donde se ejecuta el proyecto	Que se respete delimitaciones del proyecto	Pueden interferir en cuanto a la negociación por terreno	Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre	Externo
Vecinos	Colindantes con la zona de construcción	No verse afectados por el proyecto	Brindar servicios a quienes ejecutan la obra	Vecinos	Colindantes con la zona de construcción
Proveedores	Provee insumos durante la vida del proyecto	Cumplir expectativas de los compradores	Dependencia directa para ejecución de obra	Ejecución	Externo

#### 4.2.3. Definir el alcance

Es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. El beneficio clave de este proceso es que describe los límites del producto, servicio o resultado mediante la especificación de cuáles de los requisitos recopilados serán incluidos y cuáles excluidos del alcance del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican herramientas y técnicas de juicio de experto, análisis de producto y generación de alternativas.

A continuación se detalla el enunciado del alcance del proyecto: se describe los entregables del proyecto, el alcance del producto, los criterios de aceptación, los supuestos, las exclusiones y restricciones del proyecto:

Cuadro 9 Alcance del Proyecto

Identificación	Entregable	Descripción	Criterio de Aceptación
1	Permisos		
1.1	Permisos iniciales		
1.1.1	Permisos de tala de árboles	Permisos constructivos que incluyen permisos ambientales.	Permisos emitidos por entidades gubernamentales como el SETANA.
			Se realiza la reforestación de la zona en un jardín dentro del proyecto.
			Control de árboles talados, mismos se marcan y numeran para identificarlos.
1.1.2	Orden de inicio	Orden de iniciación de actividades constructivas.	Cuando se obtengan todos los permisos correspondientes (constructivos, ambientales, municipales, etc.).
2	Obras preliminares		
2.1	Instalaciones provisionales		
2.1.1	Movilización	Transporte y desplazamiento de todo el personal que se requiera para la ejecución de la obra.	Desde el inicio hasta la finalización del proyecto.
2.1.2	Oficinas, bodegas y taller.	Construcción de obras preliminares para el inicio del proyecto, oficinas para el personal administrativo, bodegas en campo, el taller de figuración y armado de acero y por último el taller de carpintería.	Espacio suficiente para el movimiento de los materiales en el caso del taller, bodegas con las comodidades necesarias para llevar un buen control de los equipos utilizados y la oficina con todas las instalaciones eléctricas y de mobiliaria para realizar los trabajos correspondientes.

2.1.3	Instalaciones planta de concreto	Planta de concreto a utilizar en el sitio de Presa, se utiliza un área de 2000 m <sup>2</sup> para instalar la planta con su espacio donde se ubicara los agregados a utilizar y la maquinaria necesaria para su correcto funcionamiento	Debe de cumplir con los lineamientos ambientales del proyecto.
3	Acondicionamiento del sitio		
3.1	Caminos		
3.1.1	Caminos nuevos de acceso	Incluye: desmonte y limpieza del terreno, excavación, construcción de cunetas y alcantarillas, material granular para caminos y construcción de vados de ser necesarios	Desmonte y limpieza según reglamentos gubernamentales de Costa Rica. Excavaciones, construcción de cunetas y alcantarillas según planos constructivos.
3.1.2	Caminos rehabilitar	a Mejoramamiento mediante colocación de tratamiento superficial.	Aplicación de asfalto con agregados.
3.1.3	Mantenimiento de caminos	Incluye riego de agua (polvo), colocación de material granular, compactación y nivelación.	Según criterio de supervisión y comodidad de tránsito.
4	Obras sitio de presa		
4.1	Desvío del río		
4.1.1	Desvío del río 1ª etapa	Se direcciona el caudal del río hacia la margen izquierda, mediante la construcción de un dique de aluvión de 70m de longitud. Esto se realiza para construir los primeros 15 metros de presa.	Dique debe de contar con la altura requerida especificada en planos por el diseñador.
4.1.2	Desvío del río 2ª Etapa	Consiste en construir un dique aguas arriba de la presa de 98 m de longitud y la corona a una elevación de 186 msnm. Se incluye la remoción del dique en esta etapa.	Dique debe de contar con la altura requerida especificada en planos por el diseñador.
4.2	Movimientos de tierra		

4.2.1	Desmante y limpieza	Remoción de árboles, troncos, raíces, vegetación, escombros, desechos y materiales no deseados.	Limpieza y desmante por medios mecánicos y manuales con la eliminación de todo material no deseado.
4.2.2	Excavaciones	Excavaciones mediante maquinaria para alcanzar los niveles requeridos de planos. Acarreo de material hacia los botaderos, conformación de los mismos.	Deben de cumplir con las especificaciones respectivas y respetando alineaciones, niveles, secciones u otros (según planos).
4.2.3	Preparación general de superficie	Colocación de concreto pobre para nivelar el terreno y trabajar a las elevaciones requeridas.	Cumplimiento con el nivel de cimentación. No se aceptan cuando las irregularidades son igual o mayor a 2.5 cm.
4.2.4	Rellenos	Relleno con material proveniente de la excavación de las estructuras.	Rellenos con porcentaje de compactación mayor a 92% mediante las pruebas realizadas en laboratorio.
4.3	Estructura		
4.3.1	Concreto masivo	Se utilizara un concreto "masivo" para colocar en el núcleo del cuerpo de la Presa. Dicho concreto es de $f'c = 150\text{kg/cm}^2$ .	Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.
4.3.2	Concreto estructural	Concreto estructural de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ colocado en losas, muros, etc.	Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.
4.3.3	Concreto piel de	Concreto estructural de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ colocado en la zona del vertedero de la presa (contacto con el agua).	Se deben cumplir con la Norma ACI 318S-05 y con especificaciones de los planos constructivos.
4.3.4	Acero refuerzo de	Acero estructural de refuerzo grado 60. de	Se debe de cumplir con la Norma ASTM A-615. Cumplir con espaciamientos y dimensiones según planos.
5	Otras obras		
5.1	Exteriores		
5.1.1	Escalas de nivel.	Sistema de medida de nivel del aplicado en embalses graduada en cms instalada en una zona adecuada del parámetro.	Cumplir con especificaciones técnicas

5.1.2	Iluminación de exteriores	de Iluminación en la zona de la toma y el desarenador.	Cumplir con la iluminación requerida para la correcta operación de los funcionarios.
<b>Exclusiones del proyecto:</b>			
Proceso de tramitología. Instalación de equipos electromecánicos (no forma parte del proyecto).			
<b>Restricciones del proyecto:</b>			
Cumplimiento del plazo de 2 años para entregar las obras. Los diseños son realizados por un ente externo.			
<b>Supuestos:</b>			
Diseños no sufrirán grandes variaciones durante el proceso constructivo.			

#### 4.2.4. Crear la EDT/WBS

Crear la EDT/WBS es el proceso de subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños (PMBOK, 2013).

Una EDT (Estructura de Desglose de Trabajo) es una descomposición jerárquica orientada al entregable relativo al trabajo que será ejecutado por el equipo de proyecto para lograr los objetivos del proyecto y crear los entregables requeridos. Organiza y define el alcance total del proyecto.

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Descomposición: División y subdivisión del alcance y entregables del proyecto en partes más pequeñas y fáciles de manejar. Dicha descomposición generalmente implica las siguientes actividades:
  - Identificar y analizar los entregables y el trabajo relacionado.
  - Estructurar y organizar la EDT.
  - Descomponer los niveles superiores de la EDT en componentes detallados de nivel inferior.
  - Desarrollar y asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT.
  - Verificar que el grado de descomposición de los entregables sea el adecuado.
- Juicio de expertos.

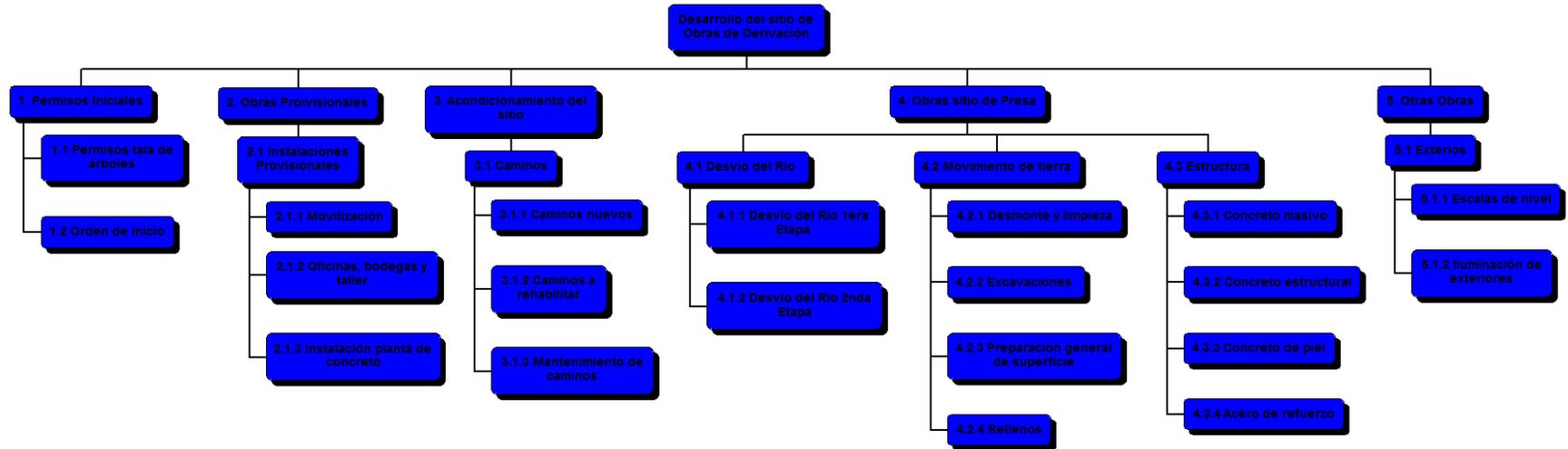


Figura 5 Estructura Desglose de Trabajo

Fuente: El autor.

## Diccionario de la EDT / WBS

El diccionario de la EDT/WBS es un documento de apoyo que proporciona información detallada sobre los entregables, actividades y programación de cada uno de los componentes de la EDT/WBS, PMBOK (PMI, 2013).

A continuación se incluye el diccionario de la EDT.

**Cuadro 10 Diccionario de la EDT / WBS**

ID	N° EDT/WBS	Nombre de la Actividad	Descripción	Responsable	Duración (d)	Costo	Fecha de Inicio	Fecha Fin
1	1.1	Permisos de tala de árboles	Permisos constructivos que incluyen permisos ambientales	Gerente de proyecto	0	\$0,00	13/3/2015	13/3/2015
1	1.2	Orden de inicio	Orden de iniciación de actividades constructivas	Gerente de proyecto	237	\$0,00	13/3/2015	5/1/2016
2	2.1	<b>Instalaciones provisionales</b>						
2	2.1.1	Movilización	Transporte y desplazamiento de todo el personal que se requiera para la ejecución de la obra.	Ingeniero residente	0	\$0,00	13/3/2015	13/3/2015
2	2.1.2	Oficinas, bodegas y taller	Construcción de obras preliminares para el inicio del proyecto, oficinas para el personal administrativo, bodegas en campo, el taller de figuración y armado de acero y por último, el taller de carpintería	Ingeniero residente	35	\$10.000,00	24/3/2015	30/4/2015
2	2.1.3	Instalación planta de concreto	Planta de concreto por utilizar en el sitio de presa (área de 2000 m2) se ubicarán los agregados por utilizar y la maquinaria necesaria para su correcto funcionamiento	MECO concretos	23	\$20.000,00	22/4/2015	19/5/2015
3	3.1	<b>Caminos</b>						

3	3.1.1	Caminos nuevos	Desmante y limpieza del terreno, excavación, construcción de cunetas y alcantarillas, material granular para caminos y construcción de vados de ser necesarios	MECO movimiento de tierra	709,34	\$500.520,61	13/3/2015	10/3/2017
3	3.1.2	Caminos por rehabilitar	Mejoramiento mediante colocación de tratamiento superficial	MECO movimiento de tierra	552	\$22.791,81	13/3/2015	27/4/2016
3	3.1.3	Mantenimientos de caminos	Incluye riego de agua (polvo), colocación de material granular, compactación y nivelación	MECO movimiento de tierra	565	\$370.881,93	13/3/2015	10/3/2017
4	4.1	<b>Desvío del río</b>						
4	4.1.1	Desvío del río 1ª etapa	Se direcciona el caudal del río hacia la margen izquierda, mediante la construcción de un dique de aluvión de 70 m de longitud	Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra	213	\$95.172,65	17/4/2015	11/8/2015
4	4.1.2	Desvío del río 2ª etapa	Consiste en construir un dique aguas arriba de la presa de 98 m de longitud y la corona a una elevación de 186 msnm	Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra	156,9	\$95.172,65	11/2/2016	17/6/2016
4	4.2	<b>Movimiento de tierra</b>						
4	4.2.1	Desmante y limpieza	Remoción de árboles, troncos, raíces, vegetación, escombros, desechos y materiales no deseados	Ingeniero residente	19	\$7.108,06	30/3/2015	17/4/2015
4	4.2.2	Excavaciones	Excavaciones mediante maquinaria para alcanzar los niveles de planos requeridos	Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra	356	\$231.754,82	17/4/2015	5/4/2016
4	4.2.3	Preparación general de superficie	Colocación de concreto pobre para nivelar el terreno y trabajar a las elevaciones requeridas	Ingeniero residente	193,1	\$245.508,80	9/5/2015	24/4/2016
4	4.2.4	Rellenos	Relleno con material proveniente de la excavación de las estructuras	Ingeniero residente / MECO movimiento de tierra	101	\$264.456,60	1/12/2015	13/5/2016
4	4.3	<b>Estructura</b>						

4	4.3.1	Concreto masivo	Se utilizara un concreto "masivo" para colocar en el núcleo del cuerpo de la presa. Dicho concreto es de $f'c = 150\text{kg/cm}^2$	Ingeniero residente / MECO concretos	52	\$2.348.157,21	15/3/2016	20/5/2016
4	4.3.2	Concreto estructural	Concreto estructural de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ colocado en losas, muros, etc.	Ingeniero residente / MECO concretos	1615,5	\$5.198.747,07	17/6/2015	9/3/2017
4	4.3.3	Concreto de piel	Concreto estructural de $f'c = 350\text{kg/cm}^2$ colocado en la zona del vertedero de la presa (contacto con el agua).	Ingeniero residente / MECO concretos	129	\$817.440,06	3/9/2015	20/5/2016
4	4.3.4	Acero de refuerzo	Acero estructural de refuerzo grado 60.	Ingeniero residente	279	\$1.881.928,94	17/7/2015	28/2/2017
5	5.1	<b>Exteriores</b>						
5	5.1.1	Escalas de nivel	Sistema de medida de nivel del aplicado en embalses graduada en cms instalada en una zona adecuada del parámetro.	Ingeniero residente	86	\$66.874,69	30/7/2016	3/11/2016
5	5.1.2	Iluminación de exteriores	Iluminación en la zona de la toma y el desarenador.	Ingeniero residente	75	\$9.141,80	30/7/2016	3/11/2016

Este diccionario representa los entregables necesario, con la descripción, responsable, costo y duraciones de cada uno de ellos.

Finalmente, la línea base del alcance es un componente del plan de dirección del proyecto. Los componentes de la línea base incluyen:

- El enunciado del alcance del proyecto aprobado.
- La EDT / WBS.
- El diccionario de la EDT / WBS.

### **4.3. Elaborar un plan de gestión del tiempo para garantizar la finalización del proyecto en el plazo establecido**

Según el PMBOK (2013), “La Gestión del Tiempo del Proyecto incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en el plazo del proyecto”.

La gestión del tiempo se basa en definir la secuencia de las actividades y su duración y con base en esas actividades realizar el cronograma del proyecto.

#### **4.3.1. Planificar la gestión del cronograma**

Planificar la gestión del cronograma es el proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación necesarios para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto PMBOK (2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas de juicio de expertos, técnicas analíticas y reuniones.

A través del plan de gestión del cronograma se establecen los criterios y las actividades por llevar a cabo para desarrollar, monitorear y controlar el cronograma, pudiendo ser informal, de carácter general y que incluya los umbrales de control adecuados. Dicho esto se puede establecer lo siguiente:

- Desarrollo del modelo de programación del proyecto

La herramienta que usualmente se utiliza en estos casos es el Microsoft Office Project, el cual es un *software* de administración de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a los administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo.

- Nivel de exactitud

Se especifica el rango de duración de cada una de las actividades, el cual se realiza de una manera realista en donde se trabaja con una cierta holgura para que se puedan contemplar contingencias.

- Unidades de medida

Se definen para cada uno de los recursos, todas las unidades a utilizar son de medición de tiempo tales como: horas, minutos, días, meses, etc.

- Enlaces con los procedimientos de la empresa

La EDT definida anteriormente establece un marco para el plan de gestión de cronograma y proporciona coherencia con las estimaciones y cronogramas resultantes.

- Mantenimiento del modelo de programación del proyecto:

Se define el proceso que se va a utilizar para actualizar el estado y registrar el avance del proyecto, en este caso se realizará bisemanalmente, esto por el horario laboral que practica la empresa.

- Umbrales de control

Los umbrales de variación para el monitoreo del desempeño se expresan habitualmente como un porcentaje de desviación (10% para este proyecto) con respecto a los parámetros establecidos en la línea base del plan.

- Reglas para la medición de desempeño

Se establecen reglas para la medición de desempeño, como el valor ganado (EVM). Esta metodología implica la combinación de las medidas de alcance, cronograma y recursos para evaluar el desempeño y el avance del proyecto a través de la integración de la línea base del alcance, costos y cronograma, generando una línea base para la medición del desempeño. A continuación se mencionan las técnicas que se utilizarán para la medición del valor ganado:

- Línea base (primera medición de todos los indicadores contemplados en el diseño de un proyecto).
- Fórmula fija.
- Porcentaje completado.

- Formato de los informes:

Se definen los formatos y la frecuencia de presentación de los diferentes informes relacionados con el cronograma. La frecuencia se va a realizar bisemanal.

- Descripción de los procesos:

Se documenta cada uno de los procesos de gestión del cronograma.

#### 4.3.2. Definir las actividades

Es el proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para generar los entregables del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

A continuación se muestra un cuadro con la lista detallada de cada una de las actividades, esta se realiza siguiendo el orden de ejecución de cada una de ellas.

**Cuadro 11 Actividades del Proyecto**

Código EDT / WBS	Actividad
1	Permisos
1.1	Permisos iniciales Tala de Árboles y Constructivos (NAC)
1.2	ORDEN DE INICIO
2	OBRAS PRELIMINARES
2.1	Movilización
2.1.1	Oficinas, bodegas y talleres
2.1.2	Instalación plantas de concreto
2.1.3	CAMINOS
3	Caminos nuevos
3.1	Camino por construir Los Negros I a toma

3.1.1	Desmante y limpieza frente toma
3.1.1	Acceso a sitio de presa y portal de entrada
3.1.1	Cunetas camino a toma y portal de entrada
3.1.1	Alcantarillas sitio de toma
3.1.1	Vado sobre río Frijoles
3.1.1	Caminos por rehabilitar
3.1.1	Rehabilitación de caminos (entrada a sitio de presa)
3.1.2	Mantenimiento de caminos
3.1.2	OBRAS SITIO DE PRESA
3.1.3	DESVÍO DEL RÍO
4	Desvío del río 1ª etapa
4.1	Construcción inicial dique zona aguas arriba
4.1.1	Conclusión dique hasta portal de entrada
4.1.1	Completamiento dique ciclópeo
4.1.1	Desvío del río 2ª etapa
4.1.1	Desvío del río 2ª etapa
4.1.2	Remoción dique de desvío 2ª etapa
4.1.2	PRESA
4.1.2	MOVIMIENTOS DE TIERRA
4	Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)
4.2	Trabajos finales desmante zona margen izquierda
4.2.1	Excavación general sitio de presa (margen izquierda)
4.2.1	Excavación presa 1ª etapa
4.2.2	Preparación superficie y concreto sello
4.2.2	Conclusión concreto sello presa primera etapa
4.2.3	Excavación presa 2ª etapa
4.2.3	Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa
4.2.2	Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)
4.2.3	ESTRUCTURA
4.2.4	Presa 1ª etapa (15 m)
4.3	Inyecciones presa margen derecha
4.3.2	Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid
4.3.2	Anclajes 1ª etapa sector #2 (cuenco) 40 unid
4.3.2	Acero losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)
4.3.2	Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)
4.3.4	Ciclópeo presa 1ª etapa (Cuerpo presa)
4.3.2	Concreto piel presa 1ª etapa
4.3.1	Acero losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga
4.3.3	Concreto Losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga
4.3.4	Presa 2ª etapa (55 m)

4.3.2	Inicio época seca verano 2016.
4.3.2	Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa
4	Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa
4.2.2	Construcción presa margen izquierda
4.3.2	Muro de cierre margen izquierda
4.3.3	Concreto masivo de relleno a pie de presa
4.3.2	Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío)
4.3.1	TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO
4.3.2	MOVIMIENTOS DE TIERRA
4	Excavación
4.2	Preparación de superficie y concreto sello parte 1
4.2.2	Conclusión sello
4.2.3	Relleno estructural
4.2.3	ESTRUCTURA
4.2.4	Losa y muro de encauce
4.3	Acero losas
4.3.2	Concreto losas
4.3.4	Concreto muros (Elev. 194)
4.3.2	Concreto muro izquierdo (Elev. 194) entre toma y DF
4.3.2	Pantalla inclinada Elev. 189 a 194
4.3.2	Pantalla Elev. 186.2 a 194
4.3.2	Bloque derecho Elev.
4.3.2	Terminación de Bloque Elev. 194
4.3.2	Caseta control
4.3.2	Pasarelas Elev.194
4.3.2	Barandas
4.3.2	Instalación de guías y partes embebidas compuertas
5	Concretos segunda etapa
5.1.1	Instalación de rejillas y compuertas
4.3.2	DESARENADOR (TRAMOS DE 21 m)
5	MOVIMIENTOS DE TIERRA
4	EXCAVACIONES
4.2	Excavación general sectores #1 a #4
4.2.2	Excavación estructural Sector #1
4.2.2	Excavación estructural sector #2
4.2.2	Excavación estructural sector #3
4.2.2	Excavación estructural sector #4
4.2.2	Excavación general sector #5
4.2.2	Excavación estructural sector #5
4.2.2	Excavación estructural rampa entre toma y desarenador

4.2.2	RELLENOS DESARENADOR
4.2.2	PREPARACION GENERAL DE SUPERFICIE
4.2.4	Concreto de sustitución sector #1
4.2.3	Concreto de sello sector #1
4.2.3	Concreto de sustitución sector #2
4.2.3	Concreto de sello sector #2
4.2.3	Concreto de sustitución Sector #3
4.2.3	Concreto de sello sector #3
4.2.3	Concreto de sustitución sector #4
4.2.3	Concreto de sello sector #4
4.2.3	Concreto de sustitución sector #5
4.2.3	Concreto de sello sector #5
4.2.3	Concreto de Sello rampa entre toma y desarenador
4.2.3	ESTRUCTURA
4.2.3	SECTOR #1
4.3	Colocación de acero losa
4.3	Concreto losa
4.3.4	Concretos muros Elev. 190.25
4.3.2	SECTOR #2
4.3.2	Colocación de acero losa
4.3	Concreto losa
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25
4.3.2	SECTOR #3
4.3	Colocación de acero losa
4.3.4	Concreto losa
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25
4.3.2	SECTOR #4
4.3	Colocación de acero losa
4.3.4	Concreto losa
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25
4.3.2	SECTOR #5
4.3	Colocación de acero losa
4.3.4	Concreto losa
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25
4.3.2	DESFOGUE
4	RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)
4.3	Concreto sustitución (ciclópeo)
4.2.3	Acero losa Elev. 184 a 179.60
4.3.4	Concreto de losa
4.3.2	Concreto muros Elev. 190.25

4.3.2	LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR
4	DESCARGA DE FONDO
4	ESTRUCTURA
4.3	Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%
4.2.2	Concreto de sustitución
4.2.3	Concreto de sello Sector #1
4.2.3	Acero de losa Sector #1
4.3.4	Contratación Blindaje (NAC)
5	Materiales y fabricación blindaje (NAC)
5	Instalación blindaje sector #1 (NAC)
5	Instalación blindaje sector #2 (NAC)
5	Concreto losa Sector compuertas
4.3.2	Concreto de losa Sector #1
4.3.2	Concreto muros zona compuertas
4.3.2	Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)
4.3.2	Pasarela Elev. 194
4.3.2	Excavación estructural Sector #2
4.2.2	Concreto de sello Sector #2
4.2.3	Acero losa Sector #2
4.3.4	Concreto de losa Sector #2
4.3.2	Concreto muros Sector #2 (Elev. 184)
4.3.2	Enrocado final y rellenos
4.2.4	Barandas
5	Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)
5	Concretos segunda etapa
4.3.2	Instalación Compuertas (NAC)
5	CÁMARA DE CARGA
4	ESTRUCTURA
4	TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)
4	TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL
4	Obra civil tubería de concreto
4.3.2	Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)
4.3.2	Cierre final tubería de concreto en portal de entrada
4.2.4	Rellenos
5	ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA
5.1.1 / 5.1.2	OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.)

### 4.3.3. Secuenciar las actividades

Es el proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Esto se logra mediante la aplicación de las siguientes herramientas y técnicas:

- Método de diagramación por precedencia (PDM): es una técnica 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 (dependencia, predecesoras y sucesora, relaciones lógicas final a inicio, final a final, inicio a inicio e inicio a final).
- Determinación de precedencias consiste en la caracterización de las dependencias mediante atributos (obligatorios, discrecionales, internas y externas).
- Adelanto – retrasos.

A continuación se presenta un cuadro donde se detalla la secuencia de las actividades producto de la aplicación de las herramientas y técnicas antes mencionadas.

Cuadro 12 Cronograma del Proyecto

Código EDT/WBS	Actividad	Predecesoras
1	Permisos	
1.2	Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC)	
2	ORDEN DE INICIO	2
2.1	OBRAS PRELIMINARES	3
2.1.1	Movilización	
2.1.2	Oficinas, bodegas y talleres	5CC+11 días
2.1.3	Instalación plantas de concreto	6FC-8 días
3	CAMINOS	
3.1	Camino nuevos	
3.1.1	Camino a construir Los Negros I a toma	
3.1.1	Desmonte y limpieza frente toma	

3.1.1	Acceso a sitio de presa y portal de entrada	
3.1.1	Cunetas camino a toma y portal de entrada	14;3
3.1.1	Alcantarillas sitio de toma	11CC
3.1.1	Vado sobre río Frijoles	
3.1.1	Caminos por rehabilitar	
3.1.2	Rehabilitación de caminos (entrada a sitio de presa)	3
3.1.2	Mantenimiento de caminos	
3.1.3	OBRAS SITIO DE PRESA	
4	DESVÍO DEL RÍO	
4.1	Desvío del río 1ª etapa	
4.1.1	Construcción inicial dique zona aguas arriba	30
4.1.1	Conclusión dique hasta portal de entrada	22
4.1.1	Completamiento dique ciclópeo	23FC+3 días
4.1.1	Desvío del río 2ª etapa	
4.1.2	Desvío del río 2ª etapa	52
4.1.2	Remoción dique de desvío 2ª etapa	57
4.1.2	PRESA	
4	MOVIMIENTOS DE TIERRA	
4.2	Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)	12CC+5 días
4.2.1	Trabajos finales desmante zona margen izquierda	30;26
4.2.1	Excavación general sitio de presa (margen izquierda)	30
4.2.2	Excavación presa 1ª etapa	22
4.2.2	Preparación superficie y concreto sello	33CC+5 días
4.2.3	Conclusión concreto sello presa primera etapa	33FC+1 días;48
4.2.3	Excavación presa 2ª etapa	26
4.2.2	Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa	36CC+5 días
4.2.3	Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)	54CC+22 días
4.2.4	ESTRUCTURA	
4.3	Presas 1ª etapa (15 metros)	
4.3.2	Inyecciones presa margen derecha	33CC+35 días
4.3.2	Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid	41
4.3.2	Anclajes 1ª etapa sector #2 (cuenco) 40 unid	35
4.3.2	Acero losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)	42;35
4.3.4	Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (cuerpo presa)	44;23
4.3.2	Ciclópeo presa 1ª etapa (cuerpo presa)	45
4.3.1	Concreto piel presa 1ª etapa	46
4.3.3	Acero losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga	43
4.3.4	Concreto losa Sector 2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga	48
4.3.2	Presas 2ª etapa (55 metros)	

4.3.2	Inicio época seca verano 2016	
4	Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa	155;51
4.2.2	Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa	36CC+5 días
4.3.2	Construcción presa margen izquierda	36CC+5 días
4.3.3	Muro de cierre margen izquierda	54
4.3.2	Concreto masivo de relleno a pie de presa	54
4.3.1	Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío)	54;47
4.3.2	TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO	
4	MOVIMIENTOS DE TIERRA	
4.2	Excavación	30
4.2.2	Preparación de superficie y concreto sello parte 1	34CC;60
4.2.3	Conclusión sello	61FC+29 días
4.2.3	Relleno estructural	73
4.2.4	ESTRUCTURA	
4.3	Losa y muro de encauce	61
4.3.2	Acero losas	61FC+11 días
4.3.4	Concreto losas	66
4.3.2	Concreto muros (Elev. 194)	67
4.3.2	Concreto muro izquierdo (Elev. 194) Entre toma y DF	67;145CC
4.3.2	Pantalla inclinada Elev. 189 a 194	68
4.3.2	Pantalla Elev. 186.2 a 194	70CC
4.3.2	Bloque derecho Elev. 186.30	66CC+14 días
4.3.2	Terminación de bloque Elev. 194	72
4.3.2	Caseta control	73
4.3.2	Pasarelas Elev.194	71
4.3.2	Barandas	75
5	Instalación de guías y partes embebidas compuertas	68;154
5.1.1	Concretos segunda etapa	77
4.3.2	Instalación de rejillas y compuertas	78
5	DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)	
4	MOVIMIENTOS DE TIERRA	
4.2	EXCAVACIONES	
4.2.2	Excavación general sectores #1 a #4	134CC
4.2.2	Excavación estructural Sector #1	83FC+22 días
4.2.2	Excavación estructural sector #2	84FC+8 días
4.2.2	Excavación estructural sector #3	85FC+10 días
4.2.2	Excavación estructural sector #4	86FC+8 días
4.2.2	Excavación general sector #5	87FC+3 días
4.2.2	Excavación estructural sector #5	88
4.2.2	Excavación estructural rampa entre toma y desarenador	147CC

4.2.2	RELLENOS DESARENADOR	125CC
4.2.4	PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE	
4.2.3	Concreto de sustitución sector #1	84FC+1 día
4.2.3	Concreto de sello sector #1	93
4.2.3	Concreto de sustitución sector #2	85FC+1 día
4.2.3	Concreto de sello sector #2	95FC+1 día
4.2.3	Concreto de sustitución Sector #3	86
4.2.3	Concreto de sello sector #3	97
4.2.3	Concreto de sustitución sector #4	87
4.2.3	Concreto de sello sector #4	99
4.2.3	Concreto de sustitución sector #5	88
4.2.3	Concreto de sello sector #5	101
4.2.3	Concreto de sello rampa entre toma y desarenador	127CC+2 días
4.2.3	ESTRUCTURA	
4.3	SECTOR #1	
4.3	Colocación de acero losa	94
4.3.4	Concreto losa	106
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25	107FC+1 día
4.3.2	SECTOR #2	
4.3	Colocación de acero losa	96FC+1 día
4.3.4	Concreto losa	110FC+1 día
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25	111FC+1 día
4.3.2	SECTOR #3	
4.3	Colocación de acero losa	98
4.3.4	Concreto losa	114
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25	115
4.3.2	SECTOR #4	
4.3	Colocación de acero losa	100
4.3.4	Concreto losa	118
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25	119
4.3.2	SECTOR #5	
4.3	Colocación de acero losa	102
4.3.4	Concreto losa	122
4.3.2	Concretos muros Elev. 190.25	123
4.3.2	DESFOGUE	124
4	RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)	
4.3	Concreto sustitución (ciclópeo)	90
4.2.3	Acero losa Elev. 184 a 179.60	103
4.3.4	Concreto de losa	128
4.3.2	Concreto muros Elev. 190.25	129

4.3.2	LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR	130
4	DESCARGA DE FONDO	
4	ESTRUCTURA	
4.3	Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%	32
4.2.2	Concreto de sustitución	134
4.2.3	Concreto de Sello Sector #1	135
4.2.3	Acero de losa Sector #1	136FC+3 días
4.3.4	Contratación blindaje (NAC)	
5	Materiales y fabricación blindaje (NAC)	138
5	Instalación blindaje sector #1 (NAC)	137;139FC+14 días
5	Instalación blindaje sector #2 (NAC)	140FC+7 días
5	Concreto losa Sector compuertas	137CC+15 días
4.3.2	Concreto de losa Sector #1	137;140
4.3.2	Concreto muros zona compuertas	142FC+30 días
4.3.2	Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)	143;144
4.3.2	Pasarela Elev. 194	145
4.3.2	Excavación estructural Sector #2	134FC+36 días
4.2.2	Concreto de sello Sector #2	147
4.2.3	Acero losa Sector #2	148;140
4.3.4	Concreto de Losa Sector #2	149FC+5 días;139;141
4.3.2	Concreto muros Sector #2 (Elev. 184)	150FC+1 día
4.3.2	Enrocado final y rellenos	151FC+1 día
4.2.4	Barandas	146
5	Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)	144FC+55 días
5	Concretos segunda etapa	154
4.3.2	Instalación compuertas (NAC)	155
5	CÁMARA DE CARGA	
4	ESTRUCTURA	
4	TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)	124FC+12 días;125
4	TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL	
4	Obra civil tubería de concreto	159FC+27 días
4.3.2	Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)	
4.3.2	Cierre final tubería de concreto en portal de entrada	162;161
4.2.4	Rellenos	163CC+30 días
5	ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA	159
5.1.1 / 5.1.2	OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.)	159

En el campo de las predecesoras se enumera la identificación de tareas. Cada predecesora está vinculada a la tarea por un tipo específico de dependencia entre tareas y un plazo o tiempo de retardo.

A continuación se muestra las distintas abreviaciones utilizadas para secuenciar las actividades del proyecto:

- CC = Comienzo a Comienzo: la actividad comienza cuando la otra comienza.
- FC = Final a Comienzo: la actividad comienza cuando la otra termine.
- FF = Final a Final: cuando dos actividades se relacionan por el final de una.

#### 4.3.4. 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 (PMBOK, 2013).

Para dicha estimación se utiliza las herramientas y técnicas de juicio de expertos, análisis de alternativas y *software* de gestión de proyectos como lo es el Microsoft Project.

A continuación se detalla la estimación de los recursos (humanos y materiales) en cada actividad de un paquete de trabajo y su correspondiente estructura de desglose de recursos (EDR):

**Cuadro 13 Recurso de Actividades**

Entregable	Actividad	Recurso humano	Recurso material
1	Permisos		
2	Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC)		
3	ORDEN DE INICIO		
4	OBRAS PRELIMINARES		

5	Movilización	Transportista y Empleados	Combustible
6	Oficinas, bodegas y talleres	Personal administrativo	Alquiler, remodelación de local a alquilar, materiales de bodega
7	Instalación plantas de concreto	Operador de:	Maquinaria:
		<i>Back Hoe</i>	<i>Back Hoe</i>
		Excavadora	Vagoneta
		Vagoneta	Excavadora
8	CAMINOS		
9	Caminos nuevos		
10	Camino a construir Los Negros I a toma		
11	Desmante y limpieza frente Toma	Operador de:	Maquinaria:
		<i>Back Hoe</i>	<i>Back Hoe</i>
		Excavadora	Vagoneta
		Vagoneta	Excavadora
12	Acceso a sitio de presa y portal de entrada	Operador de:	Maquinaria:
		<i>Back Hoe</i>	<i>Back Hoe</i>
		Excavadora	Vagoneta
		Vagoneta	Excavadora
13	Cunetas Camino a Toma y Portal de Entrada	Operador de <i>Back Hoe</i>	<i>Back Hoe</i>
		Peón	Mezcladora
		Ayudante	Madera
		Capataz	Cemento
			Agregados
14	Alcantarillas sitio de Toma	Peón	Madera
		Ayudante	Concreto
		Capataz	
15	Vado sobre río Frijoles	Operador de:	Tubería de concreto de 60cm
		<i>Back Hoe</i>	
		Excavadora	
		Peón	Concreto f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>
		Ayudante	
16	Caminos por rehabilitar		
17	Rehabilitación de caminos (Entrada a sitio de Presa)	Operador de:	Sub base
		<i>Back Hoe</i>	Material granular para caminos
		Motoniveladora	
		Vagoneta	
18	Mantenimiento de caminos	Operadores	Tanqueta de Agua
			Niveladora

19	OBRAS SITIO DE PRESA		
20	DESVÍO DEL RÍO		
21	Desvío del río 1ª etapa	Operadores de maquinaria	Excavadora
		Peón	Vagoneta Articulada
		Ayudante	Camión Mezclador
		Capataz	Paneles de formaleta
22	Construcción inicial dique zona aguas arriba	Operadores de maquinaria	Excavadora
		Peón	Vagoneta Articulada
		Ayudante	Camión Mezclador
		Capataz	Paneles de formaleta
23	Conclusión dique hasta portal de entrada	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
24	Completamiento dique ciclópeo	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
25	Desvío del río 2ª etapa		
26	Desvío del río 2ª etapa	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
27	Remoción dique de desvío 2ª etapa	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
28	PRESA		
29	MOVIMIENTOS DE TIERRA		
30	Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
			Cierra eléctrica
31	Trabajos finales desmante zona margen izquierda	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Cierra eléctrica
32	Excavación general sitio de presa (margen izquierda)	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
33	Excavación Presa 1ª etapa	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
34	Preparación superficie y	Personal de campo:	Camión Bomba
		Peón	Camiones Mezcladores

	concreto sello	Ayudante	
		Capataz	
35	Conclusión concreto sello presa primera etapa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Peón	Camiones Mezcladores
		Ayudante	
		Capataz	
36	Excavación Presa 2ª etapa	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
37	Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Peón	Camiones Mezcladores
		Ayudante	
		Capataz	
38	Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
			Rodillo compactador
39	ESTRUCTURA		
40	Presa 1ª etapa (15 metros)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Peón	Camiones Mezcladores
		Ayudante	Concreto
		Capataz	Formaleta
41	Inyecciones presa margen derecha	Personal de Geofortis	Maquinaria especializada
42	Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid	Personal de Geofortis	Maquinaria especializada
			Cemento
43	Anclajes 1ª etapa sector #2 (Cuenco) 40 unid	Personal de Geofortis	Maquinaria especializada
			Cemento
44	Acero losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
45	Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
46	Ciclópeo Presa 1ª etapa (Cuerpo presa)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	

47	Concreto piel Presa 1ª etapa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
48	Acero losa Sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro- descarga	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
49	Concreto Losa Sector 2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
50	Presa 2ª etapa (55 metros)		
51	Inicio época seca verano 2016.		
52	Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa	Personal de campo:	Excavadora
		Peón	Vagoneta Articulada
		Ayudante	
		Capataz	
53	Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa	Personal de Geofortis	Maquinaria especializada
54	Construcción presa margen izquierda	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
55	Muro de cierre margen izquierda	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
56	Concreto masivo de relleno a pie de presa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
57	Presa margen derecha 2ª etapa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores

	(cierre canal auxiliar desvío)	Peón	Concreto
		Ayudante	Formaleta
		Capataz	
58	TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO		
59	MOVIMIENTOS DE TIERRA		
60	Excavación	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
61	Preparación de superficie y concreto sello parte 1	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
62	Conclusión sello	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
63	Relleno estructural	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
			Compactadora
64	ESTRUCTURA		
65	Losa y muro de encauce	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
66	Acero losas	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
67	Concreto losas		
68	Concreto muros (Elev. 194)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
69	Concreto muro izquierdo (Elev.	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores

	194) Entre Toma y DF	Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
70	Pantalla inclinada Elev. 189 a 194	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
71	Pantalla Elev. 186.2 a 194	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
72	Bloque derecho Elev. 186.30	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
73	Terminación de Bloque Elev. 194	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
74	Caseta Control	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
75	Pasarelas Elev.194	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
76	Barandas	Personal de campo:	Barandas prefabricadas
		Soldador	
		Ayudante	
77	Instalación de guías y partes embebidas compuertas	N/A	N/A
78	Concretos	Personal de campo:	Camión Bomba

	segunda etapa	Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
79	Instalación de rejillas y compuertas	N/A	N/A
80	DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)		
81	MOVIMIENTOS DE TIERRA		
82	EXCAVACIONES		
83	Excavación general sectores #1 a #4	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
84	Excavación estructural Sector #1	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
85	Excavación estructural sector #2	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
86	Excavación estructural sector #3	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
87	Excavación estructural sector #4	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
88	Excavación general sector #5	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
89	Excavación estructural sector #5	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
90	Excavación estructural rampa entre toma y desarenador	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
91	RELLENOS DESARENADOR	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
			Rodillo compactador
92	PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE		
93	Concreto de sustitución sector #1	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
94	Concreto de sello	Personal de campo:	Camión Bomba

	sector #1	Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
95	Concreto de sustitución sector #2	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
96	Concreto de sello sector #2	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
97	Concreto de sustitución sector #3	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
98	Concreto de sello sector #3	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
99	Concreto de sustitución sector #4	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
100	Concreto de sello sector #4	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
101	Concreto de sustitución sector #5	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
102	Concreto de sello	Personal de campo:	Camión Bomba

	sector #5	Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
103	Concreto de Sello rampa entre toma y desarenador	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
104	ESTRUCTURA		
105	SECTOR #1		
106	Colocación de acero losa	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
107	Concreto losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
108	Concretos muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
109	SECTOR #2		
110	Colocación de acero losa	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
111	Concreto losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
112	Concretos muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	

113	SECTOR #3		
114	Colocación de acero losa	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
115	Concreto losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
116	Concretos muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
117	SECTOR #4		
118	Colocación de acero losa	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
119	Concreto losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
120	Concretos muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
121	SECTOR #5		
122	Colocación de acero losa	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
123	Concreto losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	

124	Concretos muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
125	DESFOGUE	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
126	RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
127	Concreto sustitución (ciclópeo)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
128	Acero losa Elev. 184 a 179.60	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
129	Concreto de losa	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
130	Concreto muros Elev. 190.25	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
131	LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	

132	DESCARGA DE FONDO		
133	ESTRUCTURA		
134	Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
135	Concreto de sustitución	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	Aluvión
		Capataz	
136	Concreto de Sello sector #1	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
137	Acero de losa sector #1	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
138	Contratación blindaje (NAC)	N/A	N/A
139	Materiales y fabricación blindaje (NAC)	N/A	N/A
140	Instalación blindaje sector #1 (NAC)	N/A	N/A
141	Instalación blindaje sector #2 (NAC)	N/A	N/A
142	Concreto losa Sector compuertas	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
143	Concreto de losa sector #1	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
144	Concreto muros zona compuertas	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	

		Capataz	
145	Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
146	Pasarela Elev. 194	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
147	Excavación estructural sector #2	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
148	Concreto de Sello sector #2	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
149	Acero losa sector #2	Personal de campo:	Acero
		Peón	Alambre Negro
		Ayudante	
		Capataz	
150	Concreto de Losa sector #2	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
151	Concreto Muros Sector #2 (Elev. 184)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
152	Enrocado Final y rellenos	Operadores de maquinaria	Excavadora Vagoneta Articulada
153	Barandas	Personal de campo:	Barandas prefabricadas
		Soldador	
		Ayudante	
154	Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)	N/A	N/A
155	Concretos	Personal de campo:	Camión Bomba

	segunda etapa	Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
156	Instalación compuertas (NAC)	N/A	N/A
157	CÁMARA DE CARGA		
158	ESTRUCTURA		
159	TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CÁMARA DE CARGA)	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
160	TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
161	Obra civil tubería de concreto	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
162	Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)	N/A	N/A
163	Cierre final tubería de concreto en portal de entrada	Personal de campo:	Camión Bomba
		Topógrafo	Camiones Mezcladores
		Peón	Concreto
		Ayudante	
		Capataz	
164	Rellenos	Operadores de maquinaria	Excavadora
			Vagoneta Articulada
			Rodillo compactador
165	ELEMENTOS METAÁLICOS SITIO DE PRESA	N/A	N/A
166	OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.)	Personal de campo:	Elementos prefabricados y subcontratos
		Peón	
		Ayudante	
		Capataz	

### 4.3.5. Estimar la duración de las actividades

Es el proceso de realizar la estimación de la cantidad de periodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados PMBOK (PMI, 2013).

De acuerdo con el cronograma se pueden dar a conocer las actividades y su duración en días. La estimación de la duración de las actividades utiliza información sobre el alcance de trabajo que conlleva la actividad, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas de los mismos y sus calendarios de utilización. Se utiliza como entrada para las estimaciones de las duraciones el criterio de la persona o grupo de proyecto que se encuentre familiarizado con la naturaleza del trabajo a desarrollar en cada actividad específica.

**Cuadro 14 Duración de Actividades**

Entregable	Actividad	Duración (días)
1	Permisos	296,4 días
2	Permisos iniciales tala de árboles y constructivos (NAC)	0 días
3	ORDEN DE INICIO	237 días
4	OBRAS PRELIMINARES	76,2 días
5	Movilización	0 días
6	Oficinas, bodegas y talleres	35 días
7	Instalación plantas de concreto	23 días
8	CAMINOS	23,54 días
9	Caminos nuevos	23,54 días
10	Camino a construir Los Negros I a toma	382,8 días
11	Desmonte y limpieza frente Toma	35 días
12	Acceso a sitio de presa y portal de entrada	43 días
13	Cunetas Camino a Toma y Portal de Entrada	70 días
14	Alcantarillas sitio de Toma	110 días
15	Vado sobre río Frijoles	45 días
16	Caminos a rehabilitar	405 días
17	Rehabilitación de caminos (Entrada a sitio de Presa)	147 días
18	Mantenimiento de caminos	565 días
19	OBRAS SITIO DE PRESA	684 días

20	DESVÍO DEL RÍ	412,8 días
21	Desvío del río 1ª etapa	120 días
22	Construcción inicial dique zona aguas arriba	16 días
23	Conclusión dique hasta portal de entrada	70 días
24	Completamiento dique ciclópeo	7 días
25	Desvío del río 2ª etapa	123,9 días
26	Desvío del río 2ª etapa	22 días
27	Remoción dique de desvío 2ª etapa	11 días
28	PRESA	442,8 días
29	MOVIMIENTOS DE TIERRA	432,9 días
30	Desmante y limpieza (incluye área descarga de fondo)	16 días
31	Trabajos finales desmante zona margen izquierda	3 días
32	Excavación general sitio de presa (margen izquierda)	14 días
33	Excavación Presa 1ª etapa	58 días
34	Preparación superficie y concreto sello	15 días
35	Conclusión concreto sello presa primera etapa	5 días
36	Excavación Presa 2ª etapa	19 días
37	Preparación superficie y concreto sello 2ª etapa	30 días
38	Detalles y limpieza final (incluye rellenos estructurales)	12 días
39	ESTRUCTURA	359,1 días
40	Presa 1ª etapa (15 metros)	180 días
41	Inyecciones presa margen derecha	9 días
42	Anclajes 1ª etapa sector #1 (cuerpo presa) 28 unid	1 día
43	Anclajes 1ª etapa sector #2 (Cuenco) 40 unid	4 días
44	Acero losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)	11 días
45	Concreto losa 1ª etapa Sector #1 (Cuerpo Presa)	3 días
46	Ciclópeo Presa 1ª etapa (Cuerpo presa)	22 días
47	Concreto piel Presa 1ª etapa	79 días
48	Acero losa sector #2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga	10 días
49	Concreto Losa sector 2 (cuenco presa 1ª etapa) y muro-descarga	3 días
50	Presa 2ª etapa (55 metros)	142,5 días
51	Inicio época seca verano 2016.	0 días
52	Preparativos y trabajos previos inicio 2ª etapa	7 días
53	Anclajes e inyecciones presa 2ª etapa	11 días
54	Construcción presa margen izquierda	50 días
55	Muro de cierre margen izquierda	30 días
56	Concreto masivo de relleno a pie de presa	30 días
57	Presa margen derecha 2ª etapa (cierre canal auxiliar desvío)	11 días

58	TOMA DE AGUAS Y BLOQUE DERECHO	337,50 días
59	MOVIMIENTOS DE TIERRA	243,9 días
60	Excavación	10 días
61	Preparación de superficie y concreto sello parte 1	15 días
62	Conclusión sello	3 días
63	Relleno estructural	11 días
64	ESTRUCTURA	292,5 días
65	Losa y muro de encauce	22 días
66	Acero losas	29 días
67	Concreto losas	18 días
68	Concreto muros (Elev. 194)	56 días
69	Concreto muro izquierdo (Elev. 194) Entre Toma y DF	51 días
70	Pantalla inclinada Elev. 189 a 194	38 días
71	Pantalla Elev. 186.2 a 194	38 días
72	Bloque derecho Elev. 186.30	26 días
73	Terminación de Bloque Elev. 194	97 días
74	Caseta Control	19 días
75	Pasarelas Elev.194	25 días
76	Barandas	16 días
77	Instalación de guías y partes embebidas compuertas	11 días
78	Concretos segunda etapa	11 días
79	Instalación de rejillas y compuertas	45 días
80	DESARENADOR (TRAMOS DE 21m)	362,4 días
81	MOVIMIENTOS DE TIERRA	362,4 días
82	EXCAVACIONES	135 días
83	Excavación general sectores #1 a #4	37 días
84	Excavación estructural sector #1	3 días
85	Excavación estructural sector #2	3 días
86	Excavación estructural sector #3	3 días
87	Excavación estructural sector #4	3 días
88	Excavación general sector #5	5 días
89	Excavación estructural sector #5	3 días
90	Excavación estructural rampa entre toma y desarenador	18 días
91	RELLENOS DESARENADOR	40 días
92	PREPARACIÓN GENERAL DE SUPERFICIE	65,1 días
93	Concreto de sustitución sector #1	4 días
94	Concreto de sello sector #1	2 días
95	Concreto de sustitución sector #2	4 días
96	Concreto de sello sector #2	2 días
97	Concreto de sustitución sector #3	4 días

98	Concreto de sello sector #3	2 días
99	Concreto de sustitución sector #4	4 días
100	Concreto de sello sector #4	2 días
101	Concreto de sustitución sector #5	4 días
102	Concreto de sello sector #5	2 días
103	Concreto de Sello rampa entre toma y desarenador	7 días
104	ESTRUCTURA	287,4 días
105	SECTOR #1	140,1 días
106	Colocación de acero losa	27 días
107	Concreto losa	7 días
108	Concretos muros Elev. 190.25	77 días
109	SECTOR #2	157,5 días
110	Colocación de acero losa	27 días
111	Concreto losa	7 días
112	Concretos muros Elev. 190.25	90 días
113	SECTOR #3	158,7 días
114	Colocación de acero losa	27 días
115	Concreto losa	7 días
116	Concretos muros Elev. 190.25	93 días
117	SECTOR #4	167,4 días
118	Colocación de acero losa	27 días
119	Concreto losa	7 días
120	Concretos muros Elev. 190.25	100 días
121	SECTOR #5	170,1 días
122	Colocación de acero losa	27 días
123	Concreto losa	7 días
124	Concretos muros Elev. 190.25	102 días
125	DESFOGUE	40 días
126	RAMPA (ENTRE TOMA Y DESARENADOR)	136,2 días
127	Concreto sustitución (ciclópeo)	7 días
128	Acero losa Elev. 184 a 179.60	20 días
129	Concreto de losa	7 días
130	Concreto muros Elev. 190.25	73 días
131	LOSA DISIPADORA Y ENROCADO ENTRE TOMA-DF Y DESARENADOR	24 días
132	DESCARGA DE FONDO	299,4 días
133	ESTRUCTURA	299,4 días
134	Excavación estructural descarga de fondo sector #1 100%	6 días
135	Concreto de sustitución	13 días
136	Concreto de Sello sector #1	1 día

137	Acero de losa Sector #1	63 días
138	Contratación blindaje (NAC)	0 días
139	Materiales y fabricación blindaje (NAC)	45 días
140	Instalación blindaje sector #1 (NAC)	29 días
141	Instalación blindaje sector #2 (NAC)	11 días
142	Concreto losa sector compuertas	11 días
143	Concreto de losa Sector #1	10 días
144	Concreto muros zona compuertas	56 días
145	Concretos muros sector #1 (Elev 194 a 184)	51 días
146	Pasarela Elev. 194	12 días
147	Excavación estructural sector #2	32 días
148	Concreto de Sello sector #2	2 días
149	Acero losa Sector #2	11 días
150	Concreto de Losa sector #2	10 días
151	Concreto Muros sector #2 (Elev. 184)	26 días
152	Enrocado final y rellenos	16 días
153	Barandas	15 días
154	Instalación guías y partes embebidas compuertas (NAC)	8 días
155	Concretos segunda etapa	11 días
156	Instalación Compuertas (NAC)	30 días
157	CÁMARA DE CARGA	284,1 días
158	ESTRUCTURA	284,1 días
159	TRANSICIÓN DESARENADOR - TUBERÍA (CAMARA DE CARGA)	60 días
160	TUBERÍA DE CONCRETO ENTRE DESARENADOR Y ENTRADA TÚNEL	175,5 días
161	Obra civil tubería de concreto	80 días
162	Conclusión obras del túnel por portal de entrada (NAC)	0 días
163	Cierre final tubería de concreto en portal de entrada	46 días
164	Rellenos	22 días
165	ELEMENTOS METÁLICOS SITIO DE PRESA	75 días
166	OTRAS OBRAS EN SITIO DE PRESA (escalas, caseta, iluminación, etc.)	75 días

#### **4.3.6. Desarrollar el cronograma**

Es el proceso de analizar las secuencias de actividades, las duraciones, los requisitos de recursos y las restricciones del cronograma para crear el modelo de programación del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se utiliza la herramienta de Microsoft Project, usualmente utilizada para este tipo de labores en los distintos proyectos constructivos. Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para calcular correctamente las duraciones de las actividades y los inconvenientes que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

Esta herramienta es automatizada, contiene el modelo de programación, acelerando el proceso mediante la generación de fechas de inicio y finalización basadas en las entradas de actividades, los diagramas de red, los recursos (humanos y materiales) y las duraciones de las actividades a través del análisis de red del cronograma.

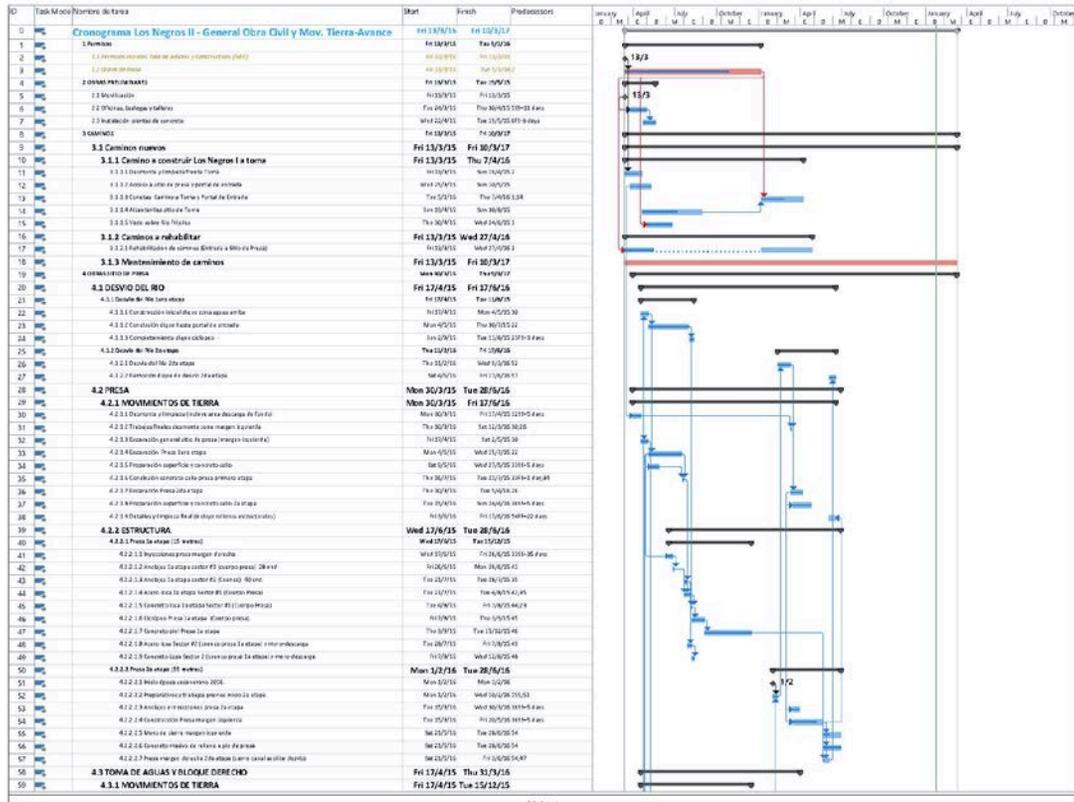
Mediante el programa de Microsoft Project se puede obtener la línea base, la cual describe cómo se programó el proyecto inicialmente y como bien dice su nombre, sirve como base para comparar si nos encontramos retrasados o adelantados en las actividades.

A continuación se detalla el producto de la aplicación de la herramienta de programación realizada:

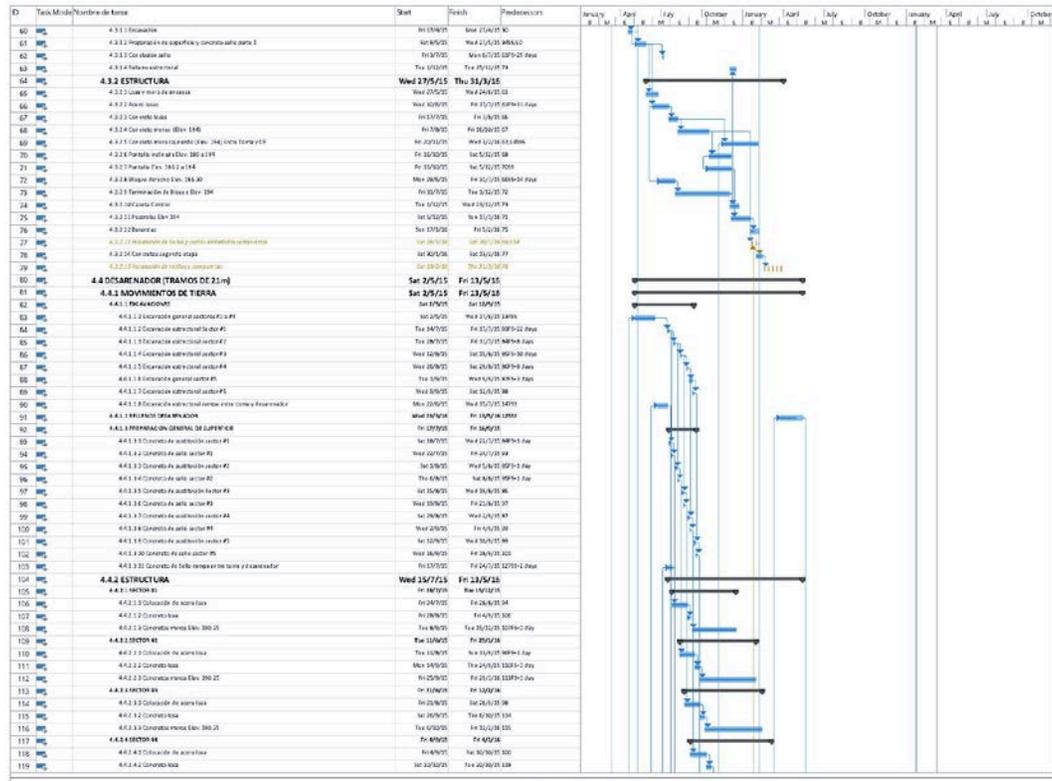
- **Calendario de proyecto:** en este caso el calendario se ajusta al horario implementado por la empresa durante su trayectoria, el cual se describe a continuación:

- a) Semana o Bisemana laboral: De Martes a Viernes laborando 11 días corridos.
  - b) Jornada laboral: 05:00 a.m. a 05:00 p.m. (de martes a sábado) y domingo de 05:00 a.m. a 02:00 p.m. (en primera semana), de 05:00 a.m. a 05:00 p.m. (de lunes a jueves) y viernes de 05:00 a.m. a 12:00 p.m. (en segunda semana).
  - c) Días feriados: Año nuevo (01-enero), Semana Santa.
- Cronograma, línea base y datos del proyecto.

En la siguiente figura se detalla los datos, línea base y cronograma (diagrama de Gantt, hitos, etc.) del proyecto, considerando el calendario antes descrito:



Página 1



Página 2

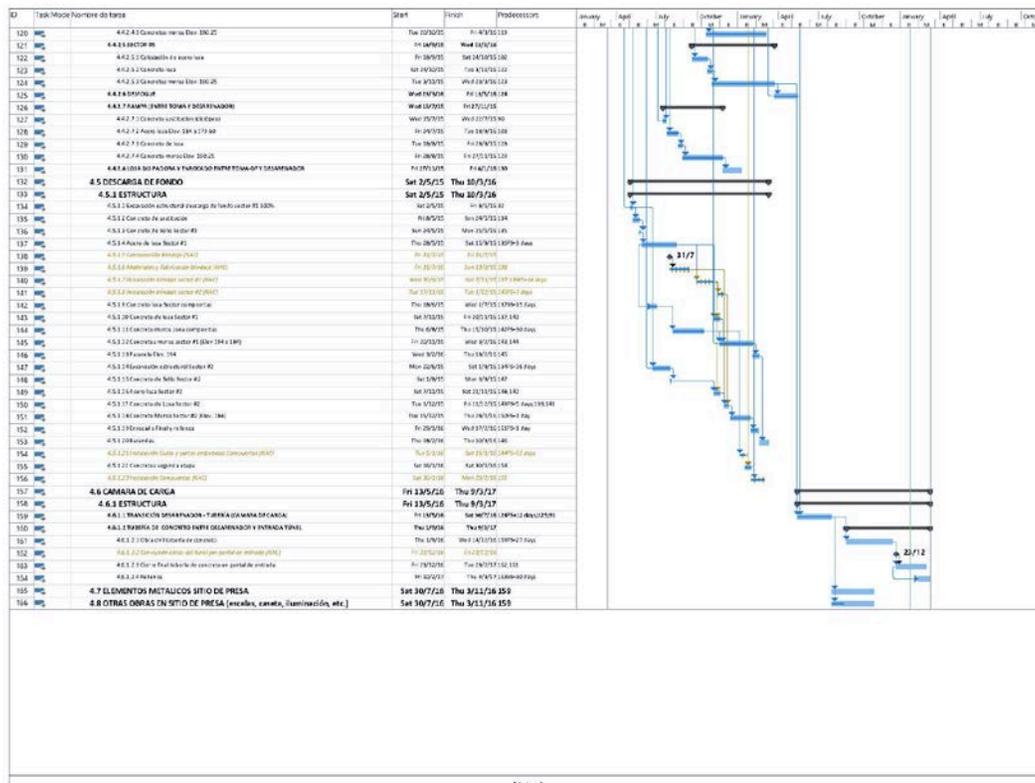


Figura 6 Cronograma del Proyecto

Fuente: El autor.

Una línea base del cronograma consiste en la versión aprobada de un modelo de programación que solo se puede modificar a través de procedimientos formales de control de cambio y que se utiliza como base de comparación con los resultados reales, PMBOK (PMI, 2013).

Las salidas de un modelo de programación son representaciones del cronograma. El cronograma del proyecto es una salida de un modelo de programación que representa actividades relacionadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos. El cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización para cada actividad, PMBOK (PMI, 2013).

#### **4.4. Definir un plan de gestión de costos para planificar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.”

##### **4.4.1. Planificar la gestión de los costos**

Es el proceso que consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto PMBOK (PMI,n2013).

Esta estimación considera la aplicación de las siguientes herramientas y técnicas:

- Juicio de expertos.
- Técnicas analíticas.
- Reuniones.

A través del plan de gestión de costos se establece la forma en que se planificarán, estructurarán y controlarán los costos del proyecto. Dicho esto se puede establecer lo siguiente:

- Unidades de medida: para los recursos se establece la utilización de la unidad dólares (\$), debido a que el contrato se tiene en esta unidad.
- Nivel de precisión: el grado de redondeo, hacia arriba o hacia abajo, que se aplicará en las estimaciones, será de tres posiciones decimales, en función de las actividades y de la magnitud del proyecto.
- Nivel de exactitud: para realizar las estimaciones realistas sobre el costo de las actividades se utiliza el juicio de expertos, contemplando una cantidad para contingencias o imprevistos del 5% aproximadamente, esto debido al alto monto del contrato.

- Enlaces con los procedimientos de la organización: La estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS) establece el marco general para la gestión de costos y permite que haya coherencia con las estimaciones, presupuestos y el control de los costos. Este componente se denomina Centro de Costo, a cada uno de ellos se le asigna un código (número) vinculado directamente con el sistema de contabilidad.
- Umbrales de control: los umbrales de variación para el monitoreo del desempeño del costo se expresan con porcentajes de desviación (10%) con respecto a la línea base.
- Reglas para medición de desempeño: se establece la gestión de valor ganado como regla para la medición desempeño.
- Formato de informes: se establece el formato usado habitualmente por la empresa y la frecuencia será mensual, en el cual se detalla avance de obra (incluye la curva S), costos, costos directos e indirectos, facturación y conclusiones.
- Descripción de los procesos: Se documenta cada uno de los procesos realizados.
- Detalles adicionales: financiamiento se da mediante el Banco de Costa Rica y el Banco Popular, el contrato es de suma alzada y se utilizará el procedimiento de la empresa para el control y registro de costos (sistema interno).

#### **4.4.2. Estimar los costos**

Consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios para completar las actividades del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

El costo del proyecto está basado en los diferentes estudios realizados anteriormente: topográfico, geológico, geotécnico e hidráulico. Las herramientas por utilizar son las siguientes:

- Juicio de expertos.

- Estimación análoga
- Estimación paramétrica.
- Estimación ascendente

En el siguiente cuadro se detalla la estimación de los costos de las actividades realizadas:

**Cuadro 15 Estimación de Costos**

<b>Código EDT/WBS</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Técnica de estimación</b>
3	Camino a construir Los Negros I a toma 1509.21 m		
3.1.1	Caminos nuevos		
3.1.1	Desmonte y limpieza	9.016,57	Ascendente
3.1.1	Excavación común	65.212,35	Ascendente
3.1.1	Construcción de diques o terraplenes compactados	10.669,61	Ascendente
3.1.1	Cunetas (50 x 50 x 10)	154.553,46	Ascendente
3.1.1	Material granular para caminos	109.941,43	Ascendente
3.1.1	Alcantarillas	111.595,53	Ascendente
3.1.1	Vado en CM Los Negros I	39.531,66	Paramétrica
3.1.2	CAMINOS POR REHABILITAR	22.791,89	Paramétrica
3.1.3	MANTENIMIENTO DE CAMINOS	370.881,93	Ascendente
		894.194,43	
4	PRESA, TOMA RÍO CAÑO NEGRO Y TUBERIA HASTA TÚNEL	-	
4.1	DESVÍO	-	
4.1.1 / 4.1.2	Desvío de río	190.345,30	Paramétrica
4	PRESA	-	
4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	
4.2.1	Desmonte y limpieza (incluye toma, desarenador, cámara de carga)	7.108,06	Ascendente
4.2.2	Excavación en aluvión	38.974,13	Ascendente
4.2.2	Excavación en roca	44.556,89	Ascendente
4.2.2	Excavación estructural en roca	2.312,24	Ascendente
4.2.3	Preparación general de superficie (incluye concreto de sello)	136.011,29	Ascendente
4.2.4	Relleno estructural	12.996,32	Ascendente

4.3	ESTRUCTURA	-	
4.3.1	Concreto masivo (núcleo de presa) 150 KG/CM2	1.698.407,45	Ascendente
4.3.1	Concreto masivo de relleno a pie de presa 125 KG/CM2	103.293,32	Ascendente
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2	722.363,03	Ascendente
4.3.3	Concreto estructural 350 KG/CM2	817.440,06	Ascendente
4.3.4	Acero de refuerzo	590.027,26	Ascendente
4.3.1	Suministro e instalación de tubería para drenaje	437,43	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JH	2.990,39	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JE1	5.897,80	Ascendente
4.3.2	Anclajes en varilla #11 de 4 mts de largo	36.344,50	Ascendente
4.3.2	Inyección de presa	83.964,44	Ascendente
4	TOMA	-	
4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	
4.2.2	Excavación en aluvión	4.767,51	Ascendente
4.2.2	Excavación estructural en aluvión	1.491,77	Ascendente
4.2.3	Preparación general de superficie (incluye concreto de sello)	21.020,35	Ascendente
4.2.4	Relleno estructural	2.106,30	Ascendente
4.3	ESTRUCTURA	-	
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2	813.224,09	Ascendente
4.3.4	Acero de refuerzo	296.960,91	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JH	1.596,22	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JE1	2.220,35	Ascendente
4	DESARENADOR	-	
4.2	MOVIMIENTO DE TIERRAS	-	
4.2.2	Excavación en aluvión	133.107,14	Ascendente
4.2.2	Excavación estructural en aluvión	6.545,14	Ascendente
4.2.3	Preparación general de superficie (incluye concreto de sello)	69.220,67	Ascendente
4.2.4	Relleno estructural	74.123,85	Ascendente
4.2.4	Relleno con material proveniente de la excavación	116.410,57	
4.3	ESTRUCTURA	-	
4.3.1	Concreto masivo 150 KG/CM2	546.019,01	Ascendente
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2	2.674.054,15	Ascendente
4.3.4	Acero de refuerzo	815.425,46	Ascendente

4.3.2	Junta tipo JH	6.021,19	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JE1	8.187,53	Ascendente
4	DESCARGA DE FONDO	-	
4.3	ESTRUCTURA	-	
4.2.3	Concreto de sello 105 KG/CM2	4.814,12	Ascendente
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2	401.135,18	Ascendente
4.3.4	Acero de refuerzo	61.826,29	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JH	6.021,19	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JE1	8.187,53	Ascendente
4.2.4	Relleno estructural	1.008,34	Ascendente
4	CÁMARA DE CARGA	-	
4.3	ESTRUCTURA	-	
4.2.3	Concreto de sello 105 KG/CM2	14.442,37	Ascendente
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2	283.561,08	Ascendente
4.3.2	Concreto estructural 245 KG/CM2 tubería hacia el túnel	135.227,65	Ascendente
4.3.4	Acero de refuerzo	117.689,02	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JH	4.970,51	Ascendente
4.3.2	Junta tipo JE2	1.885,06	Ascendente
4.3.2	Junta JCC	895,18	Ascendente
4.2.4	Relleno estructural	57.811,22	
	COMPUERTAS	-	
	Compuerta deslizante 4,00 X 2,20 (Toma)	-	
	Compuerta radial 3,5 X 3,5 (Descarga de fondo)	-	
	Compuerta deslizante 1,50 X 1,50 (purga)	-	
	Compuerta deslizante 1,50 X 1,20 (Desarenador)	-	
5	ELEMENTOS METÁLICOS	-	
5.1	Barandas de tubo galvanizado	19.880,29	Ascendente
	Escalerilla metálica	-	
	Ataguía 3,5 X 3,5 (Descarga de fondo)	-	
	Pórtico movilización de equipo	-	
	Rejilla metálica 4,0 X 6,00 m (2 unidades)	-	
	Acero para blindaje (descarga de fondo)	-	
	Equipo limpia rejas	-	
5	OTRAS OBRAS	-	

5.1.1	Escalas de nivel	12.003,31	Ascendente
5.1.1	Caseta (20 m2)	24.715,59	Ascendente
5.1.1	Cunetas (50 x 50 x 10)	2.318,01	Ascendente
5.1.2	Iluminación exterior	9.141,80	Ascendente
5.1.1	Tubería de concreto d=60 cms (paso de aguas durante la construcción)	27.837,78	Ascendente
		11.281.343,66	
		<b>12.175.538,09</b>	

#### 4.4.3. Determinar el presupuesto

Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo de cara a establecer una línea base de costos autorizada. El beneficio clave de este proceso es que determina la línea base de costos respecto a la cual se puede monitorear y controlar el desempeño del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto por fases del proyecto, excluida cualquier reserva de gestión, que solo se puede cambiar a través de procedimientos formales de control de cambios, y se utiliza como base de comparación con los resultados reales. Se desarrolla como la suma de los presupuestos aprobados para las diferentes actividades del cronograma (PMBOK, 2013).

Para las estimaciones de los costos de las actividades, junto con cualquier reserva para contingencias, se agregan los costos de sus paquetes de trabajos asociados. Las estimaciones de costos de paquetes de trabajo, junto con cualquier reserva para contingencia de estos, se agregan en cuentas de control. La suma de las cuentas de control proporciona la línea base de costos. Dado que las estimaciones de costos que dan lugar a la línea de base de costos están directamente ligados a las actividades del cronograma, esto permite disponer de una visión por fases de la línea base de costos, que se representa típicamente con una curva S PMBOK (PMI, 2013).

Esta determinación considera la aplicación de las herramientas y técnicas de agregación de costos, análisis de reservas, juicio de expertos, relaciones históricas y conciliación de límites de financiamiento, en la siguiente tabla se detalla la línea base de costos realizada:

**Cuadro 16 Presupuesto Desglose por Actividades**

<b>Código EDT / WBS</b>	<b>Actividad</b>	<b>Monto</b>
1	Permisos	-
2	Obras preliminares	\$30.000,00
3	Caminos	\$894.194,43
4	Obras sitio de presa	\$11.281.343,66
5	Imprevistos	\$730.523,29
-	Contingencia	\$365.266,14
	<b>Total</b>	<b>\$13.301.327,52</b>

#### **4.5. Desarrollar un plan de gestión calidad del proyecto para el establecimiento de estándares que satisfagan los requerimientos del contratante**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido”.

##### **4.5.1. Planificar la gestión de la calidad**

Es el proceso de identificar los requisitos o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará su cumplimiento (PMBOK, 2013).

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- **Análisis Costo – Beneficio:** los principales beneficios de cumplir con los requisitos de calidad incluyen menos trabajo, mayor productividad, costos menores, mayor satisfacción de los interesados y rentabilidad.
- **Costo de la Calidad:** son todos los costos en que se han incurrido durante la vida del producto a través de inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, y del no cumplimiento de los requisitos (re trabajo). Los costos por fallas, también denominados costos por calidad deficiente, se clasifican a menudo en internos (constatados por el equipo de proyecto) y externos (constatados por el cliente).
- **Las siete herramientas básicas de la calidad:** se describen las utilizadas en el proyecto:
  - **Diagrama causa y efecto (diagramas de espina de pescado o Ishikawa):** el enunciado del problema, colocado en la cabeza de la espina del pescado se utiliza como punto de partida para trazar el origen del problema hacia su causa raíz, describiendo el problema como una brecha que se debe cerrar o como un objetivo que se

debe lograr. Para lograr encontrar las causas se debe considerar el problema y preguntarse “por qué” hasta que se llegue a la causa o hasta que se hayan agotado las opciones razonables en cada diagrama.

- Hoja de verificación: hojas de control, se pueden utilizar como lista de comprobación a la hora de recoger datos. Asimismo se utilizan para organizar los hechos de manera que se facilite la recopilación de un conjunto de datos útiles sobre un posible problema de calidad.
- Estudios comparativos: consiste en la comparación de prácticas reales o planificadas del proyecto con las de proyectos comparables para identificar mejores prácticas, generar ideas de mejora y promocionar una base para medir el desempeño.
- Herramientas adicionales: se describen las utilizadas en el proyecto.
  - Tormenta de ideas: se utiliza para generar ideas, como bien dice su nombre.
- Reuniones: los equipos del proyecto realizan reuniones para desarrollar el plan de gestión de la calidad.

Seguidamente se incluye la matriz de control de calidad por utilizar en el proyecto, dicha matriz se realiza con base en los requisitos solicitados por la supervisión de la obra, especificaciones técnicas y de las enseñanzas adquiridas en los distintos proyectos ya realizados por la empresa constructora.

Con base en lo expuesto, el siguiente cuadro detalla los procesos de control y aseguramiento de calidad y la documentación asociada que deja constancia de ellos:

Cuadro 17 Matriz de Control de Calidad

Nº	Proceso	Parámetro de control	Criterio de aprobación	Procedimiento de control	Momento de controlar	Responsable
<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>						
1	Topografía de sitio	Ubicación del sitio	Coincidencia con coordenadas mostradas en planos	Medición topográfica	Antes de emitir recepción del sitio de trabajo	Topógrafo
		Revisión y colocación de basas	Coincidencia con puntos oficiales dados por el inspector	Medición topográfica	Previo al inicio de actividades de trazado	Topógrafo
2	Replanteo de las obras	Ubicación de puntos de control de las obras	Coincidencia de coordenadas de puntos en sitio con coordenadas en planos	Levantamiento o topográfico posterior a señalización de puntos de control y revisión en oficina	Durante y al final de actividades de trazado	Ing. Residente/ Topógrafo
		Señalización de elementos existentes a conservar	Señalización y protección adecuada	Inspección visual	Durante y al final de actividades de trazado	Ing. Residente /Topógrafo
3	Movimiento de tierras - trabajos preliminares	Limpieza y Desmonte	La zona debe estar despejada de basura, escombros, rocas, o residuos de excavación	Inspección visual	Antes de inicio de excavaciones	Ing. Residente
		Corte de capa vegetal	Remoción de la totalidad de la capa vegetal	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
5	Excavación general	Superficies de paredes y fondo	Superficies sin irregularidades, tanto paredes como fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
		Niveles	Coincidencia con planos	Medición topográfica	Antes y durante el proceso de excavación	Topógrafo/ Ing. Residente

		Depósito de material excavado	Se colocará el material sobrante en los lugares designados para tal fin	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de obras
6	Excavación con voladura	Calidad de explosivos	Concordancia con plan de voladura	Revisión de documentación del producto	Antes del proceso de excavación	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
		Niveles	Coincidencia con planos	Medición topográfica	Antes y durante el proceso de excavación	Topógrafo/ Ing. Residente
		Depósito de material excavado	Se colocará el material sobrante en los lugares designados para tal fin	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de obras
		Superficies de paredes y fondo	Superficies sin irregularidades, tanto paredes como fondo deberán estar de acuerdo con las líneas de los planos	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
7	Confección de taludes	Ángulos de taludes	Taludes con la inclinación mostrada en plano, y visiblemente estables.	Medición topográfica e inspección visual	Durante el proceso de excavación	Ingeniero de sitio / Topógrafo
8	Conformación de escombreras	Evacuación de aguas	Presencia de drenajes acorde con diseño	Inspección visual	Durante el proceso de excavación	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
<b>CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS</b>						
9	Caminos	Alineamiento	Coincidencia con planos	Medición topográfica	Antes y durante trazado del camino	Topógrafo
		Origen y tipo del material	Cumplimiento en calidad y tamaño de acuerdo con lo solicitado en planos y especificaciones	Revisión de documentación del producto	Antes del proceso de colocación	Ing. Residente
		Propiedades del	Cumplimiento con	Pruebas de laboratorio	Antes y durante el	Ing. Residente

		material	requerimientos de especificaciones		proceso de colocación	
		Niveles	Coincidencia con solicitud de planos	Medición topográfica	Antes y durante el proceso de construcción	Ing. Residente
		Colocación y compactación	Correcta colocación (capas no mayores a 30 cm) y compactación acorde con requisitos de las especificaciones	Inspección visual y pruebas en campo	Durante el proceso de colocación	Superintendente de Obras
<b>OTROS TRABAJOS</b>						
10	Filtros y drenajes	Granulometría del material filtrante	Cumplimiento con tamaños y distribución	Pruebas en laboratorio	Antes de iniciar labores	Ingeniero de sitio
		Espesores	Cumplimiento con especificaciones	Inspección Visual	Durante ejecución	Superintendente de Obras
		Origen y tipo de material aislante	Cumplimiento en calidad y capacidad según solicitado en planos y especificaciones	Revisión de documentación del producto	Antes del proceso de colocación	Ing. Residente
11	Diques	Alineamiento	Coincidencia con planos	Medición topográfica	Antes y durante trazado del camino	Topógrafo
		Material de cuerpo	Cumplimiento con tamaños y distribución	Pruebas en laboratorio	Antes de iniciar labores	Ingeniero de sitio
		Colocación y compactación	Correcta colocación y compactación acorde con requisitos de las especificaciones	Inspección visual, pruebas en campo y mediciones en sitio	Durante el proceso de excavación	Superintendente de Obras

		Condiciones de equipo y maquinaria	Coincidencia con términos requeridos	Revisión de propuesta ofrecida	Antes y durante el proceso de construcción	Superintendente de Obras/ Ing. Residente
12	Colocación geomembrana	Origen y tipo de material	Cumplimiento con requerimientos de especificaciones	Revisión de documentación y Pruebas de laboratorio	Antes del proceso de colocación	Ing. Residente
		Estado de superficie de colocación	Sin irregularidades, con inclinación adecuada y sin erosión	Inspección visual en sitio	Antes del proceso de colocación	Ing. Residente
		Costuras	Carencia de fugas	Pruebas en sitio	Durante ejecución	Ing. Residente
<b>OBRA CIVIL</b>						
13	Concretos de sello	Nivel absoluto de la guía	La guía debe estar en el nivel indicado en planos, y debe estar correctamente nivelada	Medición con cinta desde referencia topográfica	Antes de colar el sello	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Aprobación del inspector para sello	El inspector debe autorizar la colocación del sello de concreto	Documentación escrita	Antes de colar el sello	Ingeniero de sitio
		Espesor del sello de concreto	El sello de concreto no debe superar los 10 centímetros de espesor	Medición contra guías colocadas	Antes de colar el sello	Ingeniero de sitio
		Resistencia del sello	Debe cumplir la resistencia requerida por especificaciones	Toma de cilindros, para 3 y 28 días.	Al colar el sello	Laboratorio
14	Colocación de armadura	Número de varillas	Número de varillas coincide con el especificado por planos	Inspección visual	Antes de colar concreto	Ingeniero de sitio
		Diámetro de varillas	Diámetro de varillas coincide con el especificado por planos	Inspección visual	Antes de colar concreto	Ingeniero de sitio

		Posición de helados	Helados son del espesor correcto y están en la posición correcta	Inspección visual	Antes de colar concreto	Ingeniero de sitio
		Posición final de la armadura	La armadura no se corrió durante la chorrea de concreto	Inspección visual	Durante la chorrea de concreto, y al concluirla	Maestro de obras
15	Colocación de formaleta	Dimensiones internas	Deben ser iguales a lo especificado por planos	Medición con cinta	Al concluir instalación de formaleta	Ingeniero de sitio y Maestro de obras
		Profundidad de chorrea	La profundidad establecida de la chorrea cumple con lo requerido por planos	Medición con cinta	Al concluir instalación de formaleta	Ingeniero de sitio y Maestro de obras
		Presencia de helados	Helados no se corrieron ni se soltaron durante la instalación de la formaleta	Inspección visual	Al concluir instalación de formaleta	Maestro de obras
		Tamaño de helados	El helado es de un espesor adecuado para dar el recubrimiento requerido a la varilla.	Medición con cinta	Al instalar formaleta	Maestro de obras
		Plomo	La formaleta se encuentra correctamente aplomada	Medición con nivel de burbuja o plomo	Al concluir instalación de formaleta	Maestro de obras
		Apuntalamiento	La formaleta tiene suficientes puntales para mantenerla en su posición	Inspección visual	Antes de colar concreto	Ingeniero de sitio y Maestro de obras
		Alineamiento de páneles	No existen páneles desalineados que vayan a provocar gradas en la superficie final	Inspección visual	Al concluir instalación de formaleta	Maestro de obras
		Desmoldante	Los páneles fueron tratados con	Inspección visual	Previo a la instalación de formaleta	Maestro de obras

			desmoldante			
		Marca de nivel final	El nivel final de chorrea está marcado en la formaleta o existe una referencia a mano para determinarlo	Inspección visual	Antes de colar concreto	Ingeniero de sitio
16	Producción de concreto en planta	Origen de agregados	Los agregados deben provenir de una fuente conocida y autorizada	Documento de proveedor	Mensualmente	Ingeniero de sitio
		Origen y tipo de cemento utilizado	El cemento utilizado debe ser apto para la mezcla que se está preparando	Documento de proveedor	Mensualmente	Ingeniero de sitio
		Origen y tipo de aditivo utilizado	El aditivo utilizado debe ser apto para la mezcla que se está preparando, y debe existir una dosificación establecida	Documento de proveedor	Mensualmente	Ingeniero de sitio
		Diseño de mezcla	Debe existir un diseño de mezcla establecido mediante pruebas de laboratorio para cada resistencia de concreto	Documento de laboratorio	Mensualmente	Ingeniero de sitio
		Aptitud del agua para la mezcla de concreto	El agua por emplear en la mezcla de concreto debe ser química y físicamente apta para este fin	Análisis de laboratorio	Una vez, previo a la instalación de la planta de concreto	Ingeniero de sitio

		Calibración periódica de balanzas y medidores	Las balanzas y medidores de la planta deben ser calibrados periódicamente, para garantizar exactitud en las dosificaciones	Auditoría de documentación de la planta	Aleatoriamente, mínimo una vez cada tres meses	Ingeniero de sitio
		Pruebas periódicas de caracterización y seguimiento de insumos	Deben realizarse las pruebas diarias de humedad y caracterización requeridas para determinar la calidad de los insumos utilizados en planta.	Auditoría de funcionamiento y documentación de la planta	Aleatoriamente, mínimo una vez cada tres meses	Ingeniero de sitio
17	Chorrea de concreto	Aprobación del inspector para colar	El inspector debe autorizar la colada del elemento de concreto	Documentación escrita	Antes de colar el concreto	Ingeniero de sitio
		Tiempo de espera para descarga	El tiempo entre producción del concreto y vaciado no debe ser superior a 2 horas	Verificación contra hora de salida especificada en boleta de producción	Al recibir el concreto en el sitio final de colocación	Maestro de obras
		Revenimiento	Igual al requerido por especificaciones, +/- 1 cm.	Cono de revenimiento (ASTM C143)	Al llegar el camión al sitio de chorrea	Laboratorio
		Nivel final alcanzado	Se llegó hasta el nivel final establecido para la chorrea.	Comparación contra nivel marcado	Al concluir la chorrea	Ingeniero de sitio y Maestro de obras
		Acabado de superficie	La superficie de concreto tiene el acabado requerido por especificaciones	Inspección visual	Al concluir la chorrea	Maestro de obras

		Resistencia a la compresión	Superior o igual a la requerida por especificaciones	Toma de cilindros, para 7, 14 y 28 días.	Durante la chorrea cada 20 m <sup>3</sup> de concreto o una muestra por chorrea	Laboratorio
18	Resane y curado	Aplicación de membrana o agua de cura	Se aplicó la membrana de cura dentro del plazo requerido y según las recomendaciones del fabricante, o en su defecto se curó el elemento durante el periodo requerido.	Inspección visual	Continuamente, durante el periodo de curado	Ingeniero de sitio y maestro de obras
		Lavado de superficie	Debe removerse todo residuo de desmoldante u otras sustancias de la superficie terminada, con agua.	Inspección visual	Máximo 48 horas después de removida la formaleta, previo a la aplicación de membranas de cura.	Maestro de obras
		Presencia y resane de defectos	Todos los defectos y no conformidades documentados y reparados.	Inspección visual	Después de removida la formaleta	Ingeniero de sitio
19	Placas de fundación	Suelo en el desplante	El suelo encontrado debe coincidir con lo esperado, sin bolsas de material extraño	Inspección visual	Previo al inicio de sellado	Ingeniero de sitio
		Nivel de desplante	Los niveles de desplante y superficie superior deben coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta desde referencias topográficas	Previo al inicio de sellado	Ingeniero de sitio / Maestro de obras

		Dimensiones	Largo, ancho, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta	Una vez instalada la formaleta	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Concreto de sello	La superficie debe tener el concreto de sello con el espesor requerido.	Medición con cinta	Previo al inicio de armadura	Maestro de obras
20	Losas de concreto	Dimensiones	Largo, ancho, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta	Al concluir instalación de formaleta	Ingeniero de sitio
		Dovelas	Las dovelas requeridas en la losa deberán estar colocadas	Inspección visual	Previo a la instalación de formaleta	Ingeniero de sitio
		Buques y pasantes	La losa deberá tener previstos los buques y pasantes especificados en planos.	Inspección visual	Previo a la instalación de formaleta	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Niveles	Los niveles de desplante y superficie terminada deben coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta contra guías topográficas	Previo a, y durante chorrea de concreto	Ingeniero de sitio
		Pendientes de la losa	La losa deberá cumplir las pendientes indicadas por planos	Medición con cinta contra guías topográficas	Al concluir instalación de guías	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Nivelación con elementos contiguos	La losa debe estar nivelada con las losas contiguas, sin presentar gradas, quiebres o inclinaciones.	Inspección visual	Durante la chorrea del concreto	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Tratamiento de juntas	Las juntas de expansión deberán tener	Inspección visual	Máximo 24 horas después de	Ingeniero de sitio

			el aserrado y sellos indicados en planos		concluida la chorrea del concreto	
21	Muros de concreto	Dimensiones	Largo, alto, y espesor debe coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta	Al concluir instalación de formaleta	Ingeniero de sitio
		Alineamiento	El muro debe respetar el alineamiento especificado en planos	Medición topográfica	Previo a la instalación de armadura	Ingeniero de sitio
		Niveles	Los niveles de desplante y superficie superior deben coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta desde referencias topográficas	Previo a, y durante la chorrea de concreto	Ingeniero de sitio
		Tamaño de buques	Los buques de puertas y ventanas deben cumplir con el alto y ancho indicado por planos	Medición con cinta	Previo a la instalación de formaleta	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Previstas electromecánicas	Todas las previstas electromecánicas requeridas en el elemento deben estar colocadas	Inspección visual	Previo a la instalación de formaleta	Ingeniero de sitio
		Alineamiento con elementos contiguos	El muro debe estar correctamente alineado con los paños contiguos, y las juntas entre ambos correctamente acabadas	Inspección visual	Al remover la formaleta	Ingeniero de sitio / Maestro de obras
		Tratamiento de juntas	Las juntas de expansión deberán tener el aserrado y sellos indicados en planos	Inspección visual	Máximo 24 horas después de concluida la chorrea del concreto	Ingeniero de sitio

22	Vigas de concreto	Dimensiones	Largo, ancho, y profundidad deben coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta	Una vez instalada la formaleta	Ingeniero de sitio
		Pasantes	Deben estar colocados los pasantes requeridos para elementos electromecánicos u otros	Inspección visual	Previo a la instalación de formaleta	Ingeniero de sitio
		Estabilidad de la formaleta	El fondo de la formaleta debe estar correctamente soportado, y la formaleta debe tener suficiente arriostramiento o lateral.	Inspección visual	Una vez instalada la formaleta	Ingeniero de sitio
		Altura libre	La altura libre de piso a fondo de viga debe coincidir con lo indicado en planos	Medición con cinta	Una vez instalada la formaleta	Ingeniero de sitio

#### **4.6. Elaborar un plan de gestión de los recursos humanos del proyecto para el desarrollo del equipo del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo de proyecto”.

##### **4.6.1. 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 crear un plan para la gestión de personal. El beneficio clave de este proceso es que establece roles y responsabilidades del proyecto, los organigramas del proyecto y el plan para la gestión de personal, el cual incluye el cronograma para las adquisiciones y la liberación del personal PMBOK (PMI, 2013).

Recursos humanos en cualquier proyecto es un área imprescindible, para realizar la planificación de la gestión de los recursos humanos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

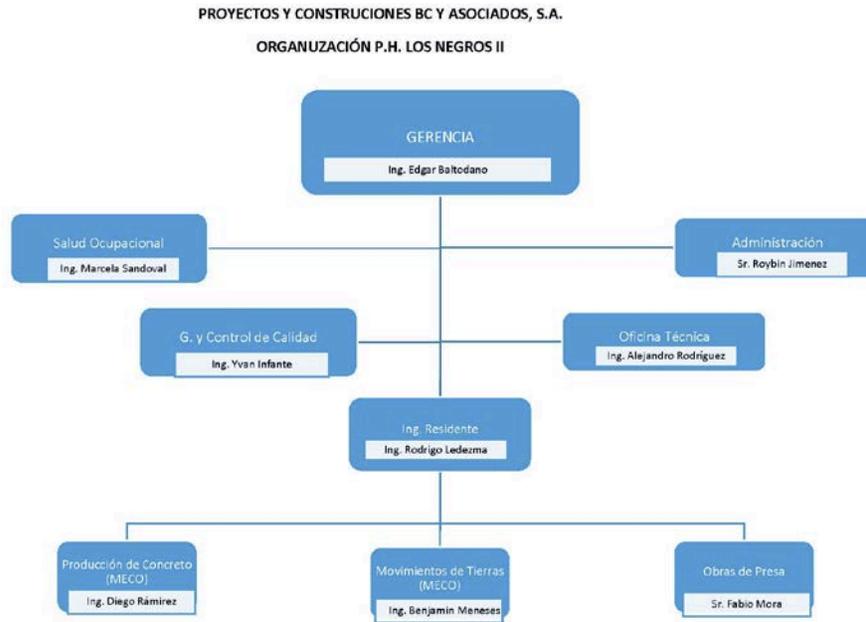
- Organigramas y descripciones del puesto de trabajo: herramienta para documentar los roles y las responsabilidades de los miembros del equipo, en este proyecto se utiliza el formato matricial.
  - Diagrama jerárquico: la estructura tradicional de organigrama puede utilizarse para representar los cargos y relaciones en formato gráfico descendente. La estructura de desglose de recursos (EDR) es una lista jerárquica de los recursos, relacionados por categoría y tipo de recurso, que se utiliza para facilitar la planificación y el control del trabajo.
  - Diagrama matricial: una matriz de responsabilidades (RAM) es una tabla que muestra los recursos del proyecto asignados a cada paquete de trabajo. Un ejemplo de RAM es una matriz RACI que por sus siglas en inglés significa *Responsible* (R), *Accountable* (A),

*Consulted (C), Informed (I)*", (persona responsable de ejecutar la tarea, persona con responsabilidad última sobre la tarea, persona a la que se le consulta sobre la tarea, persona a la que se le debe informar sobre la tarea)

- Creación de relaciones de trabajo: interacción formal e informal con otras personas dentro de la organización.
- Teoría organizacional: suministra información relativa a la manera en que se comportan las personas, equipos y las unidades de la organización.
- Juicio de expertos.
- Reuniones.

En la elaboración de este plan juega un papel muy importante el juicio de experto, y se considera como un supuesto que en la zona donde se desarrolla el proyecto se contará con todos los recursos humanos necesarios para satisfacer las necesidades del proyecto. Este proceso da lugar a la creación del plan de gestión de los recursos humanos, el cual se detalla a continuación:

a) Organigrama del equipo del proyecto



**Figura 7 Organigrama del Proyecto**

**Fuente:** El autor.

#### b) Matriz de roles y responsabilidades

Con la finalidad de cumplir con los objetivos trazados, se establecen los siguientes roles y responsabilidades dentro del Equipo del Proyecto:

- GP = Gerente de Proyecto.
  - Roles: visto bueno de las obras ejecutadas mediante la aprobación de las estimación de facturación.
  - Responsabilidades: la supervisión de los equipos que están trabajando en el proyecto, manteniéndolas en las tareas y fechas previstas.
  
- Admin = Administrador.
  - Roles: velar por las planillas del personal, así como cotizar con los distintos proveedores de la zona o con la oficina de San José para la compra de materiales solicitados para el proyecto.

- Responsabilidades: realizar el pago a los empleados, subcontratistas o cualquier otro trabajo necesario para el proyecto.
- SO = Seguridad Ocupacional.
  - Roles: supervisión y capacitación del personal en el proyecto, respecto a las medidas de seguridad que se deben tener en este tipo de proyectos.
  - Responsabilidad: asegurar que cada una de las personas que ingrese a la zona del proyecto se encuentre a salvo de sufrir lesiones.
- CC = Control de Calidad.
  - Roles: liberación de coladas cuando se finaliza el chequeo topográfico, supervisión de la calidad de los agregados a utilizar en la planta de concreto.
  - Responsabilidad: velar por la calidad de los acabados de los concretos de la obra, chequeo de temperatura, revenimiento y diseños de mezcla.
- OT = Oficina Técnica.
  - Roles: realizar avances de obra cada dos semanas, realizar las estimaciones de las facturaciones de los subcontratistas.
  - Responsabilidad: velar por que en su proyecto se genera la información que refleja la realidad de la obra.
- IR = Ingeniero Residente.
  - Roles: solicitud y aprobación de pedidos de materiales, planificación de las labores de campo y del suministro de materiales (material de relleno, sustituciones, etc.)
  - Responsabilidades: velar por la adecuada ejecución de la obra en concordancia con los planos, con las normas técnicas, con la

planificación estipulada para la ejecución y, en general, con las condiciones acordadas legalmente con el contratante.

- MC = Meco Concretos.
  - Roles: suministro de concreto para las diferentes obras mediante camiones mezcladores para acceder al sitio de la obra, el vaciado se realiza mediante un camión con bomba telescópica.
  - Responsabilidades: cumplir con los parámetros de calidad del concreto según especificaciones técnicas internacionales y de planos, para cada una de las resistencias por utilizar en el proyecto.
  
- MMT = Meco Movimiento de Tierra.
  - Roles: ejecución de las excavaciones, rellenos y conformación de caminos nuevos para el acceso al sitio de proyecto.
  - Responsabilidades: cumplir con especificaciones técnicas y de planos para el correcto acabado de dichas excavaciones y rellenos.
  
- OP = Maestro de Obras sitio de Presa.
  - Roles: manejo de personal de campo, ubicarlos según sus puestos (peón, ayudante y capataz) en los distintos elementos en ejecución.
  - Responsabilidades: cumplir con la ejecución de la obra según planos, apoyándose directamente en el Ingeniero Residente.

**Cuadro 18 Matriz de Roles y Responsabilidades**

Código EDT/WBS	Actividad	GP	Admin	SO	CC	OT	IR	MC	MMT	OP
1	Permisos iniciales									
1.1	Permisos de tala de árboles	R,A,C,I	C	C						
1.2	Orden de inicio	R,A,C,I	C							
2	Obras preliminares									
2.1	Instalaciones provisionales									
2.1.1	Movilización	R	C	C			R			A,C,I

2.1.2	Oficinas, bodegas y taller.		C			C	R			A,C,I
2.1.3	Instalaciones planta de concreto			C		C		R,A,C, I	C	
3	Acondicionamiento del sitio									
3.1	Caminos									
3.1.1	Caminos nuevos de acceso				C	C	R		R,A,C, I	C
3.1.2	Caminos por rehabilitar				C	C	R		R,A,C, I	C
3.1.3	Mantenimiento de caminos				C	C	R		R,A,C, I	C
4	Obras sitio de presa									
4.1	Desvío del río									
4.1.1	Desvío del río 1ª etapa			C		C	R	A		C,I
4.1.2	Desvío del río 2ª etapa			C		C	R	A		C,I
4.2	Movimientos de tierra									
4.2.1	Desmonte y limpieza					C	R		R,A,C, I	C
4.2.2	Excavaciones					C	R		R,A,C	C,I
4.2.3	Preparación general de superficie				C	C	R	R,A,I	C	C
4.2.4	Rellenos									
4.3	Estructura									
4.3.1	Concreto masivo			C	C	C	R	R,A,I	C	C
4.3.2	Concreto estructural			C	C	C	R	R,A,I	C	C
4.3.3	Concreto de piel			C	C	C	R	R,A,I	C	C
4.3.4	Acero de refuerzo			C	C	C	R			R,A,C, I
5	Otras obras									
5.1	Exteriores									
5.1.1	Escalas de nivel			C			R			R,A,C, I
5.1.2	Iluminación de exteriores			C			R			R,A,C, I
R: Responsable de ejecución, A: Responsable último, C: Persona por consultar e I: Persona por Informar										

## c) Plan para la gestión de personal

En el siguiente cuadro se describe cuándo y cómo se van a incorporar los miembros del equipo del proyecto y durante cuánto tiempo se les va a necesitar, asimismo, cómo se cumplirán los requisitos de recursos humanos.

Cuadro 19 Plan para la Gestión del Personal

Plan para la Gestión del Personal						
Nombre del Proyecto:	Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II					
Equipo del Proyecto	Adquisición de Personal	Calendario de Recursos	Liberación del Personal	Necesidades de Capacitación	Reconocimiento y Recompensas	Cumplimiento y Seguridad
Gerente de Proyecto	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborales
Ingeniero Residente	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborales
Ingeniero Seguridad Ocupacional	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborales
Ingeniero de Costos	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborales
Ingeniero Control de Calidad	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborales
Meco Concretos	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones

			próximos proyectos			laborables
Meco Mov de Tierra	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborables
Maestro de Obra Sitio Presa	Propio de la organización	Institucional	Transición gradual a próximos proyectos	Tiene las competencias requeridas	No aplica	Normativa de relaciones laborables

#### **4.7. Elaborar un plan de gestión de las comunicaciones para el manejo adecuado y efectivo entre los interesados del proyecto**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de las Comunicaciones del Proyecto incluye los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sea oportunas y adecuados”.

##### **4.7.1. Planificar la gestión de las comunicaciones**

Es el proceso de desarrollar un enfoque y un plan adecuados para las comunicaciones del proyecto sobre la base de las necesidades y los requisitos de la información de los interesados y de los activos de la organización disponibles PMBOK (PMI, 2013).

Planificar las comunicaciones del proyecto es importante para lograr su éxito final, una mala planificación de las comunicaciones puede dar problemas tales como demoras en entregas de mensajes, comunicación de información a la audiencia equivocada o comunicación insuficiente con los interesados y mala interpretación o comprensión del mensaje transmitido.

En la mayoría de los proyectos, la planificación de las comunicaciones se realiza de forma muy temprana, por ejemplo, durante el desarrollo del plan para la dirección de proyecto. Esto permite la asignación de los recursos adecuados, tales como tiempo y presupuesto, a las actividades de comunicación. Una comunicación eficaz significa que la información se suministra en el formato adecuado, en el momento preciso, a la audiencia correcta y con el impacto deseado. Una comunicación eficiente implica proporcionar exclusivamente la información necesaria.

Si bien todos los proyectos tienen la necesidad de comunicar información sobre el mismo proyecto, las necesidades de información y los métodos de distribución pueden variar ampliamente. Además, durante este proceso se han de tener en

cuenta y documentar adecuadamente los métodos de almacenamiento, recuperación y disposición final de la información. A continuación se nombran las consideraciones importantes que se deben tener en cuenta:

- Quién necesita la información;
- Cuándo van a necesitar la información;
- En qué formato se debe almacenar; y
- Cómo se puede recuperar la información.

Para realizar este proceso se tiene que tomar en cuenta la siguiente información y tomar como entradas en el proceso de construcción del plan de comunicaciones:

- Plan para la dirección de proyectos.
- Registro de interesados.
- Factores ambientales de la empresa.
- Activos de los procesos de la organización.

Para este proceso se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Análisis de requisitos de comunicación: se considera la cantidad de canales o vías de comunicación potenciales como un indicador de la complejidad de las comunicaciones del proyecto, dicho indicador es igual a  $[n(n-1)]/2$ , donde n representa el número de interesados. Realizando el cálculo para el proyecto se obtienen los siguientes resultados:  
Número total de canales de comunicación =  $[12(12-1)]/2 = 66$
- Tecnología de la comunicación: los métodos de comunicación entre los interesados pueden variar considerablemente en el proyecto, basándose en la necesidad de la información, disponibilidad de la tecnología, facilidad de uso, entorno del proyecto y confidencialidad de la información, se seleccionan las siguientes tecnologías de información para el proyecto:

Telefonía fija y móvil, correo electrónico y comunicaciones escritas mediante oficios con copias a los interesados en el asunto por discutir.

- Modelos de comunicación: para facilitar las comunicaciones y el intercambio de la información pueden variar de un proyecto a otro y también entre las diferentes etapas de uno, por lo tanto para el proyecto se escoge un modelo de comunicación básico, como se muestra a continuación:

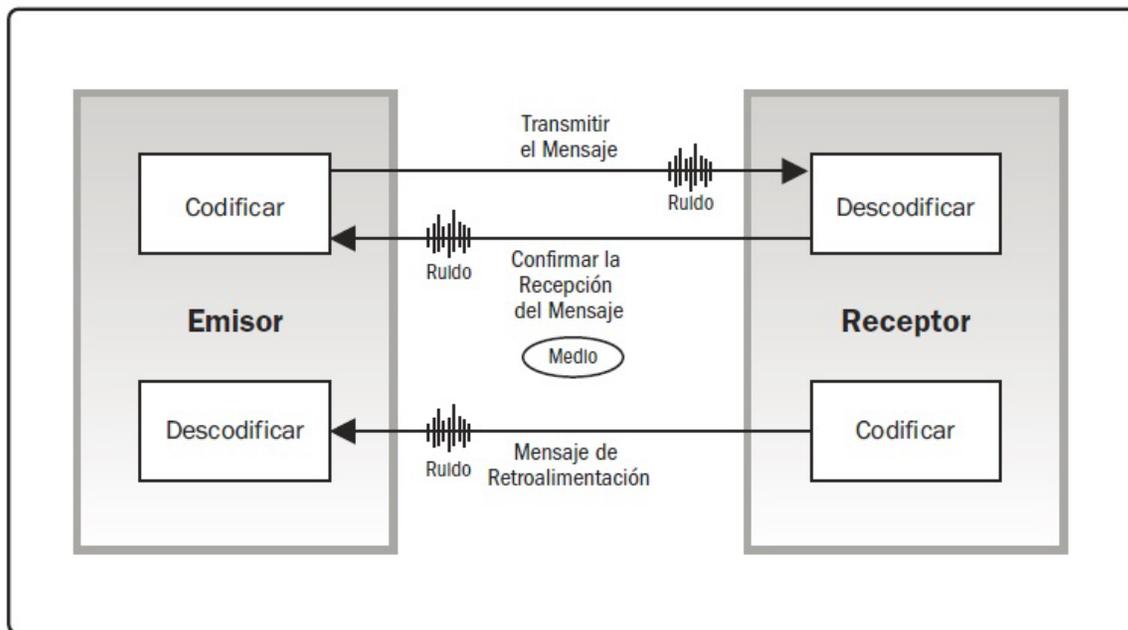


Figura 8 Modelo Básico de Comunicaciones

Fuente: Guía PMBoK, 2013.

- Métodos de comunicación: se emplean para compartir la información entre los interesados del proyecto, en este proyecto se utilizan los siguientes:
  - Comunicación interactiva: Entre dos o más partes que realizan un intercambio de información de tipo multidireccional, esto asegura una comprensión común entre todos los participantes, incluye reuniones (a celebrar una cada 2 semanas), llamadas telefónicas y videoconferencia.
  - Comunicación de tipo *push* (empujar): enviada a receptores específicos que necesitan recibir la información, con esto se asegura

la distribución de la información, este método incluye cartas, memorandos, informes, correos electrónicos, faxes, etc.

- Reuniones

Dentro del plan de comunicaciones se describe la forma en que se planificarán, estructurarán y controlarán las comunicaciones del proyecto, a continuación se detalla dicho plan de comunicaciones:

- Los requisitos de comunicación de los interesados,
- La información que debe ser comunicada: informes (avance del proyecto por elemento, curva S, tareas críticas, retrasos, tareas ejecutadas, tareas por ejecutar, tareas completadas al 100%, cronograma de coladas, registro fotográfico, control de calidad y reporte de seguridad ocupacional).
- El plazo y la frecuencia para la distribución de la información requerida y para la recepción de la confirmación o respuesta si corresponde: semanal/mensual y quincenal.
- La persona responsable de autorizar la divulgación de información: el equipo del proyecto.
- La persona o los grupos que recibirán la información: los interesados del proyecto.
- No se encuentran restricciones en lo que respecta a la comunicación del proyecto.

En el siguiente cuadro se describe la matriz de comunicaciones definida para el proyecto:

Cuadro 20 Matriz de Comunicaciones

ID	Actividad	Frecuencia de Informe	Medio	Emisor	Receptor	Confirmación o Respuesta
1	Avance del proyecto	M,B	I	OT	GP, SO, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
2	Curva S	B	I, G	OT	GP, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
3	Retrasos	M	M	OT	GP, SO, CC, IR, AD	Semanal (5 días hábiles)
4	Tareas ejecutadas	B	I	OT	GP, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
5	Cronograma de coladas	B	I	OT	GP, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
6	Registro fotográfico	M	I	OT	GP, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
7	Control de calidad	M	I, G	OT	GP, SO, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)
8	Seguridad ocupacional	M	I	OT	GP, SO, CC, IR	Semanal (5 días hábiles)

Interesados: GP: Gerente Proyecto, AD: Administración, SO: Seguridad Ocupacional, CC: Control de Calidad, OT: Oficina Técnica, IR: Ingeniero Residente, MC: Meco Concretos, MM: Meco Movimiento de Tierra. Frecuencia: M: mensual, S: semanal, Q: quincenal, E: eventual, B: bisemanal. Medio: I: informe, M: minuta, E: e-mail, R: reunión, G: gráfico, P: planilla. Responsabilidad: D: destinatario, E: emisor, A: autoriza, S: soporte, V: valida.

#### 4.8. Elaborar un plan de gestión de los riesgos del proyecto para su identificación y control

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Riesgos del Proyecto incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto”.

##### 4.8.1. Planificar la gestión de los riesgos

Es el proceso de definir cómo realizar las actividades de gestión de riesgo de un proyecto (PMBOK, 2013).

Para planificar los riesgos del proyecto se realizó una estructura de desglose de riesgos (RBS, por sus siglas en inglés), donde se presentan los principales riesgos.

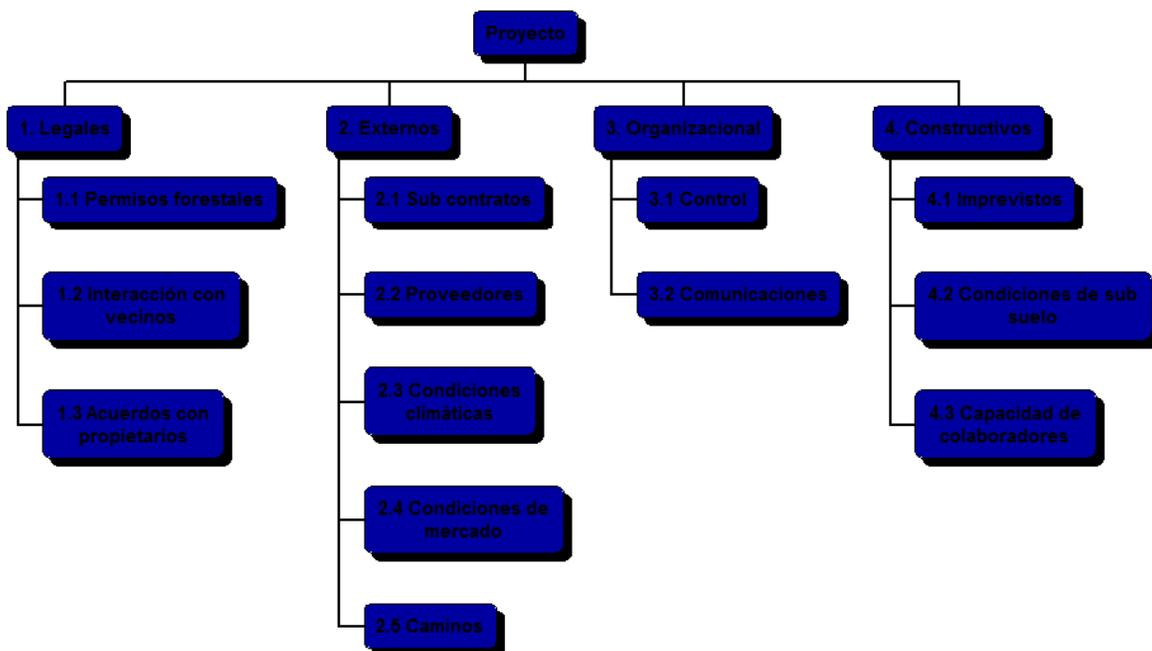


Figura 9 Estructura de Desglose de Riesgos

Fuente: El autor.

Con base en la siguiente estructura de desglose de riesgos se pueden dar a conocer cuatro principales riesgos que afectan el proyecto: los riesgos legales, los riesgos externos, los riesgos organizacionales y los riesgos constructivos.

**Cuadro 21 Riesgos Identificados Descripción**

<b>Riesgos Identificados</b>	<b>Descripciones</b>	<b>Efectos</b>
Legales	Aspectos legales como permisos constructivos, ambientales.	No cumplimiento del cronograma y presupuesto.
Externos	Ajenos a la organización pero los conforman parte de los interesados.	No cumplimiento del cronograma y presupuesto. Inconvenientes con los insumos utilizados en la obra. Condiciones climáticas desfavorables.
Organizacionales	Todo lo que conveniente a la forma en la que actualmente se desarrollan los proyectos en la organización.	La forma actual en la que se realizan las obras puede mejorar y no es eficiente para la organización.
Constructivas	Problemas que ocurren conforme se avanza en el proyecto, siempre se cuenta con un grado de incertidumbre, especialmente en el suelo donde se construyen los elementos.	Retrasos en el cronograma y presupuesto.

#### **4.8.2. Identificar los riesgos**

Es el proceso de determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características PMBOK (PMI, 2013).

Para la identificación de los riesgos que pueden afectar al proyecto se incluyen; el director del proyecto, los miembros del equipo del proyecto (ingeniero de proyecto, ingeniero de calidad, ingeniero de costos, ingeniero de seguridad ocupacional e ingeniero de campo), clientes, expertos en la materia (gerentes de constructora), interesados y expertos en gestión de riesgos.

Identificar los riesgos es un proceso iterativo debido a que pueden evolucionar o se pueden descubrir nuevos riesgos conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.

Para la identificación de riesgos se aplican las siguientes herramientas y técnicas:

- Revisiones de documentación.
- Técnica de recopilación de información: tormenta de ideas, entrevistas y análisis de causa raíz.
- Técnicas de diagramación: diagramas causa y efecto.
- Juicio de expertos.

La preparación del registro de riesgos comienza con la lista de riesgos identificados quedando a disposición de otros procesos de la gestión de riesgos, para lo cual se requiere:

- Describir los riesgos identificados con un nivel de detalle razonable.
- Utilizar una estructura para describir los riesgos mediante enunciados de riesgo.

Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para la correcta identificación de los riesgos que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

A continuación se detalla la lista de riesgos identificados y su registro, estos se seleccionaron de una lista preliminar de riesgos obtenida de las lecciones aprendidas de otros proyectos similares.

**Cuadro 22 Riesgos Identificados y Registro**

<b>Código</b>	<b>Riesgo</b>
RL-001	Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.
RL-002	Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.
RE-001	Si los subcontratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.
RE-002	Si las condiciones climáticas no son favorables o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.
RE-003	Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.

RO-001	Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto.
RO-002	Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.
RC-001	Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.
RC-002	Si las condiciones del subsuelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del subsuelo, lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.
RC-003	Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.
RC-004	Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.
RC-005	Participar en los procesos de adquisiciones de los bienes que formarán parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) que pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.

#### 4.8.3. Realizar el análisis cualitativo de riesgos

Es el proceso de priorizar riesgos para análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos PMBOK (PMI, 2013).

En esta sección se presenta el análisis cualitativo de riesgos. El primer elemento por analizar es la probabilidad, esta escala va desde 0.0 a 1.0, donde 0.0 es una probabilidad nula de que el riesgo se dé, mientras que 1.0 es una probabilidad de ocurrencia de 100%.

El segundo elemento por analizar es el impacto. La escala del impacto refleja la importancia del efecto del riesgo sobre los objetivos del proyecto. Esta escala va de 0.0 a 1.0, donde 0.0 significa que el riesgo no tiene impacto en ningún objetivo del proyecto y 1.0 significa que la ocurrencia de dicho riesgo puede causar que al menos un objetivo no sea alcanzable de ninguna manera.

Cuadro 23 Evaluación del Impacto de Riesgo

Evaluación del impacto de un riesgo en los objetivos principales del proyecto					
Objetivos del proyecto	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy Alto 0.8
Costo	Insignificante incremento del costo	Incremento del costo <5%	Incremento del costo entre el 5-10%	Incremento del costo entre el 10-20%	Incremento del costo >20%
Calendario	Insignificante variación del calendario	Variación del calendario <5%	Desviación general del Proyecto 5-10%	Desviación general del Proyecto 10-20%	Desviación general del Proyecto >20%
Alcance	Reducción del alcance apenas perceptible	Áreas menores del alcance son afectadas	Áreas mayores del alcance son afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible
Calidad	Degradación de la calidad apenas perceptible	Solo aplicaciones muy específicas son afectadas	La reducción de la calidad demanda la aprobación del cliente	Reducción de la calidad inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es inservible

El producto del valor de la probabilidad por el impacto genera el valor Pxl, este valor será utilizado para priorizar los riesgos en bajos, moderados o altos.

Cuadro 24 Matriz de Probabilidad e Impacto

Matriz Probabilidad X Impacto					
Marcador de riesgo para un riesgo específico					
Impacto / Probabilidad	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,1	0,2	0,4
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08

Los riesgos en verde (riesgos bajos) son aquellos cuyo valor Pxl no supera el valor de 0.04. Aquellos riesgos cuyo valor Pxl está entre 0.05 y 0.15 están marcados en amarillo (riesgos moderados) y los que tienen un valor de 0.15 o superior, se muestran en rojo (riesgos altos).

Esta ponderación permite saber cuáles son los riesgos a los que se les debe prestar mayor atención. De acuerdo con el juicio experto, se listan a continuación los riesgos priorizados de acuerdo con el valor Pxl de cada uno.

**Cuadro 25 Riesgos Priorizados**

Código	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Pxl
RE-002	Si las condiciones climáticas no son favorables y/o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.	0,9	0,8	0,72
RC-004	Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.	0,7	0,8	0,56
RC-005	Si los procesos de adquisiciones de los bienes que formaran parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) no son correctamente contralados pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.	0,5	0,8	0,4
RL-001	Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.	0,7	0,4	0,28
RC-001	Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.	0,7	0,4	0,28
RC-002	Si las condiciones del sub suelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del sub suelo lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.	0,7	0,4	0,28
RE-003	Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.	0,7	0,2	0,14
RE-001	Si los sub contratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.	0,5	0,2	0,1
RC-003	Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.	0,5	0,2	0,1
RL-002	Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.	0,3	0,2	0,06

RO-001	Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto.	0,3	0,09	0,03
RO-002	Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.	0,3	0,09	0,03

#### 4.8.4. Realizar el análisis cuantitativo de riesgos

Es el proceso de analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales PMBOK (PMI, 2013).

Para realizar el análisis cuantitativo de riesgos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

- Técnicas de recopilación y representación de datos.
  - Entrevistas.
  - Distribuciones de probabilidad.
- Técnicas de análisis cuantitativo de riesgo y de modelado.
  - Análisis de sensibilidad.
  - Análisis del valor monetario esperado
  - Modelo y simulación.
- Juicio de expertos.

Debido a la naturaleza del proyecto y por el tipo de contrato (suma alzada), este apartado no se desarrolla en su totalidad, en su lugar simplemente se nombran las técnicas y herramientas por utilizar para realizar dicho análisis.

#### 4.8.5. Planificar la respuesta a los riesgos

Es el proceso de desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para realizar la respuesta de riesgos se utilizan las siguientes herramientas y técnicas:

- Estrategias para riesgos negativos o amenazas: son cuatro estrategias que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto.
  - Evitar: eliminar la amenaza para proteger el proyecto.
  - Transferir: trasladar la amenaza a un tercero.
  - Mitigar: se actúa para reducir la probabilidad y/o el impacto de un riesgo adverso.
  - Aceptar: se reconoce el riesgo y no se toma ninguna medida a menos de que el riesgo se materialice.
- Estrategias para riesgos positivos o posibilidades: tres de las cuatro respuestas se sugieren para tratar riesgos con impactos potencialmente positivos sobre el proyecto.
  - Explotar.
  - Mejorar.
  - Compartir.
  - Aceptar.

A continuación se adjunta matriz de riesgos, donde se presenta su valoración y plan de acción:

Cuadro 26 Matriz de Riesgos

Código	Causa	Descripción del riesgo	Referencia	WBS	Criterio	Probabilidad	Impacto	Rango	Estrategia	Acciones Preventivas	Respal dos	Plan para Contingencias	Reser vas			Disparador	Responsable	Probabilidad Post-Plan	Impacto Post Plan	Rango Post-Plan	
RE-002	Condiciones climáticas	Si las condiciones climáticas no son favorables y/o previstas puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.	Fecha de proyecto incluye dos épocas lluviosas	4.1	Calendario	0,9	0,8	0,72	Aceptar	No hay						Pronóstico del tiempo	N/A	0,9	0,8	0,72	
RC-004	Condiciones climáticas	Si las condiciones climáticas son desfavorables (temperatura), afecta directamente en la calidad del producto (concreto) y puede generar alteraciones en la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.	Fecha de proyecto incluye dos épocas lluviosas	4.3	Calidad	0,7	0,4	0,28	Mitigar	Enfriamiento de agregados		Destinar 1% del contrato para demoliciones				Pronóstico del tiempo / Todos para cubrir las coladas	Equipo de Proyecto	0,5	0,4	0,20	
RC-005	Adquisición	Si los procesos de adquisiciones de los bienes que formaran parte de las obras (materiales, equipo electromecánico) no son correctamente contratados pueden afectar la calidad del proyecto y satisfacción del cliente.	Variedad de proveedores	5.1	Calidad	0,5	0,4	0,20	Mitigar	Solicitar pruebas de calidad en las adquisiciones					Solicitudes de calidad de los productos	Equipo de Proyecto	0,3	0,4	0,12		
RL-001	Permisos forestales	Si los permisos forestales no se dan a tiempo puede retrasar las obras y el cronograma del proyecto.	Planificación	1	Calendario	0,7	0,4	0,28	Transferir	Contrato exige permisos otorgados						Atrasos en cronograma	Director de Proyecto	0,3	0,4	0,12	
RC-001	Riesgos constructivos	Si se presentan una cantidad importante de imprevistos incrementa el costo del proyecto por lo que afecta el presupuesto del mismo.	Imprevistos	4.2 , 4.4	Costo	0,7	0,4	0,28	Mitigar	Planificación adecuada, reservar un monto fijo para imprevistos		Destinar 1% del contrato para imprevistos.	1	%	\$	121755,38	Equipo de Proyecto	0,7	0,2	0,14	
RC-002	Riesgos constructivos	Si las condiciones del sub suelo no son las idóneas se tendrá que realizar una sustitución del sub suelo lo que incrementa el presupuesto y perjudica el alcance del proyecto.	Imprevistos	4.2 , 4.4	Costo	0,7	0,4	0,28	Mitigar	Planificación adecuada, valorar una sustitución más económica		Destinar 2% del contrato para sustituciones	2	%	\$	245510,76	Atrasos en cronograma	Equipo de Proyecto	0,7	0,2	0,14
RE-003	Caminos no adecuados	Si los caminos no son los adecuados para la llegada de los insumos al proyecto puede afectar el presupuesto y cronograma del proyecto.	Planificación	3.1	Calendario	0,7	0,2	0,14	Mitigar	Planificación adecuada, depende de los permisos. Valorar tomar caminos secundarios						Atrasos en cronograma	Equipo de Proyecto	0,5	0,2	0,10	
RE-001	Control de sub contratos	Si los sub contratos no se manejan adecuadamente puede afectar el presupuesto del proyecto.	Planificación	4.2 , 4.4	Costo	0,5	0,2	0,10	Mitigar	Planificación adecuada.							Equipo de Proyecto	0,1	0,2	0,02	
RC-003	Riesgo constructivo	Si los colaboradores no poseen el nivel esperado de destrezas pueden generar retrasos en el cronograma y la calidad del proyecto.	N/A	4.2 , 4.4	Costo	0,5	0,2	0,10	Mitigar	Capacitar al personal.						Atrasos en cronograma	Equipo de Proyecto	0,1	0,2	0,02	
RL-002	Dialogo con vecinos	Si las interacciones con los vecinos no son eficientes puede afectar el presupuesto del proyecto.	Planificación	1	Calendario	0,5	0,2	0,10	Aceptar	Reuniones de conciliación						Atrasos en cronograma	Director de Proyecto	0,3	0,2	0,06	
RO-001	Comunicaciones	Si la comunicación no es la adecuada puede generar incrementos en el presupuesto del proyecto.	Planificación	4.2 , 4.4	Calendario	0,3	0,09	0,03	Mitigar	Planificación adecuada, mantener comunicación constante con equipo de proyecto.							Equipo de Proyecto	0,3	0,05	0,02	
RO-002	Control de presupuesto	Si el control del presupuesto no es el adecuado puede encarecer el proyecto.	Planificación	4.2 , 4.4	Costo	0,3	0,09	0,03	Mitigar	Planificación adecuada.							Equipo de Proyecto	0,3	0,05	0,02	
<b>Riesgo General del Proyecto</b>								<b>0,05</b>	<b>Total de Reservas para Contingencias</b>				<b>3</b>	<b>%</b>	<b>\$</b>	<b>367.266,14</b>	<b>Riesgo General del Proyecto Post-Plan</b>				
																				<b>Bajo</b>	<b>0,02</b>

#### **4.9. Desarrollar un plan de gestión de las adquisiciones del proyecto para el control y ejecución de los contratos**

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de las Adquisiciones del Proyecto incluye los procesos necesarios para compartir o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto”.

##### **4.9.1. Planificar la gestión de las adquisiciones**

Es el proceso de documentar las decisiones de adquisiciones del proyecto, especificar el enfoque e identificar los proveedores potenciales PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las siguientes técnicas y herramientas:

- Análisis de hacer o comprar:
  - De la utilización de esta técnica se determina que las actividades de la producción de concreto, los movimientos de tierra y el laboratorio de control de calidad serán adquiridas de fuentes externas.
- Juicio de expertos.
- Investigación de mercado:
  - Lista de empresas (dedicadas a labores de construcción, movimientos de tierra, laboratorio de calidad) que se encuentren inscritas en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA), dentro de todos los derechos de ley para el ejercicio profesional.
  - Registro de proveedores de materiales para la construcción que deseen participar en la ejecución del proyecto.
- Reuniones.

Para alcanzar los objetivos del proyecto se requiere suplir las siguientes necesidades:

Cuadro 27 Necesidades del Proyecto

Bien o Servicio	Justificación	Momento en que se necesita
Planta de concreto	Necesario poseer una planta de concreto en el sitio para las coladas masivas por realizar en el sitio de obras de derivación.	Durante toda la obra civil del proyecto.
Movimiento de tierra	Necesario poseer la maquinaria adecuada (pesada) para realizar los movimientos de tierra correspondientes a la ejecución de la obra civil.	Durante la operación normal de construcción del sitio de obras de derivación, dicho servicio incluye los rellenos del sitio por lo que se necesita durante toda la ejecución.
Acero	Necesario para armar los refuerzos estructurales de los distintos elementos.	Durante toda la ejecución de la obra civil.
Materiales de construcción	Materiales “menores” como lo son barandas prefabricadas, formaletas, etc.	Durante la ejecución de la obra civil del sitio de obras de derivación.
Maquinaria varia	Necesario para labores que no se encuentren dentro del alcance de los movimientos de tierra, se les puede llamar “obras menores”.	Durante la ejecución de la obra civil del sitio de obras de derivación.

Las adquisiciones de los bienes o servicios arriba listados pueden ser autorizadas por el gerente del proyecto.

Por la naturaleza de los bienes y servicios requeridos, se ha determinado que es mejor adquirirlos por entes externos, porque la empresa no posee las cantidades necesarias de maquinaria y en el caso de la planta de concreto no se cuenta con los camiones mezcladores necesarios.

Adicionalmente, la empresa también reconoce que existen en el mercado, empresas proveedoras que desarrollan productos o servicios de calidad, con las cuales puede trabajar.

De acuerdo con la lista de bienes y servicios por adquirir, se definió el siguiente plan de compras, todas las compras se realizarán mediante órdenes de compra,

mientras que las adquisiciones de los subcontratos serán por medio de licitación que se otorgue.

**Cuadro 28 Plan de Adquisiciones**

	<b>Planta de concreto</b>	<b>Movimiento de Tierra</b>	<b>Acero</b>	<b>Materiales de construcción</b>	<b>Maquinaria varia</b>
Características	Planta de concreto dosificadora con capacidad de carga de 32m <sup>3</sup> x hora, aportará el cemento, los agregados y los aditivos necesarios para la producción en las condiciones solicitadas.	Contar con la maquinaria necesaria para ejecutar labores en los tiempos estimados en el proyecto.	Acero que cumpla con requisitos de calidad según se especificaciones técnicas explícitas en los planos.	Materiales como madera para elaborar formaleta hechiza.	Maquinaria varia para ejecutar labores que no se contemplen dentro del alcance de los "movimientos de tierra".
	Se prevé una cantidad mínima de 3 camiones mezcladores para las coladas.	Presentar pruebas de compactación en el tema de rellenos según lo estipulado en el contrato.	Suministrar el acero según pedido con un tiempo de respuesta de dos días.	Tubo redondo para elaborar barandas prefabricadas.	Acarreo de material para rellenos y obras de protección.
	El costo del bombeo es de \$20 x metro cúbico.			Repuestos varios para las distintas máquinas "menores".	
				Sacos de cemento.	
Cantidad	1 planta con tres camiones mezcladores.	Unidades necesarias para cumplir cronograma.	1233.85 ton	Según se necesite	Contrato precio fijo cerrado FFP
Posibles proveedores	Meco Concreto.	Meco Proyecto.	Abonos Agro.	Almacén El Colono Construcciones.	Transportes Zamora.
	Holcim.	Pedregal.	Arcelor.	Deposito El Guafor.	Farol de Bronce.
	Cemex.	Hermanos Brenes.	Aceros Carazo.		

Necesidad	Necesario para la ejecución del proyecto.	Necesario para el inicio de labores de la obra civil.	Necesario para colocar el refuerzo estructural de los elementos.	Necesario para la ejecución de la construcción de la obra civil.	Necesario para cumplir con el cronograma del proyecto.
Limitaciones	Costo Total no debe exceder los \$300.500.000.	Costo Total no debe exceder los \$400.000.	Costo Total no debe exceder los \$200.000.000.	Costo Total no debe exceder los \$400.000.	Costo Total no debe exceder los \$100.000.
Inicio de compra	Durante la actividad adquisición de necesidades.	Durante la actividad adquisición de necesidades.	Durante la actividad adquisición de necesidades.	Durante la actividad adquisición de necesidades.	Durante la actividad adquisición de necesidades.
Costo aproximado	\$300.500.000.	\$400.000.	\$200.000.000.	\$400.000.	\$90.000 (depende las obras por realizar)

En el siguiente cuadro se detallan los criterios de selección que se deben utilizar para la selección de los proveedores. Esto permitirá seleccionar al proveedor idóneo, ponderando sus condiciones, las de su oferta y el precio.

Esta selección no solamente se utilizará para las adquisiciones que se deben llevar a cabo durante la ejecución del proyecto, sino también para seleccionar los proveedores que brindarán en el futuro productos y servicios requeridos para la ejecución de la estrategia.

**Cuadro 29 Criterios de Selección**

Calidad del Producto o Servicio	Costo	Garantía Producto/ Respaldo Servicio	Responsabilidad Social	Entrega a tiempo	Facilidad de pago/ Negociación	Total
25%	20%	20%	15%	10%	10%	100%

Todo proveedor será evaluado en una escala de 1 a 100 de acuerdo con los criterios ya definidos. Cada criterio tiene asociado un porcentaje de importancia designado por la empresa como prioritario según la estrategia de negocios ya definida. Para poder elegir un proveedor sobre otro es necesario contar con tres

cotizaciones mínimo, de tres diferentes proveedores. De no contar con el mínimo de tres cotizaciones, el director del proyecto o el gerente del negocio podrá elegir proveedor sin tomar en cuenta el criterio de cantidad de cotizaciones recibidas, pero siempre basadas en un porcentaje mínimo de ponderación del proveedor de un 85%.

El enunciado del trabajo del proyecto es una descripción narrativa de los productos o servicios que debe entregar el proyecto, basado en las necesidades de la empresa o en los requisitos del producto o servicio.

Se detalla el enunciado de trabajo para los productos que se requiere adquirir.

**Cuadro 30 Enunciado de Trabajo del Proyecto**

<b>Producto / Servicio</b>	<b>Características o Atributos-Criterios de Éxito</b>	<b>Restricciones</b>
Planta de concreto	Planta de concreto dosificadora con capacidad de carga de 32m <sup>3</sup> x hora, aportará el cemento, los agregados y los aditivos necesarios para la producción en las condiciones solicitadas.	Precio no mayor a \$300.500.000
	Se prevé una cantidad mínima de tres camiones mezcladores para las coladas.	
	El costo del bombeo es de \$20 x metro cúbico.	
Movimiento de tierra	Contar con la maquinaria necesaria para ejecutar labores en los tiempos estimados en el proyecto.	Precio no mayor a \$400.000.
	Presentar pruebas de compactación en el tema de rellenos según lo estipulado en el contrato.	
Acero	Acero que cumpla con requisitos de calidad según se especificaciones técnicas explícitas en los planos.	Precio no mayor a \$200.000.000
	Suministrar el acero según pedido con un tiempo de respuesta de 2 días.	
Materiales de construcción	Materiales como madera para elaborar formaleta hechiza.	Precio no mayor a \$400.000. en gastos durante el plazo del proyecto
	Tubo redondo para elaborar barandas prefabricadas.	

	Repuestos varios para las distintas máquinas "menores".	
	Sacos de cemento.	
Maquinaria varia	Maquinaria varia para ejecutar labores que no se contemplen dentro del alcance de los "movimientos de tierra".	Precio no mayor a \$100.000 en gastos durante el plazo del proyecto
	Acarreo de material para rellenos y obras de protección.	

#### 4.10. Elaborar un plan de gestión de los interesados del proyecto para la identificación y el aseguramiento de la participación en el proyecto

Según el PMBOK (PMI, 2013), “La Gestión de los Interesados del Proyecto incluye los procesos necesarios para identificar a las personas u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto”.

##### 4.10.1. Identificar a los interesados

Es el proceso de identificar a las personas, grupos u organizaciones que podrían afectar o ser afectados por una decisión, actividad o resultado del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas de análisis de interesados (modelos de clasificación de matrices poder/interés, poder/influencia e influencia/impacto), juicio de expertos, reuniones.

Un análisis de involucrados puede ayudar a evaluar el ambiente del proyecto. Permite evaluar y comprender las características e intereses de quienes apoyan o se oponen al proyecto, antes de comenzar su implementación.

Participan colaboradores como el ingeniero residente y el gerente de construcción de la empresa, quienes aportan su experiencia en el tema para la identificación de interesados que se pueden presentar en este tipo de proyectos.

**Cuadro 31 Identificación de Interesados Expectativas y Requerimientos**

ID	Involucrado	Área funcional	Expectativas	Requerimientos	Poder (1-5)	Interés (1-5)
1	Gerente de ESPH	Patrocinador	Concluir el proyecto en el plazo y costo establecido.	1- Plazo del proyecto es de 24 meses. 2- Reducir los costos y tiempos de entrega.	5	5
2	Gerente de Consorcio Ghella-BC y	Administrativo	Concluir el proyecto en el plazo, calidad y	1- Plazo del proyecto es de 24 meses.	5	5

	Asociados		costo establecido.	2- Reducir los costos y tiempos de entrega.		
3	Gerente de Proyecto	Gerencia	Concluir el proyecto en el plazo, calidad y costo establecido.	1- Contar con los recursos necesarios para ejecutar el proyecto. 2- Velar por la correcta ejecución y el nivel de calidad de los entregables. 3- Tener apoyo y aprobación del consorcio para implementar técnicas o métodos constructivos adecuados.	4	5
4	Subcontratistas	Externa/Producción	Cumplir con especificaciones técnicas y volúmenes de producción en tiempo y costo.	1- Contar con lo necesario para cumplir con producción (agua, luz, caminos). 2- Que todo entregable cumpla con los estándares de calidad que rigen el proyecto.	3	4
5	Gobierno local	Externa	Velar el correcto funcionamiento del proyecto. Que cuente con los permisos respectivos.	1- Que el proyecto cumpla con los requisitos de ley para su ejecución. 2- Encontrarse al día con sus obligaciones empresariales.	3	2
6	Propietario de terrenos	Externa	Recibir la remuneración justa por la venta de los terrenos del proyecto.	1- Contar con la resolución de compra del terreno.	3	5
7	Vecinos	Externa	No verse perjudicados y lograr algún tipo de beneficio para ellos.	1- Recibir el trato correcto por verse afectados por el proyecto.		
8	Proveedores	Externa/Producción	Cumplir con la demanda del proyecto.	1- Contar con las pagas de los suministros al día.	2	4

El “poder” se refiere al poder o fuerza que tiene el involucrado para influir sobre el proyecto, si así lo quisiera. Ese poder depende de la jerarquía del grupo al que pertenece, de los recursos que maneja o de la posición de una persona, mientras que el “interés” se refiere a cómo se estima que utilizará su “poder” el involucrado en relación con el proyecto. Es el grado de interés que el actor específico tiene en el proyecto.

Los valores asignados se detallan a continuación:

- 1: Muy bajo.
- 2: Bajo.
- 3: Medio
- 4: Alto
- 5: Muy alto.

#### **4.10.2. Planificar la gestión de los interesados**

Es el proceso de desarrollar estrategias de gestión adecuadas para lograr la participación eficaz de los interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto PMBOK (PMI, 2013).

Para este proceso se aplican las herramientas y técnicas que se detallan a continuación:

- Juicio de expertos.
- Reuniones.
- Técnicas Analíticas: nivel de participación de todos los interesados, se debe comparar con los niveles de participación planificados requeridos para concluir el proyecto.
  - Desconocedor: desconocedor del proyecto y de sus impactos potenciales.
  - Reticente: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y reticente al cambio.
  - Neutral: conocedor del proyecto, aunque ni lo apoya ni es reticente.

- Partidario: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y apoya el cambio.
- Líder: conocedor del proyecto y de sus impactos potenciales, y activamente involucrado en asegurar el éxito.

Esto se logra documentar mediante la matriz de participación de los interesados, donde “C” indica la participación actual y “D” indica la participación deseada.

A través de este proceso analítico se pueden identificar las brechas entre los niveles de participación actual y deseada. El equipo de proyecto puede identificar las acciones y las comunicaciones necesarias para cerrar estas brechas a juicio de expertos.

Con la siguiente matriz se pretende mostrar el nivel de compromiso de cada uno de los interesados identificados en el proyecto.

A continuación se muestra una matriz de evaluación de la participación de los interesados:

**Cuadro 32 Matriz de Participación de Interesados**

Interesados	Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario	Líder
Gerente ESPH					A, D
Gerente Consorcio Ghella – BC				A	D
Gerente de Proyecto					A, D
Subcontratista			A, D		
Gobierno local			A, D		
Propietarios de terrenos	A			D	
Vecinos	A			D	
Proveedores			A, D		
A: Actual			D: Deseable		

A continuación se establecen las estrategias para involucrar a los interesados que no poseen la participación deseada dentro del proyecto.

- Gerente ESPH: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Gerente Consorcio Ghella – BC: no se encuentre en el nivel deseado de participación, por lo que requiere más comunicación y acciones adicionales para conducirlo al nivel deseado de participación.
- Gerente de Proyecto: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Subcontratista: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Gobierno local: se encuentra en el nivel deseado de participación.
- Propietarios de terrenos: no se encuentre en el nivel deseado de participación por lo que requiere más comunicación y acciones adicionales, tales como acercamientos en las colindancias del proyecto para mitigar cualquier inconveniente que se presente dentro de sus propiedades y de esta manera conducirlo al nivel deseado de participación.
- Vecinos: no se encuentran en el nivel deseado, por lo que se requiere más charlas informativas sobre el proyecto y los posibles impactos que pueda tener sobre sus comunidades, así como brindarles la oportunidad de que apliquen a laborar dentro del proyecto y de esta manera conducirlos al nivel deseado de participación.
- Proveedores: se encuentra en el nivel deseado de participación.

A través de este proceso analítico se pueden identificar las brechas entre los niveles de participación actual y deseada. Se logra identificar las acciones y comunicaciones necesarias para cerrar estas brechas a través de la participación de juicios de expertos, como lo son los gerentes de la empresa constructora que cuentan con la experiencia necesaria para valorar dichos puntos.

## 5. CONCLUSIONES

- El objetivo principal del presente trabajo, elaborar un plan de proyecto para el desarrollo del sitio de obras de derivación en el PHLN2, se cumple en el sentido de que se logra elaborar cada uno de los planes de gestión de los procesos de inicio y planificación.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Integración, donde se definió los procesos y actividades que integran la dirección de este proyecto, mediante las salidas obtenidas en este proceso, como lo son el acta de constitución y el plan para la dirección de proyectos.
- Se elaboró el Plan de Gestión del Alcance, donde se definió el alcance, los requisitos de los interesados y la creación de una Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para el proyecto, esto es de suma importancia ya que a partir de estos se desarrollan los demás procesos de las otras áreas de conocimiento.
- Se elaboró el Plan de Gestión del Tiempo, donde se definió y secuenciaron las actividades por ejecutar del proyecto. De igual manera se estimaron los recursos (humano y material), las duraciones y se creó un cronograma para la ejecución del proyecto dentro del tiempo establecido.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Costos, donde se define y estructuran los costos del proyecto, para luego estimar económicamente las actividades y de esta manera poder determinar el presupuesto por utilizar para lograr finalizar el proyecto.
- Se define una línea de base de costos con la cual se podrá monitorear y controlar el desempeño durante la vida del proyecto.
- Se elaboró el Plan de Gestión de Calidad, mediante la ayuda de expertos y lecciones aprendidas de proyectos anteriores, en el plan de gestión de calidad se definen criterios de aceptación, procedimientos de control, los tiempos en que se realizan estos controles y el responsable del respectivo proceso.

- Se elaboró un Plan de Gestión de Recursos humanos, donde primeramente se realiza el organigrama de proyecto, la matriz de roles y responsabilidades del equipo de proyecto, asignando a cada uno de estos la responsabilidad de ejecución y de finalización de las actividades, así como a la persona a quien consultar e informar. Seguidamente se realiza el Plan para la Gestión del Personal, donde se define cuándo y cómo se van a incorporar los miembros del equipo de proyecto y durante cuánto tiempo se van a necesitar.
- Se elaboró un Plan de Gestión de Comunicaciones, en el cual se realiza la matriz de comunicaciones, donde se define la frecuencia, los medios, el emisor, el receptor y la duración para dar la respuesta, esto para cada una de las actividades que se requiera comunicar entre los integrantes del equipo de proyecto.
- Se elaboró un Plan de Gestión de Riesgos, donde en primera instancia se identifican los riesgos que afectan al proyecto y luego de varios análisis como lo son la evaluación del impacto y probabilidad de impacto, se priorizan los riesgos para elaborar una planificación de respuesta y de esta manera minimizar lo máximo posible los riesgos en el proyecto.
- Se desarrolló un Plan de Gestión de Adquisiciones para el correcto manejo de los distintos subcontratos, así como los distintos servicios, productos e insumos que se necesitarán para el proyecto. Se documentan las necesidades del proyecto, se realiza un plan de adquisiciones que contempla cada una de las necesidades que tiene el proyecto, se definen los criterios de selección y restricciones de las adquisiciones por realizar.
- Se elaboró un Plan de Gestión de los Interesados, donde se identifican y registran los interesados en el proyecto, se evalúan sus necesidades, exceptivas y requerimientos. Seguidamente se desarrollaron las estrategias para lograr que cada uno de los interesados tenga una participación eficaz en el proyecto sin que afecten la ejecución general.
- Se encuentra una mejora en la planificación en comparación con la metodología anteriormente utilizada dentro de la empresa, específicamente

en el caso de los registros de identificados, matriz de riesgos y plan de adquisiciones.

## 6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Grupo Marshall la implementación de la Metodología de Gestión de Proyectos para la construcción del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II o para futuros proyectos similares, debido a que se detectaron mejoras en el proceso de planificación, como la correcta identificación de los riesgos y sus posibles acciones de respuesta, con lo que se logra optimizar el presupuesto.
- Recurrir al plan de proyecto desarrollado como la herramienta básica que garantizará a la organización el tener el equipo del proyecto como base para iniciar de una manera ordenada y contemplando la mayoría de actividades que se deben realizar para el inicio y la planificación de un proyecto de esta índole.
- Adoptar una metodología para la administración profesional de proyectos que se adapte a la realidad de las empresas Grupo Marshall, y que supla las necesidades y deficiencias que se han evidenciado en obra, como por ejemplo la falta de un proceso más especializado para la obtención de las adquisiciones.
- Se recomienda al Grupo Marshall implementar específicamente el Plan de Gestión de las Adquisiciones, debido al peso tan importante que representa en los proyectos, donde se puede actualizar con el paso de los proyectos y que de esta manera pase a ser una actividad dominada por la empresa para futuros proyectos.
- Se recomienda a la empresa Grupo Marshall hacer hincapié en los contratos de los subcontratistas y velar por que se cumplan en su totalidad.
- Se recomienda realizar una evaluación en el Grupo Marshall para medir el nivel de madurez que en materia de administración de proyectos tiene la organización. De esta forma, se pueden proponer los cambios requeridos para alcanzar un nivel de madurez meta y continuar con el objetivo, no solo de migrar hacia las buenas prácticas de la administración profesional de proyectos, sino de ir ascendiendo en la escala de madurez.

- Finalmente, es de gran importancia contar con personal enfocado en aspectos específicos de la administración de proyectos dentro de la organización. Por ello se recomienda hacer un análisis para estudiar una posible implementación de una oficina de administración de proyectos en la empresa Grupo Marshall. Esto a fin de dotar a la empresa de una oficina para coordinar todos los portafolios, programas y proyectos que se manejan dentro de la ella, siempre velando por el cumplimiento de las buenas prácticas administrativas que brinda la Guía del PMBOK.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute. (1996). *207.1R-96 Mass Concrete*

Becerril, F. R. (1997). *Ciencia, Metodología e investigación*. Naucalpen de Juarez: Person.

Carvajal, L. (2013). *El método deductivo de investigación*. Recuperado de :  
<http://www.lizardo-carvajal.com/el-metodo-deductivo-de-investigacion/>

Chagoya, E. R. (2008). *Metodos y técnicas de investigación*. Recuperado de:  
<http://www.gestiopolis.com/metodos-y-tecnicas-de-investigacion/>

LLedó, P. (2013). *Director de Proyectos*. Victoria, BC, Canada: Pablo LLedó.

LLedó, P. & Rivarola, G. (2004). *Claves para el éxito de los proyectos*. Argentina: Inca Editorial y Talleres Gráficos Cooperativa.

Project Management Institute, Inc. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 EE.UU.: Project Management Institute, Inc.

Silvestrini Ruiz, M. & Jorge, J. V. (2008). *Fuentes de Información Primarias, Secundarias y Terciarias*.

## 8. ANEXOS

### 8.1. Anexo 1: Acta de proyecto

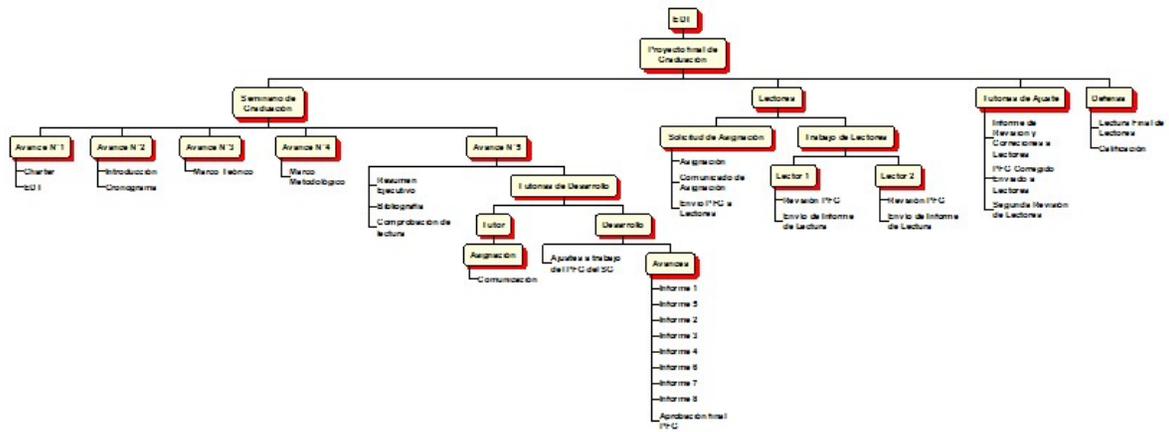
<b>ACTA DEL PROYECTO</b> Formaliza la existencia del proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto. Su beneficio directo: un inicio claro y límites bien definidos del proyecto.	
Fecha de firma del Acta	Nombre de Proyecto
13 de marzo del 2015	Movimiento de tierra y obra civil del Proyecto Hidroeléctrico Los Negros II.
Áreas de conocimiento / procesos	Área de aplicación (Sector / Actividad)
Grupos de Procesos: Iniciación, Planificación.  Áreas de conocimiento: Integración, Alcance, Tiempo, Costo, Calidad, Riesgos, Comunicaciones, Recursos Humanos, Adquisiciones e Interesados	Sector o Actividad: Construcción – Ingeniería-Construcción.
Fecha tentativa de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
13 de marzo del 2015	13 de marzo del 2017
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
Objetivo general Ejecutar el movimiento de tierra y obra civil para la construcción del proyecto hidroeléctrico Los Negros II.  Objetivos específicos <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tramitar los permisos forestales para iniciar labores en la zona de construcción.</li> <li>2. Realizar la movilización hacia el sitio de proyecto para establecer el campamento (oficina, bodegas y talleres) en la zona.</li> <li>3. Realizar el desmonte y la limpieza de los caminos de acceso, área de la obra y sitios de obras provisionales (planta de concreto) para iniciar labores de construcción.</li> <li>4. Ejecutar las excavaciones y rellenos necesarios para alcanzar elevaciones requeridas según planos para ejecutar la obra civil.</li> <li>5. Realizar la preparación general de la superficie (concreto de sello) para obtener superficie adecuada para la ejecución constructiva.</li> <li>6. Ejecutar obra civil (acero de refuerzo y concreto) para construcción de los distintos elementos que contempla el proyecto.</li> <li>7. Colocar rellenos en las periferias de las estructuras de concreto para alcanzar niveles de terreno deseados según planos.</li> </ol>	

8. Realizar la puesta de iluminación exterior y escaleras en el sitio de obras de derivación para culminar labores en dicho sitio.
<b>Justificación o propósito del proyecto (aporte y resultados esperados)</b>
El propósito del presente proyecto se debe a la alta demanda de energía que existe en el país de Costa Rica que aumenta aproximadamente 6% cada año. Entre los beneficios que genera el presente proyecto está en el aprovechamiento de la energía limpia de fuentes renovables como lo es el agua.
<b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará una presa de gravedad de concreto con sección vertedora y un cuenco disipador de energía al pie de la presa.</li> <li>• Se realizará una toma de aguas, propiamente será de tipo frontal y consistiría en una estructura de concreto ubicada a la margen derecha de la presa.</li> <li>• Se realizará una descarga de fondo a la margen derecha de la presa vertedora y junto a la obra de toma.</li> <li>• Se realizará un desarenador, que como bien dice su nombre, su propósito es remover arenas finas cuyo paso hacia las turbinas resultaría inconveniente.</li> <li>• Se realizará una alcantarilla de conducción que trabajara a presión, misma consta con un diámetro de 3 metros y una longitud de 79 metros.</li> <li>• Se realizará un túnel de conducción con una longitud de 2312.6 metros y una pendiente de fondo de 1.36%.</li> <li>• Se realizará los dados de concreto de las tuberías de baja y alta presión.</li> <li>• Se realizará un tanque de oscilación, que es una protección para la tubería de baja presión y el túnel y a su vez permite la regulación de los fluidos.</li> <li>• Se realizará una casa de máquinas que albergara dos unidades tipo Francis.</li> <li>• Se realizará un canal de desfogue que tendrá una sección trapecial y una longitud de 1885.7 metros de longitud con una pendiente de fondo de 0.09%.</li> </ul>

<b>Supuestos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con todos los permisos ambientales y de los gobiernos locales para iniciar las obras.</li> <li>• Las condiciones de los caminos de accesos serán aptas para el ingreso de las distintas máquinas por utilizar en el proyecto.</li> <li>• Las condiciones climáticas no afectaran de gran manera los tiempos de ejecución del proyecto.</li> <li>• Se cuenta con el apoyo de los vecinos de la zona para ejecutar dicho proyecto.</li> <li>• Entrega del túnel (no depende de la empresa) sea según se plantea en el cronograma general del proyecto.</li> </ul>
<b>Restricciones</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El plazo del proyecto tiene un límite de tiempo de 2 años para ejecutarlo.</li> <li>• El clima de la zona puede afectar el tiempo de ejecución del proyecto.</li> <li>• No poseer todos los subcontratos del proyecto genera incertidumbre en ciertos hitos.</li> </ul>
<b>Identificación de riesgos</b>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el subcontrato del túnel se retrasa, podría generar un atraso en el cronograma de la ejecución de la obra civil, impactando el tiempo y costo del proyecto.</li> <li>• Si el clima nos afecta en el tiempo de ejecución de la obra, podría afectar el tiempo de entrega y el costo del proyecto.</li> </ul>		
<b>Presupuesto</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con un presupuesto de \$12.175.538,09 para realizar la obra civil del sitio de Obras de Derivación.</li> </ul>		
<b>Principales hitos y fechas</b>		
Nombre hito	Fecha inicio	Fecha final
Permisos forestales	13 de marzo 2015	13 de marzo 2015
Obras preliminares	13 de marzo 2015	19 de marzo 2015
Caminos nuevos	13 de marzo 2016	10 de marzo 2017
Obras sitio de Presa	30 de marzo 2015	09 de marzo 2017
Elementos metálicos	30 de julio 2016	03 de noviembre 2016
Entrega de proyecto	13 de marzo 2017	13 de marzo 2017
<b>Información histórica relevante</b>		
<p>Como información histórica relevante se menciona que la empresa Grupo Marshall ejecutó en primera instancia el Proyecto Hidroeléctrico Los Negros entre los años 2004 y 2006, por lo que la empresa se encuentra bien relacionada con la zona (ya que el nuevo proyecto es una extensión del primero) y los dueños del proyecto.</p> <p>El PH Los Negros II se ubica en la vertiente norte de Costa Rica y utiliza aguas del río Caño Negro, este comprende un área de drenaje de 197.6 km ubicada en una zona de alta precipitación con valores anuales cercanos a los 3800 mm.</p>		
<b>Identificación de grupos de interés (involucrados)</b>		
<p>Involucrados directo(s):</p> <p>Gerente de proyecto Gerente técnico Subcontratistas</p> <p>Involucrados indirecto(s):</p> <p>Fideicomiso Proyecto Hidroeléctrico Los Negros 2 Vecinos de la zona Gobierno local</p>		
Director de proyecto: Alejandro Rodríguez Sánchez	Firma:	
Autorización de: James Pérez Céspedes	Firma:	

## 8.2. Anexo 2: EDT



### 8.3. Anexo 3: CRONOGRAMA

