

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL  
(UCI)

**GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE  
PROYECTOS DE MINERÍA EN LA EMPRESA  
CONSTRUCTORA SANTA FE LTDA.**

RANDALL CASTILLO BRICEÑO

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

San José, Costa Rica

Mayo, 2012

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION 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

---

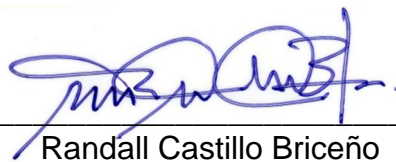
Ing. Carlos Brenes Mena, MAP  
PROFESOR TUTOR

---

Ing. Róger Valverde Jiménez, MAP  
LECTOR No.1

---

Ing. Édgar Zamora Murillo, MAP  
LECTOR No.2



---

Randall Castillo Briceño  
SUSTENTANTE

## **DEDICATORIA**

A mis hijas, Paula y Celeste, por ser lo más importante en mi vida,  
A mis padres, Orlando y Marielos, por su amor y apoyo siempre incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis compañeros de maestría, por su apoyo y ayuda a través de todo este proceso.

A los directores y compañeros de trabajo de la empresa Constructora Santa Fe Ltda, por su apoyo y por permitir todas las facilidades para el desarrollo de este proyecto.

Al profesor tutor, Carlos Brenes, por sus acertados comentarios y sugerencias durante el desarrollo de este proyecto.

# ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	ix
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	2
1.3 Justificación del problema	2
1.4 Supuestos	3
1.5 Restricciones	4
1.6 Objetivo general	4
1.7 Objetivos específicos	4
2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco referencial o institucional	6
2.2 Misión	6
2.3 Visión	6
2.4 Visión empresarial	7
2.5 Valores de la empresa	7
2.6 Estructura organizativa	8
2.7 Servicios que ofrece	10
2.8 Teoría de Administración de Proyectos	11
2.8.1 ¿Qué es un proyecto?	11
2.8.2 Administración de Proyectos	11
2.8.3 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos	12
2.8.4 Ciclo de vida de un proyecto	13
2.8.5 Procesos en la Administración de Proyectos	14
2.9 Minería	16
2.9.1 Tipos de minas	17
2.9.2 Explotación a cielo abierto	18
3 MARCO METODOLÓGICO	19
3.1 Fuentes de Información	19
3.1.1 Fuentes Primarias	19
3.1.2 Fuentes Secundarias	20
3.1.3 Fuentes de Información utilizadas	20
3.2 Métodos de Investigación	21
3.2.1 Método Lógico Deductivo	21
3.2.2 Método Lógico Inductivo	21
3.2.3 Método Sintético	22
3.2.4 Método Analítico	22
3.3 Herramientas	23
3.4 Entregables	24
4 DESARROLLO	25
4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	25
4.1.1 Administración del Alcance	27
4.1.2 Administración del Tiempo	28
4.1.3 Administración de los Costos	29
4.1.4 Administración de los Riesgos	31
4.1.5 Administración de las Adquisiciones	32
4.1.6 Evaluación de Técnicas y Herramientas utilizadas en la empresa	34
4.2 METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE MINERÍA	55
4.3 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL ALCANCE	57
4.3.1 Grupos de Procesos de la Planificación	59
4.3.2 Grupos de Procesos de Control y Monitoreo	77
4.4 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL TIEMPO	82
4.4.1 Grupos de Procesos de la Planificación	83
4.4.2 Grupos de Procesos de Control y Monitoreo	104

4.5	PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LOS COSTOS.....	111
4.5.1.	Grupos de Procesos de la Planificación .....	114
4.5.2.	Grupos de Procesos de Control y Monitoreo .....	132
4.6	PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS.....	145
4.6.1.	Grupos de Procesos de la Planificación .....	147
4.6.2.	Grupos de Procesos de Control y Monitoreo .....	161
4.7	PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES.....	165
4.7.1.	Grupos de Procesos de la Planificación y Ejecución .....	166
4.7.2.	Grupos de Procesos de Control, Monitoreo y Cierre .....	181
4.8	RESUMEN DE METODOLOGÍAS.....	188
4.9	PROPUESTA PARA EL PLAN DE CAPACITACIÓN .....	193
4.9.1.	Objetivo general y específicos .....	193
4.9.2.	Alcance del plan de capacitación.....	194
4.9.3.	Presupuesto .....	195
4.9.4.	Cronograma de capacitación .....	195
4.9.5.	Responsables del plan de capacitación.....	195
4.9.6.	Factores clave del éxito.....	195
4.9.7.	Plan de capacitaciones .....	196
5	CONCLUSIONES .....	198
6	RECOMENDACIONES.....	202
7	BIBLIOGRAFÍA.....	206
8	ANEXOS .....	207
8.1	Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO .....	207
8.2	Anexo 2: EDT.....	209
8.3	Anexo 3: DICCIONARIO DE LA EDT .....	210
8.4	Anexo 4: CRONOGRAMA .....	214
8.5	Anexo 5: Preguntas formuladas en las entrevistas .....	216
8.6	Anexo 6: Plantilla estándar para el chárter del proyecto .....	223
8.7	Anexo 7: Plantilla estándar para la documentación de requisitos .....	224
8.8	Anexo 8: Plantilla estándar para la declaración del alcance .....	225
8.9	Anexo 9: Plantilla estándar para el diccionario de la EDT.....	226
8.10	Anexo 10: Plantilla estándar para la matriz de asignación de responsabilidades.....	227
8.11	Anexo 11: Plantilla estándar para los resultados del análisis de variación del alcance	228
8.12	Anexo 12: Plantilla estándar para las solicitudes de cambio y verificación del alcance	229
8.13	Anexo 13: Plantilla estándar para el calendario de recursos .....	230
8.14	Anexo 14: Plantilla estándar para mostrar las actividades del proyecto y sus atributos	231
8.15	Anexo 15: Ejemplo de estimación de costos de las actividades .....	232
8.16	Anexo 16: Plantilla estándar para la presentación del presupuesto actualizado .....	235
8.17	Anexo 17: Plantilla estándar para la representación de la curva "S" .....	236
8.18	Anexo 18: Plantilla estándar para la elaboración del flujo de caja .....	237
8.19	Anexo 18: Ejemplo de una corrida del software @RISK.....	238
8.20	Anexo 20: Plantilla estándar para la elaboración de la matriz de riesgos .....	240
8.21	Anexo 21: Plantilla estándar para la elaboración del enunciado del trabajo relativo a la adquisición .....	241

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 2.1.	Organigrama Corporativo Grupo Santa Fe .....	10
Figura No. 2.2.	Organigrama de País, Proyecto Minero .....	11
Figura No. 2.3.	Ciclo de Vida del Proyecto .....	15
Figura No. 4.1.	Esquema Organizacional Actual de Proyectos .....	27
Figura No. 4.2.	Esquema Actual de Administración de Proyectos .....	55
Figura No. 4.3.	Metodología Propuesta para la Gestión del Alcance .....	59
Figura No. 4.4.	EDT de un Proyecto Típico de Minería .....	74
Figura No. 4.5.	Propuesta para la Gestión del Tiempo .....	84
Figura No. 4.6.	Propuesta para la Gestión de los Costos .....	111
Figura No. 4.7.	Propuesta para la Gestión de los Riesgos .....	141
Figura No. 4.8.	Propuesta para la Gestión de las Adquisiciones .....	159

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 2.1.	Correspondencia y Relación Entre los Grupos de Procesos y las Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos .....	16
Cuadro No. 3.1.	Fuentes de Información Utilizadas .....	21
Cuadro No. 3.2.	Métodos de Investigación Utilizados .....	24
Cuadro No. 3.3.	Herramientas Utilizadas .....	25
Cuadro No. 3.4.	Entregables .....	26
Cuadro No. 4.1.	Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área del Conocimiento del Alcance .....	34
Cuadro No. 4.2.	Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área del Conocimiento del Tiempo .....	36
Cuadro No. 4.3.	Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área del Conocimiento de los Costos .....	40
Cuadro No. 4.4.	Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área del Conocimiento de los Riesgos .....	43
Cuadro No. 4.5.	Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área del Conocimiento de las Adquisiciones .....	49
Cuadro No. 4.6.	Indicación de Precedencias en una Proyecto Típico de Minería .....	92
Cuadro No. 4.7.	Tabla de Medición del Impacto en la Matriz de Riesgo..	158
Cuadro No. 4.8.	Convenciones de probabilidad .....	159
Cuadro No. 4.9.	Categorización de riesgos .....	159
Cuadro No. 4.10	Estrategias de manejo de riesgos .....	160
Cuadro No. 4.11.	Resumen de Metodologías para los Grupos de Procesos de Planificación y Ejecución .....	181
Cuadro No. 4.12.	Resumen de Metodologías para los Grupos de Procesos de Monitoreo y Control y Cierre .....	183
Cuadro No. 4.13.	Resumen del Plan de Capacitaciones	196



## RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Constructora Santa Fe Limitada, es una empresa costarricense fundada en el año 1974. Creada originalmente para desempeñarse en el mercado costarricense de la construcción de carreteras y movimientos de tierras, cuyo desempeño en ese tipo de obras le permitió constituirse, en la región de Centroamérica, como una de las empresas líderes en el mercado.

Como estrategia de expansión, incursionó en el mercado de la minería no solo a nivel centroamericano, sino que también amplió sus horizontes a Suramérica, constituyéndose actualmente en una empresa con renombre en el ámbito de la minería, en el cual se ejecutan proyectos de obras civiles en minas a cielo abierto, y se realiza el movimiento de tierras para la extracción del mineral, como parte del proceso productivo de la mina. Fue así como se identificó una oportunidad de consolidar a la empresa en el ámbito minero, a través del diseño de una metodología, que le permitiera contar con las herramientas, procedimientos y procesos necesarios para iniciar, planificar, ejecutar y cerrar, de una manera eficiente los proyectos de minería.

En ese momento, no se contaba con una herramienta o metodología que integrara todas las áreas de conocimiento, ni los diferentes grupos de procesos, de manera que se pudiera efectuar una eficiente administración de proyectos, por lo que en ese momento la empresa manejaba sus proyectos de una manera no estandarizada y con base en la experiencia adquirida desde sus inicios, por lo que tendía a hacerse de una manera muy empírica.

Los proyectos de minería, requieren de un adecuado y estricto control de la ejecución del proyecto, lo que implica necesariamente una planificación cuidadosa de los principales elementos de alcance, tiempo, costo y adquisiciones. Adicionalmente, por el tipo de actividades que se realizan, una adecuada planificación, seguimiento y control de los riesgos, permite que las actividades se desarrollen de una manera más segura y eficiente.

Por lo anteriormente indicado, el objetivo general planteado fue el siguiente: desarrollar una guía metodológica para la administración de proyectos, que sirva de referencia para estandarizar los procesos y procedimientos en las obras de minería que ejecuta Constructora Santa Fe Ltda. Los objetivos específicos fueron: realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora; proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos; elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente y proponer un plan de capacitación para el uso adecuado de la metodología en los proyectos de minería.

Para la presente investigación, la metodología utilizada fue la inductiva-deductiva y la analítica-sintética. Se realizó un diagnóstico inicial de la forma en que se

administraban los proyectos, con base en la observación e información documental de un proyecto en específico y a partir de ello, se diseñó una metodología general aplicable al ámbito de los proyectos de minería y se establecieron las diferentes plantillas a utilizar, como parte de esta propuesta metodológica.

Dentro de las conclusiones obtenidas con el desarrollo de la investigación se lograron identificar algunos problemas de índole organizacional que deben ser mejorados de previo a la implementación de las metodologías propuestas, de manera que se puedan maximizar los beneficios que se puedan obtener.

La metodología propuesta constituyó una guía estándar, con el fin de brindar elementos suficientes que le permitieran a los gerentes de proyecto y el equipo de trabajo organizar la forma en la que se trabaja y estandarizar las actividades involucradas en los proyectos de minería.

Finalmente, como complemento al esquema metodológico propuesto, debe considerarse la incorporación de las áreas de conocimiento no incluidas en el alcance de esta investigación, de manera que se conforme una estrategia integral que involucre a todas las áreas.

Se debe realizar un análisis para identificar los factores ambientales de la empresa y hacer un levantamiento de los activos de los procesos de la organización, con el fin de poner esta información al alcance del departamento de ingeniería, de manera que se puedan tomar en cuenta durante la planificación y ejecución de futuros proyectos.

Una vez que se logre implementar la metodología propuesta para la administración de proyectos de minería, paralelamente se debe trabajar en el desarrollo de las áreas de conocimiento de la integración, de la calidad, de los recursos humanos y de las comunicaciones, de manera que se abarquen todas las áreas de conocimiento e integrarlas todas en una sola metodología.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

La empresa Constructora Santa Fe Limitada, es una empresa costarricense fundada en el año 1974. Creada originalmente para desempeñarse en el mercado costarricense de la construcción de carreteras y movimientos de tierras, cuyo desempeño en ese tipo de obras le permitió constituirse, en la región de Centroamérica, como una de las empresas líderes en el mercado.

Como estrategia de expansión, incursionó en el mercado de la minería no solo a nivel centroamericano, sino que también amplió sus horizontes a Suramérica, constituyéndose actualmente en una empresa con renombre en el ámbito de la minería, en el cual se ejecutan proyectos de obras civiles en minas a cielo abierto, y se realiza el movimiento de tierras para la extracción del mineral, como parte del proceso productivo de la mina.

Actualmente, las grandes empresas multinacionales propietarias de grandes proyectos mineros y las que administran los contratos de construcción, se enfocan cada vez más en la evaluación de empresas constructoras de renombre – no solo con experiencia en la ejecución exitosa de proyectos – sino que demuestren una administración y organización acorde con la envergadura de este tipo de proyectos, en los que la implementación de las correctas prácticas de la Administración de Proyectos, se convierte en un factor clave de éxito.

Con base en lo anterior, se identifica una oportunidad de consolidar a la empresa Constructora Santa Fe en el ámbito minero, a través del diseño de una metodología, que le permita contar con las herramientas, procedimientos y procesos necesarios para iniciar, planificar, ejecutar y cerrar, de una manera eficiente los proyectos de minería.

## **1.2 Problemática.**

Debido al auge y crecimiento que experimentan actualmente los mercados mundiales en los cuales se comercializan los minerales, especialmente los relacionados con los metales de oro, plata y cobre, existe una expectativa de inversión en este tipo de proyectos muy alta.

Con base en esa expectativa de negocios, y con la visión de lograr posicionar a Constructora Santa Fe como una empresa consolidada en la minería Centro y Suramericana, surge la limitación de no disponer de una metodología estándar de primer nivel para efectuar adecuadamente una administración de proyectos, con la que se le pueda garantizar a los clientes, de que se cuenta no solo con los recursos humanos y de equipo necesarios para ejecutar las obras, sino que se dispone de herramientas adecuadas de Administración de Proyectos, que le permitan tener la confianza de que el proyecto se planifica, ejecuta, controla y de que se cerrará de la mejor manera.

Actualmente, no se cuenta con una herramienta o metodología que integre todas las áreas de conocimiento, ni los diferentes grupos de procesos, de manera que se pueda efectuar una eficiente administración de proyectos, por lo que en este momento la empresa maneja sus proyectos de una manera no estandarizada y con base en la experiencia adquirida desde sus inicios, por lo que tiende a hacerse de una manera muy empírica.

## **1.3 Justificación del problema**

Con este proyecto se pretende elaborar una guía metodológica, que brinde los elementos y herramientas necesarios para realizar una administración de proyectos adecuada y estandarizada, desde la perspectiva del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones, de manera que los proyectos de minería que

ejecuta Constructora Santa Fe Ltda, puedan seguir un estándar previamente definido.

Los proyectos de minería, requieren de un adecuado y estricto control de la ejecución del proyecto, lo que implica necesariamente una planificación cuidadosa de los principales elementos de alcance, tiempo, costo y adquisiciones. Adicionalmente, por el tipo de actividades que se realizan, una adecuada planificación, seguimiento y control de los riesgos, permite que las actividades se desarrollen de una manera más segura y eficiente.

Esta metodología, servirá como una herramienta valiosa que le permitirá al equipo de trabajo de los proyectos de minería, contar con procedimientos y metodologías estandarizados para realizar su gestión. Además de disponer de plantillas diseñadas para la elaboración de planes, ejecución, seguimiento y control y cierre de los proyectos.

#### **1.4 Supuestos**

Como parte del análisis de la problemática y del desarrollo del proyecto final de graduación, se plantean los siguientes supuestos:

- Toda la información requerida para la elaboración del PFG, estará disponible y accesible, ya sea en formato digital o escrito.
- Solamente se trabajarán las áreas de conocimiento de alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones.
- La metodología a desarrollar se enfocará en todos los grupos de procesos.
- Se utilizará tiempo de oficina para realizar el trabajo e investigación.

- Se contará con la colaboración del los directores de las Unidad de Gestión y de Producción de la empresa, para que se otorguen las facilidades necesarias para llevar el presente proyecto.

## **1.5 Restricciones**

Dentro de las restricciones identificadas, se mencionan las siguientes:

- Entregar el PFG en un plazo de 3 meses.
- El PFG se enfocará únicamente a proyectos de minería.
- Se limita la información confidencial.
- No se incluye la implementación.
- A lo interno de la empresa no existen estudios o propuestas con un alcance similar que puedan servir como patrón de comparación o como guía para el desarrollo.

## **1.6 Objetivo general**

Con base en la problemática anteriormente expuesta, el objetivo general para este proyecto es el siguiente:

*Desarrollar una metodología para la administración de proyectos de minería que ejecuta Constructora Santa Fe Ltda., que sirva como guía para la planificación, ejecución y control y seguimiento de los proyectos de la empresa.*

## **1.7 Objetivos específicos.**

Los objetivos específicos planteados son los siguientes:

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.
2. Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para las áreas de conocimiento del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones.
3. Elaborar plantillas estándar que sirvan como referencia para su utilización de las metodologías propuestas.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Marco referencial o institucional**

Constructora Santa Fe Ltda., es una empresa costarricense fundada hace más de 35 años, originalmente constituida para la construcción de proyectos de carreteras y movimientos de tierras, cuyo desempeño en ese tipo de obras le permitió constituirse, en la región de Centroamérica, como una de las empresas líderes en el mercado.

Como estrategia de expansión, incursionó en el mercado de la minería no solo a nivel centroamericano, sino también en Suramérica, siendo actualmente una empresa con renombre en el ámbito de la minería, ejecutando no sólo proyectos de obras civiles en minas de cielo abierto, sino también efectuando el proceso de extracción del material mineral como parte del proceso de producción de la mina.

### **2.2 Misión**

Invertimos lo mejor en nuestros funcionarios, en las relaciones comerciales, en los sistemas productivos y en los activos para alcanzar los objetivos internos establecidos por nuestro sistema de liderazgo; y así satisfacer nuestros compromisos a plenitud. (Grupo Santa Fe, 2010)

### **2.3 Visión**

Seremos una organización llena de pasión, destreza y exactitud en todas las actividades que emprendemos todos los días. (Grupo Santa Fe, 2010)



## 2.4 Visión empresarial

En la región Centroamericana, Grupo Santa Fe es la empresa líder en la industria de la construcción. Ha estado presente en el área por más de tres décadas, dando como resultado cientos de proyectos terminados y muchos clientes satisfechos.

Somos una empresa en constante crecimiento que ha expandido sus fronteras a otras actividades vinculadas directamente a la industria, mientras se consolida más como un grupo que trabaja junto para alcanzar un objetivo común: La Excelencia.

A través del tiempo hemos logrado desarrollar otras líneas de trabajo que nos han ayudado a convertirnos en un grupo polifacético y completo, sin dejar de lado nuestra área de especialización: La Construcción. Y continuamos impulsando este, nuestro principal negocio incluso más cada día. (Grupo Santa Fe, 2010)

## 2.5 Valores de la empresa

Como parte del marco filosófico de la empresa, a continuación se mencionan los valores.

**Integridad:** Somos una empresa que tiene el coraje que se requiere para ser íntegros. Nuestros valores generan confianza debido a la rectitud, honradez e intachabilidad que profesamos en cada uno de nuestros compromisos adquiridos. Ponemos en cada paso que realizamos lo mejor para cumplir el compromiso adquirido.

**Multiculturalidad:** Respetamos todas las nacionalidades, géneros, colores, razas, pensamientos y credos. Aprendiendo a convivir en los medios en donde nos

involucramos, por eso sabemos escoger los lugares en donde construimos el progreso junto con la gente del lugar.

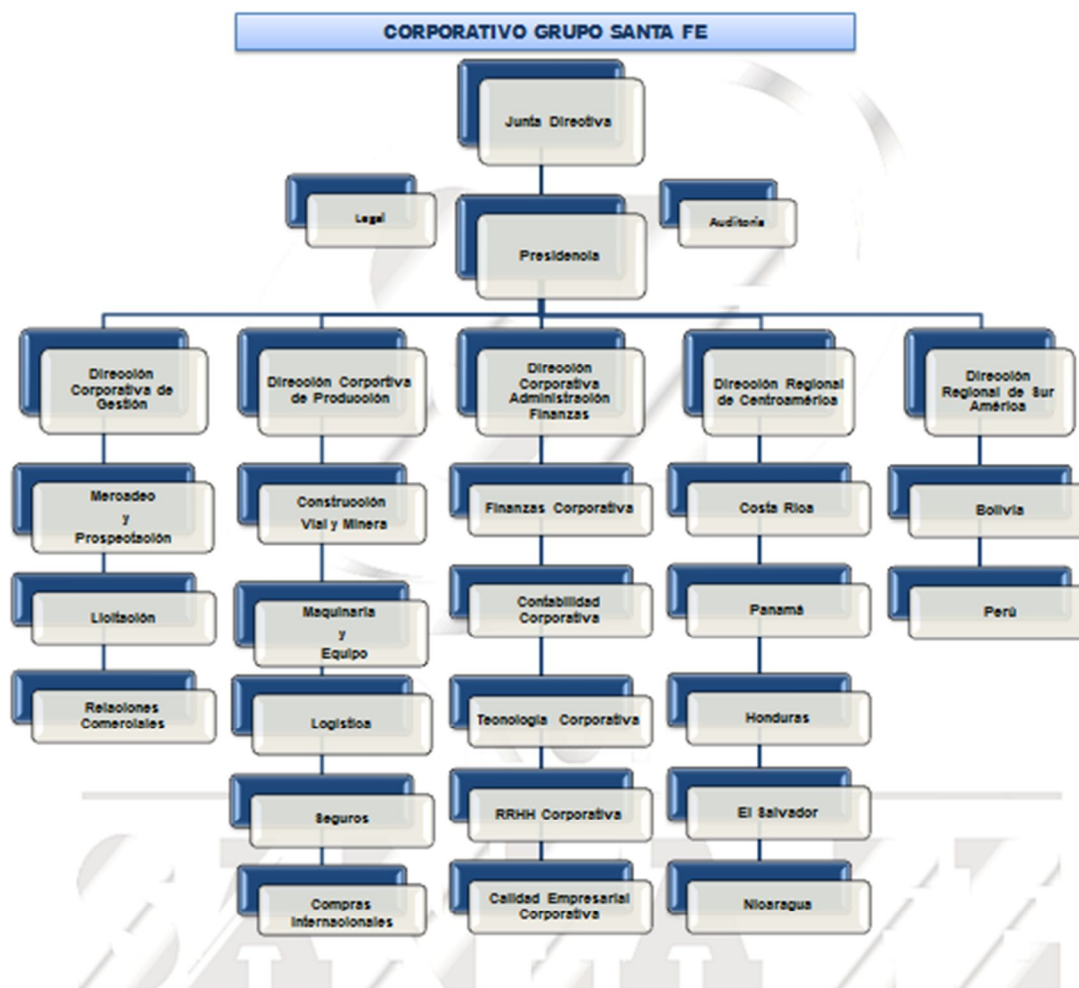
**Productividad:** Creemos en los compromisos adquiridos realizado en los tiempos establecidos, con la calidad adecuada, sin falseamientos de ninguna especie; promoviendo a todos los involucrados desarrollo personal y profesional.

## **2.6 Estructura organizativa**

Como parte del desarrollo y crecimiento que ha experimentado Constructora Santa Fe Ltda., la estructura organizativa de la empresa ha experimentado algunas innovaciones, con las cuales se ha tratado de realizar una mejor gestión.

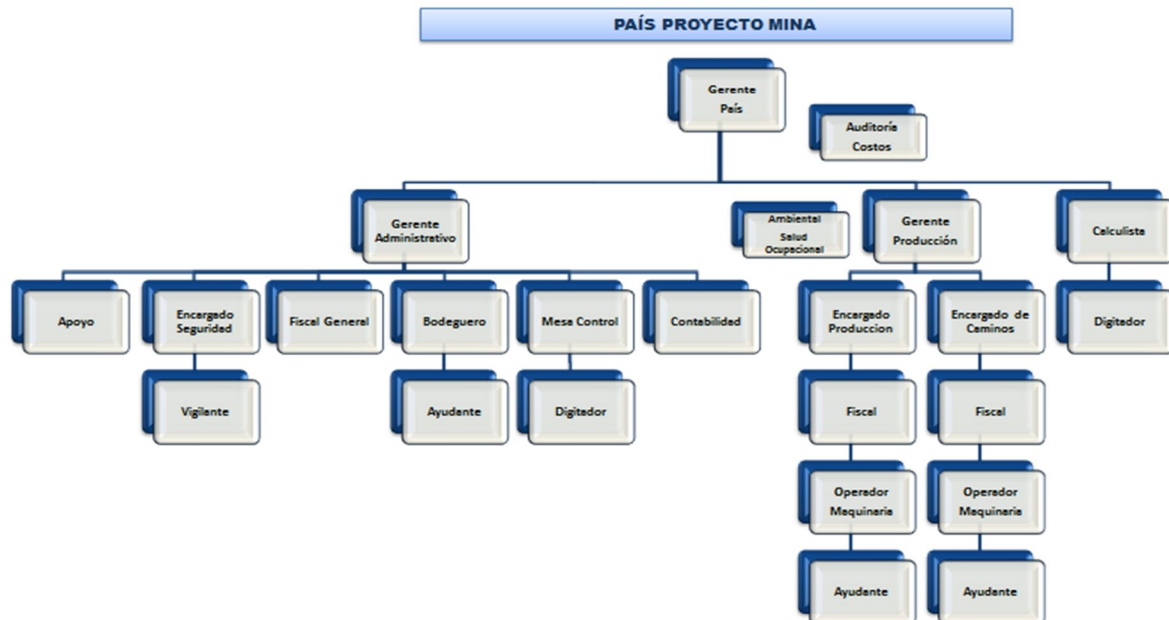
De ahí que se manejen esquemas y estructuras organizacionales, para cada país en los que opera y dependiendo del tipo de proyecto que se trate: construcción o minería.

Desde el punto de vista corporativo, siendo que Constructora Santa Fe Ltda., pertenece al Grupo Santa Fe, se maneja una estructura organizativa, la cual se muestra en la figura No. 2.1.



**Figura No. 2.1. Organigrama Corporativo Grupo Santa Fe (Grupo Santa Fe, 2010)**

Por otro lado, como parte de la estructura que se maneja en cada país y específicamente los proyectos relacionados con la minería, el organigrama que muestra la jerarquía de las diferentes áreas y los diferentes actores se muestra en la figura No. 2.2.



**Figura No. 2.2. Organigrama de País, Proyecto Minero. (Grupo Santa Fe, 2010)**

## 2.7 Servicios que ofrece

Constructora Santa Fe Ltda., como parte del Grupo Santa Fe está enfocada principalmente a ofrecer servicios de construcción de carreteras y minería.

Dentro del ámbito de las carreteras, se incluye la construcción de obras nuevas, mejoramiento y rehabilitación de vías existentes y el mantenimiento vial. Para estos proyectos en particular, se ofrecen servicios adicionales de diseño.

Desde el punto de vista de la minería, se ofrecen servicios de construcción de infraestructura civil para minería, donde se pueden mencionar a manera de ejemplo: construcción de presas de relaves y de colas, construcción de caminos de acceso y de acarreo para el traslado del mineral, pads de lixiviación, embalses, etc. Además, dentro del ámbito minero también se ofrecen y se ejecutan servicios para la explotación del mineral en las canteras, como parte del proceso productivo de la mina.

## **2.8 Teoría de Administración de Proyectos**

### **2.8.1. ¿Qué es un proyecto?**

Según lo indica el PMI (2008), un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo con el único de crear un resultado, sea éste un producto o servicio. Y es que al mencionar temporal, lo que se quiere dejar claro es que tiene una fecha de inicio definida y una fecha de término establecida, es decir, se limita a un lapso de tiempo en el que se tiene que llevar cabo.

Por otro lado, Gido y Clements (2007) indican que “un proyecto se define como un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y la utilización eficaz de recursos”.

Un proyecto cuenta con atributos, que lo delimitan y definen, entre ellos los siguientes:

- Tiene un objetivo general el cual debe traducirse necesariamente en un resultado o entregable.
- Se desarrollan por medio de una serie de tareas interdependientes que interactúan entre sí, para alcanzar el objetivo planteado.
- Consume recursos.
- Debe contar con un patrocinador, que actúa como el ente que proporciona el financiamiento.
- Involucra cierto grado de incertidumbre.

### **2.8.2. Administración de Proyectos**

En lo que respecta a la administración de proyectos, cuando se habla de ello se hace referencia a planear el trabajo y después ejecutar el plan; es decir, el buen administrador de proyectos elabora el plan para llevar a cabo el proyecto y luego,

todo el equipo de trabajo lleva a cabo aquel plan para lograr alcanzar los objetivos propuestos.

El principal objetivo de la administración profesional de proyectos debe ser el cumplir y satisfacer las expectativas y necesidades del cliente; para lo que se debe procurar cumplir con todo lo establecido en el alcance del proyecto, a tiempo, con la calidad pactada, con los costos establecidos y los riesgos controlados.

### **2.8.3. Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos**

La Administración de Proyectos, según el PMI (2008), involucra 9 áreas de conocimiento de son brevemente mencionadas a continuación:

**Gestión de la Integración del Proyecto:** describe los procesos y actividades que forman parte de los diversos elementos de la dirección de proyectos, que se identifican, definen, combina, unen y coordinan dentro de los grupos de procesos de la Administración de Proyectos.

**Gestión de Alcance del Alcance del Proyecto:** describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, para completar el proyecto en forma satisfactoria.

**Gestión del Tiempo del Proyecto:** describe los procesos relativos a la puntualidad en la conclusión del proyecto. Se compone de los procesos de dirección de proyectos.

**Gestión de los Costos del Proyecto:** describe los procesos involucrados en la planificación, estimación, presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado.

**Gestión de la Calidad del Proyecto:** describe los procesos necesarios para asegurarse de que el proyecto cumpla con los objetivos por los cuales ha sido emprendido.

**Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto:** describe los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto.

**Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** describe los procesos relacionados con la generación, recogida, distribución, almacenamiento y destino final de la información del proyecto en tiempo y forma.

**Gestión de los Riesgos del Proyecto:** describe los procesos relacionados con el desarrollo de la gestión de riesgos de un proyecto.

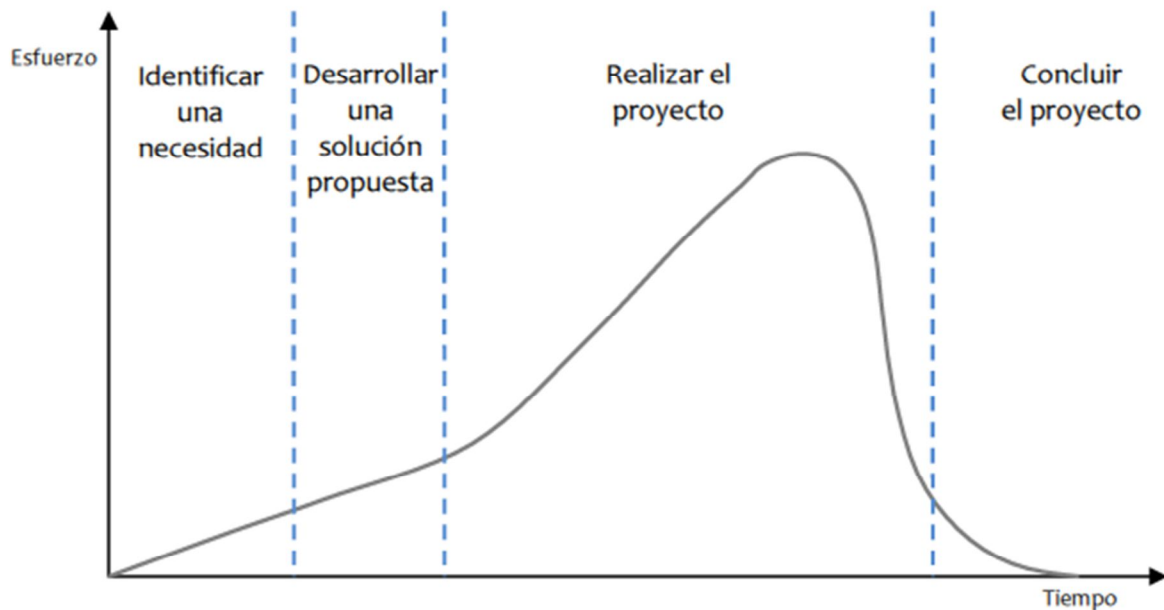
**Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Gestión de las Adquisiciones del Proyecto, describe los procesos para comprar o adquirir productos, servicios o resultados, así como para contratar procesos de dirección.

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

Según la definición del PMI (2008), “El ciclo de vida del proyecto es un conjunto de fases del mismo, generalmente secuenciales y en ocasiones superpuestas, cuyo nombre y número se determinan por las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Un ciclo de vida puede documentarse con ayuda de una metodología.”

En la Figura No. 2.3., Gido & Clements (2007) representan gráficamente la relación que existe entre el esfuerzo requerido y el tiempo en el ciclo de vida del proyecto. Las dos etapas iniciales, que corresponden al establecimiento e

identificación de la necesidad y a su planificación, posteriormente la etapa de ejecución, que como se puede apreciar es la que requiere un mayor esfuerzo, y finalmente la etapa de cierre o conclusión del proyecto.



**Figura No. 2.3. Ciclo de Vida del Proyecto.** (Gido & Clements, 2007)

### 2.8.5. Procesos en la Administración de Proyectos

En la administración de proyectos, podemos identificar una serie de procesos o grupo de procesos, que deben llevarse a cabo para garantizar una gestión exitosa. Estos grupos de procesos, según el PMI (2008), se pueden definir de la siguiente forma:

- **Grupo de Procesos de Iniciación.** Procesos que definen un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente, debidamente autorizado dar inicio con el mismo.



- **Grupo de Procesos de Planificación.** Estos son requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.
- **Grupo de Procesos de Ejecución.** Son los procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo.
- **Grupo de Procesos de Seguimiento y Control.** Se refiere a los procesos requeridos para dar seguimiento, analizar 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 del 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.

**Cuadro No. 2.1. Correspondencia y Relación Entre los Grupos de Procesos y las Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos**

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de Iniciación	Grupos de Procesos de Planificación	Grupos de Procesos de Ejecución	Grupos de Procesos de Seguimiento y Control	Grupos de Procesos de Cierre
Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Chárter	Desarrollar el Plan de la Dirección del Proyecto	Dirigir y administrar la ejecución del proyecto	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto	Cerrar el proyecto o una fase
Gestión de Alcance del Proyecto		Recopilar los requerimientos Definir el alcance Crear la EDT		Verificar el alcance Controlar el alcance	
Gestión de Tiempo del Proyecto		Definir las actividades Definir la secuencia de las actividades Estimar los recursos de las actividades Estimar las duraciones de las actividades Desarrollar el cronograma		Controlar el cronograma	

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de Iniciación	Grupos de Procesos de Planificación	Grupos de Procesos de Ejecución	Grupos de Procesos de Seguimiento y Control	Grupos de Procesos de Cierre
Gestión de los Costos del Proyecto		Estimar los costos Elaborar el presupuesto		Control de costos	
Gestión de la Calidad del Proyecto		Elaborar el plan de calidad	Realizar el aseguramiento de la calidad	Realizar el control de la calidad	
Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		Elaborar el plan de los recursos humanos	Adquirir el equipo de trabajo Desarrollar el equipo de trabajo Administrar el equipo de trabajo		
Gestión de las Comunicaciones del Proyecto	Identificar los involucrados	Elaborar el plan de las comunicaciones	Distribuir la información Manejar las expectativas de los involucrados	Reportar el desempeño	
Gestión de los Riesgos del Proyecto		Elaborar el plan de gestión de riesgos Identificar los riesgos Realizar el análisis cualitativo de riesgos Realizar el análisis cuantitativo de riesgos Elaborar el plan de respuesta de los riesgos		Monitorear y controlar los riesgos	
Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		Elaborar el plan de adquisiciones	Realizar las adquisiciones	Gestionar las adquisiciones	Cerrar las adquisiciones

Fuente: PMI 2008.

## 2.9 Minería

La minería es una actividad económica primaria en la cual se realiza la exploración, explotación y aprovechamiento de minerales. Al mencionar actividad primaria, se refiere a que los minerales se toman directamente de la naturaleza.

Como una definición complementaria se puede decir que “la minería es una actividad económica del sector primario representada por la explotación o extracción de los minerales que se han acumulado en el suelo y subsuelo en forma de yacimientos”. (Vector, 2011)

### **2.9.1. Tipos de minas**

En lo que a minería se refiere, existen cuatro tipos: superficial, subterránea, submarina y por pozos de perforación.

La minería superficial o minería a cielo abierto, como también se le conoce, involucra la extracción de los minerales por medio de canteras o excavaciones abiertas que no requieren una concentración posterior, sino, como mucho, una trituración o clasificación por tamaños, los cuales posteriormente pueden trasladados a otros procesos, ya sea de lixiviación o de trituración y molienda. La manera más común de explotación de este tipo de minas es mediante bancos y bermas.

Las cortas, por otro lado, son explotaciones tridimensionales de yacimientos metálicos que evolucionan en profundidad. La excavación del mineral y del estéril, en este tipo de minas se realiza mediante perforación y voladura, y la carga se realiza con palas cargadoras y el transporte mediante volquetes de gran capacidad. (Vector, 2011)

La minería subterránea se caracteriza principalmente por realizar la explotación de los minerales mediante la construcción de galerías o túneles, y a través de los cuales se realizan las labores de extracción.

En lo que respecta a la minería submarina, ésta se realiza mediante el dragado y extracciones de materiales del lecho marino.

Finalmente, la minería por pozos de perforación se realiza para la obtención de combustibles y minerales en estado líquido.

### **2.9.2. Explotación a cielo abierto**

Para la explotación de una mina a cielo abierto, se requiere realizar la excavación, con medios mecánicos y con explosivos, de los terrenos que recubren o rodean la formación geológica que forma el yacimiento. Estos materiales, como se mencionó anteriormente, una vez excavados son transportados a los sitios que corresponda, ya sea al sitio de disposición o botadero, o a la planta de producción, la cual dependiendo del proceso y del mineral que se pretenda extraer, puede ser depositado en canchas de lixiviación o directamente en unidades de trituración.

Los proyectos de minería contemplan todas las actividades que involucran las obras civiles necesarias para la operación de la mina, como una unidad global de producción. Adicionalmente, dentro del propio proceso productivo, mediante el cual se extrae y produce el mineral principal y los secundarios, se ejecutan proyectos que contemplan la extracción, acarreo y trituración del mineral y la disposición en un sitio de botadero del material estéril.

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se establecen las pautas y procedimientos seguidos para la elaboración del proyecto. Se describe la forma en la que se recolectó la información y cómo fue procesada.

#### **3.1 Fuentes de Información**

Las fuentes de información se definen como el sitio u objeto de donde se obtienen los datos requeridos cumplir con los objetivos planteados en la investigación.

“Las fuentes de información deben ser suficientes para que se pueda sustentar y defender un trabajo. Con la intención de cumplir con los objetivos trazados, para efectos de este proyecto se utilizarán fuentes primarias y fuentes secundarias, las cuales se explican a continuación.” (Eyssautier, 2002).

##### **3.1.1. Fuentes Primarias**

“Las fuentes primarias son los portadores originales de la información, que no han retransmitido o grabado en algún medio o documento la información de interés. Esta información la tiene la misma población. Para extraer los datos de esta fuente se utiliza el método de encuesta, de entrevista, experimental o por observación.” (Eyssautier, 2002).

Es decir, las fuentes primarias son todas aquellas que se lograron obtener de primera mano y de forma directa, sin que exista intermediario alguno.

### 3.1.2. Fuentes Secundarias

Por otro lado, “las fuentes secundarias son aquellos portadores de datos o de la información previamente retransmitida o documentada, y que se utiliza en cualquier medio. Este tipo de información que desarrolla la fuente secundaria está a disposición de cualquier investigador que la requiera.” (Eyssautier, 2002).

Es decir, las fuentes secundarias son todas aquellas en las que existe un intermediario de por medio, de modo que la información pudo haber sido objeto de una análisis previo.

### 3.1.3. Fuentes de Información utilizadas

Con base en las definiciones anteriormente mencionadas, en el siguiente cuadro se muestra un resumen de las fuentes de información que se utilizarán en la presente investigación, para cada uno de los objetivos respectivos.

**Cuadro No. 3.1: Fuentes de Información Utilizadas**

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.	Director de Producción Gerentes de Proyectos Minería. Jefes de Oficina Técnica. Documentación de Oficina Técnica de Proyectos de Minería. Trabajo de campo.	Libros de Administración de Proyectos. PMBOK 2008. Carteles de Licitación de Proyectos de Minería.
Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos.	Director de Producción Gerentes de Proyectos Minería. Jefes de Oficina Técnica. Documentación de Oficina Técnica de Proyectos de Minería. Trabajo de campo.	Libros de Administración de Proyectos. PMBOK 2008. Carteles de Licitación de Proyectos de Minería.

Objetivos	Fuentes de información	
	Primarias	Secundarias
Elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente.	Director de Producción Gerentes de Proyectos Minería. Jefes de Oficina Técnica. Documentación de Oficina Técnica de Proyectos de Minería. Trabajo de campo.	Libros de Administración de Proyectos. PMBOK 2008. Carteles de Licitación de Proyectos de Minería.

### 3.2 Métodos de Investigación

“El método de investigación es la ruta que se sigue en las ciencias para alcanzar un fin propuesto.” (Eyssautier, 2002).

Estos métodos se caracterizan por ser procedimientos lógicamente ordenados, que se siguen para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar al conocimiento en general.

#### 3.2.1. Método Lógico Deductivo

Mediante este método se aplican los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios. Dentro de la investigación, el alcance de la deducción, se presenta de dos maneras diferentes, la primera al encontrar principios desconocidos, a partir de los conocidos y la segunda al descubrir consecuencias desconocidas, de principios conocidos. (Ramos, 2008)

#### 3.2.2. Método Lógico Inductivo

Este método permite la formación de hipótesis, investigación de leyes científicas, y las demostraciones, a partir de la observación. Es el razonamiento que, partiendo de casos particulares, se eleva a conocimientos generales. (Ramos, 2008)

La inducción en este método se puede presentar de dos maneras: completa e incompleta.

“INDUCCIÓN COMPLETA. La conclusión es sacada del estudio de todos los elementos que forman el objeto de investigación, es decir que solo es posible si conocemos con exactitud el número de elementos que forman el objeto de estudio y además, cuando sabemos que el conocimiento generalizado pertenece a cada uno de los elementos del objeto de investigación.” (Ramos, 2008)

“INDUCCIÓN INCOMPLETA: Los elementos del objeto de investigación no pueden ser numerados y estudiados en su totalidad, obligando al sujeto de investigación a recurrir a tomar una muestra representativa, que permita hacer generalizaciones.” (Ramos, 2008)

### **3.2.3. Método Sintético**

“Es un proceso mediante el cual se relacionan hechos aparentemente aislados y se formula una teoría que unifica los diversos elementos. Consiste en la reunión racional de varios elementos dispersos en una nueva totalidad, este se presenta más en el planteamiento de la hipótesis. El investigador sintetiza las superaciones en la imaginación para establecer una explicación tentativa que someterá a prueba”. (Ramos, 2008)

### **3.2.4. Método Analítico**

Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. Consiste en la extracción de las partes de un todo, con el objeto de estudiarlas y examinarlas por separado, para ver, por ejemplo las relaciones entre las mismas.



Estas operaciones no existen independientes una de la otra; el análisis de un objeto se realiza a partir de la relación que existe entre los elementos que conforman dicho objeto como un todo; y a su vez, la síntesis se produce sobre la base de los resultados previos del análisis. (Ramos, 2008)

En el Cuadro No. 3.2 se indican los métodos de investigación que se emplearán para el desarrollo de los objetivos definidos para este proyecto.

**Cuadro No. 3.2: Métodos de Investigación**

Objetivos	Métodos de investigación	
	Inductivo - Deductivo	Analítico – Sintético
Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.		Investigación de la forma en la que se administran los proyectos de minería actualmente.
Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos.	Investigación en la literatura y bibliografía disponible, información relacionada con las mejores prácticas para la administración de proyectos. A partir del diagnóstico realizado se elabora la propuesta metodológica.	
Elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente.	Aplicación de conocimiento actual y herramientas, al caso particular.	

### 3.3 Herramientas

Según lo indicado por el PMI (2008), podemos definir herramienta, como “algo tangible, como una plantilla o un programa de software, utilizado al realizar una actividad para producir un producto o resultado”.

En el Cuadro No. 3.3 se definen las herramientas a utilizar para cada objetivo propuesto.

**Cuadro No. 3.3: Herramientas Utilizadas**

Objetivos	Herramientas
Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.	Juicio de expertos, Entrevistas, Lecciones aprendidas, Sistema de información para la dirección de proyectos, Tormenta de ideas, Mapa conceptual, Cuestionarios y encuestas, Observaciones
Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos.	Juicio de expertos, Entrevistas, Lecciones aprendidas, Sistema de información para la dirección de proyectos, Tormenta de ideas, Mapa conceptual, Cuestionarios y encuestas, Observaciones, Descomposición, Técnicas de diagramación, Análisis FODA, Evaluación de probabilidad e impacto, Modelado y simulación, Estrategias para riesgos, Técnicas de evaluación de propuestas
Elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente.	Juicio de expertos, Entrevistas, Lecciones aprendidas, Sistema de información para la dirección de proyectos, Tormenta de ideas, Mapa conceptual, Cuestionarios y encuestas, Observaciones, Descomposición Plantillas, MS Project, Software para presupuestación, Revisiones del desempeño, Gestión del valor ganado, Proyecciones, Técnicas de diagramación, Índices de desempeño, Análisis FODA, Evaluación de probabilidad e impacto, Modelado y simulación, Estrategias para riesgos, Técnicas de evaluación de propuestas

### 3.4 Entregables

Según el PMI (2008), 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.

Para este proyecto, en el Cuadro No. 3.4 se definen los entregables para cada objetivo propuesto.

**Cuadro No. 3.4: Entregables**

Objetivos	Entregables
Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.	Diagnóstico actual de la forma en que se administran los proyectos de minería.
Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos.	Esquema metodológico para la administración de proyectos de minería. Metodología para la gestión del alcance. Metodología para la gestión del tiempo. Metodología para la gestión de los costos. Metodología para la gestión de los riesgos. Metodología para la gestión de las adquisiciones.
Elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente.	Plantillas para la gestión del alcance. Plantillas para la gestión del tiempo. Plantillas para la gestión de los costos. Plantillas para la gestión de los riesgos. Plantillas para la gestión de las adquisiciones.

## **4 DESARROLLO**

### **4.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El diagnóstico de la situación actual, mediante el cual se identifica la forma en la que Constructora Santa Fe administra sus proyectos de minería, surge como consecuencia de la información obtenida a través de varias entrevistas realizadas a personal clave de la empresa, los cuales fueron el Gerente General y el Gerente Técnico de Construcción y Minería.

Con el Gerente General se abarcaron aspectos de índole general y temas estratégicos de la empresa y específicamente sobre cuál era su diagnóstico sobre los elementos esenciales de la administración de proyectos, que actualmente utiliza la empresa y cuáles podrían ser las oportunidades de mejora.

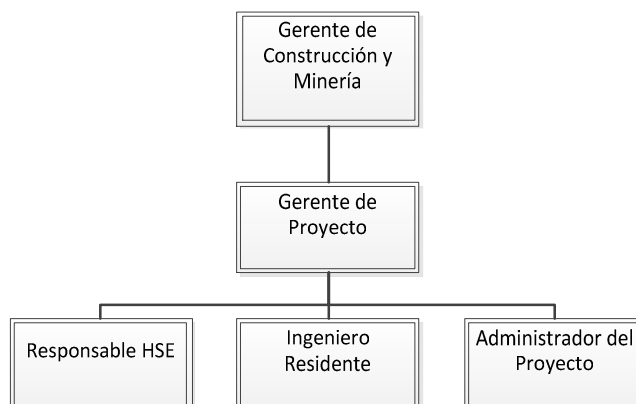
Por otro lado, la entrevista planteada al Gerente Técnico de Construcción y Minería, estuvo más enfocada a los procesos de la administración de proyectos y sobre cuáles se aplican o no, dentro del esquema actual de administración.

Las entrevistas se centraron en obtener la mayor cantidad de información posible, desde el punto de vista de las áreas de conocimiento del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones. De la misma forma, se indagó específicamente si algunas de las técnicas y herramientas que propone el Project Management Institute se implementan en la organización, y en qué etapas o bajo qué parámetros se realizan.

En el anexo 5, se incluyen las principales preguntas utilizadas para las entrevistas realizadas.

Adicionalmente, y a manera introductoria con el fin de que se contextualice adecuadamente la información y los resultados de las encuestas, es importante mencionar el esquema actual de la organización de los proyectos de minería que ejecuta Constructora Santa Fe Ltda.

Este esquema de organización del personal clave actual se plasma en la siguiente figura.



**Figura No. 4.1. Esquema organizacional actual de proyectos**

Para una mejor comprensión del papel que desempeñan las personas incluidas en el esquema anterior, a continuación se mencionan los roles principales de cada una de ellas dentro de los proyectos de minería.

- **Gerente de Construcción y Minería.** Es la persona encargada, a nivel corporativo, de velar por la correcta ejecución de todos los proyectos que ejecuta actualmente Constructora Santa Fe Ltda. Su permanencia en los proyectos es a tiempo parcial. Reporta directamente a la Junta Directiva.
- **Gerente de Proyecto.** Es la persona designada por la empresa para mantener las relaciones directas con el cliente, y el encargado de administrar el proyecto. Ejerce la máxima autoridad en el proyecto. Reporta

directamente al Gerente de Construcción y Minería. Actualmente esta persona puede tener dos proyectos a su cargo simultáneamente, por lo que su permanencia en el proyecto no es a tiempo completo.

- **Ingeniero Residente.** Esta persona es la encargada de velar por el cumplimiento diario de la producción programada y garantizar la ejecución de los trabajos requeridos. Coordina con las áreas de proveeduría, administración, mantenimiento, maquinaria, logística y oficina técnica. Reporta directamente al Gerente de Proyecto. Su permanencia en el proyecto es a tiempo completo.
- **Administrador del proyecto.** Se encarga de coordinar los temas administrativos del proyecto y coordina las áreas de recursos humanos, contabilidad, proveeduría y logística. Reporta directamente al Gerente de Proyecto. Su permanencia en el proyecto es a tiempo completo.
- **Responsable HSE.** Es la persona encargada de velar por la salud ocupacional, la seguridad y los temas ambientales del proyecto. Reporta directamente al Gerente de Proyecto. Su permanencia en el proyecto es a tiempo completo.

Con esta pequeña introducción, a continuación se brindan los principales resultados obtenidos de las entrevistas realizadas en lo que respecta a las áreas de conocimiento que involucra esta investigación.

#### **4.1.1. Administración del Alcance**

Como se indicó anteriormente, mediante las entrevistas practicadas se pudo determinar que actualmente no existe una metodología formal, que involucre la gestión del alcance, sin embargo ésta se genera de manera indirecta, es decir,

muchas de las actividades, entradas y salidas, las cuales se deben realizar según la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos – PMI (2008), se generan o practican individualmente, sin que éstas formen parte de un sistema en el cual, dicha información pueda servir de insumo para otras áreas, procesos o etapas del proyecto.

El proceso de recopilación de requisitos, se realiza como una manera de identificar los principales insumos, desde el punto de vista administrativo y técnico, pero no se involucra a todos los interesados, ni se relaciona directamente con el cumplimiento de objetivos.

La definición y descripción detallada del alcance no se realiza del todo, y por consiguiente no se lleva a cabo ninguna actividad relacionada con la verificación y el control del alcance.

Por otro lado, en lo que respecta a la Estructura de Desglose del Trabajo, ésta se utiliza como una herramienta de asignación de responsabilidades en la etapa de planificación y licitación, sin embargo, para la etapa de ejecución no se utiliza actualmente.

#### **4.1.2. Administración del Tiempo**

Desde el punto de vista de la administración del tiempo, se puede decir que se realiza bastante bien, pero se lleva a cabo principalmente desde el punto de vista de control y seguimiento, más que desde el punto de vista de la planificación y ejecución.

Las actividades se encuentran previamente definidas ya que forman parte del contrato, por lo que el proceso de definición de las actividades se encuentra definido. Así pues, se realiza el secuenciamiento lógico de las actividades, basado

en la experiencia de la empresa y del personal a cargo, mediante la analogía de proyectos similares ejecutados o en los cuales se hayan ejecutado actividades similares.

Para la estimación de los recursos, igualmente se recurre a la experiencia y analogías con proyectos y actividades similares. Sin embargo, este aspecto se lleva a cabo como medida de control y se cuantifican luego del trabajo realizado, es decir, se utilizan como medio de control y seguimiento y no se emplean como parte de los procesos de planificación y ejecución.

Por otro lado, la estimación de la duración de las actividades se realiza solamente como parte de los procesos de planificación, es decir, con esa estimación realizada, durante la etapa de licitación, se ejecuta y finaliza el proyecto. Este proceso se utiliza únicamente para determinar los plazos posibles de ejecución y de requerimiento de insumos y recursos. No se lleva ningún control de él.

Para la elaboración del cronograma se utiliza el programa MS Project, dentro del cual se incorporan todas las actividades del contrato y se identifican los principales hitos, principalmente relacionados con la producción y requisitos contractuales.

Finalmente, el control del cronograma no se realiza de una manera formal como parte de los procesos de la empresa, si no que se realiza únicamente una comprobación mensual del cumplimiento utilizando el software MS Project, junto con la elaboración de la estimación de pago y facturación.

#### **4.1.3. Administración de los Costos**

Como es de esperarse, el tema de los costos es en el que mayor interés y control se ha puesto. Sin embargo, si bien es cierto se hacen esfuerzos significativos por

controlarlos, no necesariamente se realizan de la mejor forma, o de una manera adecuada que brinde la retroalimentación necesaria para poder mejorar la planificación, ejecución y control y seguimiento de futuros proyectos similares. No se realiza una verdadera planificación de los costos del proyecto.

Actualmente existe una unidad de control de costos, que realiza una especie de auditoría de costos en los proyectos en ejecución, sin embargo, las herramientas utilizadas no son las más adecuadas e inclusive, no se diferencia por tipo de proyecto y se aplican de manera indiscriminada tanto para proyectos de construcción como para proyectos de minería. Además, no se utiliza una metodología estándar que pueda normalizar los procesos de control.

En cuanto a la estimación de los costos, no se ha logrado implementar una cultura entre los ingenieros residentes y/o gerentes de proyecto, que permita inculcar entre los profesionales, la importancia y la necesidad de disponer de información de costos actualizada del proyecto y su respectivo control de los mismos, para que tengan plena conciencia sobre la importancia de manejar adecuadamente el tema de costos, y su estimación, ya que durante la etapa de ejecución surgen muchas situaciones que requieren de análisis detallados de costos, para poder tomar las decisiones correspondientes.

De igual forma, la determinación del presupuesto como una herramienta de control durante la etapa de ejecución, se ha venido implementado, pero dicha estimación no se realiza o se actualiza adecuadamente, con base en las nuevas condiciones de precios, mercado, etc., y muchas veces lo que se hace es que se incorporan las mismas condiciones utilizadas en el presupuesto original, que sirvió de base para la preparación de la oferta. De esta manera, no se logra actualizar el presupuesto de una manera real.



Por otro lado, la integración que debe existir entre el cronograma y los costos, y siendo que ambos conceptos forman parte integral para la elaboración del presupuesto, se realiza de una manera incorrecta, ya que aunque siempre se utiliza el cronograma actualizado, nunca se guarda la línea base y ésta no se utiliza para el control respectivo.

Esta situación tiene mucha relación con el tema de la cultura organizacional, la cual se pretende cambiar de forma gradual, con la guía metodológica que se propone más adelante.

#### **4.1.4. Administración de los Riesgos**

En lo que respecta a los riesgos, es un tema de mucha relevancia en el ámbito de los proyectos de minería, ya que los clientes son muy exigentes con este tema, principalmente lo relacionado con la seguridad y salud ocupacional. No obstante, existen una serie de riesgos que tienen incidencia directa con los costos y el tiempo, que son los que principalmente se van a analizar.

En este sentido, y como parte de la información que se obtuvo durante las entrevistas, se pudo determinar que si bien es cierto se cuenta con un plan y programa de seguridad y salud ocupacional, que se implementa actualmente en los proyectos de minería, éste es exclusivo para su aplicación en las etapas de ejecución de los proyectos y enfocado principalmente a la parte operativa, no se menciona ni involucra actividades de planificación desde el punto de vista o de afectación del alcance, de los costos y del tiempo.

Es decir, se realiza la planificación de los riesgos pero únicamente de los que implican las actividades operativas propiamente. De igual forma, la identificación de los riesgos se basa en un análisis de las condiciones de campo y operativas.

Por otro lado, en lo que tiene que ver con el tema del análisis de riesgos, el enfoque cualitativo se aplica nuevamente solo a la parte operativa. En relación con la parte cuantitativa no se magnifica la incidencia directa sobre los objetivos del proyecto, y por ende no se realiza una cuantificación de la magnitud de la incidencia de los riesgos en el proyecto.

Finalmente, en lo que respecta a la planificación de la respuesta a los riesgos, así como el monitoreo y control de los mismos, éstos se enfocan en la parte operativa y administrativa de la ejecución de las obras. Existen procedimientos, que se encuentran incluidos en los documentos, planes y programas bajos los que actualmente se ejecutan los proyectos – específicamente en lo concerniente al tema de la seguridad y salud ocupacional y los riesgos asociados a las actividades denominadas o catalogadas como peligrosas o de alto riesgo – y que brindan un marco de acción y contexto, de cómo definir la respuesta a estos riesgos, pero nuevamente nos encontramos con el inconveniente, de que toda esta documentación, se refiere solamente a las acciones, coordinaciones y responsabilidades de las personas en campo, y tales documentos son omisos en cuanto a las acciones concretas que se deben tomar o ejecutar, para evitar las repercusiones directas sobre los costos del proyecto y el cronograma de ejecución.

#### **4.1.5. Administración de las Adquisiciones**

Desde el punto de vista general de la administración de proyectos, en la empresa se maneja un esquema semi-formal, para realizar las adquisiciones de los bienes y servicios en los proyectos de minería. Estas adquisiciones son realizadas por un proveedor en cada proyecto y aprobadas por el gerente de proyecto, sin embargo, las que se registran contablemente como parte del parte del proyecto son solamente las que se compran y adquieren localmente, ya que las compras

internacionales, las cuales responden generalmente a repuestos y accesorios de equipo pesado, en la mayoría de los casos no se registran de esa forma, lo cual hace que no se lleve un adecuado control de los inventarios, si no, también de los costos del proyecto.

Dicho de otra manera, no existe un procedimiento que norme la forma de documentar las adquisiciones y decisiones de compra para el proyecto.

Para efectuar las adquisiciones, se recurre generalmente a solicitar un mínimo de tres cotizaciones del bien o servicio requerido. Para los servicios, en algunas ocasiones se genera un contrato, el cual rige las pautas, normas y condiciones contratadas, sin embargo en muchas de las ocasiones se rigen por acuerdos verbales, los cuales hacen que su control sea muy difícil. Sin embargo, en relación a este tema la mayoría de las compras que se realizan corresponden a repuestos, combustible y lubricantes, los cuales se realizan generalmente a través de compra directa.

La administración de las adquisiciones se realiza de una manera que limita mucho el control, ya que generalmente se verifica solamente el bien o servicio final, sin realizar un monitoreo adecuado de la ejecución de los contratos – los cuales como se mencionó anteriormente, muy pocas veces se generan –. Esto, consecuentemente, implica que el cierre de las adquisiciones también se vea afectado, no solo por la falta de información sobre el desempeño del bien o servicio contratado, sino porque no se tienen definidas las pautas que permitan determinar si ese bien o servicio, puede ser recibido a conformidad, con lo requerido al momento de su contratación, ya que el contrato que es el documento que debe contener dicha información no se encuentra disponible o nunca se realizó.

#### 4.1.6. Evaluación de Técnicas y Herramientas utilizadas en la empresa

Con base en los grupos de procesos identificados y definidos en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMI, 2008) y la información recolectada en la empresa, así como las entrevistas realizadas, se procedió a identificar cuáles de las herramientas, para cada uno de los procesos de las áreas que comprende el alcance de esta investigación, se utilizan actualmente.

En los cuadros siguientes se muestra un resumen de las técnicas y herramientas recomendadas por el PMI, para cada una de las áreas de conocimiento que comprende esta investigación, en donde se indica la utilización o no de ellas.

A continuación, en el cuadro No. 4.1., se muestran las técnicas y herramientas correspondientes al área de conocimiento del alcance, así como para los grupos de procesos de planificación, ejecución, control y seguimiento.

**Cuadro No. 4.1: Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área de Conocimiento del Alcance**

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Recopilar información	Entrevistas	Entrevistar a participantes con experiencia en el proyecto, así como a interesados y expertos en la materia, puede ayudar a identificar y definir las características y funciones de los entregables esperados del proyecto. (PMI, 2008).	Sí	Se utiliza de manera informal en algunos proyectos particulares, pero no forma parte de una estrategia o metodología formalmente constituida.
Recopilar información	Grupos de opinión	Se realizan con el fin de obtener las expectativas y opiniones de los interesados y expertos en la materia, con respecto a un producto, servicio o resultado propuesto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Recopilar información	Talleres facilitados	Talleres orientados hacia los requisitos, en donde se reúne a los interesados inter-funcionales clave para definir los requisitos del producto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Tormenta de ideas	Se utiliza para generar y recopilar numerosas ideas relacionadas con los requisitos del proyecto y del producto. (PMI, 2008).	Sí	En algunas ocasiones se utiliza, pero no es una actividad frecuente en la organización.
Recopilar información	Técnicas de grupo nominal	Esta técnica mejora la tormenta de ideas, mediante un proceso de votación que se utiliza para jerarquizar las ideas más útiles. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Técnica Delphi	Un grupo seleccionado de expertos contesta una serie de cuestionarios y proporciona retroalimentación respecto de las respuestas de cada ronda de recopilación de requisitos. (PMI, 2008).	Sí	Se realiza indirectamente, ya que a quienes se consulta es a las personas con mayor experiencia dentro de la organización.
Recopilar información	Mapa conceptual/mental	Las ideas que surgen durante las sesiones de tormentas, se consolidan en un esquema único, para reflejar puntos en común y discrepancias, para generar nuevas ideas. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Diagrama de afinidad	Permite clasificar en grupos una gran número de ideas, para su revisión y análisis. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Técnicas grupales de toma de decisiones	Es un proceso de evaluación de múltiples alternativas con relación a un resultado esperado. Se utilizan para generar, clasificar y dar prioridades a los requisitos del producto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Cuestionarios y encuestas	Son conjuntos de preguntas escritas, diseñadas para acumular información rápidamente, proveniente de un alto número de encuestados. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Recopilar información	Observaciones	Proporcionan una manera directa de ver a las personas en su ambiente, y el modo en que realizan sus trabajos o tareas y ejecutan los procesos. (PMI, 2008).	Sí	Las observaciones se realizan directamente en campo, pero no son documentadas.
Recopilar información	Prototipos	Es un método que se utiliza para obtener una retroalimentación rápida respecto de los requisitos, proporcionando un modelo operativo del producto esperado antes de construirlo realmente. (PMI, 2008).	No	No se aplica para proyectos de minería, en los que el entregable final es un servicio y no un producto.
Definir alcance	Juicio de expertos	Se utiliza para analizar la información necesaria para la elaboración del acta de constitución del proyecto y para cualquier detalle técnico. (PMI, 2008).	Sí	Esta herramienta sí se utiliza, pero es importante mencionar que actualmente el acta de constitución del proyecto no se realiza.
Definir alcance	Análisis del producto	Se utiliza principalmente para proyectos cuyo entregable es un producto, a diferencia de un servicio o resultado. (PMI, 2008).	No	No se aplica para proyectos de minería, en los que el entregable final es un servicio y no un producto.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Definir alcance	el	Identificación de alternativas	No	No se realiza actualmente.
Definir alcance	el	Talleres facilitados	No	No se realiza actualmente.
Crear la EDT	Descomposición	Esta herramienta consiste en la subdivisión de los entregables del proyecto en componentes más pequeños y más manejables, hasta que el trabajo y los entregables queden definidos al nivel de paquetes de trabajo. (PMI, 2008).	Sí	Se realiza la descomposición del trabajo, pero es utilizada principalmente para la asignación de responsabilidades únicamente. Esta información no se integra a las demás etapas, fases ni procesos.
Verificar alcance	el	Inspección	No	No se aplica para proyectos de minería, en los que el entregable final es un servicio y no un producto.
Controlar alcance	el	Análisis de variación	No	No se realiza actualmente.

Fuente: El autor y PMI, 2008.

Siguiendo con la descripción y uso de las técnicas y herramientas, en el cuadro No. 4.2., se muestran las técnicas y herramientas correspondientes al área de conocimiento del tiempo.

#### Cuadro No. 4.2: Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área de Conocimiento del Tiempo

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Definir actividades	las	Descomposición	Sí	La descomposición se da a nivel de actividades, las cuales corresponden a las actividades del contrato.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Definir las actividades	Planificación gradual	Es una forma de planificación mediante elaboración gradual, donde se planifica en detalle el trabajo que debe desarrollarse en el corto plazo y el trabajo futuro se planifica a un nivel superior de la EDT. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Definir las actividades	Plantillas	Se utiliza información previa de otros proyectos, como una lista de actividades estándar. (PMI, 2008).	No	Las actividades ya se encuentran previamente definidas contractualmente.
Definir las actividades	Juicio de expertos	Los miembros del equipo del proyecto u otros expertos con experiencia y habilidad en el desarrollo de declaraciones de alcance del proyecto detalladas, la EDT y los cronogramas del proyecto, pueden aportar su experiencia para definir las actividades. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Secuenciar las actividades	Método de diagramación por precedencia (PDM)	Es utilizado en el método de la ruta crítica (CPM) para crear un diagrama de red del cronograma del proyecto, que utiliza casillas o rectángulos, denominados nodos, para presentar las actividades, que se conectan con flechas que muestran sus relaciones lógicas. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Secuenciar las actividades	Determinación de dependencias	Para definir la secuencia entre las actividades, se emplean tres tipos de dependencias: dependencias obligatorias, dependencias discrecionales y dependencias externas. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Secuenciar las actividades	Aplicación de adelantos y retrasos	Un adelanto permite una aceleración de la actividad sucesora y un retraso ocasiona una demora en la actividad sucesora. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar los recursos de las actividades	Juicio de expertos	A menudo, se requiere el juicio de expertos para evaluar las entradas a este proceso relacionadas con los recursos. Cualquier grupo o persona con conocimientos especializados en planificación y estimación de recursos puede proporcionar dicha experiencia. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar los recursos de las actividades	Análisis de alternativas	Se utiliza cuando muchas actividades del cronograma cuentan con métodos alternativos de realización. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Estimar los recursos de las actividades	Datos de estimación publicados	Índices de producción actualizados y los costos unitarios de los recursos para una gran variedad de industrias, materiales y equipos. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar los recursos de las actividades	Estimación ascendente	Cuando una actividad no puede estimarse con un grado razonable de confianza, el trabajo dentro de esa actividad se descompone a un nivel mayor de detalle. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar los recursos de las actividades	Software de gestión de proyectos	Ayuda a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, y de desarrollar estimados de los mismos. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Actualmente se utiliza el programa OPUS 2010.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Estimar la duración de las actividades	Juicio de expertos	El juicio de expertos, guiado por la información histórica, puede proporcionar información sobre el estimado de la duración o las duraciones máximas recomendadas, procedentes de proyectos similares anteriores. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar la duración de las actividades	Estimación análoga	Se utilizan parámetros de un proyecto similar, tales como la duración, el presupuesto, el tamaño, la carga y la complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar la duración de las actividades	Estimación paramétrica	Utiliza un relación estadística entre los datos históricos y otras variables, para calcular una estimación de parámetros de una actividad, tales como, presupuesto y duración. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar la duración de las actividades	Estimación por tres valores	Es el conocido método PERT, que utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de duración de una actividad. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Estimar la duración de las actividades	Análisis de reserva	Los estimados de la duración pueden incluir reservas para contingencias en el cronograma global del proyecto, para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Sin embargo, no existe nada normado al respecto.
Desarrollar el cronograma	Análisis de la red del cronograma	Es una técnica utilizada para generar el cronograma del proyecto. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Desarrollar el cronograma	Método de la ruta crítica	Este método calcula las fechas teóricas de inicio y finalización tempranas y tardías para todas las actividades, sin considerar las limitaciones de recursos. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Desarrollar el cronograma	Método de la cadena crítica.	Es una técnica de análisis de la red del cronograma que permite modificarlo para adaptarlo a los recursos limitados. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Desarrollar el cronograma	Nivelación de recursos	Es una técnica de análisis de la red del cronograma, que se aplica a un cronograma que ya ha sido analizado por medio del método de la ruta crítica. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Desarrollar el cronograma	Análisis "¿Qué pasa si...?"	Se realiza un análisis de la red del cronograma, usando el cronograma para calcular los diferentes escenarios. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Desarrollar el cronograma	Aplicación de adelantos y retrasos	Un adelanto permite una aceleración de la actividad sucesora y un retraso ocasiona una demora en la actividad sucesora. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta, pero de manera indirecta, ya que no aplica estrictamente como su descripción lo indica, sino que dependiendo de la conveniencia del proyecto se aplican adelantos o retrasos a ciertas actividades, para cumplir con la duración total del proyecto.



Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Desarrollar cronograma	el Compresión del cronograma	La compresión del cronograma reduce la duración del cronograma sin modificar el alcance del mismo, para cumplir con las restricciones del cronograma. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Desarrollar cronograma	el Herramientas de planificación	Las herramientas automatizadas de planificación pueden utilizarse conjuntamente con otro software de gestión de proyectos, así como con métodos manuales. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Se utiliza además de MS Project, el programa Opus 2010.
Controlar cronograma	el Revisiones del desempeño	Permite medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje completado y la duración restante para el trabajo en ejecución. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Controlar cronograma	el Análisis de variación	Las mediciones de desempeño del proyecto se utilizan para evaluar la magnitud de la variación respecto de la línea base original del alcance. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza, pero no se realiza un análisis de variación, sino que lo que se realiza es más bien una reprogramación para corregir los retrasos anteriores y cumplir con la duración del proyecto.
Controlar cronograma	el Software de gestión de proyectos	Ayuda a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, y de desarrollar estimados de los mismos. (PMI, 2008).	Sí	Se utiliza el programa MS Project.
Controlar cronograma	el Nivelación de recursos	Es una técnica de análisis de la red del cronograma, que se aplica a un cronograma que ya ha sido analizado por medio del método de la ruta crítica. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Controlar cronograma	el Análisis “¿Qué pasa si...?”	Se realiza un análisis de la red del cronograma, usando el cronograma para calcular los diferentes escenarios. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Controlar cronograma	el Aplicación de adelantos y retrasos	Un adelanto permite una aceleración de la actividad sucesora y un retraso ocasiona una demora en la actividad sucesora. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta, pero de manera indirecta, ya que se aplican adelantos o retrasos a ciertas actividades, para cumplir con la duración total del proyecto.
Controlar cronograma	el Compresión del cronograma	La compresión del cronograma reduce la duración del cronograma sin modificar el alcance del mismo, para cumplir con las restricciones del cronograma. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Controlar cronograma	el Herramientas de planificación	Las herramientas automatizadas de planificación pueden utilizarse conjuntamente con otro software de gestión de proyectos, así como con métodos manuales. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Se utiliza además de MS Project, el programa Opus 2010.

Fuente: El autor y PMI, 2008.

En el cuadro No. 4.3., se muestran las técnicas y herramientas correspondientes al área de conocimiento de los costos.

**Cuadro No. 4.3: Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área de Conocimiento de los Costos**

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Estimar costos	los Juicio de expertos	Numerosas variables, tales como las tarifas de trabajo, los costos de los materiales, la inflación, los factores de riesgo, entre otras, influyen en la estimación de costos. Guiado por la información histórica, el juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa sobre el ambiente y la información procedentes de proyectos similares anteriores. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar costos	los Estimación análoga	Se utilizan parámetros de un proyecto similar, tales como la duración, el presupuesto, el tamaño, la carga y la complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar costos	los Estimación paramétrica	Utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables, para calcular una estimación de parámetros de una actividad, tales como, presupuesto y duración. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar costos	los Estimación ascendente	Cuando una actividad no puede estimarse con un grado razonable de confianza, el trabajo dentro de esa actividad se descompone a un nivel mayor de detalle. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar costos	los Estimación por tres valores	Es el conocido método PERT, que utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de duración de una actividad. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Estimar costos	los Análisis de reserva	Los estimados de la duración pueden incluir reservas para contingencias en el cronograma global del proyecto, para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Estimar costos	los Costo de la calidad	Los supuestos relativos a la calidad pueden utilizarse para preparar la estimación de costos de las actividades. (PMI, 2008).	Sí	Actualmente se realiza una estimación de los costos de calidad, los cuales son incorporados dentro del rubro de costos indirectos.
Estimar costos	los Software de estimación de costos para la dirección de proyectos	Estas herramientas pueden simplificar el uso de algunas de las técnicas de estimación de costos y, de esta manera, facilitar la consideración rápida de las alternativas para la estimación de costos. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Actualmente se utiliza el programa OPUS 2010.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Estimar los costos	Análisis de propuestas para licitaciones	Los métodos de estimación de costos pueden incluir el análisis de cuánto debe costar el proyecto, con base en las propuestas de vendedores calificados. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente. Estos debido principalmente a que los proyectos en los que se trabaja, se actúa como contratista general.
Determinar el presupuesto	Suma de costos	Las estimaciones de costos se suman por paquetes de trabajo, de acuerdo con la EDT. Las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo luego se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT, tales como las cuentas de control, y finalmente para todo el proyecto. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Sin embargo, se hace la aclaración de que los paquetes de trabajo corresponden a las actividades contractuales.
Determinar el presupuesto	Análisis de reserva	Los estimados de la duración pueden incluir reservas para contingencias en el cronograma global del proyecto, para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Determinar el presupuesto	Juicio de expertos	Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, un área de conocimiento, una disciplina, una industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está desarrollando, y que debe utilizarse para determinar el presupuesto. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Determinar el presupuesto	Relaciones históricas	Cualquier relación histórica que dé como resultado estimaciones paramétricas o análogas implica el uso de características (parámetros) del proyecto para desarrollar modelos matemáticos que permitan predecir los costos totales del proyecto. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Determinar el presupuesto	Conciliación del límite del financiamiento	El gasto de fondos debe conciliarse con los límites de financiamiento establecidos sobre el desembolso de fondos para el proyecto. Una variación entre los límites de financiamiento y los gastos planificados requerirá en algunos casos la reprogramación del trabajo para regular dichos gastos. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente. Esta conciliación se realiza al finalizar el proyecto, siendo muy tarde para poder tomar alguna acción correctiva.
Controlar los costos	Gestión del valor ganado	La gestión del valor ganado (EVM) en sus diferentes formas es un método que se utiliza comúnmente para la medición del desempeño. Integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente. Sin embargo, sí se realizan auditorías de costos, con las cuales se verifica que dichos costos se encuentren dentro de los parámetros establecidos dentro del presupuesto. En este sentido, es importante mencionar también que solamente se revisan los costos y no se consideran ni el cronograma y ni la duración principalmente.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Controlar los costos	Proyecciones	Conforme avanza el proyecto y en función del desempeño del mismo, el equipo del proyecto puede desarrollar una proyección de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC). (PMI, 2008).	Sí.	Se realizan algunas estimaciones, principalmente en los últimos períodos de ejecución del proyecto.
Controlar los costos	Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)	El índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante, con el propósito de cumplir con una meta de gestión especificada, tal como el BAC o la EAC. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Controlar los costos	Revisiones del desempeño	Las revisiones del desempeño comparan el desempeño del costo a lo largo del tiempo, las actividades del cronograma o los paquetes de trabajo que exceden el presupuesto o que están por debajo de éste, y los fondos estimados para completar el trabajo en ejecución. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Controlar los costos	Análisis de variación	Las mediciones del desempeño del costo (CV, CPI) se utilizan para evaluar la magnitud de variación con respecto a la línea base original de costo. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Controlar los costos	Software de gestión de proyectos	A menudo se utiliza el software de gestión de proyectos para monitorear las tres dimensiones de la gestión del valor ganado, EVM (PV, EV y AC) para representar gráficamente tendencias y proyectar un rango de resultados finales posibles para el proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.

Fuente: El autor y PMI, 2008.

Para el área de conocimiento de los riesgos, en el cuadro No. 4.4., tenemos las siguientes técnicas y herramientas, las cuales corresponden al área de conocimiento de los riesgos. En ella se enumeran las diferentes técnicas y herramientas sugeridas por el Project Management Institute (PMI), a través de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos.

**Cuadro No. 4.4: Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área de Conocimiento de los Riesgos**

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Planificar la gestión de riesgos	Reuniones de planificación y análisis	En estas reuniones, se definen los planes a alto nivel para efectuar las actividades de gestión de riesgos. Se desarrollarán los elementos de costo de la gestión de riesgos y las actividades del cronograma, para incluirlos en el presupuesto y el cronograma del proyecto, respectivamente. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Revisiones de la documentación	Puede efectuarse una revisión estructurada de la documentación del proyecto, incluyendo los planes, los supuestos, los archivos de proyectos anteriores, los contratos y otra información. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Tormenta de ideas	La meta de la tormenta de ideas es obtener una lista completa de los riesgos del proyecto. Por lo general, el equipo del proyecto efectúa tormentas de ideas, a menudo con un grupo multidisciplinario de expertos que no forman parte del equipo. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Técnica Delphi	Los expertos en riesgos del proyecto participan en esta técnica de forma anónima. Un facilitador utiliza un cuestionario para solicitar ideas acerca de los riesgos importantes del proyecto. Las respuestas son resumidas y luego enviadas nuevamente a los expertos para que realicen comentarios adicionales. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Entrevistas	La realización de entrevistas a los participantes experimentados del proyecto, a los interesados y a los expertos en la materia puede ayudar a identificar los riesgos. (PMI, 2008).	Sí	Sí se realiza esta técnica, pero se hace de manera informal y no es documentada.
Identificar los riesgos	Análisis causal	El análisis causal es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Análisis de las listas de control	Las listas de control para identificación de riesgos pueden desarrollarse basándose en la información histórica y el conocimiento acumulado a partir de proyectos similares anteriores y otras fuentes de información. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Identificar los riesgos	Análisis de supuestos	Cada proyecto y cada riesgo identificado se conciben y desarrollan tomando como base un grupo de hipótesis, escenarios y supuestos. El análisis de supuestos explora la validez de los supuestos según se aplican al proyecto. Identifica los riesgos del proyecto debidos al carácter inexacto, inestable, incoherente o incompleto de los supuestos. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Diagramas de causa y efecto	Estos diagramas también se conocen como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado y son útiles para identificar las causas de los riesgos. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Diagramas de flujo o de sistemas	Estos diagramas muestran cómo se interrelacionan los diferentes elementos de un sistema, y el mecanismo de causalidad. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Diagrama de influencias	Estos diagramas son representaciones gráficas de situaciones que muestran las influencias causales, la cronología de eventos y otras relaciones entre las variables y los resultados. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Identificar los riesgos	Análisis FODA	Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluyendo los riesgos generados internamente. (PMI, 2008).	Sí	Sí se realiza esta técnica, y se utiliza principalmente para la identificación de riesgos en campo únicamente.
Identificar los riesgos	Juicio de expertos	Los expertos con experiencia apropiada, adquirida en proyectos o áreas de negocio similares, pueden identificar los riesgos directamente. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos	La evaluación de la probabilidad de los riesgos estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades. (PMI, 2008).	Sí	Existe una metodología dentro del plan y programa de salud y seguridad ocupacional, pero involucra únicamente los riesgos en campo.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Realizar análisis cualitativo de riesgos	el de Matriz de probabilidad e impacto	Los riesgos pueden priorizarse para realizar un análisis cuantitativo posterior y elaborar respuestas basadas en su calificación. Por lo general, estas reglas de calificación de los riesgos son definidas por la organización antes del inicio del proyecto y se incluyen en los activos de los procesos de la organización. (PMI, 2008).	Sí	Existe una metodología dentro del plan y programa de salud y seguridad ocupacional, pero involucra únicamente los riesgos en campo.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	el de Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos	Para ser creíble, un análisis cualitativo de riesgos requiere datos exactos y sin parcialidades. El análisis de la calidad de los datos sobre riesgos es una técnica para evaluar el grado de utilidad de los datos sobre riesgos para su gestión. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	el de Categorización de riesgos	Los riesgos del proyecto pueden categorizarse por fuentes de riesgo para determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. (PMI, 2008).	Sí	Existe una metodología dentro del plan y programa de salud y seguridad ocupacional, pero involucra únicamente los riesgos en campo.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	el de Evaluación de la urgencia de los riesgos	Los riesgos que requieren respuestas a corto plazo pueden ser considerados de atención más urgente. Los indicadores de prioridad pueden incluir el tiempo para dar una respuesta a los riesgos, los síntomas y las señales de advertencia, y la calificación del riesgo. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar análisis cualitativo de riesgos	el de Juicio de expertos	La obtención del juicio de expertos en materia de riesgos se logra a menudo mediante talleres de facilitación o entrevistas. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar análisis cuantitativo de riesgos	el de Entrevistas	Las técnicas de entrevistas se basan en la experiencia y en datos históricos para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos sobre los objetivos del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar análisis cuantitativo de riesgos	el de Distribuciones de probabilidad	Las distribuciones continuas de probabilidad, utilizadas ampliamente en el modelado y la simulación, representan la incertidumbre de los valores tales como las duraciones de las actividades del cronograma y los costos de los componentes del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar análisis cuantitativo de riesgos	el de Análisis de sensibilidad	El análisis de sensibilidad ayuda a determinar qué riesgos tienen un mayor impacto potencial en el proyecto. Este método evalúa el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta el objetivo que está siendo examinado, cuando todos los demás elementos inciertos se mantienen en sus valores de línea base. (PMI, 2008).	Sí	Se utiliza principalmente en el análisis financiero de los proyectos y específicamente en la elaboración de flujos de caja que garanticen el pago de obligaciones bancarias.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Realizar el análisis cuantitativo de riesgos	Análisis del valor monetario esperado	El análisis del valor monetario esperado (EMV) es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no (es decir, análisis bajo incertidumbre). El valor monetario esperado de las oportunidades se expresará por lo general con valores positivos, mientras que el de los riesgos será negativo. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Realizar el análisis cuantitativo de riesgos	Modelado y simulación	Una simulación de proyecto utiliza un modelo que traduce las incertidumbres detalladas especificadas del proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo. (PMI, 2008).	Sí	Se utiliza principalmente en el análisis financiero de los proyectos y específicamente en la elaboración de flujos de caja que garanticen el pago de obligaciones bancarias.
Realizar el análisis cuantitativo de riesgos	Juicio de expertos	El juicio de expertos (que idealmente recurre a expertos con experiencia relevante y reciente) se requiere para identificar los impactos potenciales sobre el costo y el cronograma, para evaluar la probabilidad y definir las entradas (tales como las distribuciones de probabilidad) a las herramientas. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos negativos o amenazas: evitar.	Evitar el riesgo implica cambiar el plan para la dirección del proyecto, a fin de eliminar por completo la amenaza. El director del proyecto también puede aislar los objetivos del proyecto del impacto de los riesgos o cambiar el objetivo que se encuentra amenazado. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos negativos o amenazas: transferir.	Transferir el riesgo requiere trasladar a un tercero todo o parte del impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta. La transferencia de un riesgo simplemente confiere a una tercera persona la responsabilidad de su gestión; no lo elimina. La transferencia de la responsabilidad de un riesgo es más efectiva cuando se trata de la exposición a riesgos financieros. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos negativos o amenazas: mitigar.	Mitigar el riesgo implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.



Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos negativos o amenazas: aceptar.	Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: explotar.	Esta estrategia puede seleccionarse para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse de que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo positivo particular, asegurando que la oportunidad definitivamente se concrete. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: compartir.	Compartir un riesgo positivo implica asignar todo o parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado para capturar la oportunidad en beneficio del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: mejorar.	Esta estrategia se utiliza para aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos de una oportunidad. La identificación y maximización de las fuerzas impulsoras clave de estos riesgos de impacto positivo pueden incrementar su probabilidad de ocurrencia. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: aceptar.	Aceptar una oportunidad consiste en tener la voluntad de tomar ventaja de ella si se presenta, pero sin buscarla de manera activa. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Estrategias de respuesta para contingencias	Algunas estrategias están diseñadas para ser usadas únicamente si se presentan determinados eventos. Para algunos riesgos, resulta apropiado para el equipo del proyecto elaborar un plan de respuesta que sólo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas, si se cree que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Planificar la respuesta a los riesgos	Juicio de expertos	El juicio de expertos constituye una entrada procedente de partes con sólidos conocimientos, que atañe a las acciones que deben tomarse en el caso de un riesgo específico y definido. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Monitorear y controlar riesgos	Reevaluación de los riesgos	Monitorear y Controlar los Riesgos a menudo trae como resultado la identificación de nuevos riesgos, la reevaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Monitorear y controlar riesgos	Auditorías de los riesgos	Las auditorías de riesgos examinan y documentan la efectividad de las respuestas a los riesgos identificados y sus causas, así como la efectividad del proceso de gestión de riesgos. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Monitorear y controlar riesgos	Análisis de variación y de tendencias	Muchos procesos de control utilizan el análisis de variación para comparar los resultados planificados con los resultados reales. Con el propósito de monitorear y controlar los eventos de riesgo, deben revisarse las tendencias en la ejecución del proyecto utilizando la información relativa al desempeño. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Monitorear y controlar riesgos	Medición del desempeño técnico	La medición del desempeño técnico compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos del plan para la dirección del proyecto. Requiere la definición de medidas objetivas cuantificables del desempeño técnico que puedan usarse para comparar los resultados reales con los planificados. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Monitorear y controlar riesgos	Análisis de reserva	A lo largo de la ejecución del proyecto, pueden presentarse algunos riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma. El análisis de reserva compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo restante en un momento dado del proyecto, con objeto de determinar si la reserva restante es suficiente. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Monitorear y controlar riesgos	Reuniones sobre el estado del proyecto	La gestión de los riesgos del proyecto debe ser un punto del orden del día en las reuniones periódicas sobre el estado del proyecto. El tiempo requerido para tratar este asunto variará dependiendo de los riesgos que se hayan identificado, de su prioridad y dificultad de respuesta. (PMI, 2008).	Sí	Se realizan reuniones de vez en cuando, en las que se trata el avance del proyecto, pero no se toman acciones concretas ni son documentadas, para poder ser incorporadas como activos del proyecto.

Fuente: El autor y PMI, 2008.

Finalmente, desde el punto de vista de la gestión de las adquisiciones, en el cuadro No. 4.5., se muestran a continuación las técnicas y herramientas correspondientes.

**Cuadro No. 4.5: Técnicas y Herramientas Utilizadas, Área de Conocimiento de las Adquisiciones**

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Planificar las adquisiciones	Análisis de hacer o comprar	El análisis de hacer o comprar es una técnica general de dirección utilizada para determinar si un trabajo particular puede ser realizado de manera satisfactoria por el equipo del proyecto o debe ser adquirido a fuentes externas. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Planificar las adquisiciones	Juicio de expertos	El análisis de hacer o comprar es una técnica general de dirección utilizada para determinar si un trabajo particular puede ser realizado de manera satisfactoria por el equipo del proyecto o debe ser adquirido a fuentes externas. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
Planificar las adquisiciones	Contratos de precio cerrado	Es el preferido por la mayoría de las organizaciones dado que el precio de los bienes se fija al comienzo y no está sujeto a cambios, salvo que se modifique el alcance del trabajo. Cualquier aumento de costos por causa de un desempeño adverso es responsabilidad del vendedor, quien está obligado a completar el esfuerzo. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Este es el tipo de contrato que se realiza generalmente, ya que en los proyectos de minería las principales compras que se realizan son de productos más que de servicios.
Planificar las adquisiciones	Contratos de precio fijo más honorarios con incentivo	Este acuerdo de precio fijo confiere cierta flexibilidad al comprador y al vendedor ya que permite desviaciones en el desempeño, con incentivos financieros relacionados con el cumplimiento de las métricas establecidas. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Planificar las adquisiciones	Contratos de precio fijo con ajuste económico de precio	Este tipo de contrato se utiliza cuando el período de desempeño del vendedor abarca un período considerable de años, tal como se desea en muchas de las relaciones a largo plazo. Se trata de un contrato de precio fijo pero con una disposición especial que permite ajustes finales predefinidos al precio del contrato debido a cambios en las condiciones, tales como cambios inflacionarios o aumentos (o disminuciones) del costo de las materias primas específicas. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Planificar las adquisiciones	Contrato de costo más honorarios fijos	Al vendedor se le reembolsan todos los costos autorizados para realizar el trabajo del contrato, a la vez que recibe el pago de sus honorarios fijos calculados como un porcentaje de los costos del proyecto estimados al inicio. Los honorarios se pagan únicamente por el trabajo completado y no varían en función del desempeño del vendedor. El monto de los honorarios no cambia, a menos que se modifique el alcance del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Planificar las adquisiciones	Contrato de costo más honorarios con incentivos	Al vendedor se le reembolsan todos los costos autorizados para realizar el trabajo del contrato, y recibe honorarios con incentivos predeterminados, basados en el logro de objetivos específicos de desempeño establecidos en el contrato. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Planificar las adquisiciones	Contrato de costo más honorarios pro cumplimiento de objetivos	Al vendedor se le reembolsan todos los costos legítimos, pero la mayor parte de los honorarios es obtenida basándose sólo en la satisfacción de cierto criterio subjetivo general de desempeño definido e incorporado dentro del contrato. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Planificar las adquisiciones	Contrato por tiempo y materiales	Los contratos por tiempo y materiales son un tipo híbrido de acuerdo contractual que contiene aspectos tanto de los contratos de costos reembolsables como de los contratos de precio fijo. A menudo, se les utiliza para aumentar personal, la adquisición de expertos y cualquier tipo de apoyo externo cuando no es posible establecer con rapidez un enunciado preciso del trabajo. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Efectuar las adquisiciones	Conferencias de oferentes	Las conferencias de oferentes (denominadas a veces conferencias de contratistas, conferencias de proveedores o conferencias previas a la licitación) son reuniones con todos los posibles vendedores y compradores antes de la presentación de ofertas o propuestas. Se las utiliza para asegurar que todos los posibles vendedores comprendan de manera clara y uniforme la necesidad de adquisición (requisitos técnicos y contractuales), y que ningún oferente reciba tratamiento preferencial. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Efectuar las adquisiciones	Técnicas de evaluación de propuestas	En el caso de adquisiciones complejas, en las que la selección del proveedor se basará en las respuestas de los vendedores a criterios de ponderación definidos previamente, se definirá un proceso formal de revisión de la evaluación, de acuerdo con las políticas de adquisición del comprador. El comité de evaluación realizará su selección, que deberá ser aprobada por la dirección antes de la adjudicación. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Efectuar las adquisiciones	Estimaciones independientes	En el caso de muchos elementos de adquisición, la organización compradora puede elegir entre preparar su propia estimación independiente o contratar los servicios de un estimador profesional externo, a fin de servir como norma de comparación de las respuestas propuestas. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Efectuar las adquisiciones	Juicio de expertos	El juicio de expertos puede ser utilizado para evaluar las propuestas de los vendedores. La evaluación de las propuestas puede ser realizada por un equipo multidisciplinario de revisión con experiencia en cada una de las áreas cubiertas por los documentos de la adquisición y el contrato propuesto. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Como se indicó anteriormente, las compras principales para proyectos de minería que se realizan corresponden a producto e insumos.
Efectuar las adquisiciones	Publicidad	Las listas existentes de vendedores potenciales a menudo pueden ser ampliadas si se colocan anuncios en publicaciones de amplia difusión, tales como periódicos selectos, o en publicaciones profesionales especializadas. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.
Efectuar las adquisiciones	Búsqueda en internet	Internet ejerce una influencia considerable en la mayoría de las adquisiciones del proyecto y en la cadena de suministro de las organizaciones. Mientras que muchos artículos, componentes y elementos listos para vender pueden ser encontrados rápidamente en Internet y adquiridos a un precio fijo, las adquisiciones de alto riesgo y muy complejas que requieren un monitoreo de cerca no pueden obtenerse por este medio. (PMI, 2008).	No	No se aplica este tipo de técnica o herramienta a los proyectos de minería.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
<b>Efectuar las adquisiciones</b>	Negociación de adquisiciones	Las negociaciones aclaran la estructura, los requisitos y otros términos relativos a las compras, para que se logre establecer un acuerdo mutuo antes de firmar el contrato. El lenguaje contractual final refleja todos los acuerdos obtenidos. Los temas cubiertos deberían incluir las responsabilidades, la autoridad de efectuar cambios, los términos y la legislación aplicables, los enfoques técnicos y de dirección comercial, los derechos de propiedad exclusiva, el financiamiento del contrato, las soluciones técnicas, el cronograma general, los pagos y el precio. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta.
<b>Administrar las adquisiciones</b>	Sistema de control de cambios del contrato	Un sistema de control de cambios del contrato define el proceso por el cual la adquisición puede ser modificada. Incluye los formularios, los sistemas de rastreo, los procedimientos de resolución de disputas y los niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambios del contrato está integrado con el sistema de control integrado de cambios. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
<b>Administrar las adquisiciones</b>	Revisión del desempeño de las adquisiciones	La revisión del desempeño de las adquisiciones es una revisión estructurada del avance del vendedor para cumplir con el alcance y la calidad del proyecto, dentro del costo y en el plazo acordado, tomando el contrato como referencia. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
<b>Administrar las adquisiciones</b>	Inspecciones y auditorías	Las inspecciones y auditorías solicitadas por el comprador y respaldadas por el vendedor según se especifica en el contrato de adquisición pueden realizarse durante la ejecución del proyecto para verificar la conformidad de los procesos o entregables del vendedor. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
<b>Administrar las adquisiciones</b>	Informes de desempeño	Los informes de desempeño proporcionan a la Dirección información sobre la efectividad del vendedor en el logro de los objetivos contractuales. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
<b>Administrar las adquisiciones</b>	Sistemas de pago	Por lo general, los pagos al vendedor son procesados por el sistema de cuentas por pagar del comprador luego de que una persona autorizada del equipo del proyecto certifique que el trabajo es satisfactorio. Todos los pagos deben ser efectuados y documentados en estricta observancia de los términos del contrato. (PMI, 2008).	Sí	Sí se utiliza esta herramienta. Aunque existen una serie de compras internacionales, que no necesariamente son debidamente incorporadas al sistema.

Procesos	Técnica o Herramienta	Descripción	¿Utilizada en la empresa?	Observaciones
Administrar las adquisiciones	Administración de reclamaciones	Los cambios impugnados y los cambios potencialmente constructivos son aquellos cambios solicitados respecto de los cuales el comprador y el vendedor no pueden llegar a un acuerdo sobre la compensación por el cambio, o incluso sobre si un cambio ha tenido lugar. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Administrar las adquisiciones	Sistema de gestión de registros	Un sistema de gestión de registros es utilizado por el director del proyecto para gestionar la documentación y los registros del contrato y de las adquisiciones. Está compuesto por un conjunto específico de procesos, funciones de control relacionadas y herramientas de automatización que se consolidan y combinan en un todo, como parte del sistema de información de la dirección del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Cerrar las adquisiciones	Auditorías de la adquisición	El objetivo de una auditoría de la adquisición es identificar los éxitos y los fracasos que merecen ser reconocidos en la preparación o administración de otros contratos de adquisición en el proyecto, o en otros proyectos dentro de la organización ejecutante. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Cerrar las adquisiciones	Acuerdos negociados	En toda relación de adquisición, el acuerdo definitivo y equitativo de todos los asuntos, reclamaciones y controversias pendientes a través de la negociación es un objetivo fundamental. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.
Cerrar las adquisiciones	Sistema de gestión de registros	Está compuesto por un conjunto específico de procesos, funciones de control relacionadas y herramientas de automatización que se consolidan y combinan en un todo, como parte del sistema de información de la dirección del proyecto. (PMI, 2008).	No	No se realiza actualmente.

Fuente: El autor y PMI, 2008.

Como se puede apreciar en la información indicada anteriormente, actualmente la organización utiliza una serie de herramientas, pero su utilización y aplicación se realiza de manera aislada, lo que no permite que toda la información pueda ser integrada y utilizada en otras fases, áreas de conocimiento y procesos. En la siguiente figura No. 4.2, se muestra un resumen del sistema actual, y cuáles técnicas y herramientas son utilizadas.

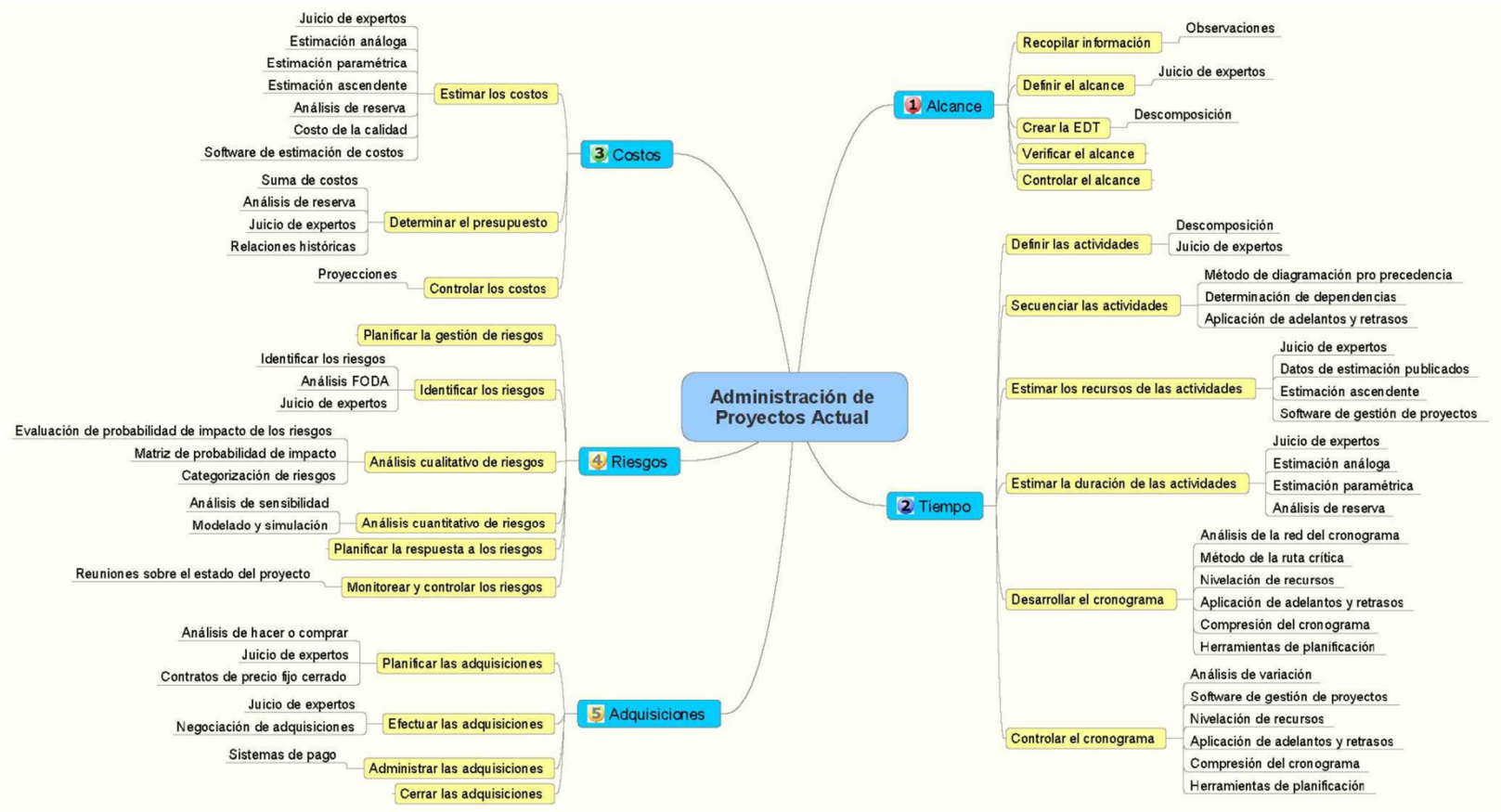


Figura No. 4.1. Esquema actual de administración de proyectos. (El autor)



Como muy bien se aprecia en la figura anterior, el sistema actual de administración de proyectos de Constructora Santa Fe, constituye simplemente un conjunto de técnicas y herramientas que se aplican, pero que no se encuentran lógicamente entrelazadas entre las diferentes fases, áreas de conocimiento y grupos de procesos.

En el siguiente apartado, se propone una metodología para las áreas del conocimiento del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones, y se propone una metodología integral mediante la cual se logre identificar las diferentes interrelaciones que existen entre éstas áreas de conocimiento y sus procesos.

#### **4.2 METODOLOGÍA PARA LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE MINERÍA**

En este apartado se propone una metodología que sirva como una guía simplificada para la administración de proyectos de minería en Constructora Santa Fe, tomando como base las entradas, herramientas y técnicas y salidas sugeridas por el PMI. Por esta razón, se toma como referencia imprescindible la Guía de los Fundamentos para la Administración de Proyectos, la cual según el PMI (2008) se trata de una guía más que una metodología.

No obstante, para este caso en particular el PMBOK (PMI, 2008) se constituye en la base fundamental de esta propuesta, la cual se desarrolla para las siguientes áreas de conocimiento: el alcance, el tiempo, los costos, los riesgos y las adquisiciones. Así mismo, se propone un esquema integral que permite identificar las interrelaciones que existen, para este tipo de proyectos, entre las diferentes áreas de conocimiento, de manera que sean de fácil interpretación para todos los involucrados.

Debido a lo anterior es importante mencionar que si bien es cierto el área de conocimiento de la integración, no se abarca completamente, al no estar incluido dentro de los alcances de esta investigación, muchos de sus procesos y entregables, son considerados necesariamente en la elaboración de esta metodología integrada, la cual podría interpretarse como un esquema de un Plan para la Dirección del Proyecto específico para los proyectos de minería de Constructora Santa Fe.

Por otro lado, para definir las metodologías particulares para cada área de conocimiento, se utilizan como base los grupos de procesos sugeridos por el PMI, no obstante se incorporan únicamente las entradas, técnicas y herramientas y salidas que son aplicables al tipo de proyectos de minería.

Las metodologías elaboradas para las áreas de conocimiento están estructuradas de una manera en la que se presenta un esquema simplificado que integra las tres partes fundamentales de esta propuesta metodológica, las cuales son: entradas, herramientas y salidas.

Para cada una de estas partes fundamentales, se explica detalladamente lo que comprende cada uno de sus elementos y su forma de aplicación.

En relación con las entradas, éstas se describen de forma tal que puedan ser fácilmente identificadas por los involucrados y el equipo de trabajo, y en algunas ocasiones corresponden a las salidas de otro grupo de procesos, en esos casos, se indica explícitamente que corresponde a la salida de otra metodología.

Las herramientas se describen de una forma metodológica de manera que sean de fácil aplicación, mediante la descripción detallada y la utilización de plantillas estándar para su mejor interpretación. En algunos casos, se parte del hecho de

que las personas involucradas tienen un nivel de conocimiento mínimo y conceptos básicos de administración de proyectos, por lo que algunas definiciones simplemente se hace énfasis en la forma de aplicación, más que en la descripción amplia de la herramienta.

Finalmente, para las salidas se indica claramente, cuáles herramientas utilizar y cómo aplicarlas, proponiendo el uso de plantillas estándar, que faciliten su elaboración y la forma en la que se muestran la información y los resultados.

### **4.3 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL ALCANCE**

Como se indicó anteriormente, existen algunos procesos que no pertenecen necesariamente a la Gestión del Alcance, pero que forman parte de las entradas necesarias para esta área del conocimiento, por lo tanto se incluyen como procesos adicionales.

La metodología para la gestión del alcance, está dividida en dos grupos de procesos: el primero correspondiente a los grupos de procesos de planificación, donde se indican las entradas correspondientes requeridas, las técnicas y herramientas a utilizar y las salidas esperadas; el segundo relacionado con los grupos de procesos de control y monitoreo, donde de la misma forma se indican las entradas, técnicas y herramientas y las salidas.

Debido a que ambas partes o grupos de procesos de la metodología propuesta están estrechamente relacionadas, algunas de las salidas de los grupos de procesos de planificación, sirven de entradas a los grupos de procesos de control y monitoreo. Esta vinculación se indica gráficamente en el esquema de la metodología mediante la indicación en **negrita y subrayado** de las salidas y entradas, que corresponden a un mismo entregable, ya sea documento, informe y/o plantilla.

En la figura No. 4.3., se muestra el esquema propuesto de la metodología para la Gestión del Alcance.



Figura No. 4.3. Propuesta para la gestión del alcance. (El autor)

En el esquema de la metodología anterior, las salidas indicadas con asterisco (\*) pertenecen a otras áreas de conocimiento como la de la integración y de recursos humanos del proyecto, las cuales se encuentra fuera del alcance de este proyecto, sin embargo, se consideran elementos imprescindibles que deben ser incorporados dentro de esta metodología propuesta.

#### **4.3.1. Grupos de Procesos de la Planificación**

Como parte de esta metodología se han integrado y simplificado, las entradas, herramientas y salidas, en un solo esquema, el cual comprende los siguientes grupos de procesos:

- Recopilar requisitos.
- Definir el alcance.
- Crear la EDT.

A continuación, se hace una descripción de las entradas, herramientas y salidas de esta propuesta metodológica.

##### **4.3.1.1 ENTRADAS**

###### **a. Cartel de licitación**

El cartel de licitación constituye el pliego de cargos, en el que se documentan los principales requerimientos y entregables por parte del cliente. Así mismo, se indican los componentes esenciales que se incluyeron y forman parte de la propuesta técnica y económica. Muchos de los supuestos, no solo desde el punto de vista del alcance, sino también del tiempo y los costos, pueden encontrarse en este documento.

Dentro de la principal información que se encuentra en este documento, se menciona la siguiente:

- Alcance preliminar del proyecto.
- Lista de actividades del proyecto.
- Restricciones y limitaciones al proyecto.
- Supuestos del proyecto.

#### **b. Planos y especificaciones**

Estos documentos brindan no solamente la información gráfica y descriptiva del proyecto, sino que además brindan elementos adicionales que definen los entregables del proyecto.

Adicionalmente en las especificaciones se indican claramente los alcances, limitaciones, restricciones y supuestos que se deben considerar, para cada una de las actividades del proyecto.

#### **c. Propuesta técnica y económica**

Este documento por sí mismo, podría constituirse como una línea base, ya que en él se encuentra documentado el alcance del proyecto, el presupuesto del proyecto y el cronograma del proyecto. Definitivamente este documento es una entrada primordial, la cual sirve de base para poder implementar la metodología que se propone.

#### **d. Contrato**

El contrato es el documento legal que define la relación entre el dueño del proyecto y el contratista, incluye las pautas que se deben seguir de orden legal y algunas de orden técnico, además del monto y los precios del proyecto.

En algunos casos en particular, debido a negociaciones que se realizan luego de haber presentado la oferta técnico-económica, los datos y la información incluida en el contrato no necesariamente coinciden con los de la oferta, por lo que es importante considerar también la información técnica desglosada en este último documento, como por ejemplo, los precios unitarios o montos de las actividades del proyecto.

#### **e. Normas internacionales aplicables**

Dependiendo del dueño del proyecto, existen varias normas internacionales que pueden ser exigidas y de acatamiento obligatorio, desde el punto de vista ambiental, de seguridad y en algunos casos laboral. Por esta razón, debe ser considerado dentro de la metodología propuesta como una entrada.

Estos documentos de normas internacionales muestran procedimientos, plantillas y/o esquemas que en algunos contratos son de acatamiento obligatorio, por lo que deben tenerse en cuenta, como posibles entradas o salidas especiales.

#### **f. Activos de los procesos de la empresa**

Los activos de los procesos de la empresa constituyen todos aquellos datos, plantillas, informes y en general toda la documentación de proyectos similares,

que pueda servir de patrón o como insumo para aprovecharla dentro de los procesos planteados en esta metodología.

#### **4.3.1.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas que se proponen utilizar para la aplicación de esta metodología son las siguientes:

##### **a. Grupos de Opinión**

Según el PMI (2008), los grupos de opinión reúnen a los interesados y expertos en la materia, preseleccionados para conocer acerca de sus expectativas y actitudes con respecto a un producto, servicio o resultado propuesto. Un moderador capacitado guía al grupo a través de una discusión interactiva diseñada para ser más conversacional que una entrevista individual.

Para el caso en particular, las personas involucradas en estos grupos de opinión serán las siguientes: Gerente de Minería, Gerente de Proyecto, Gerente de Seguridad y Medio Ambiente, el moderador será el Gerente de Gestión de Proyectos.

Con esta herramienta la idea es obtener la mayor cantidad de información y aportes, por parte de los integrantes del grupo, de manera que se puedan utilizar para la elaboración de las salidas de esta metodología.

##### **b. Tormenta de Ideas**

Esta técnica consiste principalmente, en que el equipo de trabajo aporte ideas concretas relacionadas con los requisitos y los entregables del proyecto. Todas las



ideas deben ser recopiladas por el gerente de Proyecto, de manera que se puedan analizar posteriormente, utilizando la técnica del mapa conceptual/mental, el cual se describe más adelante.

Con la herramienta de la tormenta de ideas, se logran obtener importantes aportes de las personas que integran el equipo de trabajo, de manera que se puedan traducir en datos relevantes para incorporar en las salidas de esta metodología.

### **c. Mapa Conceptual/Mental**

Las ideas que surgen durante las sesiones de tormenta de ideas se consolidan en un esquema único para reflejar los puntos en común y las diferencias de entendimiento, y generar nuevas ideas. (PMI, 2008).

A partir de esta agrupación y esquematización de las ideas, se puede conceptualizar de una mejor manera la información, y utilizarla para incorporarla en las salidas y documentación requeridas.

### **d. Observaciones**

Las observaciones proporcionan una manera directa de ver a las personas en su ambiente, y el modo en que realizan sus trabajos o tareas y ejecutan los procesos. La observación es comúnmente realizada de manera externa por un observador quien ve al usuario mientras ejecuta su trabajo. También puede hacerla un “observador participante”, quien lleva a cabo un proceso o procedimiento para experimentar cómo se hace y descubrir requisitos ocultos. (PMI, 2008).

Esta técnica es muy útil, para analizar situaciones internas del equipo de trabajo, y brinda también información que sirve como retroalimentación.

### **e. Juicio de expertos**

El juicio de expertos es ampliamente utilizado, y será considerado como una herramienta constante en muchas de las metodologías planteadas, el cual consiste en recurrir a fuentes de información con experiencia, la cual puede consistir en: otras unidades de la empresa, consultores externos, interesados incluyendo clientes y patrocinadores, asociaciones profesionales y técnicas y expertos en la materia, dentro o fuera de la empresa.

Su criterio es utilizado para definir y desarrollar algunos elementos, que se deben incorporar o implementar dentro de la administración de proyectos. Además, estos criterios están siempre basados en la experiencia, la cual se aprovecha de esta forma en particular.

### **f. Descomposición**

La descomposición es la subdivisión de los entregables del proyecto en componentes más pequeños y más manejables, hasta que el trabajo y los entregables queden definidos al nivel de paquetes de trabajo. El nivel de paquetes de trabajo es el nivel más bajo en la EDT, y es aquél en el que el costo y la duración de las actividades del trabajo pueden estimarse y gestionarse de manera más confiable. (PMI, 2008).

Por otra parte, Gido & Clements (2007), sugieren que una estructura de desglose del trabajo es un árbol jerárquico de elementos o partes del trabajo que el equipo del proyecto realizará durante el proyecto

En el caso particular de proyectos de minería, el nivel de paquetes de trabajo o elementos suelen ser las mismas actividades del contrato, las cuales desde el

punto de vista del alcance, el tiempo y los costos, los riesgos y las adquisiciones pueden estimarse y gestionarse de la manera requerida.

Según el PMI (2008), la descomposición de la totalidad del trabajo del proyecto en paquetes de trabajo implica generalmente 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 del trabajo sea el necesario y suficiente.

Adicionalmente, el PMI (2008) señala que “la EDT representa todo el trabajo necesario para realizar el producto o el proyecto, e incluye el trabajo de gestión del proyecto. El total del trabajo en los niveles inferiores de la EDT debe corresponder al cúmulo de los niveles superiores, de modo que no se omita nada y que no se efectúe ningún trabajo innecesario. Esto se denomina a veces la regla del 100 %”.

#### **4.3.1.3 SALIDAS**

Como salidas de la metodología para la gestión del alcance, se proponen las siguientes:

### a. Chárter del proyecto

El chárter del proyecto, estrictamente hablando, no pertenece al área de conocimiento del alcance, sin embargo, debido a su importancia se incluye como una de las salidas, ya que será utilizada en otras partes de esta metodología.

El chárter del proyecto es el documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase e integra los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados. (PMI, 2008).

La información que debe ser incluida en dicho documento se explica a continuación:

- **Fecha:** corresponde a la fecha en la que se elabora el documento.
- **Nombre del proyecto:** debe indicarse el nombre completo del proyecto.
- **Áreas de conocimiento / procesos:** en este apartado deben indicarse todas las áreas de conocimiento y todos los grupos de procesos. Para efectos de esta investigación, solamente se están incorporando las áreas de conocimiento del alcance, el tiempo, los costos, los riesgos y las adquisiciones, sin embargo todas las áreas y procesos deben estar cubiertos.
- **Área de aplicación (Sector/Actividad):** debe indicarse el área de aplicación, que para el caso particular de los proyectos de minería, el sector sería construcción y la actividad minería.
- **Fecha de inicio del proyecto:** fecha en la que se da la orden de proceder por parte del dueño.

- **Fecha estimada de finalización del contrato:** fecha en la que se cumple la duración inicial total del proyecto.
- **Objetivo general:** el objetivo general, se encuentra mencionado en los documentos de licitación (cartel de licitación), para lo cual debe transcribirse de la misma forma.
- **Objetivos específicos:** si no se describen en el cartel de la licitación, los objetivos específicos serán los que permitan desarrollar el proyecto de la mejor forma y que logren alcanzar el objetivo general, además, dichos objetivos deben ser medibles y verificables durante la ejecución del proyecto.
- **Justificación o propósito del proyecto:** en este apartado se definen y describen las razones por las cuales se realiza el proyecto, además deben anotarse los beneficios esperados con el desarrollo del proyecto.
- **Descripción del servicio / entregables finales:** debe realizarse una descripción específica y medible de los servicios que el proyecto debe entregar. Cada entregable debe estar relacionado con los objetivos planteados.
- **Supuestos:** los supuestos corresponden a los factores, elementos, condiciones y situaciones que se consideran como ciertas en la parte de planificación, y que deben ser confirmadas durante la ejecución del proyecto.
- **Restricciones:** en esta sección deben incluirse todas las situaciones, factores y elementos que limiten al equipo de trabajo a realizar el trabajo de la mejor manera.

- **Identificación de grupos de interés:** deben indicarse y quedar explícitamente indicados todos los involucrados del proyecto, tanto internos como externos.
- **Aprobación:** el documento debe quedar aprobado y debidamente firmado por el gerente del proyecto.

En el anexo 6, se indica la plantilla propuesta para la elaboración del acta de constitución del proyecto.

Para la elaboración del acta de constitución del proyecto, se pueden utilizar herramientas tales como los grupos de opinión, mediante los cuales el grupo de expertos puede aportar su experiencia, para completar cada uno de los elementos que la componen, adicionalmente las observaciones le pueden brindar algunos aportes importantes al gerente del proyecto.

Adicionalmente, la tormenta de ideas junto con el mapa conceptual/mental, puede brindar elementos válidos e importantes, para completar la información requerida en el carácter.

Así mismo, las entradas principales que se utilizan para su elaboración y de las cuales se extrae la información necesaria son las siguientes:

- Cartel de licitación.
- Propuesta técnica y económica.
- Contrato.
- Activos de los procesos de la empresa.

## **b. Documentación de requisitos**

La documentación de requisitos implica realizar un análisis exhaustivo de toda la documentación disponible y previamente citada, de la cual se extraen los requisitos necesarios para la ejecución del proyecto.

Es la identificación y descripción de cada uno de los requisitos del proyecto, integrados de forma tal que se visualice la forma en la que los requisitos individuales pueden satisfacer las necesidades del proyecto.

El PMI (2008) recomienda que dichos requisitos, antes de ser incorporados a la línea base, deben ser claros (medibles y comprobables), rastreables, completos, coherentes y aceptables para los interesados clave.

Según el PMI (2008), el formato de un documento de requisitos puede variar desde un documento sencillo en el que se enumeran todos los requisitos, clasificados por interesado y por prioridad, hasta formatos más elaborados que contienen un resumen de la junta directiva, descripciones detalladas y anexos.

Entre los componentes de la documentación de requisitos que deben considerarse para su elaboración, según las recomendaciones del PMI (2008), están los siguientes:

- Objetivos de la empresa y del proyecto a ser rastreados.
- Requerimientos técnicos (por ejemplo, de servicio, desempeño, cumplimiento, capacidad de soporte, etc.
- Requerimientos de calidad.
- Requerimientos de seguridad.
- Requerimientos de medio ambiente.

- Permisos y autorizaciones.
- Requerimientos de apoyo y capacitación.

Para realizar la documentación de requisitos, se utilizan las siguientes herramientas y técnicas: grupos de opinión, tormenta de ideas, mapa conceptual/mental y criterio de expertos.

La información requerida para su elaboración puede ser obtenida de las siguientes entradas:

- Cartel de licitación.
- Propuesta técnica y económica.
- Contrato.
- Activos de los procesos de la empresa.

Para su elaboración, en el anexo 7, se indica la plantilla propuesta con el formato requerido, la cual debe ser completada siguiendo los criterios antes mencionados.

### **c. Declaración del alcance**

Para el PMI (2008), la declaración del alcance del proyecto describe de manera detallada los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crear esos entregables. La declaración del alcance del proyecto también proporciona un entendimiento común del alcance del proyecto entre los interesados en el proyecto. Esta declaración puede contener exclusiones explícitas del alcance, que pueden ayudar a gestionar las expectativas de los interesados. Esto permite al equipo del proyecto realizar una planificación más detallada, sirve como guía del equipo de trabajo durante la ejecución y proporciona la línea base para evaluar si



las solicitudes de cambio o de trabajo adicional se encuentran dentro o fuera de los límites del proyecto.

Chamoun (2002) señala que la declaración del alcance es como realizar pequeños Charters de cada entregable final, desglosándolos, describiéndolos, especificando cómo deben quedar para ser aceptados por el Cliente. De esa forma se deben establecer los criterios de aceptación.

La declaración del alcance permite definir de una manera detallada todos los entregables, de manera que todos los involucrados conozcan ampliamente lo que cada uno contempla.

Algunos autores, entre ellos, Chamoun (2002) recomiendan utilizar los criterios SMART (por sus siglas en inglés) para la descripción de los entregables, los cuales deben ser específicos, medibles, realizables, relevantes y en tiempo.

Para la declaración del alcance se debe incluir lo siguiente:

- **Descripción del entregable:** se debe hacer una descripción de cada uno de los entregables finales, así como las características descritas en el charter del proyecto y en la documentación de requisitos. Dentro de esta descripción se deben incluir las restricciones y supuestos de cada entregable.
- **Criterios de aceptación de cada entregable final:** definen los procesos y los criterios que deben incluir y cumplir los entregables del proyecto.
- **Exclusiones de los entregables:** Se hace una descripción detallada de lo que está fuera del alcance de cada entregable, con el mayor detalle posible.

Para la elaboración de la declaración del alcance se utiliza principalmente la técnica del juicio de expertos, ya que su aporte se incorpora dentro de los elementos que deben estar incluidos en esta salida.

Por otro lado, como parte de las entradas que se utilizan para su elaboración a continuación se mencionan las siguientes:

- Cartel de licitación.
- Propuesta técnica y económica.
- Contrato.
- Activos de los procesos de la empresa.

En el anexo 8, se indica la plantilla propuesta para la elaboración de la declaración del alcance.

#### **d. Estructura de desglose del trabajo (EDT)**

El PMI, a través de su Practice Standard for WBS (2002), indica que la estructura de desglose del trabajo (EDT) o WBS (por sus siglas en inglés, Work Breakdown Structure) es utilizada en los proyectos para lo siguiente:

- Define el alcance del trabajo del proyecto en términos de entregables, y a su vez estos entregables se pueden descomponer en componentes.
- Provee al equipo de trabajo del proyecto de un marco de referencia en el cual se basan los reportes de estado y avance del proyecto.
- Facilita la comunicación entre el gerente de proyecto y los involucrados, a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto.

Desarrollar una EDT es un paso esencial durante las fases iniciales del proyecto; tan pronto como el alcance del proyecto se haya definido, la EDT inicial se puede crear. Una vez se obtenga una información del alcance, como consecuencia de mayores datos y análisis, la EDT puede ser actualizada, a través de los procesos formales de control de cambios. (PMI, 2008).

La EDT divide un proyecto en piezas o partes manejables para asegurar que se identifiquen todos los elementos necesarios para completar el alcance de trabajo del proyecto. Es un árbol jerárquico de elementos finales que el equipo de proyecto realizará o ejecutará durante el proyecto. (Gido & Clements, 2007).

Para la elaboración de la EDT se utilizará el software WBS Chart Pro, el cual servirá de base para la elaboración del cronograma del proyecto. Para el nivel 1 de descomposición, se deben incorporar al menos las siguientes actividades y/o entregables:

- Inicio del proyecto.
- Movilización.
- Instalaciones.
- Minado.
- Obras complementarias.
- Desmovilización.
- Fin del proyecto.

En la figura No. 4.4., se muestra un ejemplo de una EDT para un proyecto de minería típico.



**Figura No. 4.4. EDT de un proyecto típico de minería.**

Para la elaboración de la EDT se utiliza la herramienta de la descomposición y como referencia se puede utilizar el desglose indicado en la figura 4.3 anterior.

Las entradas que se utilizan para su elaboración son las siguientes:

- Cartel de licitación.
- Oferta técnica y económica.
- Contrato.

#### **e. Diccionario de la EDT**

Según el PMI (2008), el diccionario de la EDT proporciona una descripción más detallada de sus componentes. La información del diccionario de la EDT debe incluir como mínimo lo siguiente:

- **Código identificador:** es un código único numérico, que identifica a cada uno de los elementos de la EDT.
- **Descripción del trabajo:** se describe con detalle el trabajo que involucra cada uno de los elementos de la EDT, se pueden incluir las especificaciones técnicas.
- **Requisitos de calidad:** se enumeran los requisitos de calidad establecidos en las especificaciones técnicas.

- **Criterios de aceptación:** comúnmente denominadas también métricas, corresponden a los criterios que se utilizarán para determinar o medir el cumplimiento de los entregables y/o elementos de la EDT.

Para la elaboración del diccionario de la EDT se utilizan las siguientes herramientas: observaciones y juicio de expertos.

Por otro lado, como parte de las entradas que se utilizan para su elaboración a continuación se mencionan las siguientes:

- Cartel de licitación.
- Propuesta técnica y económica.
- Contrato.
- Activos de los procesos de la empresa.

En el anexo 9, se indica la plantilla propuesta para la elaboración del diccionario de la EDT.

#### **f. Matriz de responsabilidades**

La matriz de responsabilidades, al igual que el chárter del proyecto, tal como se mencionó anteriormente, no corresponde al área de conocimiento del alcance, pero debido a su importancia y a la necesidad de que todos los involucrados tengan claro su rol dentro de los procesos, y las fases que involucra el proyecto, se incorpora como parte de las salidas de esta metodología.

La matriz de asignación de responsabilidades, según lo sugerido por Gido & Clements (2007), es un método utilizado para mostrar, en formato de tabla, a las personas responsables de la realización de los elementos de trabajo en la EDT.

Es una herramienta útil debido a que recalca quién es la persona responsable de cada elemento de trabajo y muestra el papel que tiene cada persona como apoyo en el proyecto en general.

Esta herramienta nos sirve para integrar los trabajos que comúnmente dependen de varias personas, en la cual cada una de ellas tiene un rol o función diferente en las diversas partidas del WBS. (Chamoun, 2002).

Se deben indicar todos los elementos de trabajo definidos en la EDT, y para cada uno de ellos se asigna la persona responsable, indicando en la columna "Responsable" las iniciales de la persona asignada, de la misma forma debe realizarse con las personas asignadas como apoyo.

Para la elaboración de la matriz de responsabilidades, se utiliza la herramienta del juicio de expertos.

La entrada principal, para la elaboración de la matriz de asignaciones corresponde a una salida también dentro de esta metodología, la estructura de desglose del trabajo (EDT).

La plantilla propuesta para la elaboración de la matriz de asignación de responsabilidades, se muestra en el anexo 10.

#### **g. Línea base del alcance**

La línea base del alcance está conformada por los siguientes elementos:

- La declaración del alcance.
- La estructura de desglose del trabajo (EDT).

- El diccionario de la EDT.

Es importante mencionar que la línea base corresponde a un momento determinado en el ciclo de vida del proyecto, es decir, la línea base en la etapa de planificación puede ser diferentes de la línea base durante la fase de ejecución. Estas diferencias surgen como resultado de las actualizaciones que se pueden realizar a algunos de los componentes de la línea base en un momento determinado.

#### **4.3.2. Grupos de Procesos de Control y Monitoreo**

Tal y como se hizo con los grupos de procesos de la planificación, para los grupos de procesos de control y monitoreo se integraron y fusionaron los siguientes grupos de procesos:

- Verificar el alcance.
- Controlar el alcance.

Las entradas, herramientas y salidas de ambos grupos de procesos se consideran en una sola metodología, de manera que sea de fácil aplicación para el equipo de trabajo de los proyectos de minería.

A continuación, se detallan las entradas, herramientas y salidas de esta metodología.

### **4.3.2.1 ENTRADAS**

#### **a. Declaración del alcance**

Se describe en la metodología de los grupos de procesos de planificación, en el apartado 4.3.1.3.c.

#### **b. Estructura de desglose del trabajo (EDT)**

Se describe en la metodología de los grupos de procesos de planificación, en el apartado 4.3.1.3.d.

#### **c. Diccionario de la EDT**

Se describe en la metodología de los grupos de procesos de planificación, en el apartado 4.3.1.3.e.

#### **d. Matriz de responsabilidades**

Se describe en la metodología de los grupos de procesos de planificación, en el apartado 4.3.1.3.f.

#### **e. Documentación de requerimientos**

Se describe en la metodología de los grupos de procesos de planificación, en el apartado 4.3.1.3.b.



#### **4.3.2.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas consideradas para esta metodología son las siguientes:

##### **a. Inspección**

La inspección incluye actividades tales como medir, examinar y verificar para determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación del proyecto. Las inspecciones se denominan también, según el caso, revisiones, revisiones del producto, auditorías y revisiones generales. (PMI, 2008).

Para la realización de las inspecciones se utilizará como referencia la estructura de desglose del trabajo (EDT) y el diccionario de la EDT, en el cual se detallan los criterios de aceptación y el alcance de los entregables, así como la información incluida en la declaración del alcance.

##### **b. Análisis de variación**

Las mediciones del desempeño del proyecto se utilizan para evaluar la magnitud de la variación respecto de la línea base original del alcance. Los aspectos importantes del control del alcance del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del alcance y la decisión acerca de la necesidad de aplicar acciones preventivas o correctivas. (PMI, 2008).

Los resultados de este análisis deben ser documentados, e incluidos dentro de la salida Resultados del Análisis de Variación del Alcance.

### 4.3.2.3 SALIDAS

#### a. Resultados del análisis de variación del alcance

El análisis de variación debe documentarse utilizando como plantilla base el diccionario de la EDT, incluyendo columnas adicionales donde se indique claramente lo siguiente:

- **Causa de la variación.** Hacer una descripción de las posibles causas que originaron la variación con respecto a la línea base.
- **Grado de variación con respecto a la línea base.** El grado de variación será determinado mediante un método cualitativo, utilizando el criterio del evaluador con base en la siguiente valoración: alto, medio y bajo.
- **Acciones preventivas o correctivas.** Se deben definir y proponer las acciones preventivas o correctivas a realizar.

La plantilla propuesta para la elaboración del análisis de variación, se muestra en el anexo 11.

Para esta salida deberá utilizarse la herramienta análisis de variación y se utilizarán como entradas principales las siguientes:

- Declaración del alcance.
- Estructura de desglose de trabajo (EDT).
- Diccionario de la EDT.

### **b. Solicitudes de cambio**

El PMI (2008), sugiere que las solicitudes de cambio pueden incluir acciones preventivas, acciones correctivas o reparación de defectos. Las solicitudes de cambio se procesan para su revisión y tratamiento posterior.

Esta información será documentada por medio de un informe, donde se detallen las solicitudes de cambio. Dicho informe utilizará como referencia el análisis de variación realizado y por consiguiente la plantilla a utilizar será muy similar también, incluyendo una columna adicional de solicitudes de cambio.

Las herramientas a utilizar corresponden a la inspección y análisis de variación. Para esta salida deberá utilizarse la herramienta análisis de variación y se utilizarán como entradas principales las siguientes:

- Declaración del alcance.
- Estructura de desglose de trabajo (EDT).
- Diccionario de la EDT.

En el anexo 12, se indica la plantilla propuesta para la documentación de las solicitudes de cambio.

### **c. Actualizaciones a la línea base del alcance**

Si las solicitudes de cambio aprobadas afectan el alcance del proyecto, entonces será necesario revisar y volver a emitir la declaración del alcance, la EDT y el diccionario de la EDT, para reflejar los cambios aprobados. (PMI, 2008).

Dichos cambios deberán ser reflejados en las plantillas propuestas para tales fines, según lo indicado en los apartados 4.3.1.3.c, 4.3.1.3.d y 4.3.1.3.e.

#### **d. Actualizaciones a otras líneas base**

Si las solicitudes de cambio aprobadas afectan el alcance del proyecto, entonces será necesario revisar y volver a emitir las líneas base correspondientes al costo y al cronograma para reflejar los cambios aprobados. (PMI, 2008).

Las líneas base del costo y del cronograma se detallan más adelante.

### **4.4 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DEL TIEMPO**

Una de las funciones más importantes en la Administración de Proyectos concierne a la planeación y control de la duración del proyecto. El programa de éste es de suma importancia, pues provee la integración a lo largo del tiempo para coordinar los trabajos de todos los integrantes. (Chamoun, 2002).

Dentro de la metodología propuesta, el área del conocimiento del tiempo en este PFG está definida para dos grupos de procesos en particular, los grupos de procesos de la planificación y los grupos de procesos del control y monitoreo.

Para cada uno de los grupos de procesos mencionados, la estructura de la metodología se mantiene en entradas, las cuales se constituyen en documentos, informes, plantillas o salidas de otras áreas de conocimiento, las cuales servirán de insumo para aplicar las técnicas y herramientas recomendadas, para luego obtener como resultado las salidas propuestas.

Debido a que existe una estrecha relación entre los grupos de procesos de procesos de la planificación y los de control y monitoreo, en el esquema propuesto

de la metodología, se puede apreciar que algunas de las salidas de los procesos de planificación, sirven de entrada para los procesos de control de monitoreo. Estos elementos se señalan en negrita y subrayados, para indicar que corresponden a los mismos elementos.

En la figura No. 4.5., se muestra el esquema propuesto para la gestión del tiempo.

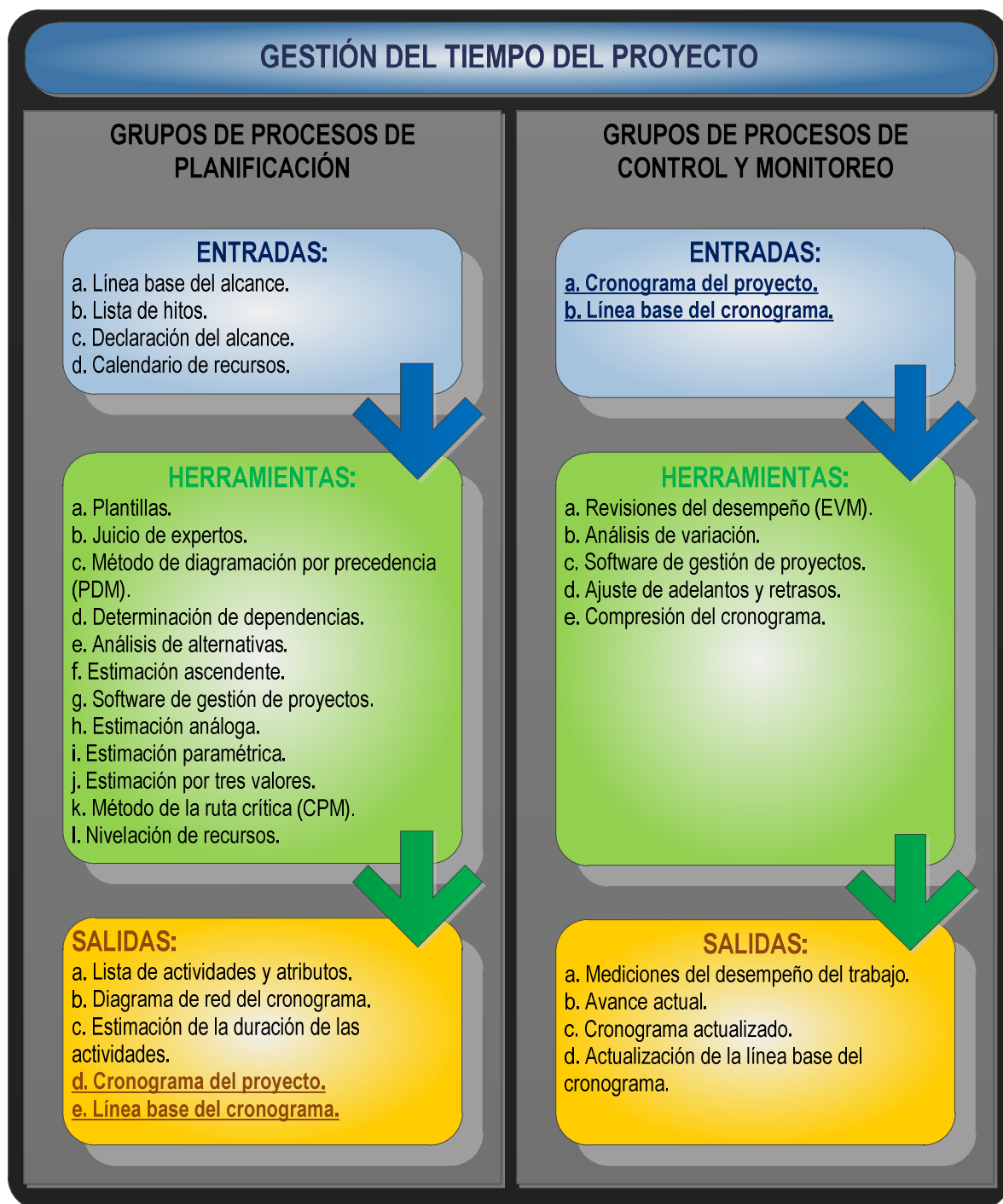
#### **4.4.1. Grupos de Procesos de la Planificación**

La propuesta para la gestión del tiempo, incluye como se mencionó anteriormente dos partes, una de ellas la relacionada con los grupos de procesos de la planificación, los cuales han sido integrados en un solo esquema, de manera que se pueda realizar una gestión más ordenada y eficiente.

Los procesos integrados en este apartado son los siguientes:

- Definir las actividades.
- Secuenciar las actividades.
- Estimar los recursos de las actividades.
- Estimar la duración de las actividades.
- Desarrollar el cronograma.

Siguiendo el patrón propuesto, se han definido las entradas requeridas, las herramientas que deben utilizarse y las salidas esperadas del modelo.



**Figura No. 4.5. Propuesta para la Gestión del Tiempo. (El autor)**

#### 4.4.1.1 ENTRADAS

Las entradas consideradas para la aplicación de este modelo son las siguientes:

##### a. Línea base del alcance

Los entregables, restricciones y supuestos del proyecto que están documentados en la línea base del alcance del proyecto deben considerarse explícitamente al definir las actividades. (PMI, 2008).

La línea base del alcance está definida en el apartado 4.3.1.3.g.

##### b. Lista de hitos

Un hito es un punto o evento significativo dentro del proyecto. Una lista de hitos identifica todos los hitos e indica si éstos son obligatorios, como los exigidos por contrato, u opcionales, como los basados en la información histórica. (PMI, 2008).

La lista de hitos del proyecto, deberá contemplar todas las fechas impuestas contractualmente que deben ser cumplidas o que son de carácter obligatorio. Estos hitos deben quedar debidamente reflejados e indicados en el cronograma.

En los proyectos de minería, por lo general existen algunos hitos previamente definidos y que son de común conocimiento, debido a su importancia en la ejecución de los proyectos. Algunos de estos hitos son los siguientes:

- Inicio de movilización.
- Fin de movilización de equipo requerido para la operación.
- Fin de construcción de instalaciones temporales para la operación en mina.

### **c. Declaración del alcance**

La declaración del alcance se detalla en el apartado 4.3.1.3.c.

### **d. Calendario de recursos**

Según lo indicado por el PMI (2008), la información sobre los recursos (como personas, equipos y material) potencialmente disponibles durante la ejecución de las actividades planificadas, permite estimar la utilización de recursos. Los calendarios de recursos especifican cuándo y por cuánto tiempo estarán disponibles los recursos identificados del proyecto durante la ejecución del mismo. Esta información puede proporcionarse a nivel de la actividad o del proyecto.

La información sobre la disponibilidad de los recursos, debe ser gestionada por el gerente de proyecto, de manera que se pueda tener toda la información necesaria para la elaboración del calendario de recursos.

En los proyectos de minería, uno de los recursos medulares y que probablemente constituyen los de mayor importancia, son los equipos. De ahí que el poder contar con la información adecuada y oportuna sobre la disponibilidad de los equipos, las fechas de movilización y traslados, así como la cantidad y tipo de equipo que estarán siendo utilizados en el proyecto, son de vital importancia para poder elaborar el calendario de recursos.

En el anexo 13 se muestra la plantilla propuesta para la elaboración del calendario de recursos.



#### **4.4.1.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas que se aplican en esta área del conocimiento se describen a continuación:

##### **a. Plantillas**

Una lista de actividades estándar o una parte de una lista de un proyecto previo, puede utilizarse a menudo como plantilla para un nuevo proyecto. La información relacionada con los atributos de las actividades de las plantillas también puede incluir otra información descriptiva útil para la definición de las actividades. Las plantillas también pueden utilizarse para identificar hitos típicos del cronograma. (PMI, 2008).

De esa misma forma, los cronogramas de proyectos similares y en definitiva, el cronograma de la propuesta técnica económica, puede ser considerado como una plantilla para la elaboración del cronograma, y en general para los demás documentos requeridos en la metodología.

Adicionalmente, es importante poder considerar los activos de la empresa, dentro de los que se encuentra una gran cantidad de información de proyectos relacionados, que pueden servir de patrón o referencia, no solo para ser utilizados en el proyecto, sino que también pueden constituir la base para formular nuevos formatos, formularios o plantillas.

##### **b. Juicio de expertos**

Los miembros del equipo del proyecto u otros expertos con experiencia y habilidad en el desarrollo de declaraciones de alcance del proyecto detalladas, la EDT y los

cronogramas del proyecto, pueden aportar su experiencia para definir las actividades. (PMI, 2008).

El criterio del Gerente de Minería, es un aporte valioso a la elaboración y aplicación de esta herramienta debido a su experiencia en proyectos similares.

### **c. Método de diagramación por precedencia (PDM)**

El método de diagramación por precedencia (PDM) es utilizado en el método de la ruta crítica (CPM) para crear un diagrama de red del cronograma del proyecto que utiliza casillas o rectángulos, denominados nodos, para representar las actividades, que se conectan con flechas que muestran sus relaciones lógicas. (PMI, 2008).

A manera de referencia, y según lo que el PMI (2008) menciona al respecto, puede decirse que el método de diagramación por precedencia incluye cuatro tipos de dependencias o relaciones lógicas.

- **Final a Inicio (FI).** El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- **Final a Final (FF).** La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- **Inicio a Inicio (II).** El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

- **Inicio a Final (IF).** La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

El tipo de relación de precedencia final a inicio es el más comúnmente utilizado por el método de diagramación por precedencia. La relación inicio a final se usa esporádicamente, pero se incluye aquí para proporcionar una lista completa de los tipos de relaciones de este método. (PMI, 2008).

Para efectos de la metodología propuesta, se utilizará el método de diagramación por precedencia utilizado por el software MS Project.

En los proyectos de minería, por lo general las actividades del proyecto no son muchas, por lo que éstas deben estar lógicamente relacionadas entre ellas, mediante la definición correcta de las dependencias. Por ejemplo, las actividades de producción no pueden tener una dependencia comienzo-comienzo con la movilización, ya que todo el equipo requerido para iniciar los trabajos no está disponible a partir del primer día. Por otro lado, la dependencia fin-fin, tampoco es realista, porque no se necesitaría que estuviera todo el equipo en el proyecto para poder iniciar con las actividades productivas, por lo tanto debe haber un tiempo adecuado entre estos extremos mencionados, para poder iniciar operaciones, y ese es el razonamiento lógico que se requiere, basado también en la experiencia y juicio experto del gerente de minería y del gerente de proyecto.

#### **d. Determinación de dependencias**

Diversos autores, entre ellos el PMI (2008), indican que para definir la secuencia entre las actividades, se emplean tres tipos de dependencias:

- **Dependencias obligatorias.** Las dependencias obligatorias son aquellas requeridas por contrato, o inherentes a la naturaleza del trabajo. El equipo del proyecto determina qué dependencias son obligatorias durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. Por ejemplo, en los proyectos de minería, la actividad de excavación, va relacionada directamente con el acarreo del material.
- **Dependencias discrecionales.** El equipo del proyecto determina qué dependencias son discrecionales durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. Las dependencias discrecionales se establecen con base en el conocimiento de las mejores prácticas dentro de un área de aplicación determinada o criterio experto, donde se desea una secuencia específica, aunque existan otras secuencias aceptables. Las dependencias discrecionales deben documentarse totalmente, ya que pueden crear valores arbitrarios de holgura total y pueden limitar las opciones posteriores de planificación. Cuando se emplean técnicas de ejecución rápida, estas dependencias discrecionales deben revisarse, y debe considerarse su modificación o eliminación.
- **Dependencias externas.** El equipo de dirección del proyecto determina qué dependencias son externas durante el proceso de establecimiento de la secuencia de las actividades. Las dependencias externas implican una relación entre las actividades del proyecto y aquellas que no pertenecen al proyecto. Normalmente, estas dependencias están fuera del control del equipo del proyecto.

A manera de ejemplo, y para que sirva de guía para la determinación de las precedencias, en el cuadro No. 4.6. se indican las precedencias de un proyecto típico de minería, utilizando el software MS Project.

**Cuadro No. 4.6. Indicación de precedencias en un proyecto típico de minería.  
(El autor)**

No.	EDT	Nombre de tarea	Predecesoras
<b>1</b>	<b>1</b>	<b>PROYECTO TÍPICO DE MINERÍA</b>	
2	1.1	INICIO DEL PROYECTO	
<b>3</b>	<b>1.2</b>	<b>MOVILIZACIÓN</b>	<b>2</b>
4	1.2.1	Movilización de equipo	2
5	1.2.2	Movilización de personal	2
<b>6</b>	<b>1.3</b>	<b>INSTALACIONES</b>	<b>2</b>
7	1.3.1	Campamentos	2
8	1.3.2	Taller de mantenimiento de equipo	2
9	1.3.3	Oficinas	2
10	1.3.4	Bodegas	2
<b>11</b>	<b>1.4</b>	<b>MINADO</b>	4,5,7,8,9,10
12	1.4.1	Perforación	4,5,7,8,9,10
13	1.4.2	Voladura	4,5,7,8,9,10
14	1.4.3	Carga mineral	12CC
15	1.4.4	Acarreo mineral	12CC
16	1.4.5	Carga desperdicio	12CC
17	1.4.6	Acarreo desperdicio	12CC
<b>18</b>	<b>1.5</b>	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	17CC
19	1.5.1	Conformación de botaderos	17CC
20	1.5.2	Mantenimiento de caminos de acarreo	15CC,17CC
<b>21</b>	<b>1.6</b>	<b>DESMOVILIZACIÓN</b>	12,13,14,15,16,17,19,20
22	1.6.1	Desmovilización de equipo	12,13,14,15,16,17,19,20
23	1.6.2	Desmovilización de personal	12,13,14,15,16,17,19,20
24	1.6.3	Limpieza de las áreas de trabajo	12,13,14,15,16,17,19,20
25	1.7	FIN DEL PROYECTO	22,23,24

#### **e. Análisis de alternativas**

Muchas actividades del cronograma cuentan con métodos alternativos de realización. Éstos abarcan el uso de distintos niveles de capacidad o habilidades de los recursos, diferentes tamaños y tipos de máquinas, diferentes herramientas

(manuales vs. automáticas) y la decisión de fabricar o comprar los recursos. (PMI, 2008).

Este análisis debe tomarse muy en cuenta, ya que para la realización de las actividades del proyecto, la utilización de los recursos puede variar durante la ejecución del mismo, principalmente en lo que a equipos de minería y construcción se refiere. O incluso, con solo el hecho de que algunas de las máquinas deban ser reemplazada durante la ejecución del proyecto por alguna falla o mantenimiento, eso hace que la utilización de los recursos en la producción varíe, por lo tanto es un punto que debe tenerse siempre en cuenta.

#### **f. Estimación ascendente**

Cuando una actividad no puede estimarse con un grado razonable de confianza, el trabajo dentro de esa actividad se descompone a un nivel mayor de detalle. Se estiman las necesidades de recursos. Estos estimados se suman luego en un total para cada uno de los recursos de la actividad. Las actividades pueden o no tener dependencias entre sí, que pueden afectar la aplicación y el uso de los recursos. Si existen dependencias, este patrón de uso de recursos se refleja y se documenta en los requisitos estimados de la actividad. (PMI, 2008).

Esta herramienta es muy útil cuando se cuenta o se dispone de información particular de una o varias subactividades específicas, pero no de la actividad principal como tal, en ese caso, mediante el empleo de esta herramienta se puede estimar la duración de esta actividad mediante la estimación de estas subactividades que la componen.

### **g. Software de gestión de proyectos**

El software de gestión de proyectos tiene la capacidad de ayudar a planificar, organizar y gestionar los grupos de recursos, y de desarrollar estimados de los mismos. En función de la complejidad del software, pueden definirse las estructuras de desglose de recursos, su disponibilidad y sus costos, así como diversos calendarios, para ayudar en la optimización del uso de recursos. (PMI, 2008).

Para la gestión del tiempo, se recomienda el uso del siguiente software: MS Project.

### **h. Estimación análoga**

Según lo sugerido por el PMI (2008), la estimación análoga utiliza parámetros de un proyecto anterior similar, tales como la duración, el presupuesto, el tamaño, la carga y la complejidad, como base para estimar los mismos parámetros o medidas para un proyecto futuro, los cuales permiten tener un nivel de referencia muy adecuado.

Cuando se trata de estimar duraciones, esta técnica utiliza la duración real de proyectos similares anteriores como base para estimar la duración del proyecto actual. Es un método de estimación global, que a veces se ajusta en función de diferencias conocidas en cuanto a la complejidad del proyecto.

Por otro lado, la estimación análoga de la duración se emplea frecuentemente para estimar la duración de un proyecto cuando existe una cantidad limitada de información detallada sobre el mismo, como es el caso, por ejemplo, en las fases iniciales del proyecto.

Por lo general, la estimación análoga es menos costosa y requiere menos tiempo que las otras técnicas, pero también es menos exacta. La estimación análoga es más confiable cuando las actividades anteriores son similares, no sólo en apariencia sino por hecho, y cuando los miembros del equipo del proyecto responsables de efectuar los estimados poseen la experiencia necesaria. (PMI, 2008).

Como bien se indica, esta técnica no es la más precisa, pero definitivamente brinda elementos válidos de estimación para efectos de la duración y cronograma preliminares del proyecto. En los proyectos de minería, se tiene la ventaja de que muchas de las actividades mantienen ciertas características invariables dependiendo del proyecto, por lo que la utilización de esta herramienta es totalmente válida. Como se mencionó anteriormente, este tipo de herramienta se utiliza principalmente en etapas preliminares o de pre factibilidad de los proyectos.

#### **i. Estimación paramétrica**

La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración.

La duración de la actividad puede determinarse cuantitativamente multiplicando la cantidad de trabajo por realizar por la cantidad de horas de trabajo por unidad de trabajo.

Con esta técnica pueden lograrse niveles más altos de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo. La estimación paramétrica de tiempo puede aplicarse a todo un proyecto o a partes del mismo, en conjunto con otros métodos de estimación. (PMI, 2008).



Esta es otra técnica válida, y que es muy común utilizar en proyectos de minería, ya que este tipo de proyectos tiene la ventaja de que tienen mucha similitud entre sí, de ahí que esta herramienta sea de mucha utilidad.

#### **j. Estimación por tres valores**

La precisión de los estimados de la duración de la actividad puede mejorarse tomando en consideración el grado de incertidumbre y de riesgo de la estimación. El método PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de duración de una actividad:

- **Más probable (tM).** Es la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente se asignarán, de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.
- **Optimista (tO).** La duración de la actividad está basada en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- **Pesimista (tP).** La duración de la actividad está basada en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula una duración Esperada (tE) de la actividad utilizando un promedio de estas tres estimaciones:

$$tE = \frac{tO + 4tM + tP}{6}$$

Los estimados de la duración basados en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres

valores aclaran el rango de incertidumbre de los estimados de la duración. (PMI, 2008).

Para utilizar esta herramienta debe contarse también con la herramienta del criterio de expertos, ya que esta información está muy relacionada y basada en la experiencia, por lo que los aportes del gerente de Minería y del gerente de proyectos en estas estimaciones son de suma importancia.

Las estimaciones de las duraciones optimista, más probable y pesimista, pueden realizarse también con base información de otros proyectos con situaciones y condiciones similares, como se ha venido señalando.

#### **k. Método de la Ruta Crítica (CPM)**

Según lo indicado por el PMI (2008), el método de la ruta crítica calcula las fechas teóricas de inicio y finalización tempranas y tardías para todas las actividades, sin considerar las limitaciones de recursos, realizando un análisis que recorre hacia adelante y hacia atrás toda la red del cronograma. Las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías resultantes no constituyen necesariamente el cronograma, sino que más bien indican los periodos dentro de los cuales pueden planificarse las actividades, teniendo en cuenta las duraciones de las actividades, las relaciones lógicas, los adelantos, los retrasos y otras restricciones conocidas.

Las fechas de inicio y finalización tempranas y tardías calculadas pueden ser afectadas por la holgura total de la actividad que proporciona flexibilidad al cronograma y cuyo valor puede ser positivo, negativo o nulo. En cualquier camino de red, la flexibilidad del cronograma se mide por la diferencia positiva entre las fechas tempranas y tardías, lo cual se conoce como "holgura total". Las rutas

críticas tienen una holgura total igual a cero o negativa y las actividades del cronograma en una ruta crítica reciben el nombre de “actividades críticas”.

Una ruta crítica se caracteriza normalmente por el hecho de que su holgura total es igual a cero. Las redes pueden tener varias rutas casi críticas. Puede ser necesario realizar ajustes a las duraciones de las actividades, a sus relaciones lógicas, a los adelantos y a los retrasos, o a otras restricciones del cronograma para lograr caminos de red con una holgura total igual a cero o positiva. Una vez que se ha calculado la holgura total de un camino de red, entonces puede determinarse la holgura libre, que es la cantidad de tiempo que una actividad puede retrasarse dentro de un camino de red, sin demorar la fecha de inicio temprana de cualquier actividad sucesora inmediata dentro de dicho camino de red. (PMI, 2008).

Para el cálculo de las holguras de las actividades y de la ruta crítica del cronograma se utilizará el software MS Project.

### **I. Nivelación de recursos**

La nivelación de recursos es una técnica de análisis de la red del cronograma que se aplica a un cronograma que ya ha sido analizado por medio del método de la ruta crítica. La nivelación de recursos puede utilizarse cuando los recursos compartidos o críticos necesarios sólo están disponibles en ciertos momentos o en cantidades limitadas, o para mantener la utilización de recursos en un nivel constante. La nivelación de recursos es necesaria cuando los recursos han sido sobre asignados, es decir, cuando un recurso se ha asignado a dos o más tareas para el mismo periodo, o cuando los recursos compartidos o críticos necesarios sólo están disponibles en ciertos periodos o en cantidades limitadas. La nivelación de recursos provoca a menudo cambios en la ruta crítica. (PMI, 2008).

Dado que generalmente contamos con recursos limitados y además requerimos prever un flujo gradual de los mismos, debemos nivelarlos para lograr un programa confiable y realista. (Chamoun, 2002).

Para los proyectos de minería, y en particular para esta propuesta para la gestión del tiempo, la nivelación de recursos se hará únicamente para la maquinaria, ya que en este tipo de proyectos es la que tiene un mayor peso en la determinación de la producción, y por consiguiente en la duración de las actividades.

#### **4.4.1.3 SALIDAS**

A continuación se describen las salidas correspondientes para la gestión del tiempo del grupo de procesos de planificación.

##### **a. Lista de actividades y atributos**

La lista de actividades es una lista exhaustiva que abarca todas las actividades del cronograma necesarias para el proyecto. La lista de actividades incluye el identificador de la actividad y una descripción del alcance del trabajo para cada actividad, con el nivel de detalle suficiente para que los miembros del equipo del proyecto comprendan el trabajo que deben realizar. (PMI, 2008).

La lista de actividades debe ser congruente con la EDT, ya que en ella deben estar contenidas todas las actividades del proyecto. En la mayoría de los proyectos de minería, las actividades principales del proyecto, ya vienen previamente definidas en el cartel de licitación y consecuentemente, en la oferta técnico económica y el contrato.

Los atributos de la actividad amplían la descripción de la actividad, identificando los múltiples componentes relacionados con cada una de ellas. Los componentes de cada actividad evolucionan con el tiempo. Durante las etapas iniciales del proyecto, estos atributos incluyen el identificador de la actividad, el identificador de la EDT y el nombre de la actividad, y una vez terminado, pueden incluir los códigos de la actividad, la descripción de la actividad, las actividades predecesoras, las actividades sucesoras, las relaciones lógicas, los adelantos y los retrasos, los requisitos de recursos, las fechas impuestas, las restricciones y los supuestos. Los atributos de la actividad pueden usarse para identificar a la persona responsable de ejecutar el trabajo, la zona geográfica o el lugar donde debe realizarse el trabajo y el tipo de actividad, tal como nivel de esfuerzo, esfuerzo discreto y esfuerzo prorrateado. Los atributos de la actividad se utilizan para el desarrollo del cronograma y para seleccionar, ordenar y clasificar las actividades del cronograma planificadas de diferentes maneras dentro de los informes. (PMI, 2008).

La lista de actividades y sus atributos, deberán ser plasmadas en una plantilla, según la indicada en el anexo 14.

#### **b. Diagrama de red del cronograma del proyecto**

Estos diagramas, con la información de la fecha de las actividades, normalmente muestran la lógica de la red del proyecto y las actividades del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto. (PMI, 2008).

Para la metodología propuesta se utilizará el diagrama generado por el software MS Project, que forma parte de las herramientas descritas anteriormente.

### **c. Estimación de la duración de las actividades**

El primer paso al establecer el programa de un proyecto es estimar cuánto durará cada actividad desde el momento en que se inicia hasta que termina. Esta duración estimada debe ser el tiempo total transcurrido, es decir, el tiempo necesario para realizar el trabajo más cualquier tiempo de espera asociado. (Gido & Clements, 2007).

Los estimados de la duración de las actividades son valoraciones cuantitativas de la cantidad probable de periodos de trabajo que se necesitarán para completar una actividad. (PMI, 2008).

Como entradas para realizar la estimación de la duración de las actividades se tienen las siguientes:

- Lista de actividades.
- Atributos de las actividades.

Para la determinación de la estimación de las actividades, se recomienda la aplicación de alguna de las siguientes herramientas:

- Estimación ascendente.
- Estimación análoga.
- Estimación paramétrica.
- Estimación por tres valores.

Se le asignará a cada una de las actividades del proyecto la duración correspondiente. La escogencia y utilización de la herramienta más adecuada, para realizar la estimación de las duraciones dependerá del grado de detalle que

se requiera para la elaboración del cronograma. Esta decisión deberá ser tomada por el Gerente de Proyecto.

Para los proyectos de minería, es importante establecer que la estimación de duraciones se realizará, dependiendo de la etapa en la cual se encuentre el proyecto, es decir, para etapas iniciales o tempranas de factibilidad, se pueden utilizar estimaciones aproximadas, mientras que para efectos de licitación y ejecución, se debe considerar la estimación por tres valores.

#### **d. Cronograma del proyecto**

Según lo indicado por el PMI (2008), el cronograma del proyecto debe contener, como mínimo, una fecha de inicio y una fecha de finalización programadas para cada actividad. Si la planificación de recursos se realiza en una etapa temprana, entonces el cronograma mantendrá su carácter preliminar hasta que se hayan confirmado las asignaciones de recursos y se hayan establecido las fechas de inicio y finalización planificadas.

También puede desarrollarse un cronograma planificado del proyecto con fechas de inicio y finalización objetivo, definidas para cada actividad. El cronograma del proyecto puede presentarse en forma de resumen, denominado a veces cronograma maestro o cronograma de hitos.

Esta forma de presentar el cronograma es una manera fácil de representar y mantener un registro constante de las fechas importantes del cronograma, de manera que se puedan tener siempre pendientes.

El PMI (2008) sugiere que aunque el cronograma del proyecto puede tener forma de tabla, se presenta más a menudo en forma gráfica, utilizando uno o más de los siguientes formatos:

- **Diagramas de hitos.** Estos diagramas son similares a los diagramas de barras, pero sólo identifican el inicio o la finalización programada de los principales entregables y las interfaces externas clave.
- **Diagramas de barras.** Estos diagramas, con barras que representan las actividades, muestran las fechas de inicio y finalización de las actividades, así como las duraciones esperadas. Los diagramas de barras son relativamente fáciles de leer y se utilizan frecuentemente en presentaciones de dirección.

Para la comunicación de control y de dirección, se utiliza una actividad resumen más amplia y completa, denominada a veces actividad resumen, entre hitos o a través de múltiples paquetes de trabajo interdependientes, y se representa en informes de diagrama de barras.

Esta representación es la más común, y es la que se adoptará para la salida del cronograma del proyecto en esta metodología.

- **Diagramas de red del cronograma del proyecto.** Estos diagramas, con la información de la fecha de las actividades, normalmente muestran la lógica de la red del proyecto y las actividades del cronograma que se encuentran dentro de la ruta crítica del proyecto.

Como entradas principales para la elaboración del cronograma tenemos las siguientes:



- Lista de actividades.
- Atributos de las actividades.
- Lista de hitos.
- Calendario de recursos.

Por otro lado, en resumen, las herramientas recomendadas para la elaboración del cronograma del proyecto son las siguientes:

- Método de diagramación por precedencias.
- Determinación de dependencias.
- Análisis de alternativas.
- Estimación ascendente.
- Software de gestión de proyectos.
- Estimación análoga.
- Estimación paramétrica.
- Estimación por tres valores.
- Método de la ruta crítica (CPM).
- Nivelación de recursos.

#### **e. Línea base del cronograma**

La línea base del cronograma es una versión específica del cronograma del proyecto desarrollada a partir del análisis de la red del cronograma. El equipo de dirección del proyecto la acepta y aprueba como la línea base del cronograma, con fechas de inicio y fechas de finalización de línea base. La línea base del cronograma es un componente del plan para la dirección del proyecto. (PMI, 2008).

Es decir, el cronograma realizado y probado en un momento “t” determinado, constituye la línea base del cronograma a partir de ese momento y hasta que no se apruebe algún cambio a la línea base del cronograma.

#### **4.4.2. Grupos de Procesos de Control y Monitoreo**

El proceso del control del proyecto consiste en recabar datos con regularidad sobre el desempeño del proyecto, comparando el desempeño real con el desempeño planeado, y aplicar las medidas correctivas si el desempeño real registra un retraso con respecto a lo planeado. Este proceso debe verificarse con frecuencia mientras dure el proyecto. (Gido & Clements, 2007)

Como la segunda parte de la metodología para la gestión del tiempo, se incluyen los grupos de procesos de control y monitoreo, de una manera integrada y simplificada.

Los procesos considerados para esta metodología son los siguientes:

- Controlar el cronograma.

A continuación se describen las entradas que deben considerarse.

##### **4.4.2.1 ENTRADAS**

###### **a. Cronograma del proyecto**

Se trata de la versión más reciente del cronograma del proyecto, con anotaciones que indican las actualizaciones, las actividades terminadas y las actividades iniciadas a la fecha de los datos indicada. (PMI, 2008).

El cronograma del proyecto se encuentra descrito en el apartado 4.4.1.3.b.

#### **b. Línea base del cronograma**

La línea base del cronograma se encuentra descrita en el apartado 4.4.1.3.c.

### **4.4.2.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas que se describen para la utilización de esta metodología son las siguientes:

#### **a. Revisiones del desempeño (EVM)**

Las revisiones del desempeño permiten medir, comparar y analizar el desempeño del cronograma, en aspectos como las fechas reales de inicio y finalización, el porcentaje completado y la duración restante para el trabajo en ejecución. Si se utiliza la gestión del valor ganado, se usan la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI) para evaluar la magnitud de las variaciones del cronograma. Una parte importante del control del cronograma es decidir si la variación del cronograma requiere acciones correctivas. (PMI, 2008).

Según el PMI (2008) la variación del cronograma (SV) y el índice de desempeño del cronograma (SPI), se describen de la siguiente manera:

- **Variación del cronograma.** La variación del cronograma (SV) es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). En la EVM, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que puede indicar un retraso del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. La variación del

cronograma, en la EVM, finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados. En la EVM, las variaciones del cronograma se emplean mejor en conjunto con la planificación según el método de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos. Ecuación:  $SV = EV - PV$ .

En los proyectos de minería, es de suma importancia llevar el control del cronograma, ya que para este tipo de proyectos el desempeño del cronograma es el que al final logrará permitir que se cumpla con las producciones de mineral requeridas, de ahí su importancia.

- **Índice de desempeño del cronograma.** El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado. En ocasiones se utiliza en combinación con el índice del desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales de conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es menor a la prevista. Un valor de SPI superior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, el desempeño en la ruta crítica también debe analizarse, para determinar si el proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV. Ecuación:  $SPI = EV/PV$ .

Al igual que el índice anterior, en los proyectos de minería, el poder contar con la información necesaria para determinar si se va a poder cumplir con el cronograma o no, es de suma importancia, ya que permite determinar si se van a requerir recursos adicionales para cumplir con los plazos establecidos, los cuales no siempre están disponibles, y mucho menos cuando se trata de equipos específicos de minería.

### **b. Análisis de variación**

Las mediciones del desempeño del cronograma (SV, SPI) se utilizan para evaluar la magnitud de variación con respecto a la línea base original del cronograma. La variación de la holgura total es también un componente esencial de la planificación para evaluar el desempeño del proyecto en el tiempo. Los aspectos importantes del control del cronograma del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del cronograma y la decisión de la necesidad de aplicar o no acciones preventivas o correctivas. (PMI, 2008).

El análisis de la variación permite tener elementos de juicio suficientes para poder tomar decisiones en momentos en los que las acciones pueden generar cambios en el rumbo del proyecto, de manera que se logre completar de una manera satisfactoria.

### **c. Software de gestión de proyectos**

El software de gestión de proyectos para la elaboración de cronogramas permite hacer un seguimiento de las fechas planificadas en comparación con las fechas reales, y de proyectar los efectos de los cambios al cronograma del proyecto. (PMI, 2008).

Específicamente el software a utilizar es MS Project. Mediante este programa se pueden calcular los valores de los índices requeridos y mencionados anteriormente, así como llevar el control del cronograma.

#### **d. Ajuste de adelantos y retrasos**

El ajuste de adelantos y retrasos se usa para encontrar maneras de realinear con el plan las actividades retrasadas del proyecto. (PMI, 2008).

Esta herramienta se utiliza para tratar de reacomodar las actividades, de manera que la duración total del proyecto permanezca invariable. A partir de la aplicación de esta herramienta se debe considerar también, el revisar el calendario de recursos y la nivelación de recursos.

Esta herramienta no es muy utilizada en la ejecución de los proyectos de minería, para realizar cambios al cronograma, ya que por lo general se utiliza la herramienta de la compresión del cronograma. Sin embargo, para efectos de hacer una identificación rápida y preliminar, de las actividades que pudieran requerir ajustes, puede ser de mucha utilidad.

#### **e. Compresión del cronograma**

Como bien lo indica el PMI (2008), la compresión del cronograma reduce el calendario del proyecto sin modificar el alcance del mismo, para cumplir con las restricciones del cronograma, las fechas impuestas u otros objetivos del cronograma. Las técnicas de compresión del cronograma incluyen:

- **Compresión.** Una técnica de compresión del cronograma en la cual se analizan las concesiones entre costo y cronograma para determinar cómo obtener la mayor compresión con el menor incremento de costo. La compresión sólo funciona para actividades en las que los recursos adicionales permiten acortar la duración. La compresión no siempre resulta

una alternativa viable y puede ocasionar un incremento del riesgo y/o del costo.

- **Ejecución rápida.** Una técnica de compresión del cronograma en la cual las fases o actividades que normalmente se realizarían en forma secuencial, se realizan en paralelo. La ejecución rápida puede dar como resultado un reproceso y un aumento del riesgo. La ejecución rápida sólo funciona en actividades que pueden superponerse para acortar la duración.

Como complemento al análisis y al uso de esta herramienta, vale hacer mención y la aclaración correspondiente de que se debe considerar que en los proyectos de minería, a la hora de realizar la compresión del cronograma o de realizar una ejecución rápida, por lo general, se requerirá de recursos adicionales. En este tipo de proyectos, los recursos predominantes son los equipos de minería, los cuales no siempre se encuentran disponibles, tanto dentro de la flota propia de la empresa, como por parte de los distribuidores de maquinaria, por lo que deben ser un factor a considerar en el análisis a realizar.

#### **4.4.2.3 SALIDAS**

##### **a. Mediciones del desempeño del trabajo**

Los valores calculados de la variación del cronograma (SV) y del índice de desempeño del cronograma (SPI) para los componentes de la EDT, en particular los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican a los interesados. (PMI, 2008).

Para esta salida, se deben considerar las siguientes entradas:

- Cronograma del proyecto.

Y para su elaboración se deben considerar las siguientes herramientas:

- Revisiones del desempeño (EVM).
- Análisis de variación.
- Software de gestión de proyectos.

#### **b. Avance actual**

El avance actual corresponde a la actualización del trabajo actualizado a la fecha del cronograma del proyecto, representado mediante el diagrama de Gantt de seguimiento elaborado mediante el software MS Project.

Para esto las entradas principales son:

- Cronograma del proyecto.

Y para su elaboración se deben considerar las siguientes herramientas:

- Software de gestión de proyectos (MS Project).

#### **c. Cronograma actualizado**

Se generará un cronograma actualizado del proyecto a partir de los datos actualizados del cronograma, para reflejar los cambios al mismo y gestionar el proyecto. (PMI, 2008).



El cronograma actualizado incorpora los cambios aceptados y aprobados, dentro del cronograma.

La forma de elaboración del cronograma será la misma que la indicada en el apartado 4.4.1.3.b.

#### **d. Actualización de la línea base del cronograma**

De la misma forma al actualizar el cronograma, se actualizará la línea base del cronograma.

La forma de elaboración de la línea base del cronograma se describió en el apartado 4.4.1.3.c.

### **4.5 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LOS COSTOS**

Siendo el área de conocimiento de los costos, una de las principales áreas dentro de la administración de proyectos, debido a su importancia y por el carácter económico que representa, se ha decidido elaborar y proponer una metodología que integre la planificación, el control y el monitoreo, de los procesos involucrados, de manera que su aplicación permita poder planificar y controlar los costos de una manera eficiente, brindando los elementos de juicio necesarios para la toma de decisiones y acciones correspondientes.

La metodología para la gestión de los costos está estructurada de la siguiente manera: una parte que encierra e incluye los procesos de planificación y otra en la que se incluyen los procesos de monitoreo y control.

Como ya se ha venido desarrollando para las anteriores áreas del conocimiento, para cada uno de los grupos de procesos mencionados, esta propuesta está

compuesta por entradas, las cuales se constituyen en documentos, informes, plantillas o salidas de otras metodologías, y que servirán de insumo para aplicar las técnicas y herramientas recomendadas, para luego obtener como resultado las salidas.

Las herramientas o técnicas aplicables en la metodología, constituyen procedimientos, aplicación de software, uso de plantillas para realizar cálculos y otros mecanismos, los cuales se aplican sobre las entradas y se obtiene los resultados correspondientes.

Estos resultados es lo que llamamos las salidas de la metodología, que como ya se ha mencionado corresponden a documentos, plantillas o salidas de un software.

Debido a que existe una estrecha relación entre los grupos de procesos de procesos de la planificación y los de control y monitoreo, en el esquema propuesto de la metodología, se puede apreciar que algunas de las salidas de los procesos de planificación, sirven de entrada para los procesos de control de monitoreo.

Estas entradas y salidas se señalan en negrita y subrayados, para indicar que corresponden a los mismos elementos.

En la figura No. 4.6., se muestra el esquema propuesto para la gestión del tiempo.



**Figura No. 4.6. Propuesta para la gestión de los costos. (El autor)**

#### 4.5.1. Grupos de Procesos de la Planificación

Como parte de la planificación, en esta propuesta se han integrado y simplificado las entradas, herramientas y salidas, como parte de un solo esquema que involucra los grupos de procesos de la planificación, que a continuación se mencionan:

- Estimar los costos.
- Determinar el presupuesto.

A continuación se describen y detallan las entradas, herramientas y salidas que componen esta metodología.

##### 4.5.1.1 ENTRADAS

###### a. Línea base del alcance

Como se ha mencionado anteriormente, y siguiendo las recomendaciones del PMI (2008), la línea base del alcance comprende los siguientes elementos:

- **Enunciado del alcance.** El enunciado del alcance proporciona la descripción del producto, los criterios de aceptación, los entregables clave, los límites del proyecto, los supuestos y las restricciones del proyecto. Uno de los supuestos básicos que es necesario establecer cuando se estiman los costos de un proyecto, es si los estimados se limitarán únicamente a los costos directos del proyecto o si incluirán además los costos indirectos. Los costos indirectos son aquéllos que no pueden asignarse a un proyecto específico y que, por lo tanto, se acumularán y distribuirán equitativamente

entre varios proyectos por medio de algún procedimiento contable aprobado y documentado.

- **Estructura de desglose del trabajo.** La EDT del proyecto proporciona las relaciones entre todos los componentes y los entregables del proyecto.
- **Diccionario de la EDT.** El diccionario de la EDT y los enunciados del trabajo del proyecto (SOW) relacionados proporcionan una identificación de los entregables y una descripción del trabajo en cada componente de la EDT necesario para producir cada entregable.

La información adicional que puede contener la línea base del alcance y que incluye requisitos con implicaciones contractuales y legales, está relacionada con la salud, la seguridad, el desempeño, el medioambiente, los seguros, los derechos de propiedad intelectual, las licencias y los permisos. Toda esta información debe tomarse en cuenta para la elaboración de las estimaciones de costos. (PMI, 2008).

De ahí la importancia de poder contar con toda esta información previa, que se encuentra detallada en el apartado 4.3.1.3.g.

#### **b. Cronograma del proyecto**

Según lo recomendado por el PMI (2008), el tipo y la cantidad de recursos, así como la cantidad de tiempo que dichos recursos se aplican para completar el trabajo del proyecto, son los factores principales para determinar el costo del proyecto. Los recursos de la actividad del cronograma y sus respectivas duraciones se usan como entradas clave. Por otro lado, se deben determinar la disponibilidad y las cantidades necesarias de personal y material requeridos para realizar las actividades del cronograma. Los estimados de la duración de las

actividades afecta las estimaciones del costo de cualquier proyecto donde el presupuesto del proyecto incluya una asignación para el costo de financiamiento (incluyendo los cargos por intereses) y donde los recursos se apliquen por unidad de tiempo a lo largo de la duración de la actividad. La estimación de la duración de las actividades también pueden afectar las estimaciones de costos que incluyen costos variables en función del tiempo, tales como los sindicatos de trabajadores con convenios colectivos de trabajo con vencimientos regulares o materiales con variaciones de costos estacionales. (PMI, 2008).

Como se puede apreciar, el cronograma se constituye en un elemento indispensable para la estimación de los costos del proyecto. Su elaboración se encuentra descrita en el apartado 4.4.1.3.g.

En el caso específico de los proyectos de minería, el cronograma del proyecto está estrechamente relacionado con los costos del proyecto, ya que de él se deriva la estimación de los recursos de maquinaria, que constituye uno de los principales costos involucrados en este tipo de proyectos.

### **c. Registro de riesgos**

El registro de riesgos debe revisarse de modo que se tomen en cuenta los costos de mitigación de riesgos. Los riesgos, que pueden ser amenazas u oportunidades, en general ejercen un impacto tanto en los costos de las actividades como en los del proyecto global. Como regla general, cuando el proyecto experimenta un evento de riesgo negativo, normalmente se incrementa el costo a corto plazo del proyecto y a veces se produce un retraso en el cronograma del proyecto. (PMI, 2008).

El registro de riesgos, se encuentra descrito como salida en la metodología para la gestión de los riesgos en el apartado 4.6.1.3.a.

#### **d. Propuesta técnico-económica**

La propuesta técnico-económica se encuentra descrita en el apartado 4.3.1.1.c.

#### **e. Contrato**

El contrato se encuentra descrito en el apartado 4.3.1.1.d.

#### **f. Calendario de recursos**

Los calendarios de recursos proporcionan información sobre qué recursos se han asignado al proyecto y para qué periodo. Esta información puede utilizarse para indicar el costo de los recursos durante el proyecto. (PMI, 2008).

La elaboración del calendario de recursos se encuentra descrita en el apartado 4.4.1.1.f.

#### **g. Lista de actividades y atributos**

La lista de actividades y atributos forma parte de las salidas de la propuesta para la gestión del tiempo y se encuentra descrita en el apartado 4.4.1.3.a.

### **4.5.1.2 HERRAMIENTAS**

A continuación, se hace una descripción de las herramientas que se propone utilizar como parte de esta propuesta.

### **a. Juicio de expertos**

Tal y como lo menciona el PMI (2008), numerosas variables, tales como las tarifas de trabajo, los costos de los materiales, la inflación, los factores de riesgo, entre otras, influyen en la estimación de costos. Guiado por la información histórica, el juicio de expertos aporta una perspectiva valiosa sobre el ambiente y la información procedentes de proyectos similares anteriores. El juicio de expertos también puede utilizarse para determinar si es conveniente combinar métodos de estimación y cómo conciliar las diferencias entre ellos.

Definitivamente el juicio de expertos, es una herramienta válida que a través de varias de las metodologías se ha incorporado, como un elemento esencial, ya que brinda elementos de juicio necesarios para poder realizar estimaciones válidas, no solo de costos, sino también de duraciones, brindando así información vital para los fines que se proponen.

El juicio experto está ligado siempre con la experiencia, por lo que es esencial contar con el criterio del Gerente de Minería y del Gerente de Proyecto, los cuales por su amplia experiencia, pueden aportar criterios válidos y muy importantes en la determinación de los costos de este tipo de proyectos.

### **b. Estimación análoga**

Como lo indica el PMI (2008), la estimación de costos por analogía utiliza los valores de parámetros como el alcance, el costo, el presupuesto y la duración, o medidas de escala tales como el tamaño, el peso y la complejidad de un proyecto anterior similar, como base para estimar el mismo parámetro o medida para un proyecto actual. Cuando se trata de estimar costos, esta técnica utiliza el costo



real de proyectos similares anteriores como base para estimar el costo del proyecto actual.

Por lo general, la estimación de costos por analogía es menos costosa y requiere menos tiempo que las otras técnicas, pero también es menos exacta. Puede aplicarse a todo un proyecto o a partes del mismo, y puede utilizarse en conjunto con otros métodos de estimación. La estimación análoga es más confiable cuando el proyecto anterior es similar, no sólo en apariencia sino en los hechos, y cuando los miembros del equipo del proyecto responsables de efectuar los estimados poseen la experiencia necesaria.

La estimación análoga, se menciona como una alternativa para la estimación de costos, sin embargo, no es la que se recomienda para utilizar en la elaboración del presupuesto.

### **c. Estimación paramétrica**

La estimación paramétrica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables para calcular una estimación de parámetros de una actividad tales como costo, presupuesto y duración. Con esta técnica pueden lograrse niveles superiores de exactitud, dependiendo de la sofisticación y de los datos que utilice el modelo. La estimación paramétrica de costos puede aplicarse a todo un proyecto o a partes del mismo, en conjunto con otros métodos de estimación. (PMI, 2008).

Para los proyectos de minería en particular, esta herramienta es muy útil, ya que mucha información de proyectos similares puede ser utilizada como referencia para las estimaciones requeridas. Algunos de los datos paramétricos que comúnmente se utilizan como parte de esta herramienta son los siguientes:

- Rendimientos y producción de equipos de minería.
- Rendimientos y producción de actividades similares.
- Factores de eficiencia y disponibilidad de la maquinaria.
- Consumos de combustible por máquina y por actividad.

#### **d. Estimación ascendente**

La estimación ascendente es un método para estimar los componentes del trabajo. El costo de cada paquete de trabajo o de cada actividad se calcula con el mayor nivel de detalle. El costo detallado luego se resume o “acumula” en niveles superiores para fines de información y seguimiento. En general, la magnitud y complejidad de la actividad o del paquete de trabajo individual influyen en el costo y la exactitud de la estimación ascendente de costos. (PMI, 2008).

Esta es la herramienta que utiliza como concepto base el software Opus 2010, el cual será el que se utilizará para la estimación de costos y elaboración del presupuesto.

Con este software, se realiza la estimación de recursos necesarios para una determinada actividad, utilizando para ello los rendimientos de cada uno de los elementos de costos y el costo unitario de cada uno de ellos, los cuales a su vez permiten determinar el costo total de la actividad, mediante la suma de cada uno de sus componentes.

Estos es lo que permite realizar este software, es decir, en él se pueden definir todos los elementos de costos y cuantificarlos, de manera que la suma total de cada uno de ellos resulte en el costo de una actividad determinada.

### e. Estimación por tres valores

Adicionalmente, como una herramienta alternativa y que se puede utilizar en algunos casos particulares, se menciona la estimación por tres valores o método PERT, por sus siglas en inglés.

Según el PMI (2008), la exactitud de las estimaciones de costos de una actividad única puede mejorarse tomando en consideración la incertidumbre y el riesgo. Este concepto se originó con la Técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT). El PERT utiliza tres estimados para definir un rango aproximado de costo de una actividad:

- **Más probable (cM).** El costo de la actividad se basa en una evaluación realista del esfuerzo necesario para el trabajo requerido y cualquier gasto previsto.
- **Optimista (cO).** El costo de la actividad se basa en el análisis del mejor escenario posible para esa actividad.
- **Pesimista (cP).** El costo de la actividad se basa en el análisis del peor escenario posible para esa actividad.

El análisis según el método PERT calcula un costo Esperado (CE) de la actividad utilizando un promedio ponderado de estas tres estimaciones:

$$cE = \frac{cO + 4cM + cP}{6}$$

Las estimaciones de costos basadas en esta ecuación (o aun en un promedio simple de los tres valores) pueden proporcionar una mayor exactitud, y los tres valores aclaran el rango incertidumbre de las estimaciones de costos.

Como complemento indispensable para la utilización de esta herramienta, en los proyectos de minería, se debe contar con el juicio experto del Gerente de Minería y del Gerente de Proyecto, los cuales pueden aportar su criterio en la determinación de los costos de las actividades con base en su amplia experiencia.

#### **f. Análisis de reserva**

Las estimaciones de costos pueden incluir reservas para contingencias (llamadas a veces asignaciones para contingencias o imprevistos) para tener en cuenta la incertidumbre del costo. La reserva para contingencias puede ser un porcentaje del costo estimado, una cantidad fija, o puede calcularse utilizando métodos de análisis cuantitativos. (PMI, 2008).

Para esta propuesta, y específicamente para los proyectos de minería, esta contingencia será utilizada como una medida para compensar cualquier error en las estimaciones o variaciones de elementos que no se hayan considerado en la estimación de costos y elaboración del presupuesto. La estimación de la contingencia será calculada siempre como un porcentaje de los costos directos del proyecto, cuyo porcentaje será determinado por el Gerente de Proyecto, con base criterios básicos como la complejidad del proyecto, condiciones climáticas, condiciones topográficas, condiciones de seguridad, condiciones de medio ambiente, y la calidad de la información con la que se cuente para realizar la estimación de costos.

En la medida que las estimaciones de costos hayan sido realizadas adecuadamente y se hayan incorporado en el análisis y cálculo la mayor cantidad de variables posibles, y éstas se encuentren debidamente documentadas, este porcentaje de imprevistos puede variar, es decir, el Gerente de Proyecto podría considerar disminuirlo o aumentarlo, con base en los parámetros de la información mencionada anteriormente.

#### **g. Software de estimación de costos**

Las aplicaciones de software de estimación de costos, las hojas de cálculo computarizadas, y las herramientas de simulación y estadísticas son cada vez más utilizadas para asistir en el proceso de estimación de costos. Estas herramientas pueden simplificar el uso de algunas de las técnicas de estimación de costos y, de esta manera, facilitar la consideración rápida de las alternativas para la estimación de costos. (PMI, 2008).

Con base en lo anterior, se recomienda el uso del programa Opus 2010 para realizar la estimación de costos y la elaboración del presupuesto.

Mediante la utilización de este software, se puede hacer una estimación detallada de todos los costos involucrados en cada una de las actividades del proyecto.

Esto se logra mediante la incorporación de los detalles de costos de los principales elementos como lo son los equipos, la mano de obra, los materiales y los subcontratos, así como la posibilidad de modificar los rendimientos de cada uno de estos elementos, de manera que se represente de una manera adecuada la participación de cada uno de ellos en el costo de las actividades.

No obstante, es indispensable trabajar también con herramientas como el software MS Excel, con el cual se pueden realizar múltiples tareas y cálculos a gran cantidad de información y datos.

Esta herramienta, también se utiliza para la determinación de los costos indirectos, mediante la utilización de varias hojas electrónicas en las cuales se contempla el detalle de todos los elementos considerados.

#### **h. Suma de costos**

Las estimaciones de costos se suman por paquetes de trabajo, de acuerdo con la EDT. Las estimaciones de costos de los paquetes de trabajo luego se suman para los niveles superiores de componentes de la EDT, tales como las cuentas de control, y finalmente para todo el proyecto. (PMI, 2008).

Este procedimiento se realiza para tener la cuantificación de los costos totales del proyecto y por ende, la elaboración del presupuesto.

En este sentido, es importante mencionar, que se deben considerar tanto los costos directos, asociados con cada una de las actividades del proyecto, como todos los costos indirectos del proyecto, además de las contingencias o imprevistos considerados.

#### **4.5.1.3 SALIDAS**

Las salidas correspondientes a la propuesta para la gestión de los costos, en relación con los grupos de procesos de planificación, son las siguientes:

### **a. Estimación de costos de las actividades**

Las estimaciones de costos de las actividades son evaluaciones cuantitativas de los costos probables que se requieren para completar el trabajo del proyecto. Pueden presentarse de manera resumida o detallada. Los costos se estiman para todos los recursos que se aplican a la estimación de costos de las actividades. Esto incluye, entre otros, el trabajo directo, los materiales, el equipo, los servicios, las instalaciones, la tecnología de la información y categorías especiales, tales como una asignación por inflación o una reserva para contingencias de costo. Los costos indirectos, si se incluyen en el estimado del proyecto, pueden incluirse en el nivel de la actividad o en niveles superiores. (PMI, 2008).

Para realizar la estimación de costos del proyecto, se utilizarán las siguientes entradas básicas para su elaboración:

- Línea base del alcance.
- Cronograma del proyecto.
- Lista de actividades.
- Registro de riesgos.
- Oferta técnico-económica.
- Contrato.

Utilizando como insumo esas entradas, se proponen la aplicación de las siguientes herramientas:

- Juicio de expertos.
- Estimación análoga.
- Estimación paramétrica.
- Estimación ascendente.

- Estimación por tres valores.
- Análisis de reserva.
- Software de estimación de costos.
- Suma de costos.

La estimación de costos propuesta se compone de dos tipos: los costos directos y los costos indirectos.

Dentro de los costos directos tenemos todos aquellos elementos que actúan directamente en la ejecución de una actividad o tarea, que para el caso específico de esta metodología y los proyectos de minería, se dividirán de la siguiente manera: equipo, mano de obra, materiales y subcontratos.

Por otro lado, los costos indirectos son todos aquellos costos que tienen una participación directa para la ejecución de alguna de las actividades del proyecto, y que por su naturaleza, corresponden a rubros que se aplican de manera general a todas las actividades y no a una en particular. Dentro de los costos indirectos deben considerarse los siguientes rubros, sin limitarse a ellos:

- Garantías y fianzas.
- Costos financieros.
- Seguros y pólizas.
- Movilización.
- Instalaciones temporales.
- Vehículos del proyecto.
- Mano de obra técnica indirecta (ingenieros, encargados, mecánicos, etc).
- Mano de obra administrativa indirecta (administrador, contador, comprador, asistentes, etc.).
- Control de calidad.



- Salud y seguridad ocupacional.

Adicionalmente, para realizar la estimación de costos, se recomienda la utilización del software Opus 2010 en combinación con MS Excel. En el anexo 15, se muestra un ejemplo de su aplicación.

### **b. Presupuesto**

Una vez realizada la estimación de costos, tanto de directos como de indirectos, se procede a la elaboración del presupuesto, tomando en consideración la utilidad propuesta, expresada como un porcentaje.

Este presupuesto actualizado se utilizará posteriormente, para la elaboración del flujo de caja del proyecto.

Las entradas requeridas para realizar el presupuesto actualizado son las siguientes:

- Línea base del alcance.
- Cronograma del proyecto.
- Calendario de recursos.
- Lista de actividades.

Las herramientas propuestas para su elaboración son las siguientes:

- Juicio de expertos.
- Software de estimación de costos.

En el anexo 16, se incluye un formato estándar, para la presentación del presupuesto actualizado.

### **c. Línea base del desempeño de costos**

La línea base del desempeño de costos es un presupuesto hasta la conclusión (BAC) aprobado y distribuido en el tiempo, que se utiliza para medir, monitorear y controlar el desempeño global del costo del proyecto. Se establece sumando los presupuestos aprobados por periodo de tiempo. En la técnica de gestión del valor ganado, la línea base del desempeño de costos se conoce como línea base para la medición del desempeño (PMB). (PMI, 2008).

La línea base del desempeño de costos, es lo que se conoce comúnmente como la curva "S".

Esta curva para los proyectos de minería, está estrictamente relacionada con las producciones de la actividad principal de minado, o de excavación y acarreo del material, por lo que es sumamente sensible a la disponibilidad de los recursos principales del proyecto, es decir los equipos, los cuales tienen una incidencia alta en el desempeño de los costos. Con esto lo que se quiere destacar es que a la hora de realizar un efectivo control de costos, se debe verificar también la disponibilidad y eficiencia de los equipos de minería involucrados.

Para la elaboración de la línea base del desempeño de los costos se emplean las siguientes entradas:

- Cronograma del proyecto.
- Lista de actividades.
- La salida de la estimación de costos,

Dentro de las herramientas propuestas para su utilización, se mencionan las siguientes:

- Juicio de expertos.
- Software de estimación de costos.
- Suma de costos.

En el anexo 17, se incluye una plantilla estándar, a manera de ejemplo, para su utilización en la representación de la curva “S”.

#### **d. Flujo de caja**

El flujo de caja es un instrumento que permite conocer, pronosticar y estimar las entradas y salidas de efectivo, como consecuencia de la ejecución del proyecto. De esta manera, se pueden identificar las necesidades de financiamiento para garantizar la disponibilidad de efectivo a lo largo de la duración del proyecto.

Para su elaboración se deben considerar como mínimo los siguientes elementos de ingresos:

- **Producción.** Corresponde a la producción por unidad de cada uno de las actividades principales del contrato, por unidad de tiempo, que para el caso de los flujos de caja, la unidad de tiempo será mensual.
- **Facturación.** La facturación corresponde a los montos obtenidos al multiplicar la producción de las actividades del contrato por los precios unitarios correspondientes. Se debe tomar en cuenta la forma de pago, ya que de ella depende el mes en el que se debe considerar esa entrada de efectivo, es decir, la producción del mes 1 genera una facturación del mes 1, que será pagada por lo general en el mes 3.

- **Adelanto.** El adelanto corresponde al monto especificado según el contrato que se dará como pago adelantado al contratista para que inicie con las labores de movilización, construcción de instalaciones e inicio de operaciones.
- **Amortización del adelanto.** El monto indicado mensualmente como amortización del adelanto es el que se indica contractualmente, generalmente el monto de la amortización corresponde al porcentaje equivalente del monto del contrato del adelanto, cuyo porcentaje se deduce mensualmente de la facturación mensual, durante toda la duración del proyecto.
- **Ingreso neto.** El ingreso neto corresponde a la diferencia obtenida al rebajar la amortización del adelanto, al monto de la facturación respectiva del mes correspondiente.

Por otro lado, en relación con los elementos de egresos se deben considerar al menos los siguientes:

- **Combustibles.** Corresponde al gasto mensual de combustible debido a la producción estimada, con base en el equipo considerado.
- **Costo fijo de equipo.** Representa el gasto mensual por concepto de costos de posesión (depreciación, pólizas, intereses, etc) de los equipos utilizados.
- **Repuestos.** Es el gasto proyectado o reserva estimada mensual para la compra de repuestos para los equipos del proyecto.
- **Mantenimiento.** Corresponde a los gastos proyectados o reservas estimadas mensuales, por concepto de mantenimiento de equipos y repuestos menores.
- **Overhaul.** Es el gasto proyectado o reserva estimada mensual para la compra de repuestos y reparaciones mayores del motor de los equipos.

- **Llantas.** Representa el gasto proyectado o reserva estimada mensual, para la compra de llantas de los equipos del proyecto.
- **Mano de obra directa.** Corresponde a los gastos de planillas mensuales de salarios, cargas sociales y reservas de los operadores, capataces, peones y todo el personal de obra directa.
- **Costos indirectos.** Representan los gastos indirectos mensuales del proyecto.
- **Pago de primas.** Este concepto corresponde al pago de primas por compra de equipos nuevos en caso de que se presente.
- **Gastos por movilización.** Corresponde a los gastos realizados por concepto de movilización, de equipo, personal y materiales, para el inicio de las labores en el proyecto.
- **Gastos por instalaciones.** Representa el gasto realizado por concepto de construcción de las instalaciones temporales del proyecto.
- **Pago de obligaciones financieras.** Este rubro contempla todos los gastos financieros del proyecto, como consecuencia de las obligaciones financieras que se hayan obtenido para el proyecto en particular.
- **Total de gastos.** Es la suma total de todos los gastos considerados.

Posteriormente se debe calcular la diferencia de ingresos y gastos, para poder construir de manera acumulada el flujo neto de efectivo a partir de los datos de la diferencia obtenida.

Como parte de las entradas requeridas se mencionan las siguientes:

- Cronograma del proyecto.
- Lista de actividades.
- Estimación de costos de las actividades.
- Presupuesto actualizado.

Por otro lado, las herramientas propuestas para la elaboración de esta salida se mencionan a continuación:

- Juicio de expertos.
- Software de estimación de costos.

En el anexo 18, se incluye una plantilla estándar para su utilización en la elaboración del flujo de caja, mediante un ejemplo de aplicación.

#### **4.5.2. Grupos de Procesos de Control y Monitoreo**

Como parte de esta propuesta se han integrado y simplificado, las entradas, herramientas y salidas, en un solo esquema, el cual comprende los siguientes grupos de procesos de control y monitoreo:

- Controlar los costos.

A continuación, se hace una descripción de las entradas, herramientas y salidas de esta propuesta metodológica.

##### **4.5.2.1 ENTRADAS**

Como entradas para esta área del conocimiento, en lo que respecta a los grupos de procesos de control y monitoreo, tenemos las siguientes:

##### **a. Cronograma del proyecto**

El cronograma del proyecto se describe en la sección 4.4.1.3.b.

**b. Presupuesto**

El presupuesto se describe en la sección 4.5.1.3.b.

**c. Información sobre el desempeño del trabajo**

La información sobre el desempeño del trabajo incluye información sobre el avance del proyecto, tal como los entregables iniciados, su avance y los entregables terminados. La información también incluye los costos autorizados y aquéllos en los que se ha incurrido, y estimaciones para completar el trabajo del proyecto. (PMI, 2008).

Las mediciones del desempeño del trabajo se describen en la sección 4.4.2.3.a.

**d. Línea base del desempeño de costos**

La línea base del desempeño de costos se describe en la sección 4.5.1.3.c.

**e. Flujo de caja**

El flujo de caja se describe en la sección 4.5.1.3.d.

**4.5.2.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas que se proponen utilizar para la aplicación de esta propuesta son las siguientes:

### a. Gestión del valor ganado (EVM)

Según lo indica el PMI (2008), la gestión del valor ganado (EVM) en sus diferentes formas es un método que se utiliza comúnmente para la medición del desempeño. Integra las mediciones del alcance del proyecto, costo y cronograma para ayudar al equipo de dirección del proyecto a evaluar y medir el desempeño y el avance del proyecto. Es una técnica de dirección de proyectos que requiere la constitución de una línea base integrada con respecto a la cual se puede medir el desempeño durante la ejecución del proyecto. Los principios de la EVM pueden aplicarse a todos los proyectos, en cualquier tipo de industria. La EVM establece y monitorea tres dimensiones clave para cada paquete de trabajo y cada cuenta de control:

- **Valor planificado.** El valor planificado (PV) es el presupuesto autorizado asignado al trabajo que debe ejecutarse para completar una actividad o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Incluye el trabajo detallado autorizado, así como el presupuesto para dicho trabajo autorizado, que se asigna por fase durante el ciclo de vida del proyecto. El total del PV se conoce a veces como la línea base para la medición del desempeño (PMB). El valor planificado total para el proyecto también se conoce como presupuesto hasta la conclusión (BAC).
- **Valor ganado.** El valor ganado (EV) es el valor del trabajo completado expresado en términos del presupuesto aprobado asignado a dicho trabajo para una actividad del cronograma o un componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el trabajo autorizado que se ha completado, más el presupuesto autorizado para dicho trabajo completado. El EV medido debe corresponderse con la línea base del PV (PMB) y no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El término EV se usa a menudo para describir el porcentaje completado de un proyecto. Deben



establecerse criterios de medición del avance para cada componente de la EDT, con objeto de medir el trabajo en curso. El gerente de proyecto debe monitorear el EV, tanto sus incrementos para determinar el estado actual, como el total acumulado, para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo.

- **Costo real.** El costo real (AC) es el costo total en el que se ha incurrido realmente y que se ha registrado durante la ejecución del trabajo realizado para una actividad o componente de la estructura de desglose del trabajo. Es el costo total en el que se ha incurrido para llevar a cabo el trabajo medido por el EV. El AC debe corresponderse, por su definición, con lo que haya sido presupuestado para el PV y medido para el EV (para el caso de los proyectos de minería se utilizarán todos los costos, tanto directos como indirectos). El AC no tiene límite superior; se medirán todos los costos en los que se incurra para obtener el EV.

Adicionalmente, el PMI (2008) también sugiere que se deben monitorear las variaciones con respecto a la línea base aprobada, que anteriormente fue definida en la propuesta para la gestión del tiempo, y que se retoma nuevamente a continuación:

- **Variación del cronograma.** La variación del cronograma (SV) es una medida del desempeño del cronograma en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos el valor planificado (PV). En la EVM, la variación del cronograma es una métrica útil, ya que puede indicar un retraso del proyecto con respecto a la línea base del cronograma. La variación del cronograma, en la EVM, finalmente será igual a cero cuando se complete el proyecto, porque ya se habrán ganado todos los valores planificados. En la EVM, las variaciones del cronograma se emplean mejor en conjunto con la

planificación según el método de la ruta crítica (CPM) y la gestión de riesgos. Ecuación:  $SV = EV - PV$ .

- **Variación del costo.** La variación del costo (CV) es una medida del desempeño del costo en un proyecto. Es igual al valor ganado (EV) menos los costos reales (AC). La variación del costo al final del proyecto será la diferencia entre el presupuesto hasta la conclusión (BAC) y la cantidad realmente gastada. En la EVM, la CV es particularmente crítica porque indica la relación entre el desempeño real y los costos gastados. En la EVM, una CV negativa con frecuencia no es recuperable para el proyecto. Ecuación:  $CV = EV - AC$ .

Los valores de SV y CV pueden convertirse en indicadores de eficiencia para reflejar el desempeño del costo y del cronograma de cualquier proyecto, en comparación con otros proyectos o con un portafolio de proyectos. Las variaciones y los índices son útiles para determinar el estado de un proyecto y proporcionar una base para la estimación del costo y del cronograma al final del proyecto. (PMI, 2008).

- **Índice de desempeño del cronograma.** El índice de desempeño del cronograma (SPI) es una medida del avance logrado en un proyecto en comparación con el avance planificado. En ocasiones se utiliza en combinación con el índice del desempeño del costo (CPI) para proyectar las estimaciones finales de conclusión del proyecto. Un valor de SPI inferior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es menor a la prevista. Un valor de SPI superior a 1.0 indica que la cantidad de trabajo efectuada es mayor a la prevista. Puesto que el SPI mide todo el trabajo del proyecto, el desempeño en la ruta crítica también debe analizarse, para determinar si el

proyecto terminará antes o después de la fecha de finalización programada. El SPI es igual a la razón entre el EV y el PV. Ecuación:  $SPI = EV/PV$ .

- **Índice del desempeño del costo.** El índice del desempeño del costo (CPI) es una medida del valor del trabajo completado, en comparación con el costo o avance reales del proyecto. Se considera la métrica más importante de la EVM y mide la eficacia de la gestión del costo para el trabajo completado. Un valor de CPI inferior a 1.0 indica un sobrecosto con respecto al trabajo completado. Un valor de CPI superior a 1.0 indica un costo inferior con respecto al desempeño a la fecha. El CPI es igual a la razón entre el EV y el AC. Ecuación:  $CPI = EV/AC$ .

Los tres parámetros (valor planificado, valor ganado y costo real) deberán monitorearse e informarse mensualmente a los interesados y de forma acumulativa.

#### **b. Proyecciones**

Con respecto a las proyecciones, el PMI (2008) indica que conforme avanza el proyecto y en función del desempeño del mismo, el equipo del proyecto puede desarrollar una proyección de la estimación a la conclusión (EAC) que puede diferir del presupuesto hasta la conclusión (BAC).

Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el gerente de proyecto debe proyectar una EAC. La proyección de una EAC implica hacer estimaciones o predicciones de condiciones y eventos futuros para el proyecto, basadas en la información y el conocimiento disponibles en el momento de realizar la proyección.

Las proyecciones se generan, se actualizan y se emiten nuevamente basándose en la información sobre el desempeño del trabajo suministrada conforme el proyecto se ejecuta. La información sobre el desempeño del trabajo trata sobre el desempeño anterior del proyecto y cualquier información que pudiera causar un impacto sobre el proyecto en el futuro.

Las EAC se basan normalmente en los costos reales en los que se ha incurrido para completar el trabajo, más una estimación hasta la conclusión (ETC) para el trabajo restante. Es responsabilidad del equipo del proyecto predecir las situaciones que pueden presentarse al realizar la ETC, en función de su experiencia a la fecha.

El método de la EVM funciona bien junto con las proyecciones manuales de los costos requeridos según la EAC. El método más común de proyección de la EAC es una suma ascendente manual, efectuada por el gerente de proyecto y su equipo, tal como se ha mencionado anteriormente o utilizando algunas de las herramientas indicadas.

El método ascendente de EAC utilizado por el gerente de proyecto se basa en los costos reales y la experiencia adquirida a partir del trabajo completado y requiere que se realice una nueva estimación para el trabajo restante del proyecto.

Este método puede ser problemático en el sentido de que interfiere con la ejecución del trabajo del proyecto, por lo que el gerente de proyecto debe facilitar toda la información requerida para que la unidad de presupuestos sea la que le colabore en la realización de estas estimaciones.

Habitualmente, no existe un presupuesto separado para realizar la ETC, por lo que se incurre en costos adicionales para el proyecto. Ecuación:  $EAC = AC + ETC$  ascendente.

Adicionalmente, el PMI (2008) también sugiere que la EAC realizada manualmente por el gerente de proyecto puede compararse rápidamente con varias EAC calculadas según diferentes escenarios de riesgo. Mientras que los datos de la EVM pueden proporcionar rápidamente varias EAC estadísticas, a continuación sólo se describen tres de las más comunes:

- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según la proporción presupuestada. Este método de EAC toma en cuenta el desempeño real del proyecto a la fecha (ya sea favorable o desfavorable), como lo representan los costos reales, y prevé que el trabajo según la ETC se llevará a cabo de acuerdo con el ratio presupuestado. Cuando el desempeño real es desfavorable, el supuesto de que el desempeño futuro mejorará debe aceptarse únicamente cuando está sustentado por un análisis de riesgo del proyecto. Ecuación:  $EAC = AC + BAC - EV$ .
- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado según el CPI actual. Este método supone que se espera que lo que el proyecto ha experimentado a la fecha continúe en el futuro. Se supone que el trabajo correspondiente a la ETC se realizará según el mismo índice del desempeño de costo (CPI) acumulativo en el que el proyecto ha incurrido a la fecha. Ecuación:  $EAC = BAC / CPI$  acumulativo.
- Proyección de la EAC basada en el trabajo correspondiente a la ETC, realizado considerando ambos factores (SPI y CPI). En esta proyección, el

trabajo correspondiente a la ETC se realizará según una proporción de eficiencia que toma en cuenta tanto el índice del desempeño de costos como el índice de desempeño del cronograma. Supone un desempeño de costos negativo a la fecha y la necesidad de que el proyecto se comprometa firmemente a respetar el cronograma. Este método es tanto más útil cuanto el cronograma del proyecto es un factor que afecta el esfuerzo de la ETC. Las variaciones de este método miden el CPI y el SPI según diferentes valores (por ejemplo 80/20, 50/50 o alguna otra proporción), de acuerdo con el juicio del gerente de proyecto. Ecuación:  $AC + [(BAC - EV) / (CPI \text{ acumulativo} \times SPI \text{ acumulativo})]$ .

Cada uno de estos métodos puede ser adecuado para cualquier proyecto dado y proporcionará al equipo de dirección del proyecto una señal de “advertencia temprana” si las proyecciones para la EAC no están dentro de las tolerancias aceptables además le permitirá al gerente de proyecto tomar las acciones necesarias para garantizar que el proyecto se ejecute en el plazo y costo aprobados, permitiéndole gestionar los traslados y movilización de recursos adicionales, tales como equipos de minería, cuando se requieran.

### **c. Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI)**

El índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI) es la proyección calculada del desempeño del costo que debe lograrse para el trabajo restante, con el propósito de cumplir con una meta de gestión especificada, tal como el BAC o la EAC. Si resulta evidente que el BAC ya no es viable, el gerente de proyecto proyecta una estimación a la conclusión (EAC).

Una vez aprobada, la EAC reemplaza efectivamente el BAC como meta de desempeño del costo. La ecuación para el TCPI basada en el BAC es:  $(BAC - EV) / (BAC - AC)$ .

Si el CPI acumulativo se ubica por debajo de la línea base del plan todo el trabajo futuro del proyecto tendrá que realizarse inmediatamente en el rango del TCPI (BAC) para mantenerse dentro del BAC autorizado.

El hecho de que este nivel de desempeño sea realizable o no es una decisión subjetiva basada en diversas consideraciones, que incluyen los riesgos, el cronograma y el desempeño técnico, además del criterio experto del gerente de proyecto y del gerente de minería.

Una vez que la dirección reconoce que ya no es posible cumplir con el BAC, el director del proyecto preparará una nueva estimación a la conclusión (EAC) para el trabajo y, una vez aprobada, el proyecto utilizará el nuevo valor de la EAC. Este nivel de desempeño se muestra como la línea TCPI (EAC). La ecuación para el TCPI basada en la EAC es:  $(BAC - EV) / (EAC - AC)$ .

#### **d. Análisis de variación**

El análisis de variación utilizado en la EVM compara el desempeño real del proyecto con respecto al desempeño planificado o esperado. Las variaciones que se analizan más frecuentemente son las relativas al costo y al cronograma. (PMI, 2008).

El análisis de variación se realizará de manera mensual con base en los cálculos de los índices propuestos y será comunicado a todos los interesados.

#### **e. Análisis de tendencias**

El análisis de tendencias analiza el desempeño del proyecto a lo largo del tiempo para determinar si está mejorando o se está deteriorando. Las técnicas de análisis gráfico son valiosas pues permiten comprender el desempeño a la fecha y compararlo con las metas de desempeño futuras, en forma de BAC con respecto a la EAC y de fechas de finalización. (PMI, 2008).

El análisis de tendencias debe ser incorporado como parte de la información que se comunica a los interesados mensualmente con los índices del período correspondiente.

#### **4.5.2.3 SALIDAS**

Como salidas de la propuesta para la gestión del alcance, con respecto a los procesos de control y monitoreo, se proponen las siguientes:

##### **a. Mediciones del desempeño del trabajo**

Los valores calculados del CV, SV, CPI y SPI para los componentes de la EDT, en particular los paquetes de trabajo y las cuentas de control, se documentan y comunican a los interesados. (PMI, 2008).

Para el cálculo de los valores propuestos se propone el uso de las siguientes entradas:

- Cronograma del proyecto.
- Presupuesto actualizado.
- Flujo de caja.



- Línea base del desempeño de costos.

Así mismo, para su elaboración se incluyen las siguientes herramientas:

- Gestión del valor ganado (EVM).
- Proyecciones.
- Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI).

Estas salidas deben generarse mensualmente y ser comunicadas a los interesados. Adicionalmente, se debe llevar un registro de los valores mensuales anteriores, de manera que se puedan establecer tendencias y poder tomar decisiones a partir de dicha información.

#### **b. Proyecciones del presupuesto**

El valor de una EAC calculada o de una EAC ascendente debe documentarse y comunicarse a los interesados. (PMI, 2008).

Estas proyecciones se realizan con base en el trabajo realizado al momento de realizar el cálculo y los costos efectivamente ejecutados en ese momento, y a partir de esa información se hace la proyección correspondiente, como una estimación probable del costo final del proyecto.

De esa manera, los resultados de las proyecciones del presupuesto deben considerar las siguientes entradas:

- Cronograma actualizado del proyecto.
- Presupuesto actualizado del proyecto.
- Información sobre el desempeño del trabajo.

- Línea base del desempeño de costos.

Como herramientas a utilizar se mencionan las siguientes:

- Gestión del valor ganado (EVM).
- Proyecciones.
- Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI).
- Análisis de variación.
- Análisis de tendencias.

#### **c. Solicitudes de cambio**

Según el PMI (2008), el análisis del desempeño del proyecto puede dar lugar a una solicitud de cambio a la línea base del desempeño de costos o de otros componentes del plan para la dirección del proyecto. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones preventivas o correctivas y se procesan para su revisión y posterior implementación.

#### **d. Actualización de la línea base del desempeño de costos**

Los cambios a la línea base del desempeño de costos se incorporan en respuesta a los cambios aprobados del alcance, de los recursos de las actividades o de las estimaciones de costos. En algunos casos, las variaciones del costo pueden ser tan importantes que se torna necesario revisar la línea base de costo para proporcionar una base realista para la medición del desempeño. (PMI, 2008).

La línea base del desempeño de costos se encuentra descrita en el apartado 4.5.1.3.c.

#### **4.6 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS**

Como parte de la metodología integral para la administración de proyectos de minería que se propone, se incluye la propuesta para la gestión de los riesgos, la cual se presenta como un complemento de análisis y resultados de los riesgos asociados que pueden afectar o pueden tener una alta incidencia en el alcance, el tiempo y los costos del proyecto.

De la misma forma en que se han planteado las anteriores propuestas, la gestión de los riesgos, está dividida en dos grupos de procesos: el primero correspondiente a los grupos de procesos de planificación, donde se indican las entradas correspondientes requeridas, las técnicas y herramientas a utilizar y las salidas esperadas; el segundo relacionado con los grupos de procesos de control y monitoreo, donde de la misma forma se indican las entradas, las herramientas y las salidas.

Debido a que ambas partes o grupos de procesos de la propuesta están estrechamente relacionados, algunas de las salidas de los grupos de procesos de planificación, sirven de entradas a los grupos de procesos de control y monitoreo. Esta vinculación se indica gráficamente en el esquema de la metodología mediante la indicación en **negrita y subrayado** de las salidas y entradas, que corresponden a un mismo entregable, ya sea documento, informe y/o plantilla.

En la figura No. 4.7., se muestra el esquema propuesto para la Gestión de los Riesgos.



**Figura No. 4.7. Propuesta para la gestión de los riesgos. (El autor)**

#### **4.6.1. Grupos de Procesos de la Planificación**

Como parte de esta propuesta se han integrado y simplificado, las entradas, herramientas y salidas, en un solo esquema, el cual comprende los siguientes grupos de procesos:

- Planificar la gestión de riesgos.
- Identificar los riesgos.
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos.
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos.
- Planificar la respuesta a los riesgos.

A continuación, se hace una descripción de las entradas, herramientas y salidas de esta propuesta.

##### **4.6.1.1 ENTRADAS**

###### **a. Línea base del alcance**

La línea base del alcance se describe en la sección 4.3.1.3.g.

###### **b. Cronograma del proyecto**

El cronograma del proyecto se describe en la sección 4.4.1.3.b.

###### **c. Línea base del cronograma**

La línea base del cronograma se describe en la sección 4.4.1.3.c.

#### **d. Línea base del desempeño de costos**

La línea base del desempeño de costos se describe en la sección 4.5.1.3.c.

#### **e. Presupuesto actualizado**

El presupuesto actualizado se describe en la sección 4.5.1.3.b.

### **4.6.1.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas propuestas para ser aplicadas en esta propuesta, se describen a continuación:

#### **a. Reuniones de planificación y análisis**

El equipo del proyecto debe celebrar reuniones de planificación mensuales para desarrollar todos los elementos propuestos en la metodología, concernientes a la gestión de los riesgos. Los participantes de estas reuniones serán, el director del proyecto, el gerente de construcción y minería, el gerente de administración de proyectos, el gerente de seguridad y medio ambiente, miembros del equipo del proyecto e interesados seleccionados.

En estas reuniones, se definen los planes a alto nivel para efectuar las actividades de gestión de riesgos. Se desarrollarán los elementos de costo de la gestión de riesgos y las actividades del cronograma, para incluirlos en el presupuesto y el cronograma del proyecto, respectivamente.

Se establecerán o se revisarán las metodologías para la aplicación de las reservas para contingencias en materia de riesgos y su cuantificación, para la debida incorporación en los documentos respectivos de costo y tiempo.

Siguiendo las recomendaciones del PMI (2008), se asignarán las responsabilidades de gestión de riesgos. Se adaptarán para su uso en el proyecto específico las plantillas generales de la organización para las categorías de riesgo y las definiciones de términos, tales como los niveles de riesgo, la probabilidad por tipo de riesgo, el impacto por tipo de objetivo y la matriz de probabilidad e impacto.

#### **b. Diagramas de causa y efecto**

Estos diagramas también se conocen como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado y son útiles para identificar las causas de los riesgos. (PMI, 2008).

Este análisis se puede complementar con una tormenta de ideas, a partir de la cual el gerente de proyecto debe identificar las causas más relevantes.

#### **c. Análisis FODA**

Esta técnica examina el proyecto desde cada uno de los aspectos FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) para aumentar el espectro de riesgos identificados, incluyendo los riesgos generados internamente. La técnica comienza mediante la identificación de las fortalezas y debilidades de la organización, enfocándose ya sea en la organización del proyecto o bien en aspectos comerciales en un sentido más amplio. A menudo, estos factores se identifican utilizando la tormenta de ideas. El análisis FODA identifica entonces cualquier oportunidad y amenaza para el proyecto, procedentes respectivamente

de las fortalezas y debilidades de la organización. El análisis FODA también examina el grado en el que las fortalezas de la organización contrarrestan las amenazas, y las oportunidades que pueden servir para superar las debilidades. (PMI, 2008).

#### **d. Juicio de expertos**

Los expertos con experiencia apropiada, adquirida en proyectos o áreas de negocio similares, pueden identificar los riesgos directamente. El director del proyecto debe identificar a dichos expertos e invitarlos a considerar todos los aspectos del proyecto, y a sugerir los posibles riesgos basándose en sus experiencias previas y en sus áreas de especialización. Debe tenerse en cuenta la parcialidad de los expertos en este proceso. (PMI, 2008).

Como se ha venido sugiriendo en cada una de las propuestas de las otras áreas del conocimiento, el criterio experto del gerente de minería y del gerente de proyecto, son insumos muy importantes que deben considerarse a la hora de realizar el análisis de riesgos en este tipo de proyectos.

#### **e. Evaluación de probabilidad e impacto**

La evaluación de la probabilidad de los riesgos estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades. (PMI, 2008).



Para cada riesgo identificado, se deben evaluar la probabilidad y el impacto. Estas evaluaciones se realizan mediante reuniones con los miembros del equipo, liderados por el gerente de proyecto. Durante estas reuniones, se evalúan el nivel de probabilidad de cada riesgo y su impacto sobre cada objetivo del proyecto. También se registran los detalles explicativos, incluidos los supuestos que justifican los niveles asignados.

Habitualmente, la evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, de su prioridad de atención, se efectúa utilizando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto. Dicha matriz especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta.

Para el caso específico de los proyectos de minería se puede calificar un riesgo por separado para cada objetivo de costo, tiempo o alcance.

Según el PMI (2008), la calificación de los riesgos ayuda a guiar las respuestas a los riesgos. Por ejemplo, los riesgos que, si se concretan (amenazas), tienen un impacto negativo sobre los objetivos, y que se encuentran en una zona de riesgo alto de la matriz, pueden necesitar prioridad de acción y estrategias de respuesta agresivas. Las amenazas en una zona de riesgo bajo pueden no necesitar una acción de gestión proactiva, más allá de ser incluidas en una lista de supervisión o de ser agregadas a una reserva para contingencias.

De manera similar, debe darse prioridad a las oportunidades que se encuentran en la zona de riesgo alto, ya que pueden obtenerse más fácilmente y proporcionan mayores beneficios. Las oportunidades en la zona de riesgo bajo deben monitorearse.

#### **f. Distribuciones de probabilidad**

Las distribuciones continuas de probabilidad, utilizadas ampliamente en el modelado y la simulación, representan la incertidumbre de los valores tales como las duraciones de las actividades del cronograma y los costos de los componentes del proyecto. Las distribuciones diferenciadas pueden emplearse para representar eventos inciertos, como el resultado de una prueba o un posible escenario en un árbol de decisiones. Estas distribuciones describen formas que son compatibles con los datos que se compilan habitualmente durante el análisis cuantitativo de riesgos. (PMI, 2008).

Para el caso particular de los proyectos de minería, se utilizará como distribución de referencia la triangular, esto por ser la más sencilla y debido a que actualmente no se dispone de información que permita determinar específicamente para los proyectos de minería cuál es la distribución que mejor se ajusta a las actividades de este tipo de proyectos.

No obstante, debe ser considerada la recopilación y registro de esta información para empezar a generar la información requerida para la elaboración de las curvas de distribución. Dentro de la información requerida se recomienda como mínimo la siguiente: duraciones de las actividades, rendimientos de las máquinas, rendimientos de las actividades y costo de las actividades.

#### **g. Modelado y simulación**

Según lo recomendado por el PMI (2008), una simulación de proyecto utiliza un modelo que traduce las incertidumbres detalladas especificadas del proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo. Las simulaciones iterativas se realizan habitualmente utilizando la técnica Monte Carlo.

En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces (mediante iteración) utilizando valores de entrada, que para el caso de los proyectos de minería serán las estimaciones de costos y/o las duraciones de las actividades, seleccionados al azar para cada iteración a partir de las distribuciones de probabilidad triangular para estas variables.

A partir de las iteraciones, se calcula una distribución de probabilidad, ya sea para el costo total o para la fecha de conclusión, en la que para realizar un análisis de riesgos de costos la simulación emplea datos de estimaciones de costos y para un análisis de los riesgos relativos al cronograma, la simulación emplea el diagrama de red del cronograma y las estimaciones de la duración.

Estas simulaciones se pueden realizar utilizando una hoja de cálculo, en la que se pueden programar las corridas de las iteraciones, mediante el uso de macros. Sin embargo, lo recomendable es utilizar un software que incorpore el módulo del cronograma del proyecto, como lo hace el programa de cómputo para análisis de riesgos @RISK, el cual utiliza como base el software MS Project.

En el anexo 19 se incluye una salida del programa @Risk para un proyecto de construcción, el cual se propone como ilustración del software propuesto.

#### **h. Estrategias para riesgos negativos o amenazas**

Según lo que recomienda el PMI (2008), las tres estrategias siguientes abordan normalmente las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos

positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, consisten en evitar, transferir, mitigar o aceptar.

- **Evitar.** Evitar el riesgo implica cambiar el plan para la dirección del proyecto, a fin de eliminar por completo la amenaza. El director del proyecto también puede aislar los objetivos del proyecto del impacto de los riesgos o cambiar el objetivo que se encuentra amenazado. Ejemplos de lo anterior son la ampliación del cronograma, el cambio de estrategia o la reducción del alcance. La estrategia de evasión más drástica consiste en anular por completo el proyecto. Algunos riesgos que surgen en etapas tempranas del proyecto pueden ser evitados aclarando los requisitos, obteniendo información, mejorando la comunicación o adquiriendo experiencia.
- **Transferir.** Transferir el riesgo requiere trasladar a un tercero todo o parte del impacto negativo de una amenaza, junto con la propiedad de la respuesta. La transferencia de un riesgo simplemente confiere a una tercera persona la responsabilidad de su gestión; no lo elimina. La transferencia de la responsabilidad de un riesgo es más efectiva cuando se trata de la exposición a riesgos financieros. Transferir el riesgo casi siempre implica el pago de una prima de riesgo a la parte que asume el riesgo. Las herramientas de transferencia pueden ser bastante diversas e incluyen, entre otras, el uso de seguros, garantías de cumplimiento, fianzas, certificados de garantía, etc. Pueden emplearse contratos para transferir a un tercero la responsabilidad de riesgos específicos. Por ejemplo, cuando un comprador dispone de capacidades que el vendedor no posee, puede ser prudente transferir contractualmente al comprador parte del trabajo junto con sus riesgos correspondientes. En muchos casos, el uso de un contrato de margen sobre el costo puede transferir el costo del riesgo al

comprador, mientras que un contrato de precio fijo puede transferir el riesgo al vendedor.

- **Mitigar.** Mitigar el riesgo implica reducir a un umbral aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso. Adoptar acciones tempranas para reducir la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y/o su impacto sobre el proyecto, a menudo es más efectivo que tratar de reparar el daño después de ocurrido el riesgo. Ejemplos de acciones tendientes a mitigar un riesgo son adoptar procesos menos complejos, efectuar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable. Por ejemplo, la mitigación puede requerir la creación de un prototipo para reducir el riesgo de pasar de un modelo a escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Cuando no es posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede abordar el impacto del riesgo, dirigiéndose a los vínculos que determinan su severidad. Por ejemplo, diseñar redundancia en un sistema puede permitir reducir el impacto causado por un fallo del componente original.
- **Aceptar.** Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere ninguna acción, excepto documentar la estrategia, dejando que el equipo del proyecto aborde los riesgos conforme se presentan. La estrategia de aceptación activa más común consiste en establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, medios financieros o recursos necesarios para abordar los riesgos. (PMI, 2008).

### **i. Estrategias para riesgos positivos u oportunidades**

De igual manera, para este tipo de estrategias en PMI (2008) indica que tres de las cuatro respuestas se sugieren para tratar riesgos con impactos potencialmente positivos sobre los objetivos del proyecto. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, son explotar, compartir, mejorar o aceptar.

- **Explotar.** Esta estrategia puede seleccionarse para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse de que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo positivo particular, asegurando que la oportunidad definitivamente se concrete. Algunos ejemplos de explotación directa de las respuestas incluyen la asignación al proyecto de recursos más talentosos de la organización para reducir el tiempo hasta la conclusión o para ofrecer un costo menor que el planificado originalmente.
- **Compartir.** Compartir un riesgo positivo implica asignar todo o parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado para capturar la oportunidad en beneficio del proyecto. Algunos ejemplos de acciones para compartir incluyen la formación de asociaciones de riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, que pueden establecerse con el propósito expreso de tomar ventaja de la oportunidad, de modo que todas las partes se beneficien a partir de sus acciones.
- **Mejorar.** Esta estrategia se utiliza para aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos de una oportunidad. La identificación y maximización de

las fuerzas impulsoras clave de estos riesgos de impacto positivo pueden incrementar su probabilidad de ocurrencia. Algunos ejemplos de mejorar las oportunidades incluyen la adición de más recursos a una actividad para terminar más pronto.

- **Aceptar.** Aceptar una oportunidad consiste en tener la voluntad de tomar ventaja de ella si se presenta, pero sin buscarla de manera activa.

#### 4.6.1.3 SALIDAS

##### a. Matriz de riesgos

La determinación de la matriz de riesgos para los grupos de procesos de planificación, se compone de los siguientes pasos: identificación de riesgos, definición del impacto potencial de cada riesgo y su probabilidad de ocurrencia, categorización de los riesgos y alternativas de manejo.

Una vez identificados los riesgos, mediante algunas de las herramientas descritas, el siguiente paso es analizar pormenorizadamente cada uno de ellos y determinar su probabilidad de impacto; luego se procede con la priorización de éstos, con el fin de detectar los más importantes y centrarse en acciones para eliminarlos o al menos minimizarlos.

##### Identificación de Riesgos.

Se toman los riesgos identificados mediante la herramienta del diagrama Causa – Efecto y se asocian a un requerimiento específico o de las actividades desarrolladas en la EDT para realizar el proyecto.

Para ello se deben considerar los siguientes puntos:

- **Tipo de riesgo.** El tipo de riesgo será identificado utilizando el siguiente criterio: externos, organizacionales, técnicos, calidad, gestión, seguridad y medio ambiente.
- **Actividad.** Es el nombre o la descripción, ya sea de un requerimiento específico o de la actividad que genera el riesgo. Las actividades se toman de la EDT del proyecto.
- **Riesgo.** Descripción del riesgo potencial que se le asocia a la actividad.

Definición del impacto potencial de cada riesgo y su probabilidad de ocurrencia.

Se determina el impacto potencial de cada riesgo y su probabilidad de ocurrencia, utilizando los criterios indicados en los siguientes cuadros.

**Cuadro No. 4.7 Tabla de medición del impacto en la matriz de riesgo**

Impacto	Definición de Categoría
Critico (C)	Un evento, que si ocurre, causaría fallas en el proyecto (inhabilita el alcance de los requerimientos mínimos aceptables).
Serio (S)	Un evento, que si ocurre, causaría incrementos severos en el costo y el tiempo. Requerimientos secundarios pueden no ser alcanzados.
Moderado (Mo)	Un evento, que si ocurre, causaría incrementos moderados en el costo y el tiempo, pero los requerimientos importantes pueden aún lograrse.
Menor (Me)	Un evento, que si ocurre, causaría incrementos bajos en el costo y el tiempo.
Despreciable (D)	Un evento, que si ocurre, causaría efectos en el proyecto que no serían representativo en el costo y el tiempo.

Para la determinación de la probabilidad, como en este caso no se cuenta con datos estadísticos, se utilizará la siguiente convención que se presenta en el siguiente cuadro.



**Cuadro No. 4.8. Convenciones de Probabilidad**

Criterio	Probabilidad
Certeza	100 %
Es Frecuente	85 %
Es Posible	60 %
Es Probable	40 %
Poco Probable	15 %
Imposible	0 %

Categorización de los riesgos.

En esta fase se prioriza cada uno de los riesgos definidos a partir de las mediciones del impacto y su probabilidad de ocurrencia.

En la variable de categoría se define el orden del riesgo en función de su impacto y probabilidad, los valores de la variable son: **MB** (riesgo muy bajo), **B** (riesgo bajo), **M** (riesgo medio), **A** (riesgo alto) y **MA** (riesgo muy alto). Para definir la categoría del riesgo, se utiliza la categorización que se presenta a continuación.

**Cuadro No 4.9. Categorización de Riesgos**

Probabilidad	Despreciable	Menor	Moderado	Serio	Crítico
0-10%	Muy Bajo	Bajo	Bajo	Medio	Medio
11-40%	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Alto
41-60%	Bajo	Medio	Medio	Medio	Alto
61-90%	Medio	Medio	Medio	Medio	Alto
91-100%	Medio	Alto	Alto	Alto	Muy Alto

### Alternativas de Manejo.

Una vez establecida la categorización de los riesgos, para aquellos con categoría Muy Alto, Alto y Medio se debe desarrollar un enfoque de alternativa de manejo de cada riesgo. A continuación se presentan las tres formas existentes de enfrentar los riesgos:

**Cuadro No. 4.10. Estrategias de manejo de riesgos**

Acción del Riesgo	Estrategia
Transferir	El acto de trasladar todo o parte del riesgo a otro ente, normalmente se hace en forma de contratos y seguros.
Mitigar	Implica minimizar el riesgo a una condición aceptable la probabilidad y/o el impacto de un evento adverso
Aceptar	Casi nunca es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto. Esta estrategia implica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada.
Evitarlo	Implica cambiar el plan para la dirección del proyecto con el objeto de eliminar por completo la amenaza

Estas estrategias deben estar basadas también en las herramientas mencionadas anteriormente en esta propuesta metodológica.

En el anexo 20 se incluye una plantilla estándar para la elaboración de la matriz de riesgos.

#### **b. Actualización de la línea base del alcance**

La línea base del alcance se describe en la sección 4.3.1.3.g.

#### **c. Actualización de la línea base del desempeño de costos**

La línea base del desempeño de costos se describe en la sección 4.5.1.3.c.

#### **d. Actualización de la línea base del cronograma**

La línea base del cronograma se describe en la sección 4.4.1.3.c.

#### **4.6.2. Grupos de Procesos de Control y Monitoreo**

Tal y como se hizo con los grupos de procesos de la planificación, para los grupos de procesos de control y monitoreo se integraron y fusionaron los siguientes grupos de procesos:

- Monitorear y controlar los riesgos.

Las entradas, herramientas y salidas de ambos grupos de procesos se consideran en una sola propuesta, de manera que sea de fácil aplicación para el equipo de trabajo de los proyectos de minería.

A continuación, se detallan las entradas, herramientas y salidas de esta propuesta.

##### **4.6.2.1 ENTRADAS**

Las entradas consideradas se describen a continuación:

#### **a. Matriz de riesgos**

La matriz de riesgos se encuentra descrito en el apartado 4.6.1.3.a.

### **b. Información sobre el desempeño del trabajo**

La información del desempeño del trabajo se encuentra descrita en el apartado 4.4.2.3.a.

### **4.6.2.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas sugeridas para la elaboración de las salidas son las siguientes:

#### **a. Reevaluación de los riesgos**

Monitorear y Controlar los Riesgos a menudo trae como resultado la identificación de nuevos riesgos, la reevaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos. Deben programarse periódicamente reevaluaciones de los riesgos del proyecto. La cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerán de la manera en que el proyecto avanza con relación a sus objetivos. (PMI, 2008).

Para realizar esto, se propone hacer una revisión de la matriz de riesgos, actualizando la identificación de riesgos, con base en información adicional de la ejecución del proyecto. Es decir, la reevaluación de riesgos corresponde a una actualización de la matriz de riesgos.

Estas actualizaciones deben ser realizadas con una frecuencia determinada por el gerente de proyecto, pero en ningún caso podrá ser mayor a 3 meses. Con estos lo que se pretende es poder identificar oportunamente riesgos nuevos que podrían surgir durante la ejecución del proyecto, y por lo tanto, poder tomar las acciones preventivas y/o correctivas respectivas.

### **b. Análisis de variación y de tendencias**

Muchos procesos de control utilizan el análisis de variación para comparar los resultados planificados con los resultados reales. Con el propósito de monitorear y controlar los eventos de riesgo, deben revisarse las tendencias en la ejecución del proyecto utilizando la información relativa al desempeño. El análisis del valor ganado así como otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden utilizarse para monitorear el desempeño global del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto a su conclusión con respecto a las metas de costo y cronograma. La desviación del plan de línea base pueden indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades. (PMI, 2008).

El análisis de variación y de tendencias debe ser debidamente documentado, de manera que cada vez que se actualice la matriz de riesgos y se realicen las reuniones sobre el estado del proyecto con el grupo de trabajo e involucrados, para revisar y analizar los riesgos, se puedan incorporar para su discusión y toma de decisiones.

### **c. Reuniones sobre el estado del proyecto**

La gestión de los riesgos del proyecto debe ser un punto del orden del día en las reuniones periódicas sobre el estado del proyecto. El tiempo requerido para tratar este asunto variará dependiendo de los riesgos que se hayan identificado, de su prioridad y dificultad de respuesta.

La gestión de riesgos se vuelve más sencilla conforme se practica más a menudo. Los debates frecuentes sobre los riesgos aumentan las posibilidades de que las personas identifiquen los riesgos y las oportunidades. (PMI, 2008).

### 4.6.2.3 SALIDAS

Las salidas que se consideran como parte de esta metodología son las siguientes:

#### a. Actualización de la matriz de riesgos

Según lo sugerido por el PMI (2008), y en lo que respecta a la actualización de la matriz de riesgos, se puede incluir lo siguiente:

- Los resultados de las reevaluaciones y revisiones periódicas de los riesgos. Estos resultados pueden incluir la identificación de nuevos eventos de riesgo, actualizaciones a la probabilidad, al impacto, a la prioridad, a los planes de respuesta, a la propiedad y a otros elementos del registro de riesgos. Los resultados también pueden incluir el cierre de riesgos que ya no se aplican y la desafectación de las reservas correspondientes.
- Los resultados reales de los riesgos del proyecto y de las respuestas a los riesgos. Esta información puede ayudar a los directores de proyectos a planificar los riesgos para toda la organización, así como en proyectos futuros.

#### b. Solicitudes de cambio

La implementación de planes de contingencia o soluciones alternativas se traduce a veces en solicitudes de cambio, que pueden incluir acciones tanto correctivas como preventivas recomendadas.

- **Acciones correctivas recomendadas.** Las acciones correctivas recomendadas incluyen los planes de contingencia y los planes para

soluciones alternativas. Estos últimos son respuestas que no se planificaron inicialmente, pero que se requieren para enfrentar riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de manera pasiva.

- **Acciones preventivas recomendadas.** Las acciones preventivas recomendadas se utilizan para asegurar la conformidad del proyecto con el plan para la dirección del proyecto. (PMI, 2008).

#### **c. Actualización a la línea base del desempeño de costos**

La línea base del desempeño de costos se describe en la sección 4.5.1.3.c.

#### **d. Actualización a la línea base del cronograma**

La línea base del cronograma se describe en la sección 4.4.1.3.c.

#### **e. Actualización a la línea base del alcance**

La línea base del alcance se describe en la sección 4.3.1.3.g.

### **4.7 PROPUESTA PARA LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES**

La propuesta para la gestión de las adquisiciones también está definida para dos grupos de procesos en particular, por una parte los grupos de procesos de la planificación y ejecución y por otro lado, los grupos de procesos del control y monitoreo y cierre.

Para cada uno de los grupos de procesos mencionados, la estructura de la propuesta está definida en entradas, las cuales se constituyen en documentos,

informes, plantillas o salidas de otras áreas, las cuales servirán de insumo para aplicar las técnicas y herramientas recomendadas, para luego obtener como resultado las salidas.

Debido a que existe una estrecha relación entre los grupos de procesos de procesos de la planificación y los de control y monitoreo, en el esquema propuesto de la metodología, se puede apreciar que algunas de las salidas de los procesos de planificación, sirven de entrada para los procesos de control de monitoreo. Estos elementos se señalan en negrita y subrayados, para indicar que corresponden a los mismos elementos.

En la figura No. 4.8., se muestra el esquema propuesto de la metodología para la gestión de las adquisiciones.

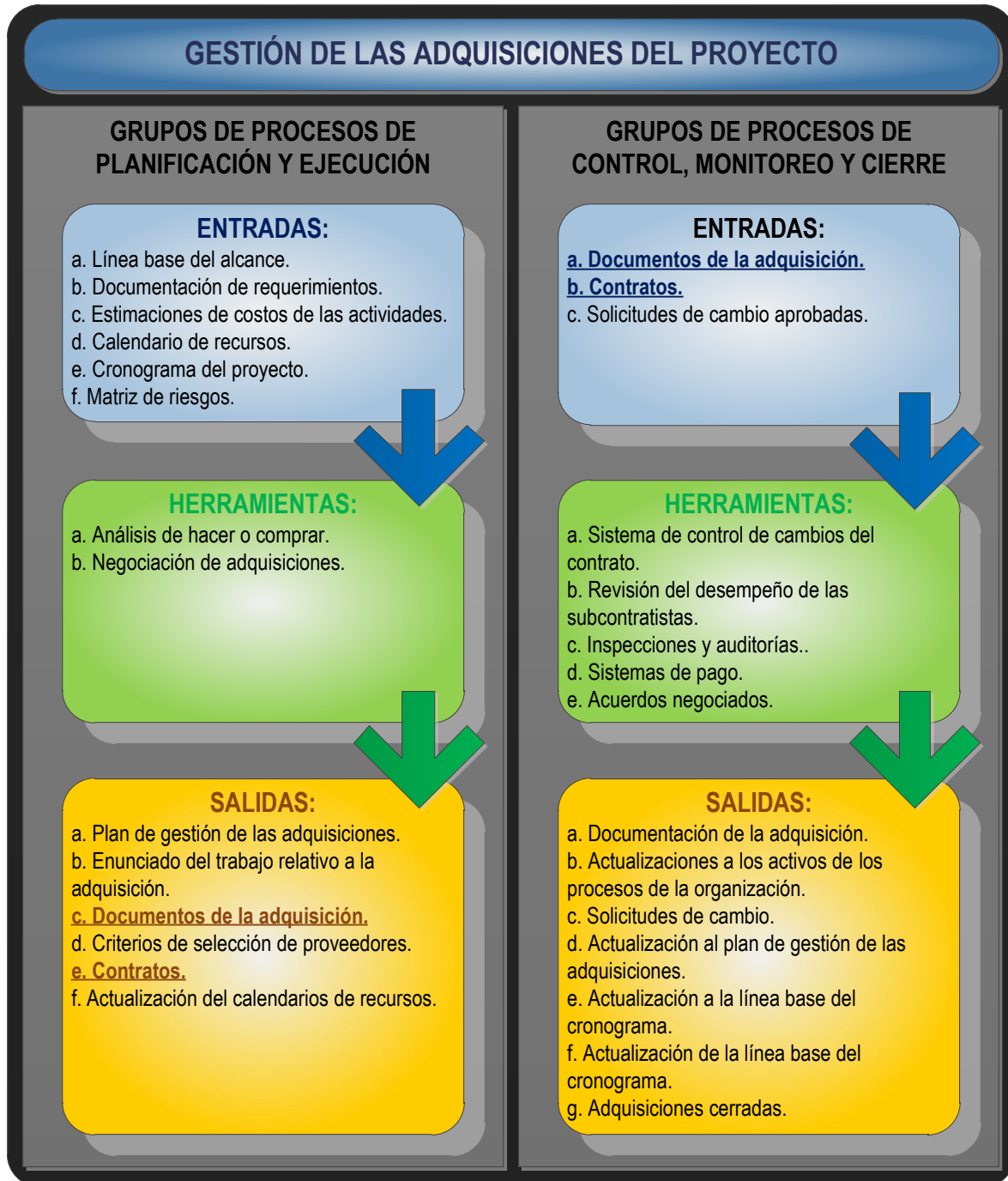
#### **4.7.1. Grupos de Procesos de la Planificación y Ejecución**

En la propuesta para la gestión de las adquisiciones, en esta primera parte se han integrado los grupos de procesos de planificación y ejecución, los cuales han sido simplificados en un solo esquema, de manera que se pueda realizar una gestión más ordenada y eficiente.

Los procesos integrados en este apartado son los siguientes:

- Planificar las adquisiciones.
- Efectuar las adquisiciones.





**Figura No. 4.8. Propuesta para la Gestión de las Adquisiciones. (El autor)**

Siguiendo el patrón propuesto, se han definido las entradas requeridas, las herramientas que deben utilizarse y las salidas esperadas del modelo.

#### **4.7.1.1 ENTRADAS**

##### **a. Línea base del alcance**

La línea base del alcance se describe en la sección 4.3.1.3.g.

##### **b. Documentación de requerimientos**

La documentación de requerimientos se describe en la sección 4.3.1.3.b.

##### **c. Estimaciones de costos de las actividades**

Las estimaciones de costos de las actividades se describen en la sección 4.5.1.3.a.

##### **d. Calendario de recursos**

El calendario de recursos se describe en la sección 4.5.1.1.f.

##### **e. Cronograma del proyecto**

El cronograma del proyecto se describe en la sección 4.4.1.3.b.

##### **f. Registro de riesgos**

El registro de riesgos se describe en la sección 4.6.1.3.a.

#### 4.7.1.2 HERRAMIENTAS

Las herramientas a utilizar son las siguientes:

##### **a. Análisis de hacer o comprar**

El análisis de hacer o comprar es una técnica general de dirección utilizada para determinar si un trabajo particular puede ser realizado de manera satisfactoria por el equipo del proyecto o debe ser adquirido a fuentes externas. Es posible que la organización del proyecto cuente con la capacidad necesaria, pero que la misma se encuentre comprometida con otros proyectos, en cuyo caso el proyecto en cuestión podría requerir que los esfuerzos sean suministrados por una organización externa a fin de cumplir con los compromisos establecidos en el cronograma. (PMI, 2008).

Las restricciones al presupuesto pueden influir en las decisiones de hacer o comprar. Si se decide efectuar una compra, entonces también debe decidirse si se va a adquirir o alquilar. Un análisis de hacer o comprar debe tener en cuenta todos los costos relacionados, tanto directos como indirectos. Por ejemplo, el análisis de la alternativa de compra incluye tanto los costos reales de compra del producto como los costos indirectos correspondientes, relativos al proceso de adquisición y al elemento comprado. (PMI, 2008).

Para el caso particular de los proyectos de minería el análisis, uno de los principales temas de adquisición se centra en la adquisición de equipos y maquinaria, ya que se debe tomar la decisión de si se ejecuta el proyecto con equipos propios o se adquieren nuevas unidades.

Este análisis se realiza con base en la disponibilidad de equipos propia y de los distribuidores en el momento en que se vaya a ejecutar el proyecto, además está muy ligada al presupuesto y los supuestos en los que se basó su elaboración, los cuales formarán parte de los insumos básicos para esta toma de decisiones.

Adicionalmente, como parte de este análisis se puede decidir subcontratar o alquilar alguna parte de la maquinaria o alguna actividad específica. Sin embargo, estas decisiones van en estrecha relación con las características del proyecto y el alcance del mismo, por lo que esta decisión recaerá directamente en el gerente de proyecto en coordinación con el gerente de minería.

#### **b. Negociación de adquisiciones**

Las negociaciones aclaran la estructura, los requisitos y otros términos relativos a las compras, para que se logre establecer un acuerdo mutuo antes de firmar el contrato. El lenguaje contractual final refleja todos los acuerdos obtenidos. Los temas cubiertos deberían incluir las responsabilidades, la autoridad de efectuar cambios, los términos y la legislación aplicables, los enfoques técnicos y de dirección comercial, los derechos de propiedad exclusiva, el financiamiento del contrato, las soluciones técnicas, el cronograma general, los pagos y el precio. Las negociaciones se cierran con un documento contractual que puede ser realizado por ambas partes, la compradora y la vendedora.

Puede suceder que el director del proyecto no sea el negociador principal de las adquisiciones. El director del proyecto y otros miembros del equipo de dirección del proyecto pueden estar presentes durante las negociaciones para brindar asistencia y, si fuera necesario, aportar aclaraciones en cuanto a los requisitos técnicos, de calidad y de dirección del proyecto. (PMI, 2008).

Para el caso particular de proyectos de minería, las personas directamente involucradas en la negociación de adquisiciones, específicamente relacionadas con equipo y maquinaria son las siguientes personas:

- Gerente de proyecto.
- CEO.
- Gerente de maquinaria.
- Gerente de minería.
- Gerente financiero.

Para el resto de las adquisiciones del proyecto, el gerente de proyecto será el responsable directo de realizar esta función.

#### **4.7.1.3 SALIDAS**

Se propone la elaboración de las siguientes salidas:

##### **a. Plan de gestión de las adquisiciones**

El plan de gestión de las adquisiciones describe cómo se gestionarán los procesos de adquisición, desde la elaboración de los documentos de la adquisición hasta el cierre del contrato. Este plan de gestión de las adquisiciones puede incluir directivas para:

- los tipos de contratos que serán utilizados,
- los asuntos relacionados con la gestión de riesgos,
- determinar si se utilizarán estimaciones independientes y si son necesarias como criterios de evaluación,

- las acciones que el equipo de dirección del proyecto puede implementar de forma unilateral si la organización ejecutante dispone de un departamento de compras, contrataciones o adquisiciones,
- los documentos de la adquisición estandarizados, si fueran necesarios, la gestión de múltiples proveedores,
- la coordinación de las adquisiciones con otros aspectos del proyecto, tales como establecer el cronograma e informar el desempeño,
- las restricciones y asunciones que podrían afectar las adquisiciones planificadas,
- el manejo de los plazos requeridos para comprar elementos a los vendedores y la coordinación de los mismos con el desarrollo del cronograma del proyecto,
- el manejo de las decisiones de hacer o comprar, y la vinculación de las mismas con los procesos Estimar los Recursos de las Actividades y Desarrollar el Cronograma,
- la determinación de las fechas planificadas en cada contrato para los entregables del mismo y la coordinación con los procesos Desarrollar el Cronograma y Controlar el Cronograma,
- la identificación de requisitos para obtener garantías de cumplimiento o contratos de seguros a fin de mitigar algunas formas de riesgo del proyecto,
- el establecimiento de instrucciones que se proporcionarán a los vendedores para desarrollar y mantener una estructura de desglose del trabajo (EDT),
- la determinación de la forma y el formato que se usarán para los enunciados del trabajo del contrato/relativo a la adquisición,
- la identificación de vendedores precalificados, si los hubiera, que se utilizarán,
- las métricas de adquisiciones que se emplearán para gestionar contratos y evaluar vendedores.

Dependiendo de las necesidades del proyecto, un plan de gestión de las adquisiciones puede ser formal o informal, muy detallado o formulado de manera general. (PMI, 2008).

#### **b. Enunciado del trabajo relativo a la adquisición**

El enunciado del trabajo para cada adquisición se elabora a partir de la línea base del alcance y sólo define la parte del alcance del proyecto que se incluirá dentro del contrato en cuestión.

Este tipo de enunciado describe el artículo que se planea adquirir con suficiente detalle como para permitir que los posibles vendedores determinen si están en condiciones de proporcionar los productos, servicios o resultados requeridos. El nivel de detalle necesario puede variar en función de la naturaleza del artículo, las necesidades del comprador o la forma del contrato previsto. Un enunciado del trabajo puede incluir la siguiente información: las especificaciones, la cantidad deseada, los niveles de calidad, los datos de desempeño, el período de desempeño, el lugar de trabajo y otros requisitos.

El enunciado del trabajo relativo a adquisiciones se redacta de forma clara, completa y concisa. Incluye una descripción de los servicios adicionales requeridos, tales como informes de desempeño o soporte operativo para el artículo adquirido después de finalizado el proyecto. En algunas áreas de aplicación, existen requisitos específicos de contenido y formato para un enunciado del trabajo relativo a adquisiciones. Cada artículo individual que se vaya a adquirir requiere un enunciado del trabajo. Sin embargo, varios productos o servicios pueden agruparse como un único artículo por adquirir dentro de un solo enunciado del trabajo.

Este tipo de enunciado puede ser revisado y refinado según sea necesario, a medida que el proceso de adquisición avanza, hasta que se incorpora a un contrato firmado. (PMI, 2008).

En el anexo 21 se incluye una propuesta para la elaboración del enunciado del trabajo relativo a la adquisición.

### **c. Documentos de la adquisición**

Los documentos de la adquisición se utilizan para solicitar propuestas a posibles vendedores. Los términos licitación, oferta o presupuesto generalmente se utilizan cuando la decisión de selección del vendedor se basa en el precio (como cuando se compran artículos comerciales o de tipo estándar), mientras que el término propuesta generalmente se emplea cuando otras consideraciones, como la capacidad técnica o el enfoque técnico, son primordiales.

Entre los términos de uso común para los diferentes tipos de documentos de la adquisición, se incluyen: solicitud de información (RFI), invitación a licitación (IFB), solicitud de propuesta (RFP), solicitud de presupuesto (RFQ), aviso de oferta, invitación a la negociación y respuesta inicial del vendedor. La terminología específica a las adquisiciones puede variar según la industria y la ubicación de la adquisición.

El comprador estructura los documentos de la adquisición para facilitar la elaboración de una respuesta precisa y completa de parte de cada posible vendedor, así como la fácil evaluación de las respuestas. Esta modalidad es la que se utilizaría en los proyectos de minería cuando se tome la decisión de subcontratar alguna actividad específica del proyecto.



La complejidad y el nivel de detalle de los documentos de la adquisición deben ser coherentes con el valor de la adquisición planificada y con los riesgos asociados a la misma.

La emisión de una solicitud de adquisición a posibles vendedores para presentar una propuesta u oferta debe realizarse con base en los procedimientos de compra establecidos internamente y deben contar con la autorización del gerente de proyecto.

#### **d. Criterios de selección de proveedores**

Dependiendo de las actividades que se vayan a subcontratar o de los productos que se vayan a adquirir, los criterios varían. Sin embargo, lo que se pretende establecer es que se realice al menos un estudio de mercado local, para identificar los principales proveedores de los diferentes productos requeridos y de posibles subcontratistas.

Se establecen algunos criterios mínimos que deben ser revisados y tomados en cuenta a la hora de realizar la selección de proveedores, los cuales se mencionan a continuación:

- Experiencia del proveedor en el servicio o producto ofrecido.
- Condiciones de pago.
- Disponibilidad de productos o servicios.
- Garantía de calidad.
- Referencias.

Los criterios de selección se incluyen a menudo como parte de los documentos de solicitud de adquisiciones. Dichos criterios se desarrollan y utilizan para calificar o evaluar las propuestas de los vendedores, y pueden ser objetivos o subjetivos.

Los criterios de selección también pueden limitarse al precio de compra si el artículo que se va a adquirir está fácilmente disponible a través de un cierto número aceptable de vendedores, que para el caso de esta propuesta se considera un mínimo de tres.

#### **e. Contratos**

El riesgo compartido entre el comprador y el vendedor está determinado por el tipo de contrato. Aunque el contrato de precio fijo cerrado es, por lo general, el tipo de acuerdo contractual preferido, fomentado y a menudo exigido por la mayoría de las organizaciones, en determinadas ocasiones, otra forma de contrato puede ser más conveniente para el proyecto.

El tipo de contrato que se utilizará, así como los términos y condiciones específicos del contrato, determinan el grado de riesgo asumido por el comprador y el vendedor.

Según el PMI (2008), todas las relaciones legales contractuales se encuadran en una de las siguientes dos grandes categorías: los contratos de precio fijo o los contratos de costo reembolsable. Asimismo, existe un tercer tipo híbrido utilizado frecuentemente y que se denomina contrato por tiempo y materiales.

Los tipos de contrato más difundidos se abordan más adelante como tipos diferenciados, pero en la práctica no es inusual combinar uno o más tipos en el marco de una misma adquisición. Estos tipos de contrato se mencionan como

referencia, de manera que se tengan todas las opciones posibles, siendo el gerente de proyecto el responsable de definir en cada caso en particular, durante la ejecución del proyecto, el tipo de contrato a utilizar.

Las siguientes definiciones de tipos de contratos están basadas en las sugerencias realizadas por parte del PMI (2008).

- **Contratos de precio fijo.** Esta categoría de contrato implica establecer un precio total fijo para un producto o servicio definido que se va a prestar. Los contratos de precio fijo también pueden incluir incentivos financieros para quienes alcancen o superen objetivos seleccionados del proyecto, tales como las fechas de entrega programadas, el desempeño de costos y técnico, o todo aquello que pueda ser cuantificado y posteriormente medido. En el caso de los contratos de precio fijo, los vendedores se encuentran obligados por ley a cumplir dichos contratos, bajo el riesgo de afrontar eventuales daños y perjuicios financieros si no lo hicieran. En el marco de un contrato de precio fijo, los compradores deben definir con exactitud el producto o los servicios que son objeto de la adquisición. Puede haber lugar a cambios en el alcance, pero generalmente estarán acompañados de un aumento en el precio del contrato.
- **Contratos de precio fijo cerrado.** El tipo de contrato de uso más común es el de precio fijo cerrado. Es el preferido por la mayoría de las organizaciones dado que el precio de los bienes se fija al comienzo y no está sujeto a cambios, salvo que se modifique el alcance del trabajo. Cualquier aumento de costos por causa de un desempeño adverso es responsabilidad del vendedor, quien está obligado a completar el esfuerzo. En el marco de un contrato de precio fijo cerrado, el comprador debe especificar con precisión el producto o servicios que se adquirirán, y

cualquier cambio a las especificaciones de la adquisición puede derivar en un aumento de costos para el comprador.

- **Contratos de precio fijo más honorarios con incentivos.** Este acuerdo de precio fijo confiere cierta flexibilidad al comprador y al vendedor ya que permite desviaciones en el desempeño, con incentivos financieros relacionados con el cumplimiento de las métricas establecidas. Por lo general, estos incentivos financieros se relacionan con los costos, el cronograma o el desempeño técnico del vendedor. Los objetivos de desempeño se establecen al principio, y el precio final del contrato se determina luego de completar todo el trabajo sobre la base del desempeño del vendedor. En los contratos de precio fijo más honorarios con incentivos, se fija un precio tope y todos los costos que superen dicho precio tope son asumidos por el vendedor, quien está obligado a completar el trabajo.
- **Contratos de precio fijo con ajuste económico de precio.** Este tipo de contrato se utiliza cuando el período de desempeño del vendedor abarca un período considerable de años, tal como se desea en muchas de las relaciones a largo plazo. Se trata de un contrato de precio fijo pero con una disposición especial que permite ajustes finales predefinidos al precio del contrato debido a cambios en las condiciones, tales como cambios inflacionarios o aumentos (o disminuciones) del costo de las materias primas específicas. La cláusula sobre ajuste económico de precio debe tomar como referencia algún índice financiero confiable, que se utilizará para ajustar con precisión el precio final. Este tipo de contrato procura proteger tanto al comprador como al vendedor de factores externos que están fuera de su control.

- **Contratos de costos reembolsables.** Esta categoría de contrato implica efectuar pagos (reembolsos de costos) al vendedor por todos los costos legítimos y reales en que incurriera para completar el trabajo, más los honorarios que representen la ganancia del vendedor. Los contratos de costos reembolsables también pueden incluir cláusulas de incentivos financieros para los casos en que el vendedor supere o no cumpla determinados objetivos definidos, tales como los relativos a los costos, al cronograma o a los objetivos de desempeño técnico. Tres de los tipos de contratos de costos reembolsables utilizados más comunes son los contratos de costo más honorarios fijos, los contratos de costo más honorarios con incentivos y los contratos de costo más honorarios por cumplimiento de objetivos. Un contrato de costos reembolsables proporciona al proyecto flexibilidad para reorientar a un vendedor si el alcance del trabajo no puede definirse con precisión al inicio y requiere modificaciones, o cuando el esfuerzo puede implicar riesgos elevados.
- **Contrato de costo más honorarios fijos.** Al vendedor se le reembolsan todos los costos autorizados para realizar el trabajo del contrato, a la vez que recibe el pago de sus honorarios fijos calculados como un porcentaje de los costos del proyecto estimados al inicio. Los honorarios se pagan únicamente por el trabajo completado y no varían en función del desempeño del vendedor. El monto de los honorarios no cambia, a menos que se modifique el alcance del proyecto.
- **Contrato de costo más honorarios con incentivos.** Al vendedor se le reembolsan todos los costos autorizados para realizar el trabajo del contrato, y recibe honorarios con incentivos predeterminados, basados en el logro de objetivos específicos de desempeño establecidos en el contrato. En este tipo de contratos, si los costos finales son inferiores o superiores a

los costos originales estimados, entonces el comprador y el vendedor comparten las desviaciones de costos de acuerdo con una fórmula prenegociada. Por ejemplo, un porcentaje de 80/20 por encima o por debajo de los costos objetivo basándose en el desempeño real del vendedor.

- **Contrato de costo más honorarios por cumplimiento de objetivos.** Al vendedor se le reembolsan todos los costos legítimos, pero la mayor parte de los honorarios es obtenida basándose sólo en la satisfacción de cierto criterio subjetivo general de desempeño definido e incorporado dentro del contrato. Los honorarios se establecen basándose únicamente en la determinación subjetiva del desempeño del vendedor por parte del comprador y, por lo general, no es sujeto de apelación.
- **Contrato por tiempo y materiales.** Los contratos por tiempo y materiales son un tipo híbrido de acuerdo contractual que contiene aspectos tanto de los contratos de costos reembolsables como de los contratos de precio fijo. A menudo, se les utiliza para aumentar personal, la adquisición de expertos y cualquier tipo de apoyo externo cuando no es posible establecer con rapidez un enunciado preciso del trabajo. Estos tipos de contratos se asemejan a los contratos de costos reembolsables en que son abiertos y pueden estar sujetos a un aumento de costos para el comprador. El valor total del acuerdo y la cantidad exacta de elementos por entregar pueden no estar definidos por el comprador en el momento de la adjudicación del contrato. Por lo tanto, los contratos por tiempo y materiales pueden aumentar en cuanto a su valor contractual como si fueran contratos de costos reembolsables. Muchas organizaciones requieren que se establezcan valores máximos y plazos límites en todos los contratos por tiempo y materiales para evitar el aumento desmedido de costos. Por otro lado, este tipo de contratos también puede asemejarse a los acuerdos de

precio fijo por unidad cuando ciertos parámetros se especifican en el contrato. Las tarifas por unidad de mano de obra o de materiales pueden establecerse por anticipado por el comprador y el vendedor, incluyendo las ganancias del vendedor, cuando ambas partes acuerdan los valores para categorías específicas de recursos, tales como tarifas por hora específicas para ingenieros expertos o, en el caso de categorías de materiales, tarifas específicas por unidad. (PMI, 2008).

#### **f. Actualización del calendario de recursos**

Se documentan la cantidad y disponibilidad de los recursos contratados, así como las fechas en las que cada recurso específico puede estar activo u inactivo. (PMI, 2008).

#### **4.7.2. Grupos de Procesos de Control, Monitoreo y Cierre**

Como parte de la propuesta para la gestión de las adquisiciones, se incluyen los grupos de procesos de control y monitoreo y cierre, de una manera integrada y simplificada.

Los procesos considerados para esta área del conocimiento son los siguientes:

- Administrar las adquisiciones.
- Cerrar las adquisiciones.

A continuación se describen las entradas que deben considerarse.

#### **4.7.2.1 ENTRADAS**

##### **a. Documentos de la adquisición**

Los documentos de la adquisición contienen registros completos de respaldo para administrar los procesos de adquisición. Esto incluye la adjudicación del contrato de adquisición y el enunciado del trabajo. (PMI, 2008).

##### **b. Contratos**

Los contratos se describen en la sección 4.7.1.3.e.

##### **c. Solicitudes de cambio aprobadas**

Las solicitudes de cambio aprobadas pueden incluir modificaciones a los términos y condiciones del contrato, incluyendo el enunciado del trabajo relativo a adquisiciones, los precios y la descripción de los productos, servicios o resultados que se suministrarán. Todos los cambios se documentan formalmente por escrito y se aprueban antes de ser implementados. (PMI, 2008).

#### **4.7.2.2 HERRAMIENTAS**

Las herramientas consideradas en esta metodología para la elaboración de las salidas correspondientes son las siguientes:

##### **a. Sistema de control de cambios del contrato**

Un sistema de control de cambios del contrato define el proceso por el cual la adquisición puede ser modificada. Incluye los formularios, los sistemas de rastreo,



los procedimientos de resolución de disputas y los niveles de aprobación necesarios para autorizar los cambios. El sistema de control de cambios del contrato está integrado con el sistema de control integrado de cambios. (PMI, 2008).

Para los proyectos de minería, se debe llevar un registro de los cambios propuestos al contrato, de manera que se puedan identificar todas las acciones administrativas surgidas como parte de la ejecución del contrato.

#### **b. Revisión del desempeño de subcontratistas**

La revisión del desempeño de las adquisiciones es una revisión estructurada del avance del vendedor para cumplir con el alcance y la calidad del proyecto, dentro del costo y en el plazo acordado, tomando el contrato como referencia. Puede incluir una revisión de la documentación elaborada por el vendedor y las inspecciones por parte del comprador, así como auditorías de calidad realizadas durante la ejecución del trabajo por parte del vendedor. El objetivo de una revisión del desempeño es identificar los éxitos o fracasos en cuanto al desempeño, el avance con respecto al enunciado del trabajo relativo a adquisiciones y el incumplimiento del contrato, lo cual permite al comprador cuantificar la capacidad o incapacidad demostrada por el vendedor para realizar el trabajo. Dichas revisiones pueden tener lugar como parte de las revisiones del estado del proyecto que podrían incluir a proveedores clave. (PMI, 2008).

Para el caso de subcontratos de obra, el gerente de proyecto debe solicitar un informe mensual al ingeniero superintendente o residente de obra, sobre el desempeño del subcontratista.

### **c. Inspecciones y auditorías**

Las inspecciones y auditorías solicitadas por el comprador y respaldadas por el vendedor según se especifica en el contrato de adquisición pueden realizarse durante la ejecución del proyecto para verificar la conformidad de los procesos o entregables del vendedor. Si el contrato lo autoriza, algunos equipos de inspección y auditoría pueden incorporar personal de adquisición del comprador. (PMI, 2008).

### **d. Sistemas de pago**

Por lo general, los pagos al vendedor son procesados por el sistema de cuentas por pagar del comprador luego de que una persona autorizada del equipo del proyecto certifique que el trabajo es satisfactorio. Todos los pagos deben ser efectuados y documentados en estricta observancia de los términos del contrato. (PMI, 2008).

El sistema de pago utilizado será el definido por la organización y el que se maneja internamente, sin embargo, en todos los casos la persona que debe autorizar los pagos es el gerente de proyecto.

La empresa Constructora Santa Fe Ltda, cuenta actualmente con un procedimiento de pago definido por la dirección financiera, el cual será utilizado en los proyectos de minería.

### **e. Acuerdos negociados**

En toda relación de adquisición, el acuerdo definitivo y equitativo de todos los asuntos, reclamaciones y controversias pendientes a través de la negociación es un objetivo fundamental. En los casos en que no es factible llegar a un acuerdo

mediante la negociación directa, puede examinarse el empleo de algún método alternativo para la resolución de conflictos, incluyendo la mediación o el arbitraje. Cuando todo recurso falla, iniciar un litigio en los tribunales es la opción menos deseable. (PMI, 2008).

#### **4.7.2.3 SALIDAS**

Como salidas propuestas para esta metodología, se incluyen las siguientes:

##### **a. Documentos de la adquisición**

La documentación de la adquisición incluye, entre otros, el contrato de adquisición con todos los cronogramas de respaldo, los cambios al contrato no aprobados y las solicitudes de cambio aprobadas. La documentación del contrato también incluye toda la documentación técnica elaborada por el vendedor y otra información sobre el desempeño del trabajo, tal como los entregables, los informes de desempeño del vendedor, garantías, los documentos financieros (incluyendo las facturas y los registros de pago) y los resultados de las inspecciones relacionadas con el contrato. (PMI, 2008).

##### **b. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización**

Entre los elementos de los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se encuentran:

- **Correspondencia.** Los términos y condiciones del contrato a menudo requieren la documentación por escrito de ciertos aspectos de las comunicaciones entre el comprador y el vendedor, tales como la necesidad de advertencias en caso de desempeño poco satisfactorio y las solicitudes

de cambio o de aclaraciones del contrato. Esto puede incluir los resultados informados de las auditorías e inspecciones realizadas por el comprador que indican las debilidades que el vendedor debe corregir. Además de los requisitos específicos del contrato relativos a la documentación, ambas partes llevan un registro por escrito completo y exacto de todas las comunicaciones contractuales escritas y orales, así como de las medidas y decisiones implementadas.

- **Cronogramas y solicitudes de pago.** Todos los pagos deben efectuarse de conformidad con los términos y condiciones del contrato de adquisición.
- **Documentación sobre la evaluación del desempeño del vendedor.** La documentación sobre la evaluación del desempeño del vendedor es elaborada por el comprador. Dichas evaluaciones del desempeño documentan la capacidad del vendedor para seguir realizando el trabajo del contrato actual, indican si el vendedor puede ser autorizado a realizar trabajos en proyectos futuros o califican el desempeño del vendedor en el trabajo del proyecto. Estos documentos pueden constituir la base para la finalización anticipada del contrato del vendedor o para determinar cómo se administran las sanciones, honorarios o incentivos del contrato. Los resultados de estas evaluaciones de desempeño también pueden incluirse en las listas apropiadas de vendedores calificados. (PMI, 2008).

### **c. Solicitudes de cambio**

El proceso Administrar las Adquisiciones puede generar solicitudes de cambio al plan para la dirección del proyecto, sus planes subsidiarios y otros componentes, tales como la línea base de costos, el cronograma del proyecto y el plan de gestión de las adquisiciones.

Los cambios solicitados pero no resueltos pueden incluir instrucciones proporcionadas por el comprador o medidas adoptadas por el vendedor, que la otra parte considere un cambio constructivo en el contrato. Dado que algunos de estos cambios constructivos pueden ser objetados por una de las partes y conducir a una reclamación contra la otra parte, dichos cambios se identifican y documentan de forma exclusiva por medio de la correspondencia del proyecto. (PMI, 2008).

#### **d. Actualización al plan de gestión de las adquisiciones**

El plan de gestión de las adquisiciones se actualiza para reflejar las solicitudes de cambio aprobadas que afectan la gestión de las adquisiciones, incluyendo los impactos en los costos o los cronogramas. (PMI, 2008).

#### **e. Actualización a la línea base del cronograma**

En el caso de que se produzcan retrasos que afecten el desempeño general del proyecto, puede ser preciso actualizar la línea base del cronograma para reflejar las expectativas actuales. (PMI, 2008).

#### **f. Adquisiciones cerradas**

El comprador, por lo general mediante su administrador de adquisiciones autorizado, proporciona al vendedor una notificación formal por escrito de que el contrato ha sido completado. Habitualmente, los requisitos para el cierre formal de la adquisición se definen en los términos y condiciones del contrato, y se incluyen en el plan de gestión de las adquisiciones. (PMI, 2008).

#### **4.8 RESUMEN DE METODOLOGÍA**

Como ya se mencionó en cada una de las metodologías propuestas, éstas se dividieron en dos partes, la primera constituida por los grupos de procesos de planificación y ejecución y la segunda parte relacionada con los grupos de procesos de monitoreo y control y cierre.

Con el fin de poder tener una mejor comprensión de las entradas, herramientas y salidas que componen cada una de las metodologías, en el cuadro 4.11 se resumen cada uno de los elementos que componen las metodologías desde el punto de vista de las áreas de conocimiento del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones, para los grupos de procesos de planificación y ejecución.

Así mismo, en el cuadro 4.12 se indican de manera integrada cada uno de los elementos que componen las metodologías para la gestión del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones, para los grupos de procesos de monitoreo y control y cierre.

Con este resumen se pretende integrar todos los elementos de las metodologías, de manera que se puedan identificar cada uno de sus componentes y visualizar su interacción con otras áreas del conocimiento y otros grupos de procesos.

Además sirve como una guía rápida, para identificar todas las entradas, herramientas y salidas de cada una de las metodologías, en los diferentes grupos de procesos correspondientes.

**Cuadro No. 4.11. Resumen de Metodología para los Grupos de Procesos de Planificación y Ejecución**

Áreas de Conocimiento	Entradas	Herramientas	Salidas
<b>Gestión del Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cartel de licitación.</li> <li>b. Planos y especificaciones.</li> <li>c. Propuesta técnica y económica.</li> <li>d. Contrato.</li> <li>e. Normas internacionales aplicables.</li> <li>f. Activos de los procesos de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Grupos de opinión.</li> <li>b. Tormenta de ideas.</li> <li>c. Mapa conceptual/mental.</li> <li>d. Observaciones</li> <li>e. Juicio de expertos.</li> <li>f. Descomposición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Chárter del proyecto.</li> <li><b>b. Documentación de requisitos.</b></li> <li><b>c. Declaración del alcance.</b></li> <li>d. Estructura de desglose del trabajo (EDT).</li> <li>e. Diccionario de la EDT.</li> <li>f. Matriz de responsabilidades.</li> <li><b>g. Línea base del alcance.</b></li> </ul>
<b>Gestión del Tiempo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. Línea base del alcance.</b></li> <li>b. Lista de hitos.</li> <li><b>c. Declaración del alcance.</b></li> <li><b>d. Calendario de recursos.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Plantillas.</li> <li>b. Juicio de expertos.</li> <li>c. Método de diagramación por precedencia (PDM).</li> <li>d. Determinación de dependencias.</li> <li>e. Análisis de alternativas.</li> <li>f. Estimación ascendente.</li> <li>g. Software de gestión de proyectos.</li> <li>h. Estimación análoga.</li> <li>i. Estimación paramétrica.</li> <li>j. Estimación por tres valores.</li> <li>k. Método de la ruta crítica (CPM).</li> <li>l. Nivelación de recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lista de actividades y atributos.</li> <li>b. Diagrama de red del cronograma.</li> <li>c. Estimación de la duración de las actividades.</li> <li><b>d. Cronograma del proyecto.</b></li> <li><b>e. Línea base del cronograma.</b></li> </ul>
<b>Gestión de los Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. Línea base del alcance.</b></li> <li><b>b. Cronograma del proyecto.</b></li> <li><b>c. Registro de riesgos.</b></li> <li>d. Propuesta técnico-económica.</li> <li>e. Contrato.</li> <li><b>f. Calendario de recursos.</b></li> <li><b>g. Lista de actividades y atributos.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Juicio de expertos.</li> <li>b. Estimación análoga.</li> <li>c. Estimación paramétrica.</li> <li>d. Estimación ascendente.</li> <li>e. Estimación por tres valores.</li> <li>f. Análisis de reserva.</li> <li>g. Software de estimación de costos.</li> <li>h. Suma de costos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>a. Estimación de costos de las actividades.</b></li> <li><b>b. Presupuesto actualizado.</b></li> <li><b>c. Línea base del desempeño de costos.</b></li> <li>d. Flujo de caja.</li> </ul>

Áreas de Conocimiento	Entradas	Herramientas	Salidas
<b>Gestión de los Riesgos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Línea base del alcance.</li> <li>b. Cronograma del proyecto.</li> <li>c. Línea base del cronograma.</li> <li>d. Línea base del desempeño de costos.</li> <li>e. Presupuesto actualizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reuniones de planificación y análisis.</li> <li>b. Diagramas de causa y efecto.</li> <li>c. Análisis FODA.</li> <li>d. Juicio de expertos.</li> <li>e. Evaluación de probabilidad e impacto.</li> <li>f. Distribuciones de probabilidad.</li> <li>g. Modelado y simulación.</li> <li>h. Estrategias para riesgos negativos o amenazas.</li> <li>i. Estrategias para riesgos positivos u oportunidades.</li> <li>j. Estrategias de respuesta para contingencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Matriz de riesgos.</b></li> <li>b. <b>Actualización de la línea base del alcance.</b></li> <li>c. <b>Actualización de la línea base del desempeño de costos.</b></li> <li>d. <b>Actualización de la línea base del cronograma.</b></li> </ul>
<b>Gestión de las Adquisiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Línea base del alcance.</li> <li>b. Documentación de requerimientos.</li> <li>c. Estimaciones de costos de las actividades.</li> <li>d. Calendario de recursos.</li> <li>e. Cronograma del proyecto.</li> <li>f. Matriz de riesgos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Análisis de hacer o comprar.</li> <li>b. Negociación de adquisiciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Plan de gestión de las adquisiciones.</li> <li>b. Enunciado del trabajo relativo a la adquisición.</li> <li>c. Documentos de la adquisición.</li> <li>d. Criterios de selección de proveedores.</li> <li>e. Contratos.</li> <li>f. <b>Actualización del calendario de recursos.</b></li> </ul>



**Cuadro No. 4.12. Resumen de Metodología para los Grupos de Procesos de Monitoreo y Control y Cierre**

Áreas de Conocimiento	Entradas	Herramientas	Salidas
<b>Gestión del Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Declaración del alcance.</li> <li>b. Estructura de desglose del trabajo (EDT).</li> <li>c. Diccionario de la EDT.</li> <li>d. Matriz de responsabilidades.</li> <li>e. Línea base del alcance.</li> <li>f. Documentación de requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Inspección.</li> <li>b. Análisis de variación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Resultados del análisis de variación del alcance.</li> <li>b. Solicitudes de cambio.</li> <li>c. Actualización de la línea base del alcance.</li> <li>d. Actualización a otras líneas base.</li> </ul>
<b>Gestión del Tiempo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cronograma del proyecto.</li> <li>b. Línea base del cronograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Revisiones del desempeño (EVM).</li> <li>b. Análisis de variación.</li> <li>c. Software de gestión de proyectos.</li> <li>d. Ajuste de adelantos y retrasos.</li> <li>e. Compresión del cronograma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mediciones del desempeño del trabajo.</li> <li>b. Avance actual.</li> <li>c. Cronograma actualizado.</li> <li>d. Actualización de la línea base del cronograma.</li> </ul>
<b>Gestión de los Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cronograma del proyecto.</li> <li>b. Presupuesto actualizado.</li> <li>c. Información sobre el desempeño del trabajo.</li> <li>d. Línea base del desempeño de los costos.</li> <li>e. Flujo de caja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gestión del valor ganado (EVM).</li> <li>b. Proyecciones.</li> <li>c. Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI).</li> <li>d. Análisis de variación.</li> <li>e. Análisis de tendencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mediciones del desempeño del trabajo.</li> <li>b. Proyecciones del presupuesto.</li> <li>c. Solicitudes de cambio.</li> <li>d. Actualización de la línea base del desempeño de los costos.</li> </ul>

Áreas de Conocimiento	Entradas	Herramientas	Salidas
<b>Gestión de los Riesgos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Matriz de riesgos.</b></li> <li>b. <b>Información sobre el desempeño del trabajo.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reevaluación de los riesgos.</li> <li>b. Análisis de variación y de tendencias.</li> <li>c. Reuniones sobre el estado del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Actualización a la matriz de riesgos.</b></li> <li>b. <b>Solicitudes de cambio.</b></li> <li>c. <b>Actualización de la línea base del desempeño de costos.</b></li> <li>d. <b>Actualización de la línea base del cronograma.</b></li> <li>e. <b>Actualización de la línea base del alcance.</b></li> </ul>
<b>Gestión de las Adquisiciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Documentos de la adquisición.</li> <li>b. Contratos.</li> <li>c. Solicitudes de cambio aprobadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sistema de control de cambios del contrato.</li> <li>b. Revisión del desempeño de las adquisiciones.</li> <li>c. Inspecciones y auditorías.</li> <li>d. Sistemas de pago.</li> <li>e. Acuerdos negociados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Documentación de la adquisición.</li> <li>b. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización.</li> <li>c. <b>Solicitudes de cambio.</b></li> <li>d. <b>Actualización al plan de gestión de las adquisiciones.</b></li> <li>e. <b>Actualización a la línea base del cronograma.</b></li> <li>f. <b>Actualización de la línea base del cronograma.</b></li> <li>g. Adquisiciones cerradas.</li> </ul>

## **4.9 PROPUESTA PARA EL PLAN DE CAPACITACIÓN**

Con base en la propuesta planteada de la metodología para la administración de proyectos de minería en Constructora Santa Fe Ltda., y partiendo del hecho de que actualmente no existen ni los procedimientos ni los esquemas formales, que permitan realizar una eficiente y acertada implementación de esta metodología, se hace necesario establecer un plan de capacitación que permita transmitir los conocimientos mínimos necesarios, tanto a los diferentes equipos de trabajo de cada proyecto, como también a los grupos directivos involucrados.

Esto facilitará la etapa de implementación de la metodología y su puesta en marcha.

### **4.9.1. Objetivo general y específicos**

Como parte del plan de capacitación propuesto, se presenta el siguiente objetivo general:

- Transmitir el conocimiento mínimo necesario al equipo de trabajo e identificar las habilidades y destrezas necesarias, para lograr una implementación exitosa de la metodología propuesta.

Los objetivos específicos que se plantean son los siguientes:

- Definir los temas de administración de proyectos mínimos requeridos, para garantizar un conocimiento mínimo de los miembros del equipo de trabajo y del grupo directivo.

- Definir las estrategias mínimas a seguir en materia de capacitación, para garantizar y mantener un aprendizaje continuo.
- Realizar un diagnóstico que permita determinar el nivel de conocimientos de las personas involucradas.
- Establecer los temas que serán abordados en las capacitaciones, para complementar el conocimiento del equipo.
- Elaborar un programa de capacitación sobre la metodología planteada que permita, en el corto plazo, implementarla en todos los proyectos de minería que ejecuta la empresa.

#### **4.9.2. Alcance del plan de capacitación**

El alcance del plan de capacitación, se enmarca principalmente en los proyectos en ejecución de minería, que desarrolla actualmente la empresa, enfocándose en los equipos de trabajo de dichos proyectos. Adicionalmente, se debe incluir paralelamente al equipo directivo, con un enfoque diferente.

Los conocimientos y conceptos de administración de proyectos serán los mínimos requeridos, que garanticen una buena comunicación y comprensión entre el equipo de trabajo de los proyectos.

Por otro lado, el enfoque empleado para la capacitación del grupo directivo estará concentrado en las ventajas que se podrían obtener si a ese nivel se brindan las facilidades necesarias para realizar una adecuada implementación de la metodología.

#### **4.9.3. Presupuesto**

Deberá realizarse una estimación de los recursos financieros requeridos para realizar el plan de capacitación, el cual deberá ser comunicado a la Junta Directiva, para su respectiva aprobación.

#### **4.9.4. Cronograma de capacitación**

El programa de capacitación deberá contener las fechas probables en las que se pretende realizar las capacitaciones, para cada uno de los proyectos en ejecución. También deberá establecerse la duración de dichas capacitaciones.

#### **4.9.5. Responsables del plan de capacitación**

Los responsables de la implementación del plan de capacitación serán el Gerente de Recursos Humanos, el Gerente de Minería y el Gerente de Administración de Proyectos.

#### **4.9.6. Factores clave del éxito**

Para que el plan de capacitación se ejecute y se logren los resultados esperados, a continuación se brindan algunos elementos clave del éxito que deben ser considerados en su implementación:

- Compromiso del grupo directivo para facilitar los recursos necesarios requeridos para implementar el plan de capacitación.
- Compromiso de los mandos medios dentro de la organización, que permitan realizar una transición adecuada de conocimientos y que apoyen

en la etapa de implementación, haciendo conciencia entre el resto del equipo de trabajo, sobre la importancia de implementar este tipo de esquemas metodológicos.

- Transmitir adecuadamente a todos los involucrados la importancia de trabajar bajo un esquema como el que brinda la administración de proyectos y específicamente las ventajas de implementar esta metodología.

#### 4.9.7. Plan de capacitaciones

El plan de capacitaciones resume los principales aspectos que se deben considerar en este apartado, de manera que sirvan de guía para su correcta implementación, así como se incluyen los temas que deben ser abordados, de manera que se tenga una lógica adecuada en la forma de transmitir los conocimientos.

En el siguiente cuadro se enumeran los principales aspectos de este plan.

**Cuadro No. 4.13. Resumen del Plan de Capacitaciones**

Tema General de la Capacitación	Responsable	A quién va dirigido?	Frecuencia
Factores clave de la Administración de Proyectos.	Gerente de Administración de Proyectos.	Grupo Directivo.	Al inicio de la implementación de la metodología.
Aspectos generales de la Administración de Proyectos.	Gerente de Administración de Proyectos.	Grupo Directivo.	Al inicio de la implementación de la metodología.
Estructura General de la Metodología de Administración de Proyectos: Entradas, Herramientas y Salidas.	Gerente de Administración de Proyectos.	Gerentes de Proyecto en Ingenieros Residentes.	Al inicio de cada proyecto.
Metodología de Administración de Proyectos de Minería.	Gerente de Administración de Proyectos.	Gerentes de Proyecto en Ingenieros Residentes.	Al inicio de cada proyecto.

Tema General de la Capacitación	Responsable	A quién va dirigido?	Frecuencia
Aspectos particulares de cada una de las áreas de conocimiento.	Gerente de Administración de Proyectos.	Gerentes de Proyecto e Ingenieros Residentes.	Al inicio de cada proyecto.
Estructura General de la Metodología de Administración de Proyectos: Entradas, Herramientas y Salidas.	Gerente de Administración de Proyectos / Gerentes de Proyectos	Equipo de Trabajo del Proyecto	Al inicio de cada proyecto.
Metodología de Administración de Proyectos de Minería.	Gerente de Administración de Proyectos / Gerentes de Proyectos	Equipo de Trabajo del Proyecto	Al inicio de cada proyecto.
Aspectos particulares de cada una de las áreas de conocimiento.	Gerente de Administración de Proyectos / Gerentes de Proyectos	Equipo de Trabajo del Proyecto	Al inicio de cada proyecto.

## 5 CONCLUSIONES

Las conclusiones finales obtenidas al realizar este proyecto se indican a continuación:

1. La estructura organizacional que tiene actualmente Constructora Santa Fe Ltda, tiende a estar orientada a proyectos. Sin embargo, dentro de la organización no se cuenta con una PMO formalmente establecida, de manera que a través de ella, se gestionen e integren todas las áreas de conocimiento. El área de ingeniería cuenta con muchas características que se pueden asociar y comparar con las de una PMO, pero no se consolidan sus funciones como tal.
2. La cultura organizacional que posee la empresa Constructora Santa Fe Ltda, no brinda los elementos ambientales necesarios que permitan maximizar los beneficios de la aplicación de los conceptos de la administración profesional de proyectos. Por esta razón, se debe fomentar e implementar un cambio dentro de la organización, para implementar esta metodología propuesta de una manera exitosa. En este sentido, es de suma importancia contar con el compromiso de los directivos, y consolidar la figura de un patrocinador dentro de la organización que interactúe dentro de la organización, permitiendo así que se implementen todos los conceptos asociados.
3. Constructora Santa Fe Ltda., es una empresa madura y que cuenta con una amplia experiencia en la ejecución de proyectos de minería. Esa experiencia le ha permitido ejecutar sus proyectos de una manera satisfactoria, sin embargo, el trabajo no siempre se realiza de forma consistente y ordenada ocasionando que no siempre se logren administrar



los proyectos de una manera estándar. Además, la falta de una adecuada planificación y control y seguimiento adecuado de este tipo de proyectos, estaría impidiendo que se obtuvieran mayores rentabilidades en este tipo de proyectos.

4. Actualmente los conceptos y aplicación de elementos de la administración de proyectos, dependen mucho del gerente a cargo de las obras, por lo que los procedimientos seguidos, las herramientas utilizadas y las salidas esperadas, no necesariamente corresponden a las requeridas y mucho menos, permiten utilizarlas como elementos de comparación entre diferentes proyectos, porque no siguen ningún estándar. De ahí la importancia de esta metodología, ya que a través de ella se propone estandarizar la aplicación de los conceptos de la Administración de Proyectos, con el fin de obtener mejores resultados en la planificación, ejecución, control y cierre de los proyectos de minería.
5. La metodología propuesta es una guía estándar, por lo que no está elaborada para un proyecto en particular, sino que requiere de modificaciones y actualizaciones continuas, para ir la mejorando de acuerdo con las necesidades de los proyectos y de los involucrados. La metodología está basada en conceptos básicos, de manera que sea flexible para adaptarse incluso a otro tipo de proyectos de la misma organización.
6. Con esta propuesta metodológica lo que se busca es brindar elementos conceptuales suficientes, que le permitan al gerente de proyecto y el equipo de trabajo, organizar la forma en que se trabaja y estandarizar ciertas actividades de forma tal que sean constantes en todos los proyectos sin importar el tipo, magnitud o los profesionales involucrados. Esto se logra incorporando dentro de esta metodología los conceptos de entradas,

herramientas y salidas, siendo esta una manera muy sencilla de comprender y de aplicar.

7. La herramienta como propuesta metodológica es funcional y puede proveer un gran aporte a la organización, sin embargo debe tenerse presente que se tiene que pasar por un proceso de formación de cultura para que pueda tener una óptima eficiencia y resultados más palpables, de ahí la importancia de establecer un plan de capacitación que coadyuve, mediante una adecuada transmisión de conocimientos, en la formación de esa cultura requerida de “Administración de Proyectos”.
8. Las propuestas para la gestión de las áreas de conocimiento, no se pueden visualizar de una manera aislada, sino de una forma integral, en la que se mantienen los mismos vínculos entre las áreas de conocimiento, que establece el Project Management Institute (PMI), a través de la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBOK). Todas las áreas de conocimiento tienen vínculos definidos, los cuales nos permiten comprender con una visión más amplia las diferentes aristas involucradas dentro de la administración de proyectos.
9. Al igual que los vínculos que existen entre las áreas de conocimiento, también dentro de las propuestas para cada una de estas áreas se guarda una relación lógica entre los elementos de los grupos de procesos de la planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre, ya que como se mencionó anteriormente, este concepto forma parte de esa estrecha relación de complementariedad que brinda la administración de proyectos.
10. Las plantillas estándar generadas como parte de esta propuesta constituyen solamente una guía para unificar el criterio a utilizar para su elaboración, por lo que deben ser revisadas y aprobadas por el gerente de

proyecto, de previo al inicio del proyecto. Las plantillas propuestas, pueden ser mejoradas y desde el punto de vista de la mejora continua, pueden estar sujetas a procesos de revisión, con lo que se permite que se adecúen de una mejor manera a las condiciones requeridas y particulares de cada proyecto.

11. El plan de capacitación propuesto representa un esquema sencillo, dentro del cual se incorporan algunos criterios mínimos que deben seguirse, para garantizar que el conocimiento y los conceptos se transmitan adecuadamente, tanto al grupo directivo de la empresa, como a mandos medios y equipos de trabajo. Con esto se puede esperar que la implementación de la metodología tenga una mayor probabilidad de éxito.

## 6 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que surgen como consecuencia del análisis realizado se indican a continuación, las cuales se encuentran agrupadas dependiendo al involucrado a quien vaya dirigida.

Recomendaciones al Grupo Directivo de Constructora Santa Fe Ltda:

1. Se debe considerar en el corto plazo, la contratación de una empresa o consultor, que realice un diagnóstico de la cultura organizacional de la empresa, y que a partir de él, se proponga y estructure una adecuada reorganización de la empresa, estableciendo adecuadamente los roles, funciones y responsabilidades de cada uno de los elementos que componen las diferentes áreas de la organización y tomando como base los parámetros y recomendaciones de la administración profesional de proyectos.
2. Se debe realizar un análisis para identificar los factores ambientales de la empresa y hacer un levantamiento de los activos de los procesos de la organización. Esta información debe de ponerse al alcance del departamento de ingeniería y debe ser analizados por ellos para que se tomen en cuenta durante la planificación y ejecución de los proyectos, y posteriormente, poder ser incorporados como parte de las metodologías para la administración de proyectos de minería.
3. Como complemento a esta metodología, que involucran las áreas de conocimiento del alcance, tiempo, costos, riesgos y adquisiciones, debe elaborarse posteriormente para la organización, propuestas similares que

contemplan las áreas de conocimiento de la integración, la calidad, los recursos humanos y las comunicaciones.

4. Es recomendable mantener en constante capacitación a los ingenieros de la organización en temas relacionados con la administración de proyectos. Esto va permitir que desde lo interno de la organización puedan surgir nueva ideas y esquemas o propuestas, que retroalimenten y mejoren los procesos y metodologías propuestas.
5. Se debe elaborar un programa con el que se pueda financiar y fomentar, entre el personal profesional de la empresa, a nivel gerencial de los proyectos, la obtención de acreditaciones profesionales internacionales reconocidas relacionadas con la administración de proyectos, como por ejemplo, la que otorga el Project Management Institute (PMI) a los profesionales (Project Management Professional).
6. Para estar de acorde con la propuesta para la gestión de los riesgos del proyecto, la empresa debe adquirir el software @Risk, de manera que pueda ser utilizada en la cuantificación de los riesgos y la determinación de las probabilidades de cumplimiento de objetivos del proyecto.

#### Recomendaciones al Grupo de Altos Gerentes de Constructora Santa Fe:

7. De previo a la implementación de esta metodología para la administración de proyectos de minería, se debe planificar y programar una capacitación del personal involucrado en este tipo de proyectos, de manera que tengan claros los conceptos incluidos y que tengan un conocimiento mínimo sobre la administración de proyectos. Dicha capacitación debe estar acorde con el planteamiento y los elementos mínimos recomendados en el plan de capacitación.

8. La capacitación del personal debe ser realizada por niveles, de manera que se pueda discriminar entre las responsabilidades de los diferentes niveles jerárquicos de la organización, para capacitar adecuadamente a cada uno de los niveles de acuerdo con sus funciones.
9. La creación de una plataforma virtual para el manejo de información es un aspecto que debe ser considerado e implementado, ya que va a facilitar no solo la distribución de la información de los proyectos, a los interesados, sino que también facilita la obtención de la misma. Esto es un aspecto vital en el desarrollo de un proyecto ya que puede disminuir tiempos de espera y promover la solución de problemas de forma más expedita.
10. Las plantillas estándar deben ser incorporadas como parte de los activos de la organización y deben ser debidamente comunicadas a los interesados, para su debida implementación.
11. Una vez que se logre implementar la metodología propuesta para la administración de proyectos de minería, paralelamente se debe trabajar en el desarrollo de las metodologías de las áreas de conocimiento de la integración, de la calidad, de los recursos humanos y de las comunicaciones, de manera que se abarquen todas las áreas de conocimiento e integrarlas todas en una sola metodología.
12. Debe considerarse en el reclutamiento de nuevos gerentes de proyectos, la experiencia y conocimiento en temas de administración de proyectos, así como requerir un grado académico mínimo de maestría, preferiblemente en administración de proyectos, para este tipo de profesionales.

Recomendaciones al Grupo de Proyectos de Minería de Constructora Santa Fe:

13. Antes de iniciar cualquier proyecto, el director asignado debe revisar la metodología actualizada y vigente en ese momento y con su juicio experto determinar qué aspectos pueden aplicar y cuáles no, de manera que la administración del proyecto se realice de la manera más eficiente posible.
  
14. Las plantillas que se desarrollaron para su uso durante el proyecto, constituyen una recomendación para facilitar la aplicación de la metodología que se plantea. El formato que tienen puede ser modificado para que sea ajustado a cualquier estándar que tenga la empresa, sin embargo esa es la información mínima que deben contener.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Chamoun, Y. (2002). *Administración Profesional de Proyectos. Una Guía Práctica para Programar el Éxito de sus Proyectos*. McGraw Hill Interamericana. México.

Eyssautier, M. (2002). *Metodología de la investigación: Desarrollo de la inteligencia* (4° ed). México: International Thompson editores.

Gido, J. & Clements, J. (2007). *Administración exitosa de proyectos* (3° ed.). International Thomson Editores. México.

Grupo Santa Fe. (2010). *Grupo Santa Fe*. Extraído el 23 de octubre, 2011, de <http://www.santafegrupo.com>

PMI (Project Management Institute). (2007). *Construction Extension to the PMBOK Guide Thurd Edition*. (2<sup>nd</sup> ed.). Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

PMI (Project Management Institute). (2011). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. (4<sup>a</sup> ed.). Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

PMI (Project Management Institute). (2009). *Practice Standard for Earned Value Management*. Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

PMI (Project Management Institute). (2010). *Practice Standard for Estimating*. Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

PMI (Project Management Institute). (2005). *Practice Standard for Project Risk Management*. Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

PMI (Project Management Institute). (2008). *Practice Standard for Scheduling*. (2<sup>nd</sup> ed.). Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.

Ramos, E. (2008). *Métodos y técnicas de investigación*. Extraído el 28 de octubre, 2011, de <http://www.gestiopolis.com/economia/metodos-y-tecnicas-de-investigacion.htm>.

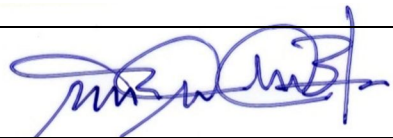
Vector Perú S.A.C. (2011). *Ingeniería de detalle PAD de lixiviación ampliación sur, fase 5. Mina Lagunas Norte, Minera Barrick Misquichilca*. Lima, Perú.



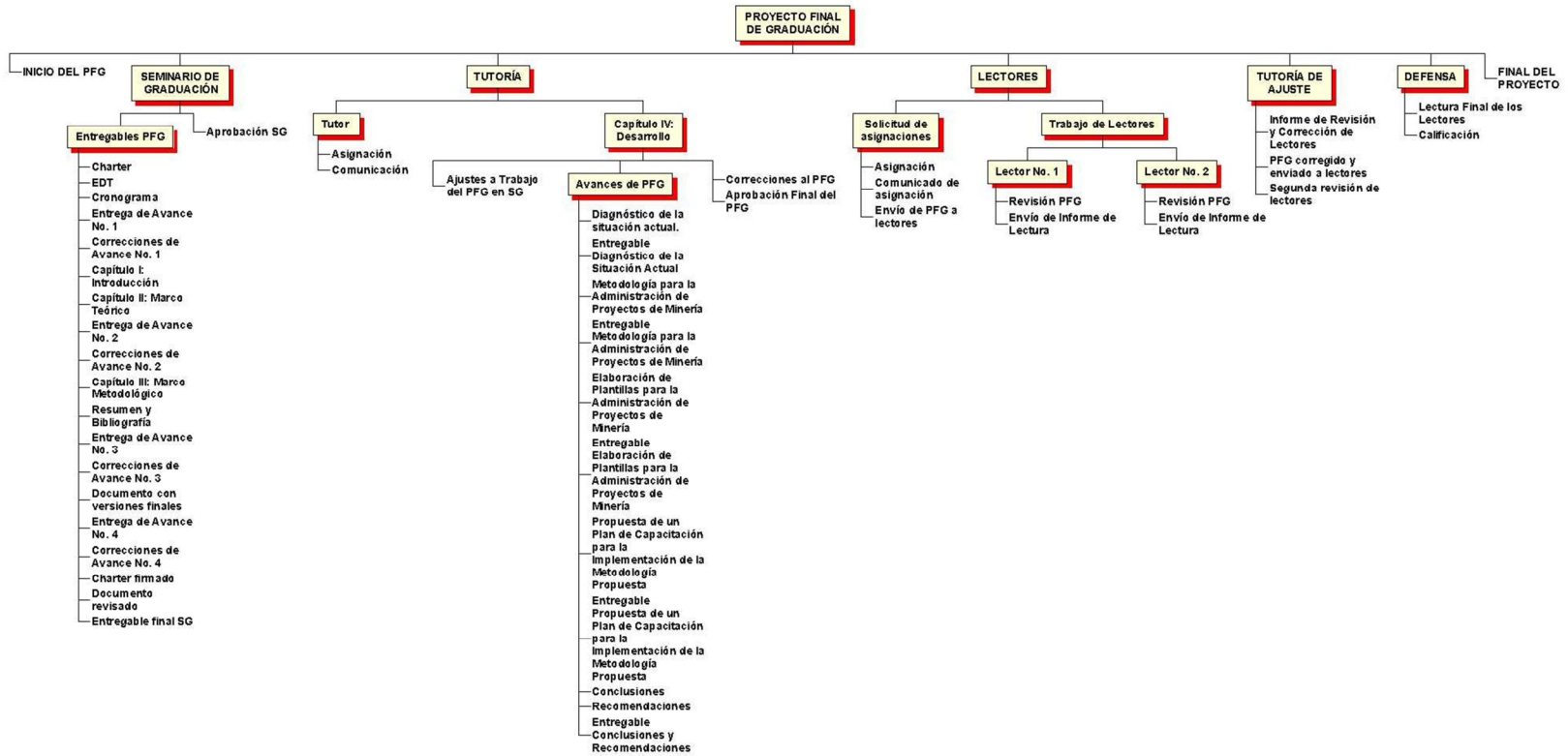
## 8 ANEXOS

### 8.1 Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO

<b>ACTA DEL PROYECTO</b>	
<b>Fecha</b>	<b>Nombre de Proyecto</b>
16 de octubre del 2011	Guía Metodológica para la Administración de Proyectos de Minería en la Empresa Constructora Santa Fe Ltda.
<b>Áreas de conocimiento / procesos:</b>	<b>Area de aplicación (Sector / Actividad):</b>
<b>Áreas de conocimiento:</b> Alcance, Tiempo, Costos, Riesgos y Adquisiciones.  <b>Procesos:</b> Iniciación, Planificación, Ejecución, Control y Seguimiento y Cierre.	<b>Sector:</b> Construcción.  <b>Actividad:</b> Minería.
<b>Fecha de inicio del proyecto</b>	<b>Fecha tentativa de finalización del proyecto</b>
16 de octubre del 2011	07 de marzo del 2012
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
<p><b>Objetivo general</b>            Desarrollar una guía metodológica para la administración de proyectos, que sirva de referencia para estandarizar los procesos y procedimientos en las obras de minería que ejecuta Constructora Santa Fe Ltda.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un diagnóstico de la situación actual, para establecer la forma en que se administran los proyectos e identificar las oportunidades de mejora.</li> <li>2. Proponer una metodología para la Administración de Proyectos de minería, para estandarizar los procedimientos de los procesos involucrados en este tipo de proyectos.</li> <li>3. Elaborar plantillas estándar que sirvan de base, para realizar una administración de proyectos eficiente.</li> <li>4. Proponer un plan de capacitación para el uso adecuado de la metodología en los proyectos de minería.</li> </ol>	
<b>Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)</b>	
<p>Con este proyecto se pretende elaborar una guía metodológica, que brinde los elementos y herramientas necesarios para realizar una administración de proyectos adecuada, desde la perspectiva del alcance, tiempo, costos y riesgos, de manera que los proyectos de minería que ejecuta Constructora Santa Fe Ltda, puedan seguir un estándar previamente definido.</p> <p>Los proyectos de minería, requieren de un adecuado y estricto control de la ejecución del proyecto, lo que implica necesariamente una planificación cuidadosa de los principales elementos de alcance, tiempo y costo. Adicionalmente, por el tipo de actividades que se realizan, una adecuada planificación, seguimiento y control de los riesgos, permite que las actividades se desarrollen de una manera más segura y eficiente.</p> <p>Con esta metodología, se pretende dotar a Constructora Santa Fe Ltda. de una herramienta valiosa que le permita al equipo de trabajo de los proyectos de minería, contar con procedimientos y metodologías estandarizadas para realizar su gestión.</p>	

<b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>	
<p>El producto final de este trabajo será una guía metodológica que sirva como herramienta estándar para la administración de proyectos de minería en Constructora Santa Fe Ltda., con la finalidad de garantizar que los procesos de iniciación, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre, mantengan un mismo patrón, desde la perspectiva de las áreas de conocimiento de alcance, tiempo, costos y riesgos. Esta herramienta será un apoyo indispensable para los proyectos que desarrolla la empresa en el ámbito de la minería.</p>	
<b>Supuestos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se va a poder tener disponible toda la información requerida para la elaboración del PFG.</li> <li>2. Solamente se trabajarán las áreas de conocimiento de alcance, tiempo, costos y riesgos.</li> <li>3. La metodología a desarrollar se enfocará en todos los grupos de procesos.</li> <li>4. Se utilizará tiempo de oficina para realizar el trabajo e investigación.</li> <li>5. Se contará con la colaboración del los directores de las Unidad de Gestión y de Producción de la empresa.</li> </ol>	
<b>Restricciones</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entregar el PFG en un plazo de 3 meses.</li> <li>2. El PFG se enfocará únicamente a proyectos de minería.</li> <li>3. Se limita la información confidencial.</li> <li>4. No se incluye la implementación.</li> <li>5. A lo interno de la empresa no existen estudios o propuestas con un alcname similar que puedan servir como patrón de comparación o como guía para el desarrollo.</li> </ol>	
<b>Información histórica relevante</b>	
<p>Constructora Santa Fe Ltda., es una empresa costarricense fundada hace más de 35 años, originalmente constituida para la construcción de proyectos de carreteras y movimientos de tierras, cuyo desempeño en ese tipo de obras le permitió constituirse, en la región de Centroamérica, como una de las empresas líderes en el mercado.</p> <p>Como estrategia de expansión, incursionó en el mercado de la minería no solo a nivel centroamericano, sino también en Suramérica, siendo actualmente una empresa con renombre en el ámbito de la minería, ejecutando no sólo proyectos de obras civiles en minas de cielo abierto, sino también efectuando el proceso de extracción del material mineral como parte del proceso de producción de la mina.</p> <p>Con base en lo anterior, se evidencia la necesidad de poder contar con una herramienta, que le permita a la empresa poder realizar la administración de dichos proyectos, de una mejor manera y estandarizada, para lograr mayores resultados y beneficios.</p>	
<b>Identificación de grupos de interés (Stakeholders)</b>	
<p><b>Involucrados directo(s):</b> Constructora Santa Fe Ltda (Unidad de Gestión de Proyectos, Unidad de Producción).</p> <p><b>Involucrados indirecto(s):</b> Clientes mineros para los cuales se realizan las obras de minería.</p>	
<p><b>Aprobado por:</b> Yorleny Hidalgo</p>	<p><b>Firma:</b></p>
<p><b>Realizado por:</b> Randall Castillo Briceño</p>	

## 8.2 Anexo 2: EDT



### 8.3 Anexo 3: DICCIONARIO DE LA EDT

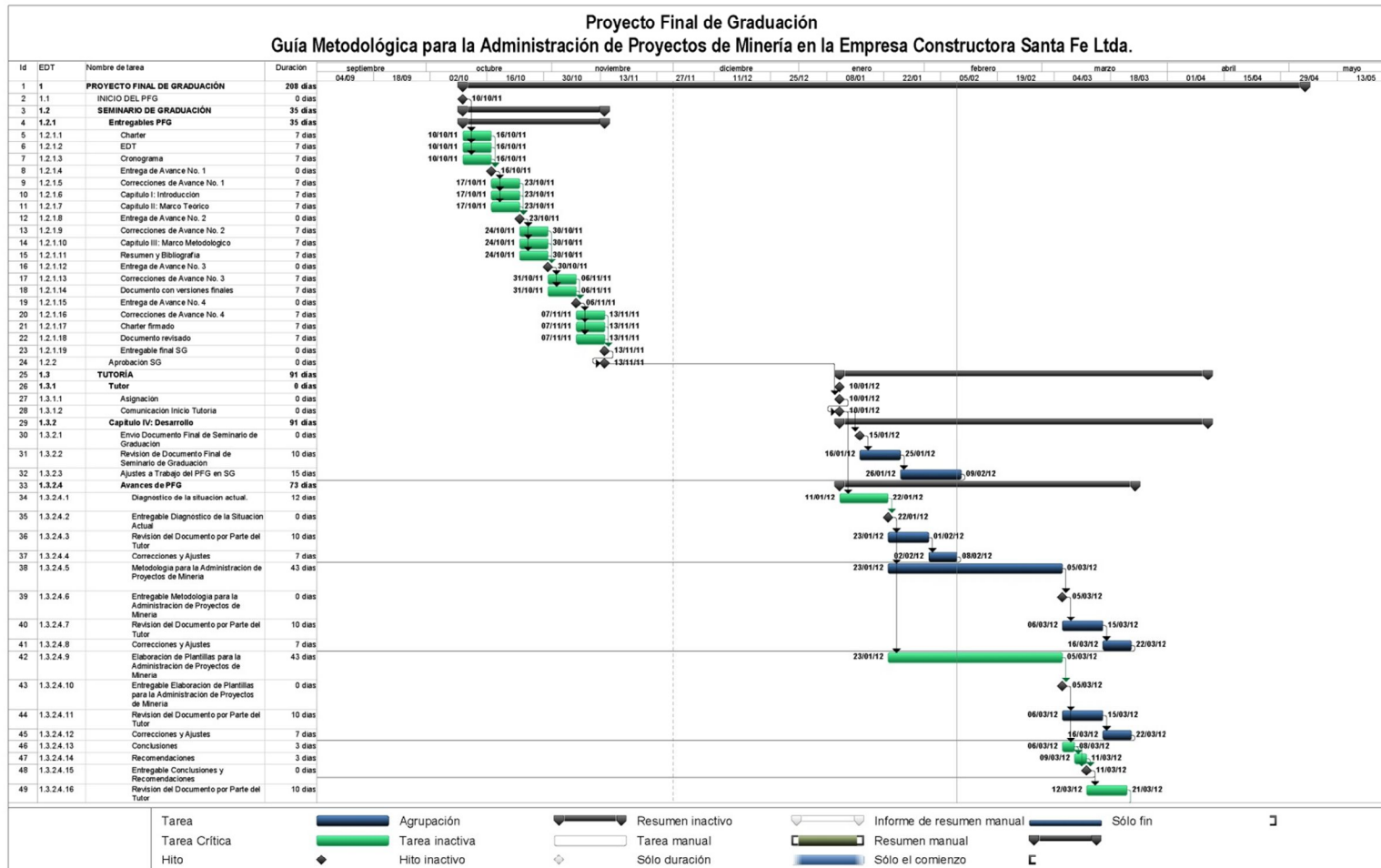
EDT	DENOMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTREGABLE ACEPTACIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1	PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN			
1.1	INICIO DEL PFG	Hito de inicio del PFG		
1.2	SEMINARIO DE GRADUACIÓN			
1.2.1	Entregables PFG			
1.2.1.1	Chárter	Acta de Constitución del Proyecto Final de Graduación.	Chárter del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.2	EDT	Estructura Detallada del Trabajo del Proyecto Final de Graduación.	EDT del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.3	Cronograma	Cronograma para la elaboración del Proyecto Final de Graduación.	Cronograma del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.4	Entrega de Avance No. 1	Hito de entrega de Avance No. 1		
1.2.1.5	Correcciones de Avance No. 1	Correcciones solicitadas al Chárter, EDT y Cronograma del PFG.	Chárter del PFG Versión 2, EDT del PFG Versión 2 y Cronograma del PFG Versión 2.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.6	Capítulo I: Introducción	Elaboración y redacción del Capítulo I: Introducción del Proyecto Final de Graduación.	Capítulo I: Introducción del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.7	Capítulo II: Marco Teórico	Elaboración y redacción del Capítulo II: Marco Teórico del Proyecto Final de Graduación.	Capítulo II: Marco Teórico del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.8	Entrega de Avance No. 2	Hito de entrega de Avance No. 2		
1.2.1.9	Correcciones de Avance No. 2	Correcciones solicitadas al Capítulo I: Introducción y Capítulo II: Marco Teórico.	Capítulo I: Introducción del PFG Versión 2 y Capítulo II: Marco Teórico del PFG Versión 2.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.10	Capítulo III: Marco Metodológico	Elaboración y redacción del Capítulo III: Marco Metodológico del Proyecto Final de Graduación.	Capítulo III: Marco Metodológico del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.11	Resumen y Bibliografía	Elaboración y redacción del Resumen y la Bibliografía del Proyecto Final de Graduación.	Resumen del PFG Versión 1 y Bibliografía del PFG Versión 1.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.12	Entrega de Avance No. 3	Hito de entrega de Avance No. 3		
1.2.1.13	Correcciones de Avance No. 3	Correcciones solicitadas al Capítulo III: Marco Metodológico, Resumen y Bibliografía.	Capítulo III: Marco Metodológico del PFG Versión 2, Resumen del PFG Versión 2 y Bibliografía del PFG Versión 2.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.

EDT	DENOMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTREGABLE ACEPTACIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.2.1.14	Documento con versiones finales	Entrega de las correcciones realizadas Chárter, EDT, Cronograma, Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Marco Teórico, Capítulo III: Marco Metodológico, Resumen y Bibliografía.	Chárter del PFG Versión 3, EDT del PFG Versión 3 y Cronograma del PFG Versión 3, Capítulo I: Introducción del PFG Versión 3 y Capítulo II: Marco Teórico del PFG Versión 3, Capítulo III: Marco Metodológico del PFG Versión 3, Resumen del PFG Versión 3 y Bibliografía del PFG Versión 3.	Aprobación y calificación por parte del profesor, con base en los requerimientos del Seminario de Graduación.
1.2.1.15	Entrega de Avance No. 4	Hito de entrega de Avance No. 4		
1.2.1.16	Correcciones de Avance No. 4		Chárter del PFG Versión 4, EDT del PFG Versión 4 y Cronograma del PFG Versión 4, Capítulo I: Introducción del PFG Versión 4 y Capítulo II: Marco Teórico del PFG Versión 4, Capítulo III: Marco Metodológico del PFG Versión 4, Resumen del PFG Versión 4 y Bibliografía del PFG Versión 4.	
1.2.1.17	Chárter firmado	Chárter del Proyecto Final de Graduación	Chárter Versión Final Aprobada	Firma del Chárter por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.2.1.18	Documento revisado	Entrega de los documentos corregidos Chárter, EDT, Cronograma, Capítulo I: Introducción, Capítulo II: Marco Teórico, Capítulo III: Marco Metodológico, Resumen y Bibliografía.	Versión final de todos los documentos.	Aprobación por parte del profesor de Seminario de Graduación.
1.2.1.19	Entregable final SG	Hito de entrega de los documentos corregidos		
1.2.2	Aprobación SG	Evaluación de todos los entregables por parte del profesor de Seminario de Graduación.	Calificación del Curso de Seminario de Graduación	Calificación otorgada por el profesor de Seminario de Graduación.
<b>1.3</b>	<b>TUTORÍA</b>			
<b>1.3.1</b>	<b>Tutor</b>			
1.3.1.1	Asignación	Se asigna por parte de la Decanatura, el nombre del profesor tutor del PFG.	Asignación del profesional encargado de asumir el rol de tutor del PFG.	Elegido por la Decanatura.
1.3.1.2	Comunicación	Se comunica a los interesados el nombramiento del profesor tutor.	Comunicado por escrito del nombramiento del profesor tutor.	Comunicado por la Decanatura.
<b>1.3.2</b>	<b>Capítulo IV: Desarrollo</b>			
1.3.2.1	Ajustes a Trabajo del PFG en SG	El profesor tutor, previa revisión de los documentos elaborados en el Seminario de Graduación, puede sugerir ajustes o correcciones.	Correcciones a los documentos elaborados en el Seminario de Graduación.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.

EDT	DENOMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTREGABLE ACEPTACIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.3.2.2	Avances de PFG			
1.3.2.2.1	Metodología para la Gestión del Alcance	Investigación, elaboración y redacción de la Metodología para la Gestión del Alcance.	Metodología para la Gestión del Alcance Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.2	Entregable Metodología para la Gestión del Alcance	Hito de entrega de la Metodología para la Gestión del Alcance.		
1.3.2.2.3	Metodología para la Gestión del Tiempo	Investigación, elaboración y redacción de la Metodología para la Gestión del Tiempo	Metodología para la Gestión del Tiempo Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.4	Entregable Metodología Para la Gestión del Tiempo	Hito de entrega de la Metodología para la Gestión del Tiempo		
1.3.2.2.5	Metodología para la Gestión de los Costos	Investigación, elaboración y redacción de la Metodología para la Gestión de los Costos	Metodología para la Gestión de los Costos Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.6	Entregable para la Gestión de los Costos	Hito de entrega de la Metodología para la Gestión de los Costos		
1.3.2.2.7	Metodología para la Gestión de los Riesgos	Investigación, elaboración y redacción de la Metodología para la Gestión de los Riesgos	Metodología para la Gestión de los Riesgos Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.8	Entregable Metodología para la Gestión de los Riesgos	Hito de entrega de la Metodología para la Gestión de los Riesgos		
1.3.2.2.9	Metodología para la Gestión de las Adquisiciones	Investigación, elaboración y redacción de la Metodología para la Gestión de las Adquisiciones	Metodología para la Gestión de las Adquisiciones Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.10	Entregable Metodología para la Gestión de las Adquisiciones	Hito de entrega de la Metodología para la Gestión de las Adquisiciones		
1.3.2.2.11	Conclusiones	Investigación, elaboración y redacción de las Conclusiones.	Conclusiones Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.12	Recomendaciones	Investigación, elaboración y redacción de las Recomendaciones.	Recomendaciones Versión 1.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.2.13	Entregable Conclusiones y Recomendaciones	Hito de entrega de las Conclusiones y Recomendaciones.		
1.3.2.3	Correcciones al PFG	Correcciones a los documentos entregados como parte del PFG.	Metodología para la Gestión del Alcance Versión 2, Metodología para la Gestión del Tiempo Versión 2, Metodología para la Gestión de los Costos Versión 2, Metodología para la Gestión de los Riesgos Versión 2, Metodología para la Gestión de las Adquisiciones Versión 2, Conclusiones Versión 2 y Recomendaciones Versión 2.	Aprobación por parte del profesor tutor, con base en los requerimientos del PFG.
1.3.2.4	Aprobación Final del PFG	Hito de aprobación final del PFG.		
1.4	LECTORES			
1.4.1	Solicitud de asignaciones			

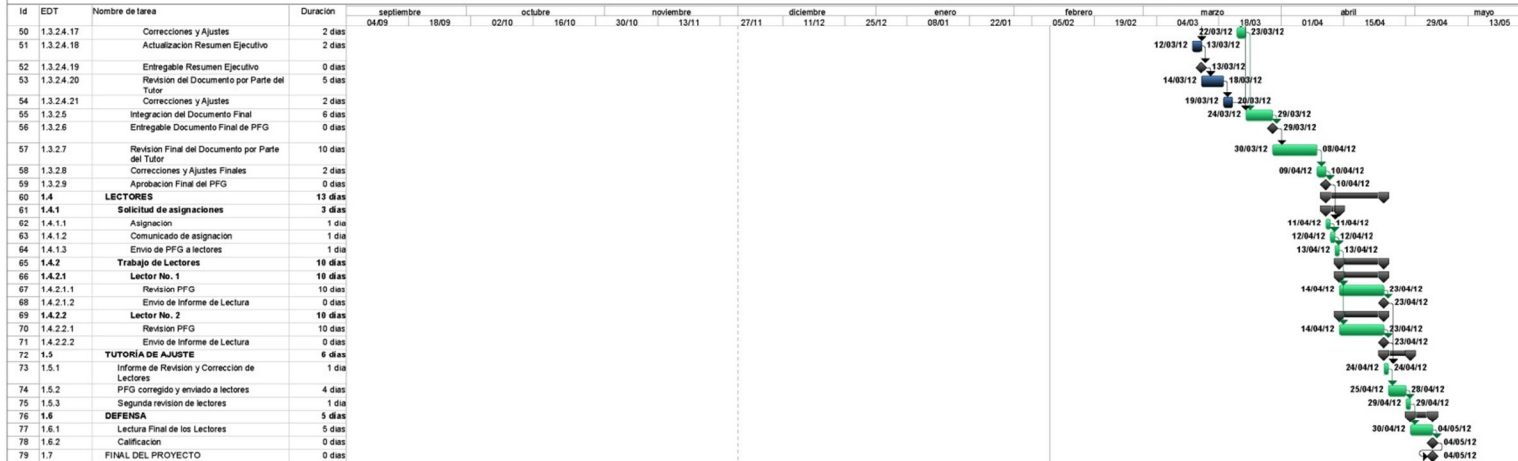
EDT	DENOMINACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTREGABLE ACEPTACIÓN	CRITERIO DE ACEPTACIÓN
1.4.1.1	Asignación	Se asigna por parte de la Decanatura, el nombre de los profesores lectores del PFG.	Asignación de los profesionales encargados de asumir el rol de lectores del PFG.	Elegido por la Decanatura.
1.4.1.2	Comunicado de asignación	Se comunica a los interesados el nombramiento de los profesores lectores.	Comunicado por escrito del nombramiento de los profesores lectores.	Comunicado por la Decanatura.
1.4.1.3	Envío de PFG a lectores	Se envía a los lectores la versión última para revisión.	PFG versión lectores.	Envío a los profesores lectores con base en la aprobación por parte del profesor tutor.
<b>1.4.2</b>	<b>Trabajo de Lectores</b>			
<b>1.4.2.1</b>	<b>Lector No. 1</b>			
1.4.2.1.1	Revisión PFG	Se lee y revisa por parte del profesor lector el PFG.	Informe de Lectura de PFG.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
1.4.2.1.2	Envío de Informe de Lectura	Hito de envío de Informe de Lectura.		
<b>1.4.2.2</b>	<b>Lector No. 2</b>			
1.4.2.2.1	Revisión PFG	Se lee y revisa por parte del profesor lector el PFG.	Informe de Lectura de PFG.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
1.4.2.2.2	Envío de Informe de Lectura	Hito de envío de Informe de Lectura.		
<b>1.5</b>	<b>TUTORÍA DE AJUSTE</b>			
1.5.1	Informe de Revisión y Corrección de Lectores	Elaboración de correcciones, con base en los Informes de Lectura de los lectores.	PFG corregido.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
1.5.2	PFG corregido y enviado a lectores	Hito de envío de PFG corregido a lectores.		
1.5.3	Segunda revisión de lectores	Se lee y revisa por parte del profesor lector el PFG.	Informe de Lectura de PFG.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
<b>1.6</b>	<b>DEFENSA</b>			
1.6.1	Lectura Final de los Lectores	Se lee y revisa por parte del profesor lector el PFG.	Informe de Lectura de PFG.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
1.6.2	Calificación	Los profesores tutor y lectores otorgan la calificación al Proyecto Final de Graduación.	Calificación del PFG.	Se evalúa con base en los requerimientos del PFG.
1.7	FINAL DEL PROYECTO	Hito de fin del proyecto.		

## 8.4 Anexo 4: CRONOGRAMA





**Proyecto Final de Graduación**  
**Guía Metodológica para la Administración de Proyectos de Minería en la Empresa Constructora Santa Fe Ltda.**



Tarea		Agrupación		Resumen inactivo		Informe de resumen manual		Sólo fin	
Tarea Crítica		Tarea inactiva		Tarea manual		Resumen manual			
Hito		Hito inactivo		Sólo duración		Sólo el comienzo			

## 8.5 Anexo 5: Preguntas formuladas en las entrevistas

Como parte de las preguntadas formuladas a los entrevistados, con el fin de obtener la información requerida para poder realizar el diagnóstico de la situación actual, en relación con los proyectos de minería que ejecuta actualmente Constructora Santa Fe Ltda, a continuación se indican las siguientes:

1. ¿Cuál es su puesto y cuáles son sus principales roles y responsabilidades dentro de la organización?
2. ¿Tiene conocimientos sobre la administración de proyectos?
3. ¿Cuáles son los roles que debe cumplir la figura de un gerente de proyecto?
4. ¿Qué actividades se realizan antes de ejecutar un proyecto?
5. ¿Qué documentos se revisan antes del inicio de un proyecto?
6. ¿Cómo se revisa el alcance de un proyecto?
7. ¿Cómo se revisan los costos de un proyecto?
8. ¿Cómo se revisa el cronograma de un proyecto?
9. ¿Cómo se analizan los riesgos de un proyecto?
10. ¿Cómo se realizan las adquisiciones de un proyecto?
11. ¿Cuándo se inicia un proyecto se tiene claros los riesgos asociados al mismo?
12. ¿Se cuenta con una lista de los riesgos identificados?
13. ¿Se priorizan los riesgos?
14. ¿Se realiza algún tipo de análisis con respecto a los riesgos?
15. ¿Se actualizan los documentos del proyecto una vez que los cambios son aprobados?
16. ¿A su criterio, cuáles indicadores le indican a usted, que el proyecto va por buen camino?

17. ¿Qué herramientas se utilizan para comparar el desempeño real del proyecto contra el desempeño planeado?
18. ¿Cómo se controla el cronograma del proyecto?
19. ¿Cómo se controlan los costos del proyecto?
20. ¿Cómo se controlan los riesgos del proyecto?
21. ¿Cómo se controlan las adquisiciones del proyecto?
22. ¿Se lleva un registro de los costos reales a la fecha?
23. ¿Se lleva un registro del trabajo real a la fecha?
24. ¿Se lleva un registro de los riesgos del proyecto?
25. ¿Se lleva un registro de las adquisiciones del proyecto?
26. Desde el punto de vista de la administración de proyectos, y en relación con el área de conocimiento del alcance, cuáles de las siguientes técnicas o herramientas se utilizan actualmente en la empresa:
  - a. Entrevistas
  - b. Grupos de opinión.
  - c. Talleres facilitados.
  - d. Tormenta de ideas.
  - e. Técnicas de grupo nominal.
  - f. Técnica Delphi.
  - g. Diagrama de afinidad.
  - h. Técnicas grupales de toma de decisiones.
  - i. Cuestionarios y encuestas.
  - j. Observaciones.
  - k. Prototipos.
  - l. Juicio de expertos.
  - m. Análisis del producto.
  - n. Identificación de alternativas.
  - o. Talleres facilitados.
  - p. Descomposición.

- q. Inspección.
- r. Análisis de variación.

27. Desde el punto de vista de la administración de proyectos, y en relación con el área de conocimiento del tiempo, cuáles de las siguientes técnicas o herramientas se utilizan actualmente en la empresa:

- a. Decomposición.
- b. Planificación gradual.
- c. Plantillas.
- d. Juicio de expertos.
- e. Método de diagramación pro precedencias (PDM).
- f. Determinación de dependencias.
- g. Aplicación de adelantos y retrasos.
- h. Análisis de alternativas.
- i. Datos de estimación publicados.
- j. Estimación ascendente.
- k. Software de gestión de proyectos.
- l. Estimación análoga.
- m. Estimación paramétrica.
- n. Estimación por tres valores.
- o. Análisis de reserva.
- p. Análisis de la red del cronograma.
- q. Método de la ruta crítica.
- r. Método de la cadena crítica.
- s. Nivelación de recursos.
- t. Análisis ¿qué pasa si...?
- u. Aplicación de adelantos y retrasos.
- v. Compresión del cronograma.
- w. Herramientas de planificación.
- x. Revisiones del desempeño.

- y. Análisis de variación.
- z. Software de gestión de proyectos.
- aa. Nivelación de recursos.
- bb. Análisis ¿qué pasa si...?
- cc. Aplicación de adelantos y retrasos.
- dd. Compresión del cronograma.
- ee. Herramientas de planificación.

28. Desde el punto de vista de la administración de proyectos, y en relación con el área de conocimiento de los costos, cuáles de las siguientes técnicas o herramientas se utilizan actualmente en la empresa:

- a. Juicio de expertos.
- b. Estimación análoga.
- c. Estimación paramétrica.
- d. Estimación ascendente.
- e. Estimación por tres valores.
- f. Análisis de reserva.
- g. Costo de la calidad.
- h. Software de estimación de costos para la dirección de proyectos.
- i. Análisis de propuestas para licitaciones.
- j. Suma de costos.
- k. Análisis de reserva.
- l. Juicio de expertos.
- m. Relaciones históricas.
- n. Conciliación del límite del financiamiento.
- o. Gestión del valor ganado.
- p. Proyecciones.
- q. Índice del desempeño del trabajo por completar (TCPI).
- r. Revisiones del desempeño.
- s. Análisis de variación.

t. Software de gestión de proyectos.

29. Desde el punto de vista de la administración de proyectos, y en relación con el área de conocimiento de los riesgos, cuáles de las siguientes técnicas o herramientas se utilizan actualmente en la empresa:

- a. Reuniones de planificación y análisis.
- b. Revisiones de la documentación.
- c. Tormenta de ideas.
- d. Técnica Delphi.
- e. Entrevistas.
- f. Análisis causal.
- g. Análisis de las listas de control.
- h. Análisis de supuestos.
- i. Diagramas de causa y efecto.
- j. Diagramas de flujo o de sistemas.
- k. Diagrama de influencias.
- l. Análisis FODA.
- m. Juicio de expertos.
- n. Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos.
- o. Matriz de probabilidad e impacto.
- p. Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos.
- q. Categorización de riesgos.
- r. Evaluación de la urgencia de los riesgos.
- s. Juicio de expertos.
- t. Entrevistas.
- u. Distribuciones de probabilidad.
- v. Análisis de sensibilidad.
- w. Análisis del valor monetario esperado.
- x. Modelado y simulación.
- y. Juicio de expertos.

- z. Estrategia para riesgos negativos o amenazas: evitar.
  - aa. Estrategia para riesgos negativos o amenazas: transferir.
  - bb. Estrategia para riesgos negativos o amenazas: mitigar.
  - cc. Estrategia para riesgos negativos o amenazas: aceptar.
  - dd. Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: explotar.
  - ee. Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: compartir.
  - ff. Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: mejorar.
  - gg. Estrategia para riesgos positivos u oportunidades: aceptar.
  - hh. Estrategias de respuesta para contingencias.
  - ii. Juicio de expertos.
  - jj. Reevaluación de los riesgos.
  - kk. Auditorías de los riesgos.
  - ll. Análisis de variación y de tendencias.
  - mm. Medición del desempeño técnico.
  - nn. Análisis de reserva.
  - oo. Reuniones sobre el estado del proyecto.
30. Desde el punto de vista de la administración de proyectos, y en relación con el área de conocimiento de las adquisiciones, cuáles de las siguientes técnicas o herramientas se utilizan actualmente en la empresa:
- a. Análisis de hacer o comprar.
  - b. Juicio de expertos.
  - c. Contratos de precio fijo cerrado.
  - d. Contratos de precio fijo más honorarios con incentivo.
  - e. Contratos de precio fijo con ajuste económico de precio.
  - f. Contratos de costo más honorarios fijos.
  - g. Contratos de costo más honorarios con incentivo.
  - h. Contratos de costo más honorarios pro cumplimiento de objetivos.
  - i. Contrato por tiempo y materiales.
  - j. Conferencias de oferentes.

- k. Técnicas de evaluación de propuestas.
- l. Estimaciones independientes.
- m. Juicio de expertos.
- n. Publicidad.
- o. Búsqueda en Internet.
- p. Negociación de adquisiciones.
- q. Sistema de control de cambios del contrato.
- r. Revisiones del desempeño de las adquisiciones.
- s. Inspecciones y auditorías.
- t. Informes de desempeño.
- u. Sistemas de pago.
- v. Administración de reclamaciones.
- w. Sistema de gestión de registros.
- x. Auditorías de la adquisición.
- y. Acuerdos negociados.
- z. Sistema de gestión de registros.



## 8.6 Anexo 6: Plantilla estándar para el chárter del proyecto

<b>CHÁRTER DEL PROYECTO</b>	
Fecha	Nombre de Proyecto
	.
Áreas de conocimiento / procesos:	Area de aplicación (Sector / Actividad):
Áreas de conocimiento: Procesos:	Sector:  Actividad:
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
<b>Objetivos del proyecto (general y específicos)</b>	
<b>Objetivo general</b> Indicar objetivo general.	
<b>Objetivos específicos</b> Indicar objetivos específicos.	
<b>Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)</b>	
<b>Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto</b>	
<b>Supuestos</b>	
<b>Restricciones</b>	
<b>Identificación de grupos de interés (Stakeholders)</b>	
Involucrados directo(s):	
Involucrados indirecto(s):	
Realizado por: Nombre	Firma:
Aprobado por: Nombre del Gerente de Proyecto	Firma:

## 8.7 Anexo 7: Plantilla estándar para la documentación de requisitos

### DOCUMENTACIÓN DE REQUISITOS

Objetivos de la Empresa y del Proyecto a ser Rastreados			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			
Requisitos Técnicos			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			
Requisitos de Calidad			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			
Requisitos de Seguridad			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			
Requisitos de Medio Ambiente			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			
Permisos y Autorizaciones			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito o n			
Requisitos de Apoyo y Capacitación			
Requisito	Área	Actividades que afecta	Limitaciones/Restricciones
Requisito 1			
Requisito 2			
...			
Requisito n			

Realizado por:

\_\_\_\_\_

Revisado por:

\_\_\_\_\_

Aprobado por:

\_\_\_\_\_  
Gerente de Proyecto

## 8.8 Anexo 8: Plantilla estándar para la declaración del alcance

### DECLARACIÓN DEL ALCANCE

Entregable	Descripción del entregable	Criterios de aceptación	Exclusiones
Entregable 1			
Entregable 2			
...			
Entregable n			

**8.9 Anexo 9: Plantilla estándar para el diccionario de la EDT****DICCIONARIO DE LA EDT**

<b>Código</b>	<b>Elemento de la EDT</b>	<b>Descripción del trabajo</b>	<b>Requisitos de calidad</b>	<b>Criterios de aceptación</b>
Código 1	Elemento 1			
Código 2	Elemento 2			
...	...			
Código n	Elemento n			

### 8.10 Anexo 10: Plantilla estándar para la matriz de asignación de responsabilidades

#### MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Código	Elemento de la EDT	Responsable	Apoyo 1	Apoyo 2
Código 1	Elemento 1			
Código 2	Elemento 2			
...	...			
Código n	Elemento n			

En las columnas: Responsable, Apoyo 1 y Apoyo 2, se deben indicar las iniciales de las personas involucradas, así como indicar al final de la tabla los nombres de las personas a las que corresponden las iniciales. Hay que asegurarse que no existan iniciales repetidas, para ello deberá cambiarse alguna de las iniciales por alguna otra letra o número, para que se pueda diferenciar.

### 8.11 Anexo 11: Plantilla estándar para los resultados del análisis de variación del alcance

#### RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIACIÓN DEL ALCANCE

Código	Elemento de la EDT	Descripción del trabajo	Requisitos de calidad	Criterios de aceptación	Causa de la variación	Grado de variación	Acciones
Código 1	Elemento 1						
Código 2	Elemento 2						
...	...						
Código n	Elemento n						

## 8.12 Anexo 12: Plantilla estándar para las solicitudes de cambio y verificación del alcance

### SOLICITUDES DE CAMBIO / VERIFICACIÓN DEL ALCANCE

Código	Elemento de la EDT	Descripción del trabajo	Causa de la variación	Grado de variación	Acciones	Solicitudes de cambio
Código 1	Elemento 1					
Código 2	Elemento 2					
...	...					
Código n	Elemento n					

### 8.13 Anexo 13: Plantilla estándar para el calendario de recursos

#### CALENDARIO DE RECURSOS

Código	Elemento de la EDT	Recurso	Tipo	Cantidad Disponible por Mes										
				1	2	3	4	5	6	7	...	n		
Código 1	Elemento 1	Recurso 1												
		Recurso 2												
		...												
		Recurso n												
Código 2	Elemento 2	Recurso 1												
		Recurso 2												
		...												
		Recurso n												
...	...	Recurso 1												
		Recurso 2												
		...												
		Recurso n												
Código n	Elemento n	Recurso 1												
		Recurso 2												
		...												
		Recurso n												

En la columna Tipo debe indicarse alguna de las siguientes opciones: (MO) mano de obra, (EQ) equipo y maquinaria, (IN) insumos, (MT) materiales y (SC) subcontratos.



### 8.14 Anexo 14: Plantilla estándar para mostrar las actividades del proyecto y sus atributos

#### LISTA DE ACTIVIDADES Y SUS ATRIBUTOS

Código	Elemento de la EDT	Actividad	Atributos
Código 1	Elemento 1		
Código 2	Elemento 2		
...	...		
Código n	Elemento n		

## 8.15 Anexo 15: Ejemplo de estimación de costos de las actividades

La siguiente figura corresponde a un ejemplo estimación de costos directos utilizando el software Opus 2010, en el que se indica el costos directo de cada una de las actividades.

Tipo	S	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Capítulo	-	1.0	CONSTRUCCIÓN DE DIQUES DE PROTECCIÓN				\$ 14'536,442.53
Subcapítulo	-	1.1	Partidas Generales				\$ 299,454.00
Nivel 3	-	1.1.1	Obras Preliminares y Temporales				\$ 299,454.00
Concepto	1.1.1.1		Movilización y Desmovilización	global	1.00	\$ 76,500.00	\$ 76,500.00
Concepto	1.1.1.2		Facilidades Temporales	global	1.00	\$ 222,954.00	\$ 222,954.00
Subcapítulo	-	1.2	Movimiento de Tierras				\$ 14'226,988.53
Concepto	1.2.1		Excavación y Eliminación de Material Inadecuado	m3	108,105.00	\$ 6.74	\$ 728,627.70
Concepto	1.2.2		Transporte de Material de Relleno	m3	1'792,611.00	\$ 5.47	\$ 9'805,582.17
Concepto	1.2.3		Construcción de Diques	m3	1'792,611.00	\$ 2.06	\$ 3'692,778.66

En la siguiente figura se presenta el desglose de costos directos de una de las actividades indicadas en la figura anterior.

Subcapítulo	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
1.2		Movimiento de Tierras				\$ 14'526,442.53
	1.2.1	Excavación y Eliminación de Material Inadecuado	m3	108,105.00	\$ 6.74	\$ 728,627.70

Da	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
	MAQ-02	TRACTOR D65EX-16	hora	0.014286	\$ 69.55	\$ 0.99
	MAQ-08	CAMION VOLQUETE 15 M3	hora	0.089086	\$ 37.92	\$ 3.38
	MAQ-05	EXCAVADORA PC350LC-8	hora	0.014286	\$ 75.50	\$ 1.08
	MNO-10	AYUDANTE	hora	0.014286	\$ 4.29	\$ 0.06
X	MNO-07	CHOFER DE VOLQUETE	hora	0.178114	\$ 4.98	\$ 0.89
	MNO-02	OPERADOR DE EXCAVADORA	hora	0.028571	\$ 6.21	\$ 0.18
	MNO-01	OPERADOR DE TRACTOR	hora	0.028571	\$ 5.65	\$ 0.16

En el cuadro siguiente se indica el resumen de costos indirectos de un proyecto de minería.

COSTOS INDIRECTOS		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MONTO
GASTOS GENERALES FIJOS	Global	\$ 494,192.78
GASTOS GENERALES VARIABLES	Global	\$ 933,413.50
SUPERVISIÓN	Global	\$ 1,257,298.35
SEGURIDAD	Global	\$ 227,945.18
MANTENIMIENTO DE VÍAS	Global	\$ 408,784.11
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>		<b>\$ 3,321,633.92</b>

En el cuadro anterior, cada uno de los rubros indicados incluye lo siguiente:

- **GASTOS GENERALES FIJOS:** incluye costos administrativos por elaboración de propuestas, costos legales, costos de papelería y otros artículos de oficina, seguros, garantías, impuestos, costos de oficina para cierre de proyecto.

- **GASTOS GENERALES VARIABLES:** costos de alimentación del personal en la obra, costos de alojamiento y campamentos, equipos adicionales no incluidos en los costos directos, vehículos y autobuses para transporte de personal, control de calidad y overhead.
- **SUPERVISIÓN:** incluye todos los salarios y cargas sociales de mano de obra del personal de ingeniería, administrativo y de taller destacado en la obra.
- **SEGURIDAD:** incluye todos los elementos de seguridad requeridos para el desarrollo de la obra, mano de obra y cargas sociales de personal de seguridad, exámenes médicos del personal, traslados de urgencia, atención médica y urgencias.
- **MANTENIMIENTO DE VÍAS:** incluye el costo de los equipos para la realización de las actividades de mantenimiento de vías y accesos en la obra.

### 8.16 Anexo 16: Plantilla estándar para la presentación del presupuesto actualizado

#### PRESUPUESTO ACTUALIZADO

Nombre del cliente					
Nombre y código del proyecto					
Fecha de actualización					
Clave	Descripción de Actividad	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Monto Total
Clave 1	Actividad 1				
Clave 2	Actividad 2				
...	...				
Clave n	Actividad n				

### 8.17 Anexo 17: Plantilla estándar para la representación de la curva “S”

#### CURVA “S”

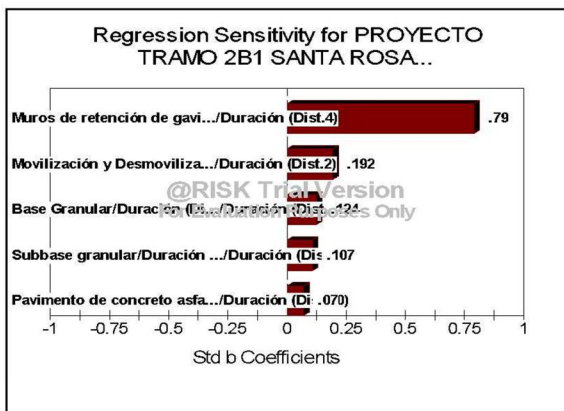
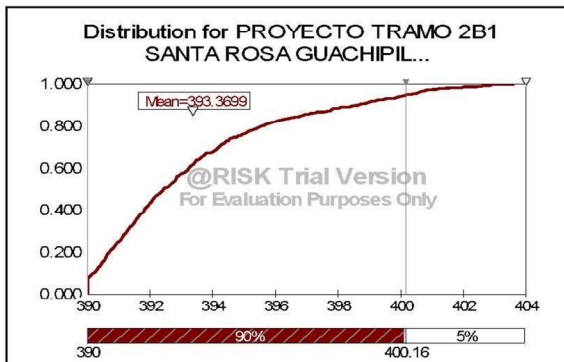
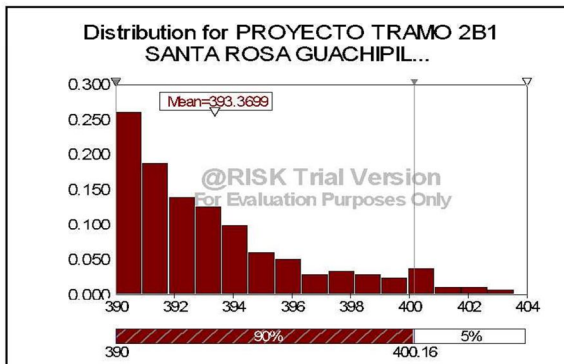
Descripción de costos	Costo por Mes								
	1	2	3	4	5	6	7	...	n
Elemento de costo 1									
Elemento de costo 2									
Elemento de costo 3									
...									
Elemento de costo n									
<b>Suma total de costos</b>									
<b>Costo acumulado</b>									

Para la suma total de costos se suman por columna cada uno de los elementos de costo correspondiente, posteriormente se acumulan en la fila denominada “Costo acumulado”.



### 8.19 Anexo 18: Ejemplo de una corrida del software @RISK

Simulation Results for  
PROYECTO TRAMO 2B1 SANTA ROSA GUACHIPILIN - EL MATAZANO/Duración



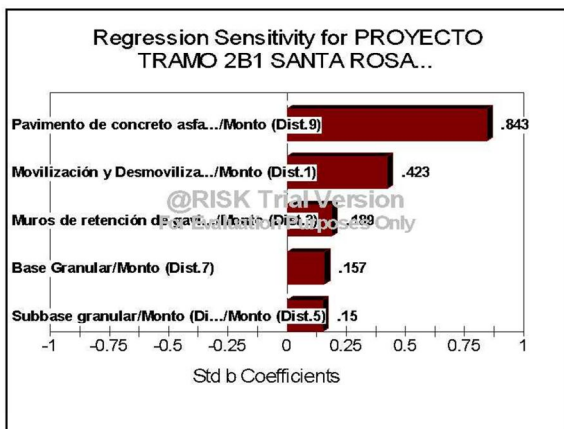
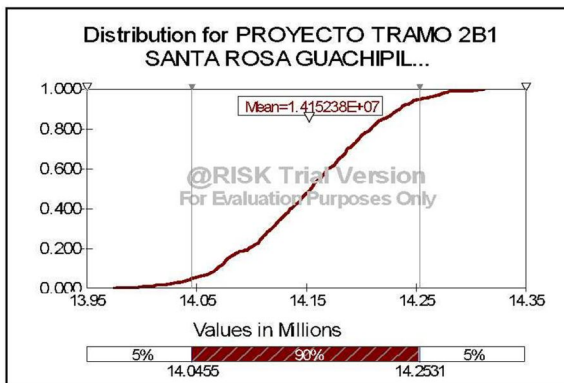
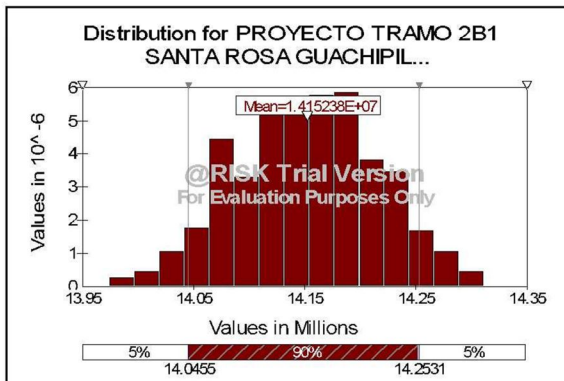
Summary Information	
Project Name	PROGRAMA TRAMO 2B1.mpp
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	10
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	18/06/2011 20:05
Simulation Stop Time	18/06/2011 20:06
Simulation Duration	00:00:20
Random Seed	1

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	390.000	5%	390.000
Maximum	403.590	10%	390.180
Mean	393.370	15%	390.460
Std Dev	3.119083527	20%	390.680
Variance	9.728682047	25%	391.010
Skewness	1.161321761	30%	391.260
Kurtosis	3.623874224	35%	391.540
Median	392.390	40%	391.780
Mode	390.000	45%	392.080
Left X	390.000	50%	392.390
Left P	5%	55%	392.810
Right X	400.160	60%	393.260
Right P	95%	65%	393.630
Diff X	10.16000366	70%	394.190
Diff P	90%	75%	394.780
#Errors	0	80%	395.570
Filter Min		85%	396.800
Filter Max		90%	398.550
#Filtered	0	95%	400.160

Sensitivity			
Rank	Name	Regr	Corr
#1	Muros de retención	0.790	0.754
#2	Movilización y Desn	0.192	0.226
#3	Base Granular/Dura	0.124	0.220
#4	Subbase granular/D	0.107	0.222
#5	Pavimento de concr	0.070	0.172
#6	Movilización y Desn	0.000	-0.012
#7	Muros de retención	0.000	0.032
#8	Subbase granular/M	0.000	0.020
#9	Base Granular/Mon	0.000	-0.017
#10	Pavimento de concr	0.000	-0.040
#11			
#12			
#13			
#14			
#15			
#16			



**Simulation Results for  
PROYECTO TRAMO 2B1 SANTA ROSA GUACHIPILIN - EL MATAZANO/Monto**



Summary Information	
Project Name	PROGRAMA TRAMO 2B1.mpp
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	10
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	18/06/2011 20:05
Simulation Stop Time	18/06/2011 20:06
Simulation Duration	00:00:20
Random Seed	1

Summary Statistics			
Statistic	Value	%tile	Value
Minimum	13974489	5%	14045519
Maximum	14311845	10%	14068074
Mean	14152377.13	15%	14078434
Std Dev	63539.41919	20%	14097307
Variance	4037257791	25%	14109154
Skewness	-0.052562788	30%	14118159
Kurtosis	2.60435527	35%	14127080
Median	14154149	40%	14135084
Mode	14173060	45%	14144860
Left X	14045519	50%	14154149
Left P	5%	55%	14161159
Right X	14253068	60%	14169306
Right P	95%	65%	14178996
Diff X	207549	70%	14186904
Diff P	90%	75%	14197498
#Errors	0	80%	14208742
Filter Min		85%	14219637
Filter Max		90%	14234380
#Filtered	0	95%	14253068

Sensitivity			
Rank	Name	Regr	Corr
#1	Pavimento de concre	0.843	0.867
#2	Movilización y Desn	0.423	0.428
#3	Muros de retención	0.189	0.171
#4	Base Granular/Mon	0.157	0.150
#5	Subbase granular/M	0.150	0.154
#6	Base Granular/Dura	0.000	-0.077
#7	Pavimento de concre	0.000	0.041
#8	Subbase granular/D	0.000	-0.079
#9	Movilización y Desn	0.000	-0.028
#10	Muros de retención	0.000	-0.041
#11			
#12			
#13			
#14			
#15			
#16			

**8.20 Anexo 20: Plantilla estándar para la elaboración de la matriz de riesgos****MATRIZ DE RIESGOS**

<b>Tipo de Riesgos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Impacto</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Categoría</b>	<b>Efecto</b>	<b>Respuesta al riesgo</b>

## 8.21 Anexo 21: Plantilla estándar para la elaboración del enunciado del trabajo relativo a la adquisición

### ENUNCIADO DEL TRABAJO RELATIVO A LA ADQUISICIÓN

Proyecto:			
Ubicación:			
Producto o servicio:			
Cantidad requerida:			
Especificaciones	Niveles de calidad	Datos de desempeño	Soporte/Garantía