



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Administración de proyectos aplicada
a la industria petrolera**

TESIS

Que para obtener el título de

Ingeniera Petrolera

P R E S E N T A

María Fernanda Aburto Quinto

DIRECTOR DE TESIS

I.Q. Ramón Edgardo Domínguez Betancourt



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020



AGRADECIMIENTOS

A mi madre:

Sra. Alejandra Verónica Quinto Murguía.

Por ser mi ejemplo, mi ángel y mi guía a lo largo de mi camino.

A mi hermana:

Srta. Ana Luisa Aburto Quinto

*Por todo el amor que día a día me
brindas.*

A mis abuelos:

Sr. José Luis Quinto Coronel

Sra. Ana Rosa Murguía Pérez.

A ti:

Andrés Ezequiel García Chávez

Por ser mi equipo en todo momento.

A mi director de tesis:

Ing. Ramón Domínguez Betancourt.

*Por haber dirigido este trabajo, por
sus enseñanzas, por su tiempo y paciencia.*

A mi Alma Máter:

Gracias Facultad de Ingeniería.

Gracias UNAM.

CONTENIDO

Agradecimientos.....	i
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?	3
1.1 DEFINICIÓN DE ADMINISTRACIÓN.	3
1.2 DEFINICIÓN DE PROYECTO.	3
1.3 ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.	4
1.4 HISTORIA DE LOS PROYECTOS.	4
1.5 CARACTERÍSTICAS DE UN PROYECTO.	7
1.6 RESTRICCIONES DE UN PROYECTO.	9
1.7 CÓMO SURGEN LOS PROYECTOS.	10
1.8 ¿QUÉ GENERA UN PROYECTO?	12
1.9 DIRECCIÓN DE PROYECTOS.	13
1.10 DIRECCIÓN DE PROGRAMAS.	14
1.11 DIRECCIÓN DE PORTAFOLIOS.	14
1.12 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO.	15
1.13 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO.....	21
1.13.1 FASES DEL PROYECTO.	24
1.14 DEFINICIÓN DE PROCESO.	27
1.16 PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS.	28
1.16.1 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO.	28
1.16.2 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN.	29
1.16.3 GRUPO DE PROCESOS DE EJECUCIÓN.....	29
1.16.4 GRUPO DE PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL	30
1.16.5 GRUPO DE PROCESOS DE CIERRE.....	30
1.17 EL DIRECTOR DEL PROYECTO.	30

1.18 INTERESADOS DEL PROYECTO.....	35
1.19 ÉXITO DEL PROYECTO.	38
CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO.....	40
2.1 METODOLOGÍA PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE.....	43
2.2 PROCESOS PARA INICIAR EL PROYECTO.	44
2.2.1 ACTA CONSTITUTIVA DEL PROYECTO.....	47
2.3 PROCESOS PARA PLANIFICAR EL PROYECTO.	49
2.3.1 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO.	50
2.4 PROCESOS PARA EJECUTAR EL PROYECTO.	51
2.4.1 DIRECCIÓN Y GESTIÓN DEL TRABAJO PLANIFICADO DEL PROYECTO.	53
2.5 PROCESOS PARA MONITOREAR Y CONTROLAR EL PROYECTO.....	54
2.6 PROCESOS PARA CERRAR EL PROYECTO.	57
CAPÍTULO 3. EL PROCESO DE DETERMINACIÓN DE ALCANCES.....	60
3.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE.....	61
3.2 RECOPIRAR REQUISITOS.	63
3.3 DEFINIR EL ALCANCE.	69
3.4 CREAR LA EDT/WBS.	71
3.5 VALIDAR EL ALCANCE.	74
3.6 CONTROLAR EL ALCANCE.....	75
CAPÍTULO 4. EL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS.....	78
4.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.	79
4.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES.....	81
4.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES.	84
4.4 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES.	89
4.5 ESTIMAR LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES.....	92

4.6 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA.	97
4.7 CONTROLAR EL CRONOGRAMA.	105
CAPÍTULO 5. EL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS.....	110
5.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS.	111
5.2 ESTIMAR LOS COSTOS.	113
5.3 DETERMINAR EL PRESUPUESTO.....	122
5.4 CONTROLAR LOS COSTOS.	125
CAPÍTULO 6. EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	134
6.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	137
6.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	146
6.3 CONTROL DE LA CALIDAD.	150
CAPÍTULO 7. EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS	155
7.1 PLANIFICAR LA ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.	157
7.2 IDENTIFICAR RIESGOS.....	160
7.3 REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS.....	167
7.4 REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGOS.....	171
7.5 PLANIFICAR LA RESPUESTA DE RIESGOS.	177
7.6 CONTROLAR LOS RIESGOS.	182
CAPÍTULO 8. APLICACIÓN DE UN CASO DE ESTUDIO	185
8.1 EL PROCESO DE PERFORACIÓN.	185
8.2 INICIO DEL PROYECTO.	187
8.2.1 ACTA CONSTITUTIVA.	188
8.3 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO.	192
8.3.1 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO.....	193
8.3.1.1 DETERMINACIÓN DE ALCANCES.	193

8.3.1.1.1 CREACIÓN DE LA EDT/WBS.....	193
8.3.1.1.1.1 EDT/WBS GENERAL.....	194
8.2.1.2 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	195
8.2.1.3 PLAN DE GESTIÓN DE LOS COSTOS.....	200
8.2.1.3.1 ESTIMACIÓN DEL COSTO DE PERFORACIÓN.....	201
8.2.1.5 PLAN DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS.....	207
8.2.1.5.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DURANTE LA PERFORACIÓN.....	208
CONCLUSIONES.....	211
BIBLIOGRAFÍA.....	213

INTRODUCCIÓN

La administración de proyectos tiene gran importancia en la industria petrolera debido a que su aplicación es muy amplia. Este trabajo está basado en la Guía del PMBOK® del Project Management Institute (PMI) y su principal objetivo es orientar sobre los procesos básicos en la dirección de cualquier proyecto dentro de la industria, para así lograr que la gestión de los recursos disponibles sea lo más eficaz posible, es decir, que los procesos de planeación y ejecución de actividades permitan el cumplimiento del alcance dentro del presupuesto y tiempo programado.

Sin embargo, en todo proyecto existen factores que pueden tener un impacto negativo en el éxito del mismo, por ello el trabajo también muestra un proceso para identificar, clasificar, evaluar y mitigar posibles eventos de riesgo, de esta manera no sólo aumentan las probabilidades de éxito, también disminuyen los costos y el tiempo por eventos no previstos.

Cabe mencionar que nunca se pierden de vista los requerimientos o estándares con los que debe cumplir el proyecto, puesto que, a lo largo de todo su ciclo de vida se llevan procesos de verificación y control que permiten la comparación constante entre lo real y lo planeado para así poder medir el avance e identificar oportunamente cualquier cambio o desviación y actuar de manera preventiva o correctiva, siempre evaluando el impacto que pueden tener respecto a los requisitos, limitaciones y suposiciones del proyecto y sus interesados. Además, el escrito incluye un caso de estudio que ejemplifica la aplicación de la metodología en la perforación de un pozo petrolero terrestre convencional, basándose en la planeación del mismo.

El trabajo presentado no busca que la administración de los proyectos se realice de la misma forma, sino que cada proyecto pueda ser planeado, ejecutado y controlado con las

herramientas y habilidades convenientes, pero con procesos estandarizados hacia la visión del negocio como parte de una mejora continua.

CAPÍTULO 1. ¿QUÉ ES UN PROYECTO?

1.1 Definición de administración.

La administración es la planeación, organización, dirección y control de los recursos disponibles para alcanzar con eficacia metas definidas por un grupo de personas que trabajan coordinadamente en las actividades que las llevarán a conseguir los resultados deseados. Este grupo de personas son conocidas como organización.

Los recursos son muy valiosos y escasos, entre mayor sea la productividad de su uso y su destino, mayor será el bienestar y la prosperidad de quienes componen la organización. Los recursos humanos incluyen la mano de obra y las funciones gerenciales. Los recursos financieros son el capital empleado por la organización para financiar las actividades llevadas a cabo. Los recursos materiales incluyen materia prima, instalaciones y equipo. Los recursos tecnológicos incluyen software de apoyo que proporcionan datos útiles y necesarios para la toma de decisiones.

1.2 Definición de proyecto.

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único.” (PMI, 2013). Todo proyecto tiene un inicio y un final determinados, de ahí que sean temporales (su duración es variable), puesto que el final del proyecto puede llegar cuando: los objetivos se han logrado, cuando dichos objetivos no se pueden cumplir, cuando los interesados deciden cancelar el proyecto, o bien, cuando la necesidad que le dio origen al proyecto deja de existir.

Todos los proyectos son únicos y para cumplir con sus objetivos se llevan a cabo una serie de actividades específicas interrelacionadas que, junto con el buen manejo de los recursos, originan resultados tangibles o intangibles, repercutiendo en su entorno y al mismo tiempo, el entorno

repercute en el resultado. Los resultados de los proyectos son únicos y están presentes en cualquier grado o nivel de una organización.

1.3 Administración de proyectos.

La administración de proyectos es aplicar bases administrativas para desarrollar actividades de manera consecutiva y organizada obteniendo así el producto, servicio o resultado único esperado.

La base de la administración de proyectos es el cumplimiento del alcance de acuerdo con el costo y el tiempo acordados entre los tres principales involucrados o interesados: el solicitante, el administrador y el ejecutor de dicho proyecto. Uno de los mayores retos para el administrador o director del proyecto es dirigir de manera adecuada todos los recursos disponibles para lograr un balance entre alcance, tiempo y costo del proyecto. Se requiere poner en práctica todos los conocimientos, habilidades, técnicas y herramientas de esta rama para poder controlar, dirigir y coordinar los recursos de la organización, en otras palabras, lograr el cumplimiento del objetivo al mínimo costo posible y en el tiempo acordado.

1.4 Historia de los proyectos.

Es difícil saber cuál es el primer proyecto de la historia, pues incluso cazar un mamut puede ser considerado como uno, por supuesto sin toda la metodología que este trabajo pretende explicar, pero existen grandes proyectos de la antigüedad que vale la pena mencionar.

Las grandes pirámides de Egipto o la gran muralla China (221 a. C. durante la dinastía Qin), son grandes proyectos que requirieron de conocimientos y técnicas muy avanzadas para su época, además mencionar la gran organización que se necesitó para lograr tales objetivos. Varias de las grandes maravillas del mundo antiguo se reconocen como importantes proyectos: el faro de Alejandría, el coloso de Rodas o la gran pirámide de Guiza por mencionar algunas, sin embargo,

es hasta mediados del siglo XIX cuando surge el primer gran proyecto: el gobierno norteamericano construye el ferrocarril transcontinental.

A finales del mismo siglo Frederick W. Taylor (1856-1915), ingeniero mecánico y economista estadounidense, es considerado como el padre de la Administración Científica¹ proponiendo que para una mejor productividad no era necesario trabajar con más esfuerzo durante más tiempo, sino hacerlo de manera eficiente.

Todavía en 1900 los proyectos de ingeniería civil eran gestionados por los mismos arquitectos e ingenieros, entre ellos Christopher Wren (1632-1723)², Thomas Telford (1757-1834)³ e Isambard Kingdom Brunel (1806-1859)⁴. Fue hasta 1950 cuando las organizaciones comienzan a adoptar las herramientas y técnicas de Dirección de Proyectos para aplicarlas a proyectos complejos, desarrollándose como disciplina en diferentes campos, especialmente en la construcción y en la ingeniería.

Henry Laurence Gantt (1861-1919), es considerado el padre de las técnicas de control y planificación. Desarrolló su famosa herramienta gráfica, la cual constituyó un gran adelanto para su época y se usa hasta nuestros días como una técnica propia de la administración de proyectos.

Henry Fayol (1841-1925) conocido por su aportación al enfoque clásico de la administración y el desarrollo de las cinco funciones de la gestión administrativa: iniciar,

¹ También llamado Taylorismo, hace referencia a la organización en el trabajo, división de distintas tareas en el proceso de producción. Es un método de organización industrial con el objetivo de aumentar la productividad evitando que el obrero controlara los tiempos de producción, eliminando los movimientos innecesarios de los trabajadores. Producción en cadena.

² Científico y arquitecto inglés famoso por sus trabajos de reconstrucción de iglesias y entre otros el diseño de la catedral de San Pablo de Londres, la única de estilo renacentista de todo el país.

³ Arquitecto, cantero e ingeniero civil escocés, famoso por obras como el canal Ellesmere, el canal Shrewsbury, el acueducto Pontcysyllte y el puente colgante de Menai.

⁴ Ingeniero británico conocido por ser el creador de la línea de ferrocarril Great Western, barcos de vapor y numerosos puentes de gran importancia.

planificar, ejecutar, supervisar y controlar y cerrar; que han formado la base para la formación del cuerpo de conocimiento asociado a la Dirección de Proyectos. Tanto Gantt como Fayol fueron estudiosos de las teorías de la gestión científica desarrollada por F.W Taylor, quien fue el primero en utilizar herramientas como la estructura de desglose de tareas y la asignación de recursos.

Durante la segunda guerra mundial, se desarrollaron muchas técnicas que dieron nacimiento a la Investigación de Operaciones y que, en resumen, eran métodos para optimizar recursos, las cuales también se extendieron a la gestión de proyectos.

Los años 50 del siglo XX marcaron el inicio de la era moderna en la Dirección de Proyectos reconociéndose formalmente como una disciplina diferente de la gestión de empresas. En aquel entonces se comenzaron a desarrollar métodos matemáticos de programación de proyectos:

En 1957, Dupont Corporation y Remington Rand Corporation crearon la metodología de la Ruta Crítica (CPM, por sus siglas en inglés: *Critical Path Method*), la que aplicó exitosamente para gestionar proyectos de mantenimiento de plantas.

Un año más tarde, Booz Allen Hamilton Inc. desarrolló la metodología PERT (por sus siglas en inglés: *Program Evaluation and Review Technique*) para la Armada de Estados Unidos y la empresa aeroespacial Lockheed Corporation se encargó de la construcción del misil Polaris reemplazando al diagrama de Gantt por dicha técnica de revisión y evaluación de programas.

Estas dos técnicas matemáticas se expandieron rápidamente al ámbito de las empresas privadas y actualmente siguen en uso por los administradores de proyectos, ya que son herramientas útiles para la planeación y control de los proyectos.

Las técnicas para la estimación de costos de los proyectos, la gestión de costos y la economía en la ingeniería fueron evolucionando con trabajos de H. Lang. En 1956, la Asociación Americana de Ingenieros de Costos (AACE) fue creada por los primeros *project managers* y

expertos en técnicas relacionadas con la planificación, programación, la estimación de costos y el control de costos y plazos. La AACE continuo con sus trabajos y en 2006 publicó el primer proceso integrado para la gestión de portafolios, programas y proyectos en lo que se denominó Marco para la Gestión Total de Costos.

Paralelamente en 1965 la primera asociación de administradores de proyectos se formó bajo el nombre *International Project Management Association* (IPMA), fundada en Viena y Austria, ha institucionalizado la *IMPA Competence Baseline* (ICB). Su punto central es el reconocimiento de la administración de proyectos como disciplina, añadiendo consideraciones relativas a la experiencia, habilidades interpersonales y competencias.

En 1969, el *Project Management Institute* (PMI) se creó para defender y servir los intereses del sector de la Dirección de Proyectos con el objetivo de que las técnicas y herramientas utilizadas fueran comunes a sectores tan variables como la construcción, la programación y desarrollo de *software* o la definición y lanzamiento de un nuevo producto al mercado, es decir, a cualquier proyecto.

En 1981, el Consejo de Dirección de PMI autorizo el desarrollo de lo que ha llegado a ser el *Project Managment Body of Knowledge* (Fundamentos para la Dirección de Proyectos), PMBOK, que contiene los estándares y recomendaciones para el ejercicio de la Dirección de Proyectos que han sido aceptados y adoptados por buena parte de la profesión en todo el mundo y que se ha sido actualizando periódicamente.

1.5 Características de un proyecto.

Pueden existir infinidad de proyectos, cada uno variable en tiempo, costo, alcance, recursos y complejidad, pero generalmente los proyectos cumplen con ciertas características, las cuales son:

1. Todo proyecto tiene uno o más objetivos claros. El objetivo del proyecto es el producto final tangible o intangible que se produce y entrega, en el cual el equipo del proyecto debe trabajar para entregar el resultado dentro del tiempo y presupuesto acordado.
2. Un proyecto es realizado mediante tareas definidas interconectadas que se llevan a cabo en secuencia (tareas interdependientes) con la finalidad de llegar al objetivo.
3. Los recursos utilizados son definidos (humanos, financieros, tecnológicos y materiales).
4. Los proyectos, como ya se ha mencionado, son temporales. Tienen un tiempo definido, un periodo de realización finito, una fecha de inicio y una fecha de entrega o cierre.
5. Todos los proyectos aportan algo a la sociedad.
6. Cada proyecto es único.
7. El proyecto tiene un costo presupuestado. El patrocinador o cliente proporciona los fondos necesarios para su realización y el director del proyecto administra dicho presupuesto para cumplir el objetivo.
8. Todo proyecto debe tener un cronograma que señale claramente el tiempo en que se debe entregar.
9. El proyecto tiene incertidumbre. Antes de iniciar cualquier proyecto se realiza un plan basado en supuestos y estimaciones, los cuales afectarán de manera directa el alcance del proyecto en el tiempo y presupuesto acordado. Por muy bien planeado y definido que esté, siempre habrá falta de certeza, la cual disminuirá en medida de las decisiones que se tomen y los entregables aceptados a lo largo del proyecto.

1.6 Restricciones de un proyecto.

Existen varios factores clave que de manera directa afectan al éxito del proyecto, este impacto puede ser favorable o no, por ello se deben tener siempre en mente al inicio del proyecto y durante todo su ciclo de vida.

1. **El alcance del proyecto.** Define todo el trabajo que debe ser realizado para tener los entregables del proyecto, garantizando así que el cliente o consumidor final estará satisfecho con dichos resultados, puesto que cumplen con los requisitos acordados y, por ende, con el objetivo del proyecto.
2. **Las expectativas, requisitos o estándares de calidad.** Es recomendable que estén definidos desde el inicio del proyecto. El alcance del proyecto debe cumplir con los criterios de calidad y con las especificaciones acordadas. Todos los entregables del proyecto deben tener criterios de aceptación.
3. **El tiempo considerado.** Se realiza un cronograma que especifica cuando debe comenzar y terminar cada actividad. La fecha en que debe completarse el alcance del proyecto está definida en el objetivo del proyecto en función de una fecha específica acordada por los interesados: el patrocinador y la organización ejecutora del proyecto.
4. **El presupuesto acordado.** Es la cantidad financiera que el cliente o patrocinador ha acordado pagar por el entregable del proyecto. El presupuesto está basado en los costos estimados con las cantidades de los diversos recursos que se emplearán para realizar cada actividad del proyecto (sueldos de las personas que trabajarán, materiales, suministros, el equipo, la renta de las instalaciones, honorarios de consultores, contratistas, etc.).

5. **Los recursos.** Es lo que se necesita para realizar las actividades del proyecto y poder lograr el objetivo del mismo (humanos, materiales, equipos, financieros, etc.). Los requerimientos de los recursos del proyecto deben estar alineados con el tipo y la cantidad de recursos disponibles en los periodos en que se les requiere.
6. **Los posibles riesgos.** Para tratar de prevenir posibles riesgos se debe hacer un plan que pueda atender a las necesidades cambiantes del proyecto, dicho plan debe estar integrado con todos los procesos realizables durante el ciclo de vida del proyecto con la finalidad de garantizar que la realización del proyecto satisfaga las necesidades y requerimientos del cliente.
7. **El cliente.** Cumplir con las expectativas del cliente va más allá de cumplir con el alcance del proyecto en el tiempo y presupuesto acordado, pues se tuvo que haber desarrollado y mantenido una buena relación de trabajo durante todo el proyecto, logrando así una comunicación constante con el cliente o patrocinador para poder determinar si las expectativas han cambiado o no, de esta manera el director de proyecto puede mantenerse informado del nivel de satisfacción de su cliente mostrando interés y evitando cambios repentinos.

1.7 Cómo surgen los proyectos.

Un proyecto puede servir como el medio para alcanzar los objetivos, pero existen consideraciones estratégicas que le dan nacimiento, algunas son:

- Demanda del mercado.
- Oportunidad estratégica o necesidad de negocio.
- Necesidad social.
- Consideraciones ambientales.

- Solicitud de un cliente.
- Avance tecnológico.
- Requisito legal.

No todos los proyectos son autorizados, pues de acuerdo a la demanda o necesidad que le da origen se debe realizar un estudio para saber qué tan viable y rentable es, además debe ser acorde a los objetivos estratégicos de la empresa u organización. Cuando un proyecto es viable, se estipula el Acta Constitutiva (*Project charter*) y el alcance que se estima tendrá, para ello es conveniente que se realicen estudios de viabilidad (técnica, económica, jurídica y ambiental) que ayude a garantizar la rentabilidad del proyecto y la aceptación de sus riesgos.

Harold Kerzner, conocido como uno de los mejores administradores de proyectos y uno de los autores con más conocimiento y experiencia en este tema, señala 16 puntos para una buena gestión de proyectos, la metodología es conocida como “Los mandamientos de la gestión de proyectos” y es la siguiente:

1. Adoptar una buena metodología de administración de proyectos y usarla de manera consistente.
2. Implementar una filosofía que lleve a la organización a la madurez en la administración de proyectos y comunicarla a todos.
3. Comprometerse a desarrollar planes efectivos al inicio de cada proyecto.
4. Minimizar los cambios en el alcance apegándose a objetivos realistas.
5. Reconocer que el manejo del tiempo y el costo son inseparables.
6. Elegir a la persona correcta para administrar el proyecto.
7. Proveer a los ejecutivos con la información del patrocinador del proyecto, no con la información del proyecto.

8. Fortalecer el involucramiento y apoyo de la administración.
9. Enfocarse en los entregables antes que en los recursos.
10. Establecer la comunicación efectiva, la colaboración y la confianza, para alcanzar rápidamente la madurez en la gestión de proyectos.
11. Compartir el reconocimiento por el éxito del proyecto con todos los miembros del equipo.
12. Eliminar las reuniones improductivas.
13. Enfocarse en identificar y solucionar los problemas de manera oportuna, rápidamente y con efectividad en cuanto al costo.
14. Medir el progreso del proyecto periódicamente.
15. Usar el *software* de administración del proyecto como una herramienta y no como un sustituto de la planeación efectiva o las habilidades interpersonales.
16. Implementar un programa de entrenamiento a todos los empleados, mejorándolo periódicamente con las lecciones aprendidas.

1.8 ¿Qué genera un proyecto?

De acuerdo al PMBOK un proyecto tiene como fin generar:

1. Un producto, que puede ser un componente de otro elemento, una mejora de un elemento o un elemento final en sí mismo;
2. Un servicio o la capacidad de realizar un servicio (p. ej., una función de negocio que brinda apoyo a la producción o distribución);
3. Una mejora de las líneas de productos o servicios existentes (p. ej., Un proyecto Seis Sigma cuyo objetivo es reducir defectos);

4. Un resultado, tal como una conclusión o un documento (p. ej., un proyecto de investigación que desarrolla conocimientos que se pueden emplear para determinar si existe una tendencia o si un nuevo proceso beneficiara a la sociedad).

1.9 Dirección de proyectos.

“La dirección de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo.” (PMI, 2013). En otras palabras, la dirección de proyectos es la estructura de actividades organizadas que están relacionadas entre sí y dirigidas al cumplimiento de los objetivos de forma efectiva teniendo siempre presentes las restricciones de costo y tiempo. Los recursos requeridos son temporales para cualquier proyecto.

Los procesos son la base fundamental de la Dirección de proyectos, es decir los planes, la organización, la metodología, las políticas y el conocimiento de los involucrados para ejecutar y dirigir un proyecto. La dirección de proyectos puede agruparse de la siguiente manera:

1. Inicio
2. Planificación
3. Ejecución
4. Monitoreo y Control
5. Cierre

Generalmente la administración de cualquier proyecto debe cumplir con ciertas características:

- Identificar el o los objetivos.
- Tratar las necesidades, intereses, expectativas y dudas de los interesados en el proyecto durante la planeación y realización del mismo.

- Implantar, coordinar y preservar una comunicación activa y cooperativa con los involucrados en el proyecto.
- Organizar a los involucrados del proyecto para cumplir con los objetivos.

Tomar en cuenta las restricciones propias del proyecto: el alcance, la calidad, el tiempo, el presupuesto, los recursos y los riesgos. La relación que existe entre estos factores es muy cercana, tanto que al cambiar cualquiera de ellos es muy probable que cualquier otro se vea afectado. Así mismo, modificar los objetivos genera riesgos adicionales.

1.10 Dirección de programas.

Los programas son un conjunto de proyectos relacionados entre sí que se gestionan de manera coordinada para lograr beneficios en conjunto, ya que de gestionarse individualmente los proyectos no se realizarían. “Un proyecto puede o no formar parte de un programa, pero un programa siempre consta de proyectos.” (PMBOK, 2013, p. 9).

La relación que tienen los proyectos de un programa es el resultado común que tienen. La dirección de programas tiene actividades interrelacionadas como:

- Solucionar conflictos debido a recursos que estén afectando a dos o más proyectos.
- Tener clara la dirección y estrategia que se le da a la organización para que no afecte a los objetivos de los proyectos.
- Resolver los problemas que puedan llegarse a dar por cambios dentro de una estructura de dirección compartida.

1.11 Dirección de portafolios.

Los portafolios son grupos de programas y proyectos dirigidos a lograr un objetivo específico. Los programas o proyectos que conformen el portafolio no necesariamente son

dependientes entre sí, ni están relacionados directamente, pero si están enfocados en lograr un objetivo de negocio estratégico para la empresa.

La dirección de portafolios consiste en gestionar uno o más programas, priorizando los proyectos en relación a los objetivos estratégicos del negocio, supervisando los objetivos generales de los proyectos y comparándolos para asegurar el uso eficiente de los recursos.

1.12 Estructura organizacional del proyecto.

Cada organización tiene su propia manera de funcionar, de acuerdo a los factores que le afectan y el grado de responsabilidad y autoridad de la dirección. Hay tres estructuras básicas que ayudan a las organizaciones a implementar un proyecto:

Organización funcional. Consiste en una jerarquía donde cada empleado tiene a un superior asignado, existe una división donde se agrupan por especialidades y a su vez las especialidades se subdividen en unidades funcionales específicas. Cada departamento se gestiona de manera independiente y hace su parte del trabajo que transfiere al siguiente departamento para continuar con el trabajo y así sucesivamente hasta que el resultado quede listo. Véase ilustración

1.

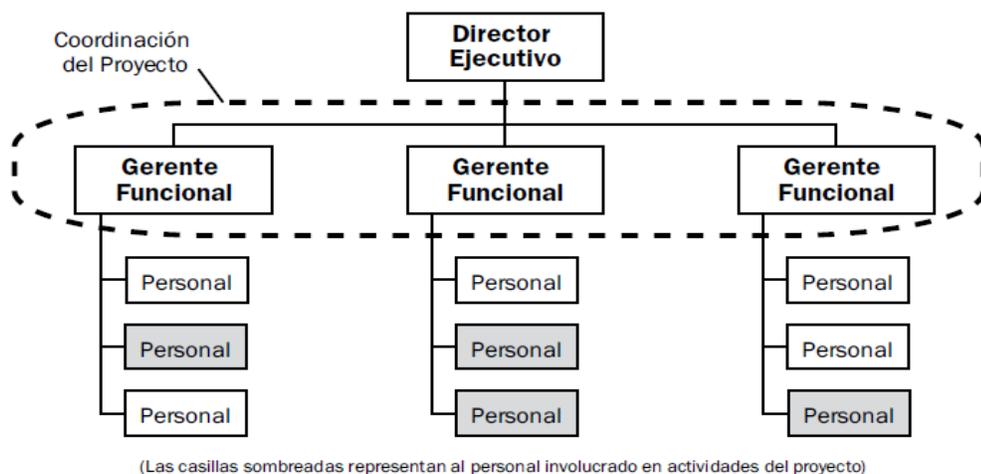


Ilustración 1. Organización funcional. Fuente: PMBOK, 2013.

Entre las ventajas de esta organización están:

- El gerente del proyecto tiene toda autoridad sobre el mismo.
- Los miembros del equipo tienen un solo jefe y no varios, por lo cual no hay duplicidad de funciones ni obligaciones.
- Las líneas de comunicación son más cortas, lo que hace que las decisiones sean más rápidas.
- Se fomenta la motivación y el orgullo de pertenecer al equipo.

Entre las desventajas de esta organización están:

- Hay mayor consumo de recursos al no compartirse entre los proyectos.
- Se ignoran las políticas de la organización, al pertenecer solo al equipo del proyecto.
- Se adoptan las innovaciones de manera más lenta.
- Los integrantes del equipo no tienen una actividad definida una vez que el proyecto termina y esto puede ocasionarles ansiedad o desmotivación.

En conclusión, estos equipos se dirigen mejor debido a que es más fácil asignarles trabajo, además los directores del área son normalmente especialistas de la misma. Un director de proyecto en este tipo de organización tiene muy poca autoridad, pero utiliza habilidades de comunicación y negociación para sacar adelante los proyectos.

Organización orientada a proyectos. En este tipo de organizaciones la lealtad del equipo está totalmente en el proyecto y en el líder del mismo. La mayoría de los recursos de la organización están enfocados en el proyecto y el director del proyecto tiene bastante independencia y autoridad. En esta organización se cuentan con unidades denominadas departamentos que pueden entregar reportes directamente con los líderes del proyecto (no necesariamente con los directivos

funcionales), debido a la cercanía de los departamentos o estar apoyando a varios proyectos. Véase ilustración 2.

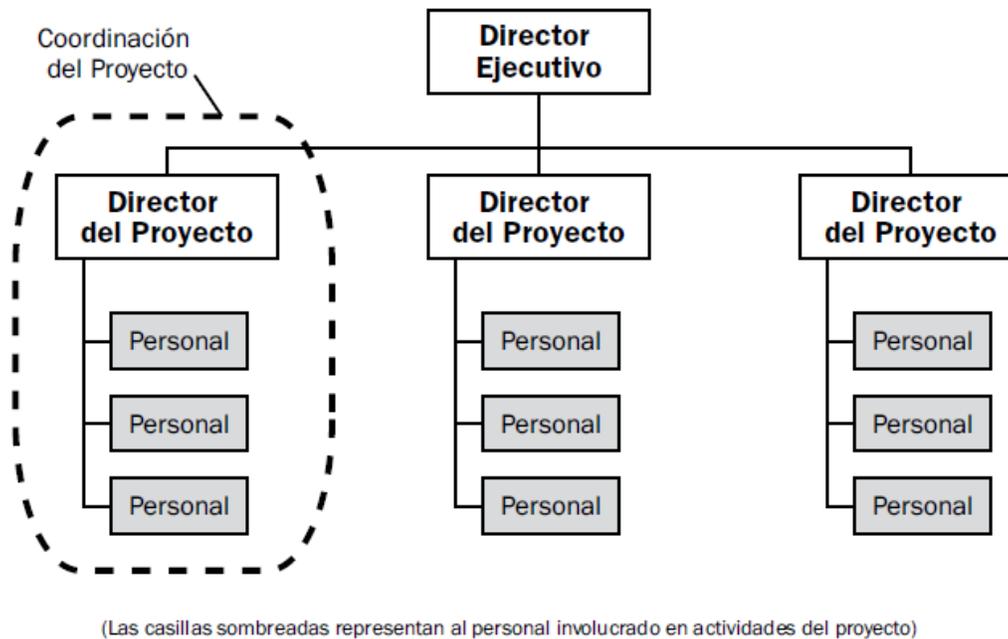


Ilustración 2. Organización orientada a proyectos. Fuente: PMBOK, 2013.

Entre las ventajas que tiene este tipo de estructura están:

- El gerente del proyecto tiene toda la autoridad sobre el mismo.
- Los miembros del equipo tienen un solo jefe y no varios, por lo cual no hay duplicidad de funciones ni obligaciones.
- Las líneas de comunicación son más cortas, lo que hace que las decisiones sean más rápidas.
- Se fomenta la motivación y el orgullo de permanecer en equipo.

Entre las desventajas de esta estructura se encuentran:

- Hay mayor consumo de recursos al no compartirse entre los proyectos.
- Se ignoran las políticas de la organización, al permanecer solo al equipo del proyecto.

- Se adoptan las innovaciones de manera más lenta.
- Los integrantes del equipo no tienen una actividad definida una vez que el proyecto termina y esto puede ocasionarles ansiedad o desmotivación.

Organización matricial. Las organizaciones matriciales tratan de tomar lo mejor de las dos organizaciones anteriormente mencionadas. Este tipo de organizaciones se pueden clasificar en: débiles, fuertes y de equilibrio, todo depende de la relación y nivel que exista entre el director del proyecto y los gerentes funcionales.

Los gerentes funcionales son los encargados de todas las labores administrativas, son además los encargados de asignar personal a cada proyecto y también quienes revisan y están al tanto del trabajo asignado a los empleados. En cambio, el director del proyecto tienen la responsabilidad de llevar a cabo el proyecto, asignan tareas y responsabilidades a los integrantes de su equipo y al igual que los gerentes funcionales, también deben evaluar el desempeño de sus subordinados, pero antes de empezar a asignar funciones y responsabilidades a los miembros de su equipo, el director o líder del proyecto debe tratarlo primero con el gerente funcional, pues es éste quien le asignará los recursos necesarios para dicho proyecto. En este tipo de organización es muy importante la negociación y comunicación entre gerentes funcionales y líderes de proyectos.

En las **matrices débiles**, el director del proyecto toma el rol de coordinador, depende de un gerente funcional de mayor nivel porque tiene cierta autoridad sobre su equipo y el proyecto, cualquier toma de decisiones se debe consultar con los gerentes funcionales, pues son ellos quienes tienen la última palabra y los recursos para el proyecto. Su organización es jerárquica y es más parecida a una organización funcional. Véase ilustración 3.

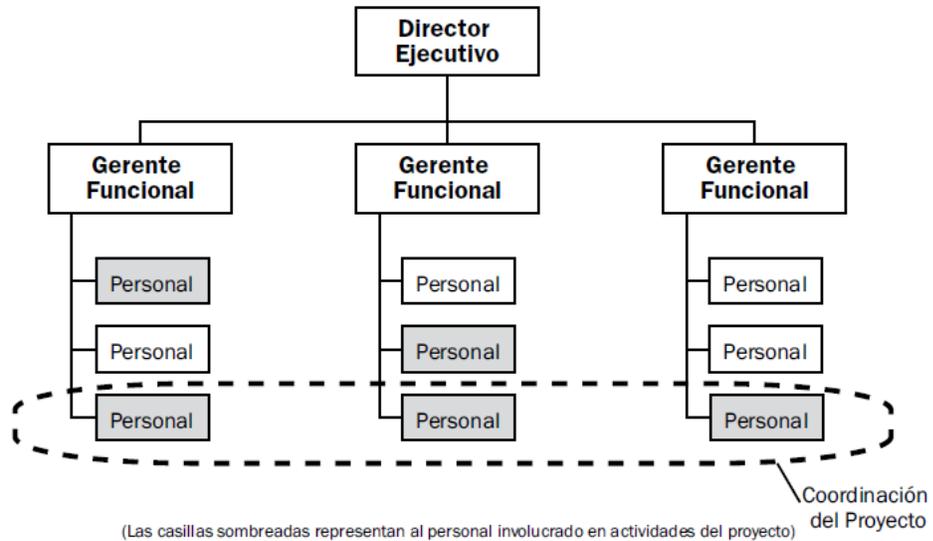


Ilustración 3. Matriz débil. Fuente: PMBOK, 2013.

Las **matrices fuertes** están más orientadas a la organización por procesos. Aquí el director del proyecto tiene más autoridad que los gerentes funcionales, pero el personal de trabajo reporta a ambos. En este tipo de organización, los entregables son lo más importante, el personal administrativo trabaja tiempo completo y el equipo de trabajo puede ser evaluado como miembro del proyecto o como técnico en un área. Véase ilustración 4.

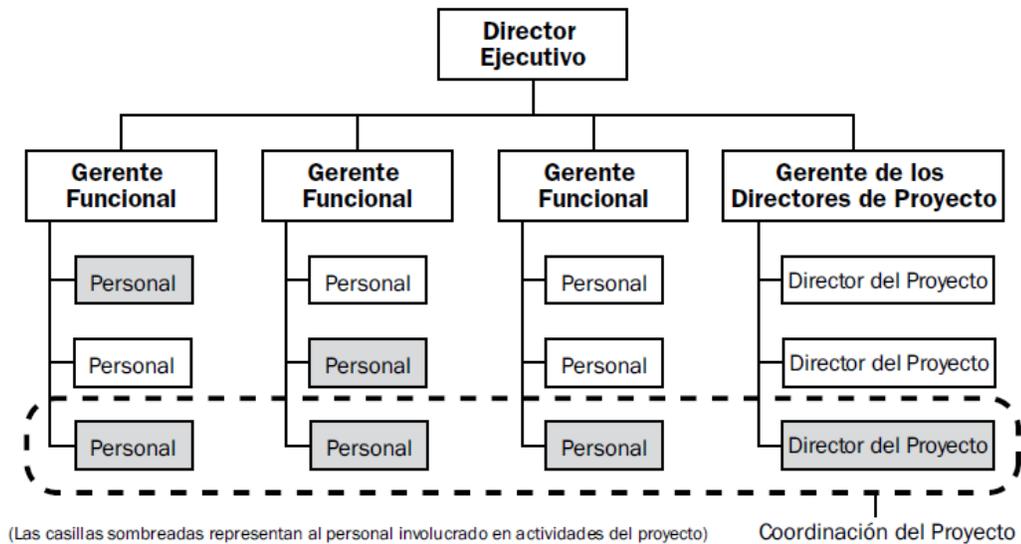


Ilustración 4. Matriz fuerte. Fuente: PMBOK, 2013.

La **matriz equilibrada** es el ideal, el poder está repartido igualitariamente entre el director del proyecto y el gerente o director funcional. El equipo de trabajo está organizado por proyectos, además al terminar los proyectos, el personal puede dedicarse a otro proyecto manteniendo o formando un nuevo equipo. Se reconoce la necesidad de contar con un director de proyecto que este dedicado completamente al proyecto, pero con cierta autoridad sobre el proyecto y el equipo. Véase ilustración 5.

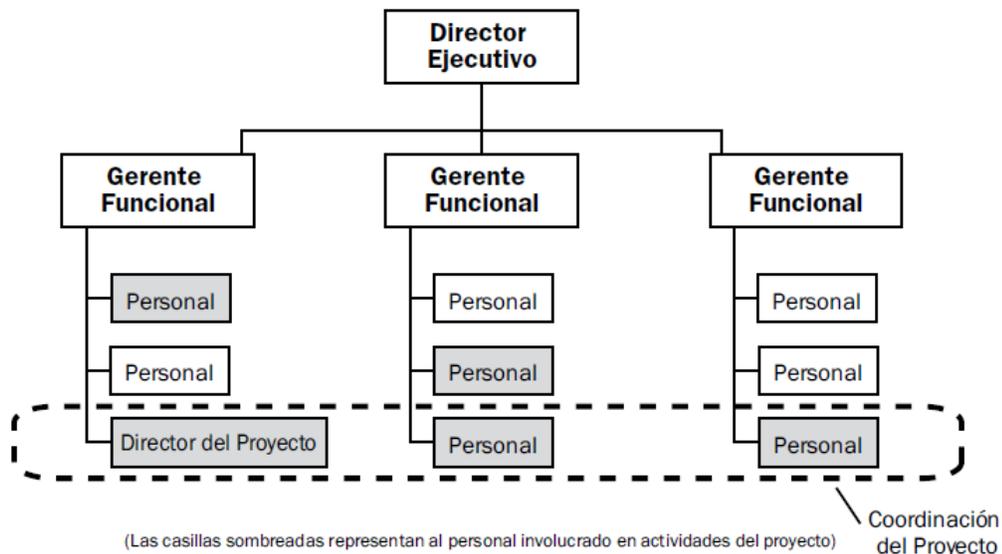


Ilustración 5. Matriz equilibrada. Fuente: PMBOK, 2013.

Entre las ventajas de este tipo de estructura se encuentran las siguientes:

- Hay mejor comunicación entre las divisiones funcionales.
- El gerente de un proyecto es el responsable de su éxito.
- Se aprovechan al máximo los recursos al compartirlos entre las áreas
- Los miembros del equipo no se preocupan por lo que harán una vez que termine el proyecto.
- Se respetan las políticas de la organización, por lo cual se tiene más apoyo para el proyecto.

Por su parte las desventajas son:

- Hay más de un jefe, lo que puede ocasionar conflictos entre los miembros del equipo en caso de haber diferentes indicaciones.
- El gerente del proyecto debe tener solidas habilidades para negociar.
- Puede haber disputa por los recursos entre varios gerentes de proyectos.
- Se genera mayor tensión al haber varios mandos.

	Funcional	Matriz débil	Matriz equilibrada	Matriz fuerte	Enfocada a proyectos
Autoridad del Director de Proyecto	Ninguna	Limitada	Baja	Moderada	Total
Disponibilidad de recursos	Pequeña	Limitada	Baja	Moderada	Total
Control del presupuesto	Gerente funcional	Gerente funcional	Mixto	Director de Proyecto	Director de Proyecto
Equipo administrativo para la gestión del proyecto	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo completo	Tiempo completo
Asignación del Director de Proyecto al proyecto.	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo completo	Tiempo completo

Ilustración 6. Diagrama comparativo entre los distintos tipos de estructuras organizacionales para proyectos. Fuente: PMBOK, 2013.

1.13 Ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Generalmente las fases son secuenciales y varían de acuerdo a las necesidades de gestión y control de la organización que participa, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación.

El ciclo de vida de los proyectos en general tiene cuatro fases: inicio, planeación, ejecución y cierre; el proyecto atraviesa por dichas fases y cada una se encuentra acotada a un tiempo, así como cada proyecto tiene un inicio y fin definido. Los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo variarán ampliamente dependiendo del proyecto. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado. Los proyectos son muy variables de acuerdo a su complejidad, pero todos los proyectos pueden configurarse dentro de la siguiente estructura (véase ilustración 7):

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



Ilustración 7. Curva típica de Costo y Dotación de personal en un proyecto. Fuente PMBOK, 2013.

Dicha estructura presenta por lo general, el siguiente comportamiento y características:

- Al inicio del proyecto el costo es bajo y el personal es poco, alcanzan su punto máximo según se desarrolla el trabajo y caen rápidamente cuando el proyecto se acerca al cierre.
- La curva típica de costo y dotación de personal puede no ser igual en todos los proyectos. Habrá proyectos que requieran de una gran inversión al inicio de su ciclo de vida o aseguramiento de los recursos humanos que van a ser requeridos a lo largo de todo el proyecto desde etapas muy tempranas.
- Generalmente los riesgos y la incertidumbre son mayores en el inicio del proyecto, los cuales van a ir disminuyendo conforme avanza el proyecto a medida que se van adoptando decisiones y aceptando los entregables.
- La probabilidad de éxito en el proyecto es baja al inicio e irá incrementando a medida que se desarrolla.
- Los interesados en el proyecto tienen mayor capacidad de influir al inicio del proyecto sin afectar significativamente el costo, pero va disminuyendo a medida que el proyecto avanza hacia su conclusión.
- El costo de efectuar cambios o corregir errores suele aumentar a medida que el proyecto se acerca a su fin.

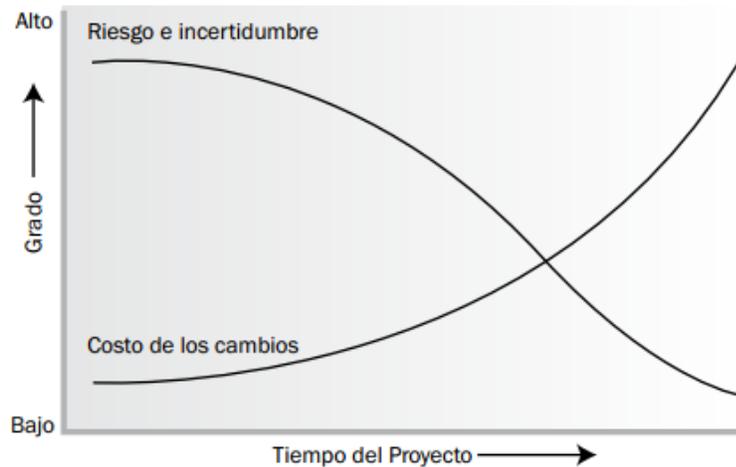


Ilustración 8. Comportamiento del riesgo y los costos en medida del tiempo en un proyecto. Fuente: PMBOK, 2013.

1.13.1 Fases del proyecto.

En general los proyectos constan de cuatro fases: inicio, planeación, ejecución y cierre. El tiempo y nivel de esfuerzo que se dedican a cada fase depende de la complejidad de cada proyecto.

La **fase de inicio** consiste en identificar la necesidad, el problema o la oportunidad que le da origen al proyecto. El proyecto inicia cuando los patrocinadores aportan los recursos necesarios para que se lleve a cabo el logro del objetivo. La organización se debe realizar un proceso de selección, puede existir más de un proyecto para solucionar el mismo problema o satisfacer la misma necesidad, pero dichas organizaciones están limitadas por la cantidad de fondos y recursos con los que cuenta, por ello la importancia de dejar definido el proyecto durante esta fase en un Acta Constitutiva. En esta acta se deja establecido el objetivo del proyecto, la cantidad de recursos que se van a utilizar, los beneficios y resultados que se esperan tener, las condiciones bajo las cuales se va a trabajar, el monto proporcionado de los fondos, la fecha de inicio y de termino, el nombre de los interesados y su participación en el proyecto, los entregables, las actividades o tareas que se realizarán, las revisiones y aprobaciones; todo lo necesario para evitar retrasos, cambios y complicaciones.

Una vez que todo queda escrito en el Acta Constitutiva, se pasa a la **fase de planeación** del proyecto. Es necesario que se elabore un plan de trabajo que muestre como se realizara el proyecto, que defina el alcance del mismo en el tiempo y presupuesto acordado. Es importante realizar el plan del proyecto y después trabajar en ello, de esta manera se disminuye la probabilidad de un fracaso. La fase de planeación inicia cuando se firma el Acta Constitutiva aprobando dicho proyecto, es entonces cuando se comienza a trabajar en el Plan de trabajo a seguir. “La planeación consiste en determinar qué se debe hacer (alcance, entregables), cómo se hará (actividades, secuencia), quién lo va a hacer (recursos, responsabilidad), cuánto tiempo tomará hacerlo (duración, programa), cuánto va a costar (presupuesto), y cuáles son los riesgos.” (Gido & Clements, 2012). Elaborar un plan de trabajo detallado, es una manera de garantizar el éxito del proyecto. La participación genera compromiso, las personas involucradas en el desarrollo del proyecto deben estar involucradas en la planeación del mismo dado que muchas veces son quienes están mejor informados de las actividades estipuladas que se van a realizar.

Al terminar de especificar y definir el plan de trabajo se procede a desarrollarlo es aquí donde inicia la **fase de ejecución**. El trabajo puede continuar cuando el director de proyecto dirige a su equipo a realizar las actividades para producir los entregables. Es durante esta fase que se llega al alcance del proyecto y su objetivo es logrado. Los entregables tienen una gran importancia puesto que servirán de guía para saber el nivel de satisfacción del cliente a lo largo de la fase. Un método clave para poder lograrlo es hacer siempre comparativos entre las actividades realizadas y las programadas, esto ayuda a saber si el desarrollo del trabajo se está haciendo de acuerdo al plan inicial. Para saber el avance real que se lleva es necesario hacer un registro de cada actividad realizada, saber cuándo se iniciaron y cuándo se terminaron, además de dar una visión más clara al director de proyecto sobre las actividades restantes, el tiempo que falta para realizarlas, la

cantidad de presupuesto que se ha utilizado, si debe emprender medidas correctivas o si el proyecto va por buen camino, en general, la manera en cómo ha llevado el proyecto. Entre más rápido se detecte y se solucione un problema, mejor.

Dentro de todo proyecto existen cambios y son precisamente en la fase de ejecución donde ocurren. Los cambios representan riesgo, pues afectan de manera directa al alcance, costo y tiempo del proyecto. Algunos cambios son menores, pero existen otros de gran impacto que pueden disminuir las probabilidades de éxito del proyecto, además si los cambios se identifican al inicio del proyecto el impacto sería menor en alcance, tiempo y costo que si se identifican al cierre de fases o incluso, de rehacer el trabajo, por ejemplo: cambiar los datos PVT de un simulador numérico de yacimientos para hacer la prueba con otro tipo de escenario antes de hacer un ajuste de historia a cambiar el modelo geológico que se simulará, el hacerlo requiere de mayor tiempo y presupuesto para volver a integrar la información del modelo y predecir nuevamente el comportamiento del yacimiento. Para tratar de evitar grandes impactos en el cumplimiento del objetivo, se debe establecer un sistema de control de cambios donde se documentarán, aprobarán y comunicarán cada cambio existente en la ejecución del proyecto, de lo contrario puede perderse de vista el efecto sobre el alcance, provocando problemas futuros con el tiempo y el presupuesto. La comunicación, como en todas las etapas es muy importante, pero cuando existen cambios el director del proyecto debe llegar a acuerdos entre los proveedores, el cliente, el gerente funcional y en especial con el equipo de trabajo, saber si van a requerir de más horas/hombre de trabajo y recursos. En ciertos casos, los cambios ayudan a prevenir riesgos, como el rediseño de tuberías de producción que no cumple con ciertos criterios de calidad.

La fase de ejecución estará terminada cuando el patrocinador o cliente estén satisfechos con el resultado del proyecto, esto es, que estén de acuerdo con los entregables y las especificaciones, el cumplimiento del objetivo.

El **cierre del proyecto** es la fase final del mismo. La evaluación, el reconocimiento del equipo de trabajo, los últimos pagos, la realización de facturas y el archivo de la documentación del proyecto son actividades que van dentro de esta fase. La evaluación del desarrollo del proyecto es una de las actividades con mayor importancia puesto que los integrantes del equipo pueden aportar recomendaciones para mejorar el trabajo basados en las lecciones aprendidas, esto con el fin de crear una retroalimentación que puede ayudar en proyectos futuros. Con los patrocinadores y el cliente es importante saber si se cumplió con el nivel de satisfacción que esperaban y determinar los beneficios que se han logrado para así mantener una relación de negocios futura con ese cliente.

1.14 Definición de proceso.

“Un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio predefinido.” (PMI, 2013). Los procesos explican el trabajo a realizar por el equipo del proyecto en coordinación con los interesados. Se dividen, según el PMI, en cinco grupos: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y control y cierre; al igual que las fases del proyecto, los cinco grupos de procesos también dependen unos de otros.

La metodología propuesta por el PMI tiene el siguiente esquema (véase ilustración 9): entradas, técnicas y herramientas, salidas.

- Entradas. La recopilación de toda la información necesaria para su análisis.
- Técnicas y herramientas. Realizar el trabajo de acuerdo a la información analizada.
- Salidas. Es el resultado de las actividades realizadas.

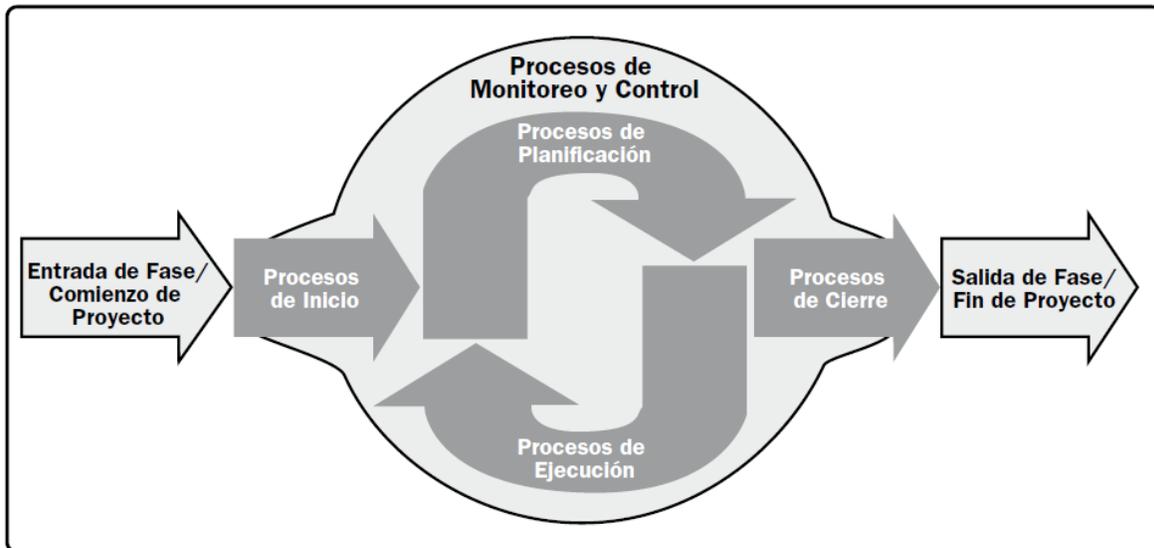


Ilustración 9. Grupos de procesos. Relación que tienen los cinco grupos de procesos en un proyecto.

PMBOK, 2013.

1.16 Procesos de la Dirección de Proyectos.

Dirigir un proyecto es aplicar técnicas administrativas (conocimientos, habilidades y herramientas) de manera eficaz en las actividades a realizar durante el ciclo de vida del proyecto para el cumplimiento del objetivo deseado. Los procesos en la dirección de proyectos ayudan a la integración de todas las actividades de manera coordinada.

1.16.1 Grupo de procesos de inicio.

En este grupo de procesos se sabe que existe un proyecto fruto de una necesidad o idea. En este proceso se garantiza la aprobación para comprometer los recursos de la organización que trabajen en el proyecto o fase y autoriza al director del proyecto a empezar a trabajar en el proyecto. Los resultados de esta fase son, el acta de constitución y la lista de interesados.

1.16.2 Grupo de procesos de planificación.

En este grupo de procesos se realizan los objetivos propuestos y se revisan de acuerdo a las metas del proyecto, esto para crear un Plan de Dirección del Proyecto y lograr dichos objetivos. Se analizan y se definen todas las alternativas para la realización del proyecto y se eligen las que pueden lograr mejor los objetivos, se establecen los requerimientos del proyecto, se alinean dichos requerimientos con el producto y se completa la lista de interesados.

Los documentos que se generan durante este proceso serán de suma relevancia para los procesos de ejecución, monitoreo y control y cierre, estos documentos serán en gran parte la base de las actividades que se realizarán. Por ello este proceso engloba todas las áreas del conocimiento para asegurar que cada una se ejecuta correctamente.

1.16.3 Grupo de procesos de ejecución.

Estos procesos implican poner en marcha el Plan de Dirección del Proyecto. En esta fase el director del proyecto coordinará y dirigirá los recursos del proyecto para lograr los objetivos previstos. En esta fase se tratará de que el proyecto avance al ritmo previsto y asegurar que la ejecución del proyecto esté alineada con los objetivos del proyecto sin perderlos de vista. Además, en esta fase se producen, revisan y aprueban los cambios (inevitables en todo proyecto). Es la fase en la que se consume más tiempo, recursos y en la que los gastos mayores.

Es importante recordar que los cambios, son inevitables y que aparecerán al ir conociendo a más detalle que amplíen el conocimiento del producto y el proyecto. Por ello, el desarrollo del Plan de Dirección, la planificación y la documentación puede plantearse como procesos iterativos y continuos, lo que se llama planificación gradual.

1.16.4 Grupo de procesos de seguimiento y control.

Con este grupo de procesos se toman medidas del avance del proyecto en cada una de sus vertientes (tiempo, costo y trabajo) y se analizan para determinar si el proyecto se mantiene según lo previsto en el plan base, tratando de identificar los problemas y desviaciones tan pronto como sea posible y aplicar las acciones correctivas necesarias para controlar las desviaciones y asegurar el éxito del producto final. Los posibles cambios o desviaciones nos llevarán a revisar el plan inicial en lo referente en actividades, recursos, cronograma, presupuestos y riesgos.

1.16.5 Grupo de procesos de cierre.

Este grupo de procesos trata de completar las actividades del proyecto y cerrarlo técnica, contractual y administrativamente de manera formal y ordenada. Pero habitualmente, prácticamente sin haber acabado un proyecto, los recursos humanos ya han sido asignados al siguiente. Es una fase importante porque toda la información recogida y producida durante el cierre del proyecto debe ser revisada y utilizada para detectar errores y proponer mejoras para futuros proyectos.

El cierre de los contratos con los proveedores, la aceptación formal y aprobación por parte de las partes interesadas se produce en este momento. Por ello debemos considerar que el cierre del proyecto es una muy buena oportunidad porque las lecciones aprendidas y la documentación realizada y archivada del proyecto serán de gran utilidad para futuros proyectos y directores del proyecto.

1.17 El Director del Proyecto.

El director del proyecto es la persona que cumple los objetivos del proyecto y las expectativas del cliente de manera individual o en equipo. Los resultados que nacen de un proyecto exitoso, ayudan a las organizaciones a responder ante su entorno, la competencia y el mercado,

por tanto, el rol del director del proyecto es estratégico. Es precisamente él la persona indicada para evaluar e implementar las ideas hacia el éxito del proyecto, corroborar las necesidades del proyecto y que dichas necesidades cumplan con las expectativas del cliente, además el director, tiene la capacidad de asignar el trabajo a cada persona de su equipo y decide las actividades a realizar, el plazo en que se harán, el costo que tendrán y los recursos que necesitarán. Además de habilidades técnicas, el director del proyecto debe aplicar de manera eficaz habilidades de:

- **Conocimiento:** todo aquello que el director del proyecto sabe sobre la dirección.
- **Desempeño:** lo que logra realizar con la aplicación de sus conocimientos.
- **Personales:** el comportamiento que tiene el director del proyecto al ejecutar las actividades relacionadas con el proyecto y con el equipo.

Es fundamental para cualquier Director de Proyectos, además de contar con las habilidades éticas y de conocimiento, tener habilidades interpersonales, como:

- **Comunicación.** La más importante. La primera causa de fracaso en los proyectos es por no establecer claramente los objetivos, la segunda causa es la mala comunicación entre los interesados, consecuencia de la primera. Por ello las habilidades de comunicación hacen la diferencia entre el éxito y el fracaso, un director de proyectos está en comunicación (hablada y escrita) con las partes interesadas de manera continua, es vital que la comunicación sea clara, explícita y completa para cualquiera que sea su receptor. Aun habiendo enviado el mensaje, el director sigue siendo el responsable de asegurar que el mensaje fue captado en su totalidad y de aclarar todas las consultas pertinentes.
- **Trabajo en equipo y Motivación.** Los equipos de trabajo están integrados por personas que varían en expectativas, necesidades, antecedentes, objetivos

individuales y puede que se hayan trabajado anteriormente juntas o no, es por ello que el director del proyecto trata de crear un ambiente de trabajo solidario y les ayuda a ir trabajando en cada una de las fases del proyecto para lograr autonomía y eficiencia en cada persona que integra su equipo. Para poder lograrlo, es necesario que los integrantes del equipo se sientan motivados a seguir con el proyecto, ofreciéndoles satisfacciones profesionales, sensación de realización, logro y crecimiento, compensaciones financieras suficientes, reconocimiento de su trabajo, todo para crear el ambiente de trabajo que cumpla con los objetivos del proyecto.

- **Liderazgo.** Los directores de proyectos son los líderes que marcan el rumbo y dirigen los esfuerzos de un grupo de personas hacia el cumplimiento de los objetivos. El trabajo del líder es de suma importancia en las fases iniciales del proyecto y cuando existan problemas, es aquí donde una eficaz comunicación de las metas y la motivación facilitan e inspiran a los participantes al mejor desempeño.
- **Negociación.** Negociar es llegar a un acuerdo mediante el diálogo con personas de interés opuesto para que ambas partes puedan lograr un compromiso y ganancia mutua. El director del proyecto debe tener esta habilidad para negociar presupuesto, costo, tiempo, recursos, etc., con los interesados, tanto personas de su equipo, con los patrocinadores o sus jefes funcionales, como con personas externas, por ejemplo, el cliente o sus proveedores. Cuando el director del proyecto puede hacer que la otra parte implicada en la negociación acepte la solución que se le propone porque ha llegado a creer que es la mejor de las posibles soluciones, implica poder tener la capacidad de cambiar el rumbo del proyecto e influenciar en los resultados

del proyecto. Una buena negociación incrementa el éxito del proyecto. Según el PMI hay conductas clave para negociar:

- Analizar la situación.
 - Diferenciar entre necesidades y deseos, tanto personales como de otros.
 - Centrarse en los intereses y asuntos más que en la posición.
 - Pedir mucho y ofrecer poco, pero ser realista.
 - Cuando se está haciendo una concesión, actuar como si se estuviera generando algo de valor (para el proyecto) y no de una renuncia.
 - Ambas partes deben sentirse como si hubiesen ganado. Relación ganar-ganar. Evitar que la otra parte sienta que le han sacado ventaja.
 - Escuchar atentamente y comunicarse fluidamente.
-
- **Generar confianza.** Cuando en un equipo de trabajo no existe la confianza, resulta difícil construir las relaciones necesarias entre los involucrados. Dichas relaciones deben ser positivas y colaborativas en el intercambio de ideas, creando un vínculo fuerte y facilitando la resolución de problemas. Para ello se debe tomar en cuenta que una comunicación abierta, explícita y directa ayuda demasiado, pues mantiene a los participantes continuamente informados, mismos que se sienten libres de realizar cualquier tipo de pregunta respecto al proyecto, asegurando una mejor comprensión de las necesidades evitando que se asuma información o se den por hecho las cosas.

- **Toma de decisiones.** El director del proyecto está inmerso en un entorno que le obliga a tomar decisiones en todo momento, es por ello que existe un modelo de seis fases que ayuda a los directores de proyectos, el cual se muestra a continuación:
 1. Definición del problema: estudiar completamente el problema, analizarlo y definirlo.
 2. Generación de la solución del problema: generación de nuevas ideas elaborando múltiples soluciones.
 3. De las ideas a la acción: evaluar las ventajas y desventajas de las posibles soluciones y elegir la mejor.
 4. Planificación de la implementación de la solución: implicar a los participantes clave para que acepten la solución elegida y trabajen comprometidamente en ella.
 5. Planificación de la evaluación de la solución: analizar la solución tras su implementación, evaluarla y recoger las lecciones aprendidas.
 6. Evaluación del resultado y del proceso: evaluar en qué medida se resolvió el problema o se alcanzaron las metas del proyecto.

- **Influencia.** Influir en las personas del equipo de trabajo es una habilidad que ayuda a la cooperación de otros para una meta común, dirigida con el ejemplo. Un buen director de proyectos debe influir en los demás para que el cumplimiento de los objetivos del proyecto sea importante para todos. Esta influencia debe ser positiva y progresiva de acuerdo a la motivación con que se trabaje y se reconozca el trabajo de los participantes.

- **Gestión de conflictos.** Los problemas en el desarrollo de un proyecto surgen día a día, el saber identificar sus causas, analizar de manera técnica o personal, interpretar, comunicar y resolver valorando el impacto que puede generar en el desarrollo del proyecto, es una habilidad que el director del proyecto debe manejar, generando la confianza de los interesados hacia él. La gestión de conflictos es quizá uno de los mayores retos para cualquier director de proyecto, se necesitan las habilidades interpersonales antes mencionadas para llevar al equipo de trabajo hacia la resolución exitosa.
- **Conocimientos de política y cultura.** Tanto el director del proyecto como el equipo de trabajo deben conocer y comprender las diferencias político-cultural existente dentro de la atmósfera laboral para poder lograr un ambiente de confianza. El conocimiento político-cultural es una herramienta que debe integrarse en la planeación del proyecto y su implementación ayuda a conocer a los diferentes integrantes del equipo y así mejorar la comunicación.

1.18 Interesados del proyecto.

“Un interesado es un individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado, o percibirse a sí mismo como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto.” (PMI, 2013), es decir, todas aquellas personas u organizaciones con intereses creados en torno al proyecto. Estas personas pueden estar trabajando activamente en el proyecto, pueden estar suministrando entradas o pueden estar recibiendo resultados. Toda persona que tiene algo que ganar o perder con el proyecto, se considera como un interesado del proyecto. Todos los miembros del equipo y las entidades internas o externas a la organización, forman parte del proyecto.

Identificar a dichos interesados no es de manera inmediata ni estable a lo largo del proyecto, pueden aparecer nuevos interesados y también pueden otras personas desinteresarse del mismo.

La identificación de los interesados del proyecto es de suma importancia, pues algunos pueden impedir el éxito del proyecto de manera pasiva o activa. El director del proyecto debe mantener atención en dichos interesados a lo largo del ciclo de vida del proyecto para poder abordar cualquier incidente que pueda surgir. Este es un proceso a largo plazo y tiene que ser continuo, no sólo para conocer e identificar a los interesados, también para comprender el grado de influencia que tienen sobre el proyecto, conocer sus necesidades, sus expectativas y sus demandas sobre el proyecto. Conocer a los interesados del proyecto es una tarea de suma importancia para cualquier director de proyectos, de no ser así se podría ver reflejado en retrasos, aumento de costos, riesgos inesperados e incluso las consecuencias llegan a ser la cancelación del proyecto.

Gestionar las expectativas de los interesados es una tarea difícil, cada integrante es diferente y sus expectativas también lo son, es entonces que el director del proyecto debe equilibrar dichas expectativas y asegurar que los interesados trabajen de manera cooperativa y profesional. Los interesados varían de acuerdo al aporte que dan durante el desarrollo del proyecto, pueden ser:

- **Patrocinador.** Un patrocinador es la persona que proporciona recursos para el proyecto, haciendo más fácil el éxito del mismo. Impulsa el proyecto desde el inicio hasta su cierre. La mayor tarea del patrocinador es durante los procesos iniciales hasta que está formalmente autorizado (Acta Constitutiva). Su participación es importante para autorizar cambios relacionados al alcance del proyecto, en revisiones y entregables de cierre de fase o cuando existen riesgos muy altos para

decidir si se sigue con el proyecto o no. Los patrocinadores pueden ser internos o externos a la organización.

- **Clientes.** Los clientes son las personas u organizaciones que aprobarán y se encargarán de administrar el resultado final del proyecto (producto, servicio o resultado). Pueden ser internos o externos a la organización.
- **Usuarios.** Los usuarios son las personas u organizaciones que utilizaran el producto, servicio o resultado final del proyecto. Los usuarios también pueden ser internos o externos a la organización.
- **Vendedores.** Los vendedores son aquellas organizaciones externas que mediante la celebración de un contrato pueden ofrecer los servicios o materiales necesarios para el proyecto.
- **Socios de negocios.** Los socios de negocios son aquellas personas que aportan una experiencia especializada o tienen un papel particular apoyando en actividades como capacitación de cierta área. Los socios de negocios son externos a la organización.
- **Grupos de la organización.** Interesados internos que se ven afectados por todas las actividades realizadas y las decisiones tomadas dentro de la organización ejecutora del proyecto. Estas organizaciones pueden ser: recursos humanos, áreas legales, operaciones, producción, etc.
- **Gerentes funcionales.** Los gerentes funcionales son las personas que realizan el rol de administrar todas las áreas dentro de la organización y aportan servicios o conocimientos dentro de la materia.

1.19 Éxito del proyecto.

“El éxito del proyecto debe medirse en términos de completar el proyecto dentro de las restricciones de alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgos, tal y como se aprobó por los Directores del Proyecto conjuntamente con la Dirección General.” (PMI, 2013). El saber administrar los recursos, el presupuesto, los riesgos y el tiempo para poder completar el alcance del proyecto cumpliendo con las especificaciones de calidad sin abandonar las expectativas del cliente es una manera de asegurar el éxito del mismo. El reto para el director del proyecto no solo es saber equilibrar dichos factores a lo largo del ciclo de vida del proyecto, sino también prevenir posibles afectaciones o en dado caso de que ocurran, minimizando el impacto en el logro del objetivo del proyecto.

Algunos factores críticos de éxito son: (sacados del libro de administración exitosa).

- La planeación y la comunicación son fundamentales para la administración exitosa de proyectos. Evitan que ocurran problemas o reducen su impacto al mínimo en el logro del objetivo del proyecto cuando se generan.
- Tomarse el tiempo para desarrollar un plan bien elaborado antes de que inicie el proyecto es crucial para el logro exitoso de cualquier proyecto.
- Un proyecto debe tener un objetivo claro de lo que se realizará, definido en términos de producto final o entregable, programa y presupuesto, aceptado por el cliente.
- Involucrar a los patrocinadores o clientes como socios en el éxito del proyecto mediante su participación activa en el mismo.
- Lograr la satisfacción del cliente requiere una comunicación continua para mantenerlo informado y determinar si las expectativas han cambiado.

- La clave para el control eficaz del proyecto es medir el avance real y compararlo con el avance planeado de manera oportuna y regular, y aplicar de inmediato las acciones correctivas necesarias.
- Después de concluir un proyecto se debe evaluar su realización para saber que se podría mejorar si se hace un proyecto similar en el futuro. Se debe obtener retroalimentación del patrocinador o cliente y del equipo del proyecto.
- El aprendizaje y la comprensión de la cultura y las costumbres de otros participantes en el proyecto mostrará respeto, generará confianza y ayudará en el desarrollo de un equipo del proyecto efectivo, lo cual es fundamental para una administración de proyectos global exitosa.

CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE INTEGRACIÓN DEL PROYECTO

“La integración permite consolidar las expectativas del propietario del proyecto y reconocer las necesidades esenciales del mismo, permite el conocimiento de los requerimientos del proyecto a los participantes en todos sus niveles y en todo el espectro de la organización del proyecto. “ (Torres & Torres, 2012). El Proceso de Integración del proyecto es la base de la administración de los proyectos y su propósito es asegurar que todas las partes interesadas trabajen coordinadamente en las actividades diarias, además ayuda al director del proyecto a asegurarse de que el proyecto se desarrolle desde el inicio al cierre coordinando las actividades, los recursos y el presupuesto del proyecto de acuerdo a las restricciones del mismo para obtener el resultado deseado.

“Un proceso es una serie de actividades y acciones coordinadas que se desarrollan para obtener un resultado esperado.” (Torres & Torres, 2012). La dificultad del Proceso de Integración radica en el grado de coordinación y sincronización por parte de los participantes del proyecto. Este esfuerzo debe emplear los recursos disponibles en el momento preciso y al menor costo. El éxito o fracaso del proyecto depende en gran parte del Proceso de Integración, es aquí donde se reconoce que ninguna de las áreas de conocimiento puede dirigirse de manera aislada. Este proceso consiste en:

1. **Desarrollar el Acta Constitutiva del proyecto.** En este proceso se desarrolla el documento que autoriza formalmente la existencia del proyecto asignando al director del proyecto la autoridad para administrar los recursos de la organización y las actividades a realizar por el equipo del proyecto. Con este documento se tiene una visión más clara de la gestión del proyecto, el alcance queda definido basado

en expectativas y necesidades de las partes interesadas y se da un formal inicio al proyecto al ser firmado.

- 2. Desarrollar el Plan para la Dirección del proyecto.** En este proceso se genera una guía referente a todas las actividades a desarrollar. Todos los requisitos estipulados en el Acta Constitutiva son la entrada para generar un Plan de Dirección del proyecto. Este documento es de suma importancia para su realización, pues abarca todas las áreas de tal manera que ayuda al director del proyecto a saber manejar los posibles problemas ocasionados por cambios. Cuando se genere alguna duda sobre cómo abordar una situación del proyecto, éste es el documento a consultar.
- 3. Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto.** Una vez planificado el proyecto, comienza el trabajo. En esta etapa, el director del proyecto se encarga de ejecutar las actividades definidas en el Plan de Dirección para que el resultado sea el esperado. El director del proyecto debe asegurarse de que todas las personas implicadas están realizando adecuadamente sus tareas para que el producto, servicio o resultado único cubra los requisitos, las necesidades y expectativas del cliente y del resto de las partes interesadas. En el proceso también se pueden implementar los cambios aprobados en el Plan de Gestión de Cambios, con el fin de alcanzar los objetivos del proyecto.
- 4. Monitorear y controlar el trabajo del proyecto.** En el proceso el director ejecuta las actividades definidas en el Plan para la Dirección del proyecto para su revisión, medición y supervisión de manera continua, reportando periódicamente si el

proyecto va cumpliendo con los objetivos de desempeño o si aparecen nuevos riesgos u oportunidades a evaluar.

5. **Realizar el control integrado de cambios.** El proyecto inicialmente definido puede sufrir modificaciones durante su ejecución. En este proceso se analizan todas las solicitudes de cambio que puedan surgir durante la ejecución del proyecto, el director del proyecto debe trabajar conjuntamente con su equipo y los interesados para evaluar su manejo y poner en marcha la solución más adecuada. Dicha solución debe estar actualizada en el Plan de Dirección y distribuirlo a todas las personas interesadas asegurando que todas las partes estén al día, lo que facilitará el trabajo y evitará malos entendidos.
6. **Cerrar el proyecto o fase.** Es el último proceso que consiste completar el proyecto y cerrar el contrato, es decir, finalizar todas las actividades en todos los grupos de procesos de la Dirección de Proyectos, proceder al cierre administrativo del proyecto, así como asegurarse de que queda todo documentado y se han identificado las lecciones aprendidas.

El Proceso de Integración del proyecto es dinámico pues no existe un solo método para llegar al objetivo, debido a la naturaleza de los proyectos es que cada proceso que lo compone puede ser abordado de diferente manera sin perder de vista el alcance establecido. “La integración de los proyectos requiere de herramientas que faciliten el trabajo al Director del Proyecto. Se necesitan herramientas para la integración de los proyectos, es decir, facilitar el proceso de administración que mantiene el proyecto unido a lo largo de su ciclo de vida” (Pons, 2008).

2.1 Metodología Project Management Institute.

El PMI es una asociación civil que sin fines de lucro ha promovido el uso de las mejores prácticas enfocadas a la gestión de proyectos para su aplicación en cualquier campo. Ha identificado, estudiado, evaluado y analizado cada uno de los estándares más requeridos y aceptados a nivel internacional, dicha recopilación se encuentra en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (PMBok, por sus siglas en inglés), donde además describe normas, métodos y procesos reconocidos para la dirección de proyectos de manera profesional.

La metodología propuesta puede ser implementada en cualquier organización, sólo debe personalizarse a las necesidades del proyecto y de la empresa. Existen dos componentes importantes que conforman dicha metodología:

1. Ejecución de procesos:
 - a. Grupo de procesos de inicio.
 - b. Grupo de procesos de planificación.
 - c. Grupo de procesos de ejecución.
 - d. Grupo de procesos de monitoreo y control.
 - e. Grupo de procesos de cierre.
2. Divididos en nueve áreas de conocimientos, sin embargo, este trabajo sólo considera las siguientes:
 - a. Integración
 - b. Alcance
 - c. Tiempo.
 - d. Costo.
 - e. Calidad.
 - f. Riesgos.

Para poder aplicar cada área de conocimiento en los grupos de procesos pertinentes, la metodología propone:

1. Tomar toda la información y documentación que se tenga disponible.
2. Aplicar métodos para transformar dicha información.
3. Obtener los resultados deseados.

Es decir, método consiste en crear resultados utilizando:



Diagrama 1. Metodología propuesta por el PMI. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

2.2 Procesos para iniciar el proyecto.

Los procesos pertenecientes al inicio del proyecto, son aquellos que definen la creación formal del proyecto en general o bien, de fases que conforman al proyecto. Los procesos de inicio son creados para obtener la aprobación que dará pie a realizar todas aquellas acciones, actividades, tareas o trabajo a ejecutar. Para ello, el grupo de procesos de inicio proporciona el resultado más importante no sólo del proceso, sino de todo el proyecto: El Acta Constitutiva del proyecto.

Para la creación del Acta Constitutiva del proyecto se realiza el siguiente proceso:

1. Entradas.

Se toma toda la información referente a la organización y sobre las necesidades del cliente o patrocinador, en este caso:

- **Descripción del trabajo del proyecto.** Son los productos, servicios o resultados esperados basados las necesidades de negocios del propietario, la descripción del producto final esperado, los requerimientos explícitos del cliente y todo debidamente documentado para poder describir de manera general de las actividades a realizar por el equipo de trabajo.
- **Análisis del negocio.** Identifica desde el punto de vista de los negocios que tan factible es la inversión para el proyecto. Está basado en la evaluación del proyecto, incluyendo estudios de mercado, técnico, organizacional, económico y financiero. Se ocupa de los aspectos relacionados con los clientes, los requerimientos legales y los avances tecnológicos, ambientales o ecológicos, de responsabilidad, compromiso social y políticos.

El Caso de Negocio normalmente suele contener lo siguiente:

- a. Descripción del proyecto.
 - b. Un análisis estratégico que contenga una estimación cuantitativa de la rentabilidad esperada, del volumen de los beneficios.
 - c. Los beneficios intangibles como ganar experiencia, posicionarse en un mercado nuevo, generar una patente, fidelizar un cliente.
 - d. Los proyectos relacionados y con los que puede ser complementado, incluso ver si, aunque en este proyecto no se gane nada, pueda haber proyectos que se beneficien de sus resultados.
 - e. Conclusiones, si el proyecto es viable o no para el negocio y merece la pena continuar o no.
- **Contratos.** Es la relación formal de las partes interesadas que intervienen en el proyecto.
 - **Factores ambientales.** Se refiere a los elementos externos que pueden influir en el desarrollo del proyecto; causas externas que influyen en los requerimientos iniciales como:

gobierno, asociaciones industriales, sociedades profesionales, asociados con leyes, reglamentos, mejores prácticas, certificaciones.

- **Procesos organizacionales.** Se identifican las políticas y procesos que influirán en la organización del proyecto. Puede que el proyecto esté fundamentado en un proceso histórico propio de la organización: políticas de la empresa y por ende del proyecto, reglamentos internos.

2. Técnicas y herramientas.

Es la manera en que esa información obtenida se puede transformar en el Acta Constitutiva, para ello es recomendable que se realicen técnicas como el **juicio de expertos**, donde se evalúa la información obtenida que se utilizará para elaborar el Acta. Esta técnica es aplicable en cualquier aspecto, desde un detalle técnico hasta la gestión del proceso. Puede ser proporcionada por cualquier persona o grupo de expertos especializados en un área, ya sean pertenecientes a la organización o consultores externos y se realiza con el fin de dar orientación al director del proyecto para la mejor toma de decisiones.

Sin embargo, existen otras técnicas que, al igual que la anterior, resultan muy útiles para la elaboración del Acta, dichas técnicas presentadas a continuación, reciben el nombre de **técnicas de facilitación**:

- **Lluvia de ideas:** la participación de los interesados ayuda a pensar en las posibles acciones a tomar para el desarrollo del Acta.
- **Resolución de conflictos:** existe una amplia variedad de métodos para resolver los problemas que puedan surgir entre las opiniones de los expertos para que esto no descarrile el rumbo del proceso.

- **Gestión eficaz de reuniones:** realizar las reuniones de manera planeada, estructurada y con objetivos establecidos para asegurar que los expertos proporcionen los mejores resultados.

3. Salidas.

Es el resultado de la recopilación, identificación y análisis de la información, el Acta Constitutiva del proyecto.

2.2.1 Acta Constitutiva del proyecto.

El Acta Constitutiva del proyecto es un documento que autoriza la existencia formal del proyecto y asigna autoridad al director del proyecto para administrar los recursos de la organización a las actividades que se desarrollarán, al tener aprobado este documento, el proyecto se inicia formalmente.

El Acta debe realizar una evaluación del proyecto basándose en la información disponible obtenida en las reuniones con el patrocinador y el cliente, con el propósito de evaluar que tan viable es dentro de las limitaciones de la organización para poder definir el alcance y así satisfacer los requerimientos y expectativas del cliente y los interesados. Este documento vincula el proyecto en cuestión con la estrategia y los objetivos estratégicos de la organización. Autoriza formalmente un proyecto o fase.

El Acta Constitutiva del proyecto es el primer documento formal que se realiza y es clave para la ejecución de las fases posteriores. Dicha Acta puede ser elaborada por el director del proyecto, cuanto antes se le nombre, mejor. Es conveniente tenerlo identificado durante la realización de este documento para que así participe en su elaboración.

El Acta Constitutiva de todo proyecto debe contener:

1. Cuerpo.

- Descripción y justificación del proyecto.
- Los objetivos del proyecto, medibles.
- Una lista de los requerimientos de más alto nivel.
- Una lista de los interesados que participan en el proyecto.
- Una descripción general de los riesgos más relevantes.
- Una síntesis del cronograma y entregables más relevantes.
- El caso de negocio.
- Un presupuesto general estimado.
- Los criterios de aprobación del proyecto: cómo se va a medir el éxito del proyecto.
- El nombre del director del proyecto y su nivel de autoridad.
- El nombre de quien ha autorizado el proyecto y su nivel de autoridad.

2. Firma.

El Acta no estará aprobada hasta que no sea firmada por la persona que la autoriza, la alta dirección y las partes interesadas que, de esa manera, muestran su apoyo, acuerdo y compromiso.

3. Publicación.

El último paso consiste en distribuir una copia a las partes interesadas, el cliente, el equipo de dirección y otras personas que pueden o deben estar al corriente, es decir, el Acta debe tener de máxima difusión entre los interesados.

2.3 Procesos para planificar el proyecto.

La planificación le permite al director del proyecto tomar realmente el control del proyecto y en base a los recursos con los que cuenta puede establecer el alcance del proyecto, la duración y el costo del proyecto en su totalidad o por fases. Sin embargo, la planeación y los procesos que la componen, consideran los requisitos y estándares de calidad, como a los posibles problemas que pueden afectar (positiva o negativamente) al proyecto.

Para ello se debe elaborar un plan que le permita al director del proyecto organizar y explicar de manera minuciosa las actividades, los recursos, los costos, la duración, los riesgos y los requisitos de calidad de cada actividad que compone al proyecto, y por supuesto los resultados esperados. Dicho plan será nombrado como el Plan para la Dirección del Proyecto y en él se redactará exactamente cómo se manejarán todos los aspectos y todas las áreas del proyecto, permitiendo a cada integrante del equipo de trabajo saber qué hacer, cómo hacerlo, con qué recursos y en qué momento hacerlo, es decir, el objetivo de este documento es el poder registrar cómo es que el proyecto va a ser ejecutado, controlado, supervisado y cerrado.

Para la creación del Plan para la Dirección del proyecto se realiza el siguiente proceso:

1. Entradas.

Toda aquella información proporcionada en el Acta Constitutiva del proyecto y por la misma organización. El equipo de trabajo utiliza el Acta Constitutiva del proyecto como punto de partida para establecer la planificación inicial del mismo.

2. Técnicas y herramientas.

Cuando se desarrolla el Plan para la Dirección del proyecto se utiliza el **juicio de expertos**, que igualmente le proporciona ayuda y orientación al director del proyecto para coordinar su labor

de manera general, puesto que no es especialista de cada tema que implica el proyecto. Para ello es útil recopilar experiencias e información sobre cada problema del proyecto en los diferentes departamentos de manera que confiar en consultores externos ayuda a saber cómo han resuelto los problemas de proyectos similares realizados con anterioridad. Así mismo, las **técnicas de facilitación** son herramientas que ayudan a la toma de decisiones. El propósito es determinar una metodología propia para su elaboración

3. Salidas.

La creación inicial del Plan para la Dirección del proyecto, puesto que es un documento que se irá actualizando a medida que el proyecto avance y se tenga más información al respecto.

2.3.1 Plan para la Dirección del proyecto.

El Plan para la Dirección del Proyecto es el documento ayuda a organizar toda la información sobre el proyecto en un único documento para que todas las partes interesadas sepan exactamente qué tiene que ocurrir cuando ellos hagan el trabajo que tienen asignado.

El contenido del Plan para la Dirección del Proyecto es variable en función de área de aplicación y complejidad del proyecto al igual que su alcance, es por ello que cada plan es único. Siempre que exista un problema en el proyecto, el director debe consultar en el Plan para la Dirección del proyecto cómo actuar. Dicho plan se desarrolla a través de una serie de procesos integrados que se abarcan hasta el cierre del proyecto, todo el proceso se controla a través del Proceso de Control Integrado a Cambios, del cual se hablará adelante.

Algunos de los aspectos que el Plan para la Dirección del Proyecto debe proporcionar son:

- Necesidades y expectativas de los interesados.
- Planes subsidiarios:

- Gestión del alcance
- Gestión del tiempo
- Gestión de los costos
- Gestión de la calidad
- Gestión de los riesgos.
- Línea de base de:
 - Alcance: el enunciado del trabajo y el desglose de tareas.
 - Tiempo: el cronograma con fechas de inicio y de termino.
 - Costos: el presupuesto acumulado a lo largo de la vida del proyecto.
- Planes anexos:
 - El Plan de Gestión de Requisitos:
 - El Plan de Gestión de Cambios.
 - Plan de Mejora Continua de Procesos.

2.4 Procesos para ejecutar el proyecto.

Estos procesos son los encargados de hacer cumplir con lo establecido en el Plan para la Dirección del proyecto. El director del proyecto se encargará de administrar los recursos para integrar todas las actividades realizadas por el equipo de trabajo sin perder de vista los objetivos del proyecto.

En este grupo, los procesos también se analizan los cambios que puedan surgir de riesgos no previstos, es por ello que los procesos de ejecución del proyecto son los que consumen más tiempo, recursos y presupuesto. Los cambios inevitablemente irán apareciendo conforme avance

el proyecto; el Plan para la Dirección del proyecto es un documento que debe ir cambiando conforme al desarrollo del proyecto.

Para poder realizar una ejecución adecuada del proyecto, se necesita:

1. Entradas.

El **Plan para la Dirección** del proyecto, el cual es la base del trabajo a realizar, pero como ya se ha mencionado, dicho plan es un constante trabajo de actualización a medida que el proyecto se ejecuta, por ello es que dentro del mismo plan de dirección se crea el Plan de Gestión de Cambios, para analizar antes de aprobar cualquier solicitud de cambio. Cuando las **Solicitudes de Cambio** han sido **Aprobadas**, deben ser documentadas puesto que los cambios:

- Pueden afectar al alcance, al tiempo, a los recursos y a la calidad.
- Pueden ser requeridos por el cliente, el director del proyecto, el equipo.
- En la mayor parte, llevarán asignadas acciones preventivas o correctivas.

2. Técnicas y herramientas.

Reuniones con expertos en el tema para que al consultarlos puedan aportar resoluciones a posibles problemas o cambios que puedan ocurrir durante la ejecución, puesto que las reuniones aportan: intercambio de información, lluvias de ideas y evaluación de opciones para tomar decisiones.

3. Salidas.

Los procesos de ejecución del proyecto ofrecen varias salidas, puesto que es durante la ejecución donde se realizan los **entregables** del proyecto, producto de la realización de las

actividades programadas; ahora bien, igualmente son generadas **solicitudes de cambio** que pueden presentarse como:

- Acciones preventivas: para reducir la probabilidad de consecuencias negativas en el futuro.
- Acciones correctivas: instrucciones para realizar trabajos que reconduzcan la actividad.
- Reparación de defectos: identificar y recomendar acciones para repararlos y validarlos.
- Actualizaciones: cambios en documentos o planes contenidos en el Plan para la Dirección del proyecto.

2.4.1 Dirección y gestión del trabajo planificado del proyecto.

Es el proceso en el que el director del proyecto sigue el avance y trata de resolver los problemas que puedan surgir actuando ante ellos de acuerdo a lo establecido en el Plan de Dirección del proyectos y en los planes subsidiarios, según se trate de algún problema de alcance, costo, tiempo y calidad. El director del proyecto se asegura de que el trabajo se ejecute de acuerdo al plan y por supuesto de que se vaya cumpliendo con el objetivo del proyecto. Aquí se implementan los cambios aprobados que ayudan para el éxito del proyecto.

Las cuatro principales actividades del director del proyecto en esta fase son:

- Utilizar el Plan de Dirección para asegurarse de que se crean los entregables previstos.
- Realizar todas las actividades previstas en los planes subsidiarios.
- Corregir los errores de los entregables de acuerdo al plan de aseguramiento de calidad.

- Conforme el plan de proyecto cambia, asegurarse de que los cambios quedan reflejados en los entregables y todos los interesados tienen la información actualizada.

El director del proyecto, junto con su equipo de trabajo debe dirigir las actividades planificadas y las que no para determinar acciones de respuesta a realizar. Este proceso está directamente afectado por el área de aplicación del proyecto ya que los entregables se producen como salidas de los procesos realizados para cumplir con el trabajo tal como fue planificado y programado en el Plan para la Dirección del Proyecto.

Este proceso también requiere una valoración de todos los cambios aprobados al proyecto y de la implementación que tendrán, esto es:

- Acción correctiva: aquí se trata de alinear el trabajo del proyecto al Plan para la Dirección del proyecto
- Acción preventiva: aquí se asegura que el trabajo del proyecto esté alineado con el Plan para la Dirección del proyecto.
- Reparación de defectos: aquí se realinea o se modifica un resultado no satisfactorio.
- Actualizaciones: se realizan las modificaciones pertinentes.

2.5 Procesos para monitorear y controlar el proyecto.

Dichos procesos deben estar presentes en todas las fases del proyecto a fin de prevenir riesgos o bien, implementar lo antes posible la solución. La supervisión es la base de este grupo, pues así se permite la identificación de las áreas que requieran de mayor atención y también el director del proyecto puede tener un mayor control sobre el proyecto y sus variaciones.

“Se va midiendo y controlando el avance del proyecto y sus variaciones respecto a lo previsto para, si procede, proponer una solicitud de cambios con el objetivo de encauzar el

proyecto hacia los objetivos que medirán el éxito del mismo. “ (Torres & Torres, 2012). La diferencia entre monitorear y controlar es la acción, en el monitoreo es meramente para identificar y prevenir, mientras que el control es determinar si se resolvió el problema.

El monitoreo y control del proyecto, es uno de los aspectos más importantes de los procesos de ejecución y el director del proyecto no debe descuidar. Si el cliente solicita una ampliación del alcance y el director del proyecto estima que supondrá un costo adicional determinado ¿Qué es lo que debe hacer? Este proceso lo indica con toda claridad.

Para realizar el proceso de monitoreo y control del proyecto se necesita:

1. Entradas.

Se necesitan de todos los planes subsidiarios del **Plan para la Dirección** del proyecto, puesto que en ellos está descrita la manera en que se realiza el trabajo, entoces también son requeridos todos los **informes de desempeño** del avance del proyecto, saber cómo es que se está trabajando, el avance que se lleva hasta el momento para tener información sobre:

- El calendario de progreso, indicando información sobre el estado en el que se encuentra el trabajo, si hay adelantos o retrasos en la ejecución de las actividades.
- Los entregables que han sido completados y el trabajo que aún falta por realizar.
- Las actividades que se han comenzado y las que han finalizado.
- Los costos que han sido autorizados.
- Poder hacer una estimación del tiempo requerido para completar las actividades que se han iniciado.
- Tener un porcentaje del trabajo completado y otro de las actividades en curso.
- El detalle de la utilización de recursos.

- El detalle de la conformidad con los estándares de calidad.
- Las lecciones aprendidas enviadas a la base corporativa de conocimiento.

2. Técnicas y herramientas.

Para el director del proyecto es de suma importancia contar con un **software** que lo mantenga informado sobre el estado actual de las actividades, saber cuál es el trabajo que aún falta por realizar, quienes son los responsables de realizar dichas tareas, si la duración de la ejecución es la adecuada y si está dentro de los límites de recursos asignados. Además del **juicio de expertos** que de ser requerido, siempre es de gran utilidad.

3. Salidas.

El principal resultado de los procesos de monitoreo y control son las **solicitudes de cambio**, pues al ser solicitado cualquier cambio, se debe analizar si el alcance será ajustado a mayor o menor medida de acuerdo a los estándares de calidad y a la línea base del tiempo y del costo, para ello se crea un proceso para analizar, evaluar y aprobar cambios, llamado Control Integrado a Cambios. Al existir cambios, el **Plan para la Dirección** del proyecto se **actualiza**.

2.5.1 Control integrado a cambios.

Los cambios son inevitables, así que conviene tener establecido un procedimiento para gestionar los cambios. Se debe definir un flujo establecido de solicitud, análisis, evaluación, información, y decisión por parte de las personas con capacidad de decisión. Debe quedar bien claro quien tiene autoridad para decidir qué cambios y en función de qué alcance. Suele ser recomendable que haya un comité de cambios, que en primera instancia pueden ser el núcleo del equipo de trabajo y de segunda instancia el responsable del proyecto, la alta dirección gerencial y cliente. “Mediante este proceso se revisan todas las solicitudes de cambios en documentos,

procesos, entregables, líneas de base..., se evalúa su impacto y, si procede, se aprueban, se informa a todas las partes interesadas y se pone en marcha.” (Echeverría Jadraque, 2011.)

Lo primero que el director del proyecto debe hacer es evaluar el impacto del cambio en todas las fases del proyecto: si afecta al tiempo, si se añaden nuevos riesgos, si se necesitan más o diferentes recursos, si se va a tratar con algún nuevo interesado, etc. Todas estas implicaciones deben ser presentadas al gerente funcional para su aprobación. Para evaluar correctamente este impacto, se debe tener un Plan de Gestión del Alcance bien definido, con el que comparar el nuevo escenario y una descripción del alcance del proyecto perfectamente clara, de lo contrario los problemas comenzará a aparecer con el cliente.

Los cambios en el proyecto pueden venir del cliente, del equipo de trabajo, del director del proyecto, del gerente funcional o de los interesados. Cuando los cambios llegan hay que evaluar cómo afectan al costo, al tiempo, a los recursos, a la calidad y al alcance, para ello es necesario que realicen **reuniones de control de cambios**, es una técnica donde se establecen reuniones periódicas para que los interesados puedan opinar sobre los impactos negativos o positivos, las ventajas y desventajas del cambio, etc.

2.6 Procesos para cerrar el proyecto.

Se trata de finalizar todas las actividades para poder cerrar cada fase o el proyecto. Saber si el cliente o patrocinador está satisfecho con el resultado, documentar las lecciones aprendidas y archivar toda la documentación para proyectos futuros.

Un proyecto comienza con un contrato y acaba con la confirmación de que el alcance, términos y condiciones del contrato se han cumplido. Esta última es una de las actividades de este

proceso. Conviene no olvidar algunas de las actividades propuestas por el PMI para cerrar correctamente el proyecto.

- Confirmar que se ha realizado todo el trabajo todo el trabajo recogido en la EDT y con los requerimientos establecidos.
- Que se han cerrado todos los contratos de compras.
- Que se han recibido la aceptación formal del producto o servicio por parte del cliente.
- Que se ha realizado el informe final, se ha actualizado la documentación.
- Que se han identificado, documentado, archivado y distribuido las lecciones aprendidas en el proyecto.
- Que se liberan los recursos para otros proyectos.

Para cerrar el proyecto o fase, es necesario contar con:

1. Entradas.

Como es de esperar, el **Plan para la Dirección** del proyecto contiene la información que proporciona los criterios de aceptación del proyecto y sus **entregables** más relevantes.

2. Técnicas y herramientas.

Se pueden requerir **consultas de expertos** cuando se vaya a cerrar administrativamente el proyecto para que finalice de acuerdo a las normas internas y contractuales adecuadas tanto con el cliente como con los proveedores.

3. Salidas.

El producto final, resultado del trabajo, es entregado al cliente, lo cual implica la aceptación formal, mediante la recepción de un documento formal que valide que los términos del contrato se han ejecutado tal y como se establecía, a esto se le conoce como **Transferencia del producto**,

servicio o resultado final. Ahora bien, una vez realizada la transferencia se procede a l **cierre administrativo del proyecto**, que no es otra cosa más que la recopilación de todos los registros del proyecto, el análisis del éxito o del fracaso del proyecto, la recopilacion de las lecciones aprendidas y el resguardo de toda la documentación para futuras refrencias; y por último, la actualización de los **activos de los procesos propios de la organización**, por ejmeplo: toda la información histórica, lecciones aprendidas y documentación del proyecto.

CAPÍTULO 3. EL PROCESO DE DETERMINACIÓN DE ALCANCES

“Definir el alcance es el proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.” (PMI, 2013). El proceso de determinación de alcances tiene como objetivo establecer qué trabajo se realiza y qué trabajo no se realiza, es decir, los límites sobre las actividades que se planifican.

Para determinar el alcance del proyecto es necesario que durante etapas tempranas se especifiquen los requerimientos fundamentales a detalle y aún así, a medida que el proyecto avance, los requerimientos irán evolucionando durante la ejecución, por ello es importante que el proceso de determinación de alcances (y en general todos los procesos del proyecto), consideren los grupos de monitoreo y control durante todo el ciclo de vida para verificar y controlar el cumplimiento del mismo.

El reto del director del proyecto en esta área es asegurar la definición del alcance a detalle y el cumplimiento con las especificaciones solicitadas, en pocas palabras, saber de qué manera dirige y planea las actividades a realizar para su cumplimiento. El alcance está directamente afectado por el tiempo y por el costo del proyecto. A mayor complejidad del alcance, mayor tiempo y presupuesto requerirá. Debe existir un balance entre estos tres componentes y la responsabilidad de cumplimiento concierne a todos los participantes en el proyecto. “El alcance de un proyecto afecta a la competitividad de muchas áreas de la empresa propietaria. Por tanto, es indispensable administrar de manera adecuada el contenido del proyecto y discutir sus implicaciones posibles” (Nobelius, 2001).

Mulcahy (2009), menciona que:

1. La planificación del alcance debe iniciar con una selección de requerimientos del producto y del proyecto, mismos que están definidos en el Acta Constitutiva.

2. Se debe elaborar el Enunciado del Alcance del Proyecto.
3. Crear la Estructura de Desglose de Tareas, EDT. (Work Breakdown Structure/WBS).

Sin embargo la metodología propuesta por el PMI considera la aplicación de los siguientes procesos:

- **Grupo de procesos de planeación.**
 - **Planificar la Gestión del Alcance.** La creación del plan que permite ser la base del proceso.
 - **Recopilar Requisitos.** Identificar, analizar y documentar los requisitos solicitados por los interesados.
 - **Definición del Alcance.** Describir el trabajo a realizar de forma detallada y clara.
 - **Crear la EDT/WBS.** Desglosar todo el trabajo desde lo más general hasta lo particular para determinar los entregables en todos los niveles y así hacer más fácil su manejo.
- **Grupo de procesos de monitoreo y control.**
 - **Validar el Alcance.** Es la aprobación formal de los entregables.
 - **Controlar el Alcance.** Es el control de los cambios que pueden afectar al alcance.

3.1 Planificar la gestión del alcance.

Se debe especificar la aplicación del alcance, el alcance del producto está referido a las características que definen al producto y el alcance del proyecto está referido a las actividades que

se necesitan realizar para entregar el producto con las características requeridas por el cliente dentro del tiempo, presupuesto y calidad establecidas en el Acta Constitutiva.

Para planificar la gestión del alcance el proceso requiere documentar la definición y la forma en que se va a desarrollar, controlar y verificar. Este proceso ayuda a identificar el trabajo necesario para cumplir con las especificaciones.

Para planificar la gestión del alcance se necesita:

1. Entradas.

El Acta Constitutiva y el Plan para la Dirección del proyecto son los documentos donde se concentra la información necesaria de requerimientos y características del producto y del proyecto.

2. Técnicas y herramientas.

No existe mejor manera de crear un plan que con la comunicación de los interesados, para ello se recomienda el uso de reuniones periódicas y por supuesto del juicio de expertos en el tema.

3. Salidas.

El resultado será el Plan de Gestión de Alcances, documento que define el desarrollo y la forma en que se verificará y controlará el alcance a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Además, será parte del Plan para la Dirección del proyecto, siendo un plan subsidiario a este.

El plan deberá contener:

- El enunciado detallado del alcance del proyecto.
- La Estructura Desglosada del Trabajo (WBS).
- Los criterios de aprobación de la ETD/WBS.
- Los criterios de aceptación formal de entregables.

- La manera en que se procesarán las solicitudes de cambio (solamente las relacionadas al enunciado detallado del alcance), el cuál forma parte del proceso de Control Integrado a Cambios.

3.2 Recopilar requisitos.

Los requisitos son las necesidades que tienen los interesados respecto al proyecto. Un factor clave para el éxito del proyecto es la participación activa de todas las partes interesadas, los requisitos del proyecto deben ser identificados, recopilados, analizados y registrados con un nivel de detalle máximo, por tanto este proceso implica a dichos interesados y la documentación que involucra las especificaciones del objetivo, es decir, el objetivo del proceso es lograr la integración de intereses de las partes involucradas en el proyecto.

Los requisitos, de acuerdo con el PMI, pueden ser clasificados como:

- **Requisitos de negocio.** Describen las necesidades, problemas u oportunidades de negocio de la organización, así como las razones por las que se ha emprendido un proyecto.
- **Requisitos de los interesados.** Describen las necesidades de un individuo o un grupo de interesados.
- **Requisitos de las soluciones.** Describen las prestaciones, funciones y características del producto que cumplirán con los requisitos de negocio y de los interesados.
 - **Los requisitos funcionales.** Comportamientos del producto como procesos, datos e interacciones con el producto.

- **Los requisitos no funcionales.** Es un complemento de los funcionales y describen las condiciones ambientales y las cualidades necesarias para que el producto sea eficaz: seguridad, desempeño, capacidad de soporte.
- **Requisitos de transición.** Capacidades temporales, conversión de datos y requisitos de capacitación, necesarias para pasar del estado actual “como es” al estado futuro “como será”.
- **Requisitos del proyecto.** Procesos que el proyecto debe cumplir.
- **Requisitos de la calidad.** Condiciones y criterios necesarios para validar la finalización exitosa de un entregable del proyecto o el cumplimiento de otros requisitos del proyecto.

Para recopilar los requisitos se necesita:

1. Entradas.

El registro o lista de interesados y la descripción del resultado obtenido del proyecto establecidos en el Acta Constitutiva, también es requerida la información plasmada en el Plan de Gestión de Alcances, puesto que define la manera en que el equipo de trabajo determinarán los requisitos necesarios.

2. Técnicas y herramientas.

Para este proceso se requiere que la comunicación sea muy abierta y muy amplia, por ello se recomiendan algunas técnicas de comunicación grupal muy utilizadas:

- **Entrevistas.** De utilidad para entablar diálogo entre los interesados y el director del proyecto para conocer uno a uno los requisitos.
- **Grupos de opinión.** Promueven la discusión entre los distintos puntos de vista en relación al proyecto y la recopilación de información.

- **Talleres facilitadores.** Con ellos se logra encontrar la relación entre todos los requerimientos, así la clasificación permite ordenarlos y priorizarlos.
- **Técnicas grupales de creatividad.**
 - **Lluvia de ideas.**
 - **Técnicas de grupo nominal.** Votación con el que se mejora la lluvia de ideas y así se pueden priorizar las ideas más importantes.
 - **Mapa conceptual o mental.** Todas las ideas se concentran en este esquema para poder identificar la relación que existe entre ellas.
 - **Diagrama de afinidad.** Permite agrupar un gran número de ideas para su revisión y análisis de acuerdo a algún criterio.
 - **Análisis de decisiones con múltiples criterios.** La técnica utiliza una matriz de decisiones para proporcionar un enfoque analítico
- **Técnicas grupales de toma de decisiones.**

Estas técnicas ayudan a los miembros del grupo a tomar decisiones cuando no se puede llegar a un común acuerdo:

- **Unanimidad:** donde todos los miembros están de acuerdo en seguir una línea de acción.
- **Mayoría:** cuando más del 50% de los miembros están de acuerdo con una decisión.
- **Pluralidad:** si no se llega a una mayoría del 50%, se puede tomar la decisión votada por el mayor bloque de personas. Esta técnica es de gran ayuda cuando hay más de dos propuestas.
- **Dictadura:** cuando una persona tiene la autoridad para tomar la decisión.

Así mismo, se recomienda el uso de herramientas comparativas para poder obtener resultados comparativos y facilitar el análisis:

- **Cuestionarios y encuestas.** Ayuda a definir los requisitos aún más y a obtener información estadística.
- **Observaciones.** Proporciona información sobre la manera en que las personas realizan tareas o actividades asignadas, es decir, observar cómo trabajan los integrantes del equipo para saber cómo se hace y si hay requisitos ocultos que ayuden a definir mejor el proceso.
- **Prototipos.** Son modelos que se crean con anterioridad para dar una respuesta rápida al cliente en cuanto al resultado final esperado. Se crean prototipos para hacer experimentos y lograr una idea a escala del resultado final, saber cómo se comporta el cliente o el usuario final y proporcionar información del uso que se le da, lo cual también ayuda a la retroalimentación.
- **Estudios comparativos.** Comparar procesos ya planeados y establecidos con organizaciones que puedan ser comparadas con el objetivo de identificar las mejores prácticas, generando ideas para mejorar y establecer una base comparativa donde se pueden medir el desempeño.
- **Diagramas de contexto.** Es el modelo de alcance. Estos diagramas representan visualmente la interacción entre los interesados externos (cliente) y la organización (equipo de trabajo).
- **Análisis de documentos.** Se trata de examinar los documentos más importantes para obtener información relevante sobre los requisitos. Planes de negocio,

solicitudes, acuerdos, documentación de software, de procesos, registros de problemas o accidentes, políticas, procedimientos, normas, leyes, códigos, etc.

3. Salidas.

En este proceso se obtienen dos salidas importantes:

- a. Documentación de requisitos.
- b. Matriz de trazabilidad de requisitos.

La **documentación de requisitos**, como su nombre lo dice, describe como los requisitos de cada integrante van cumpliendo con las necesidades de negocio del proyecto. Los requisitos al principio pueden ser generales y se pueden ir detallando a medida que se obtiene mayor información de ellos. Cuando los requisitos están definidos y documentados, se añade una descripción de la relación que tiene con la necesidad y cómo responde a ella. La documentación de los requisitos de acuerdo al PMI, se clasifica en:

- Requisitos de negocio:
 - Objetivos del negocio y del proyecto.
 - Reglas de negocio para la organización ejecutora.
 - Principios rectores de la organización.
- Requisitos de los interesados:
 - Impacto sobre otras áreas de la organización ejecutora.
 - Impacto sobre otras entidades dentro o fuera de la organización ejecutora.
 - Requisitos de los interesados en relación con la comunicación y presentación de informes.

- Requisitos de soluciones:
 - Requisitos funcionales y no funcionales.
 - Requisitos de tecnología y cumplimiento de los estándares.
 - Requisitos de apoyo y capacitación.
 - Requisitos de calidad.
 - Requisitos de presentación de informes.
- Requisitos del proyecto:
 - Niveles del servicio, desempeño, seguridad y cumplimiento.
 - Criterios de aceptación.
- Requisitos de transición.
- Supuestos, dependencias y restricciones de los requisitos.

La **matriz de trazabilidad** es una herramienta que relaciona los requisitos con el producto final desde el inicio, ayudando a garantizar la documentación de los requisitos desde la individualidad hasta los entregables finales. Asegura que cada requisito agrega valor al negocio de manera que al finalizar el proyecto cada requisito aprobado está en los entregables finales.

Cuando en el proyecto existan cambios relacionados con el alcance, esta matriz proporciona una estructura organizada para poder gestionar dichos cambios, además se puede definir información de cada requisito permitiendo un seguimiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

La información que generalmente se encuentra en ella es:

- Un número de registro del requisito.
- La descripción del requisito.
- El origen.

- El responsable.
- La prioridad.
- El historial de cambios.
- El estado actual.
- La fecha prevista de cumplimiento.

3.3 Definir el alcance.

“Definir el alcance es el proceso de desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto.” (PMI, 2013). Prácticamente es el establecimiento de restricciones sobre el trabajo o actividades a realizar y cuales no para poder definir detalladamente el alcance del proyecto. El proceso es importante debido a que la calidad, los recursos y los costos dependen del alcance. Si dicho alcance no está bien definido desde el inicio, los cambios (que pueden surgir en cualquier momento) traerán grandes consecuencias.

Para poder definir el alcance del proyecto se necesita:

1. Entradas.

De la información establecida en el Acta Constitutiva se toman los criterios de aceptación de entregables, las necesidades del negocio, la descripción general del proyecto y la lista de interesados. Ahora bien, la información establecida en el Plan de Gestión de Alcances será la base para definir el alcance del proyecto, puesto que forma parte del Plan para la Dirección del proyecto y en él está establecida la manera en que se desarrollarán las actividades y los procesos para ello. Otro documento clave para poder definir el alcance es la Documentación de Requisitos.

2. Técnicas y herramientas.

Existen técnicas muy efectivas para analizar las especificaciones del resultado final, estas técnicas se basan en una minuciosa evaluación de cada parte que lo compondrá, es decir, una descomposición para poder ir de lo general a lo particular. Estas técnicas de análisis pueden aplicarse a: productos, ingeniería de sistemas y análisis de valor.

De manera muy similar al análisis anterior, existe la técnica de **identificación de alternativas**, la cual es, nuevamente analizar cuáles serían todos los posibles caminos hacia el resultado esperado del proyecto. Es una manera fácil y rápida para saber si el trabajo que se realiza es el adecuado o si existen otras formas de realizarlo para llegar al mismo resultado. Adicional y de gran utilidad son los **talleres facilitadores** y el **juicio de expertos**.

3. Salidas.

El resultado de este proceso es el Enunciado del Alcance del proyecto, el cual es documentación del alcance en su totalidad. Sin esta salida, el proyecto fracasaría.

El enunciado detalla las actividades que se realizarán (los entregables del proyecto y el trabajo necesario para crearlos) las cuales serán aprobadas por el cliente, los interesados y quizá por los expertos, lo cual ayuda a determinar el control que se podrá ejercer sobre el alcance total del proyecto. El documento creado, junto con la EDT/WBS y el diccionario de la ETD/WBS forman la línea de base inicial para el alcance y que también forman parte del Plan para la Dirección del Proyecto. El enunciado del alcance del proyecto debe contener de manera detallada la siguiente información:

- **Objetivos del proyecto.** Todos los objetivos deben ser específicos y medibles acorde al tiempo, costo y presupuesto acordado.
- **Descripción del alcance del producto.** Es una descripción muy general que sirve de base para la planificación del trabajo necesario, a medida que avance el proyecto, esta

descripción se ir detallando de manera gradual; el Acta Constitutiva y la documentación de requisitos ayudan a dicha descripción.

- **Criterios de aceptación.** Son las condiciones que deben cumplir los entregables antes de que sean aceptados.
- **Entregables del proyecto.** Los entregables son los resultados verificados que se obtienen al terminar un proceso, una fase o un proyecto. Existen entregables complementarios como informes o documentación con descripciones generales o detalladas.
- **Exclusiones del proyecto.** Todo lo que está fuera del alcance del proyecto.
- **Restricciones.** Son limitantes (externas o internas) que impiden se realice un proceso o proyecto. Las restricciones son factores sobre los cuales no hay manera de influir (tiempo, presupuesto, asuntos legislativos), para una mejor gestión del alcance se deben tener en cuenta todas las restricciones del proyecto.
- **Hipótesis o Supuestos del proyecto.** Son datos que no se conocen se suponen como verdaderos, reales o seguros sin necesidad de hacer pruebas ni demostraciones, pero en el caso de que resulten ser falsos, también describen el impacto que estos pueden tener sobre el proyecto. Como todo proceso, estos supuestos se identifican, documentan, analizan y validan; toda la información relativa se puede incluir en el enunciado del alcance del proyecto o en un registro independiente.

3.4 Crear la EDT/WBS.

La Estructura Desglosada de Tareas / Work Breakdown Structure (EDT/WBS), es el proceso donde todas las actividades del proyecto se van a dividir y subdividir jerárquicamente en

componentes más pequeños para crear los entregables y entender desde lo más individual hasta lo más general todo el trabajo del proyecto.

Este proceso es el más importante del área de Gestión del Alcance debido a que muestra una visión más clara de todo el trabajo a realizar, pues organiza y define el alcance total del proyecto. Todo lo que no esté especificado en la EDT/WBS no se realizará.

Para poder crear la Estructura Desglosada del Trabajo (EDT) del proyecto se necesita:

1. Entradas.

Se necesitan los documentos que contengan información sobre descripción, características y límites de actividades: Plan de Gestión de Alcances, Enunciado del Alcance del proyecto y la Documentación de Requisitos.

2. Técnicas y herramientas.

La **descomposición** es una técnica que, como su nombre lo menciona, descompone el trabajo en componentes más pequeños y fáciles de manejar; esta subdivisión del alcance permite que los entregables se dividan en paquetes de trabajo manejables y entendibles. Estos paquetes de trabajo permiten ser estimados en tiempo y costo de manera rápida y precisa, pues su duración no es larga y se pueden realizar de manera continua porque toda la información debe estar disponible. Esta descomposición del trabajo implica:

- Identificar cada fase del ciclo de vida del proyecto.
- Identificar y analizar los entregables de cada fase y el trabajo relacionado.
- Organizar una estructura de la EDT/WBS adecuada.
- Descomponer los niveles de nivel superior en componentes detallados de menor nivel.
- Asignar códigos de identificación a los componentes de la EDT/WBS.
- Verificar la descomposición para que los entregables sean los adecuados.

No todos los entregables pueden subdividirse al mismo tiempo. La planificación de entregables que pertenecen a fases futuras en el proyecto debe tener una planificación gradual, para ello es necesario el **juicio de expertos**, con el fin de crear una EDT/WBS eficaz.

3. Salidas.

Se crea la Línea Base del Alcance con la EDT/WBS y el Enunciado del Alcance del proyecto, la cual debe contener:

- **El enunciado del alcance del proyecto.** Es la descripción del alcance, de los entregables, de las restricciones, de los criterios de aprobación, de las exclusiones y de las hipótesis de proyecto.
- **La EDT/WBS.** Representa todo el trabajo necesario para realizar el producto del proyecto e incluye el trabajo de la dirección de proyectos. La EDT/WBS es una representación del alcance total del proyecto y el trabajo que no esté incluido en ésta, no es parte del proyecto.
- **El diccionario de la EDT/WBS.** Es un documento de apoyo para la EDT/WBS que describe detalladamente cada entregable y actividad programada para asegurar que las personas encaradas de ejecutarlas sepan exactamente qué es lo que hay que hacer y la relación que tiene esta actividad con otras. La información que puede incluir es:
 - El identificador de cada código.
 - La fecha de actualización.
 - La descripción del trabajo.
 - Los supuestos y las restricciones.
 - Estimaciones de recursos, tiempo y costo.
 - Los criterios de aceptación.

- Los responsables de elaboración y de aceptación.

3.5 Validar el alcance.

El objetivo del proceso de validación del alcance es hacer formal la aceptación de los entregables. Para que sean validados, el proceso implica una comprobación del producto y su cumplimiento con los requisitos establecidos, lo cual aumenta las posibilidades de que el producto final sea aceptado, puesto que se asegura de que cada entregable sea validado antes de su aceptación.

A diferencia del proceso de aseguramiento de la calidad, no se encarga de corroborar correcciones de dichos entregables para que cumplan con los requisitos y así sean aceptados, sino de validar los requisitos documentados pero ambos procesos se efectúan paralelamente.

Para realizar la validación del alcance del proyecto se necesita:

1. Entradas.

Documentos iniciales de recopilación de información como: el Plan para la Dirección del proyecto, la Documentación de Requisitos y la Matriz de Trazabilidad, pero al ser parte del grupo de procesos de monitoreo y control, se tienen otras entradas resultantes de la ejecución como:

- Entregables que ya han sido completados, verificados y aceptados. Su función es de referencia.
- Datos del desempeño del trabajo, que son los indicadores del: cumplimiento de requisitos documentados, el nivel de cumplimiento de estos, la conformidad de los requisitos y las veces que fue verificado cada entregable para su aceptación.

2. Técnicas y herramientas.

No hay mejor manera de comprobar la validación del alcance que con la **inspección**, es una técnica que ayuda a la examinación de los entregables para saber si cumplen con los requisitos documentados y los criterios de aceptación, además de las **técnicas grupales de toma de decisiones**, se utilizan para que un grupo de personas pueda tomar decisiones y llegar a una conclusión cuando la validación se realiza.

3. Salidas.

La principal salida que genera el proceso de validación del alcance es la **aceptación de los entregables**, puesto que cumplen con todos los criterios de aceptación; pueden ser firmados para su aprobación formal por parte de los patrocinadores o el cliente y una vez transferida la información, los entregables pasan al proceso de Cierre del Proyecto o Fase.

Adicional se generan los **Informes de Desempeño del Trabajo**, que toma los datos sobre el desempeño del trabajo y con ellos presenta de manera fácil el avance del proyecto y, por último, **actualizaciones a los documentos** pertinentes.

3.6 Controlar el alcance.

Supervisar el estado del proyecto y del producto ayuda a controlar el alcance, así como la gestión de los cambios realizados, sobre todo a la línea base del alcance. Esto ayuda al director del proyecto a mantener la línea base del alcance durante todo el ciclo de vida del mismo, lo cual garantiza que todos los cambios solicitados, acciones preventivas o correctivas se pueden controlar a través de este proceso, pues los cambios son inevitables, de ahí la importancia del proceso.

Para controlar el alcance del proyecto se necesita:

1. Entradas.

Toda la información relevante al proceso de determinación de alcances:

- Plan para la dirección del proyecto.
 - Línea base del alcance.
 - Plan de gestión de alcances.
 - Plan de gestión de cambios.
- Documentación de requisitos.
- Matriz de trazabilidad de requisitos.
- Datos de desempeño del trabajo.

2. Técnicas y herramientas.

El **Análisis de variación** es una herramienta de suma importancia en todos los procesos de supervisión y control del proyecto que ayuda al director del proyecto a identificar cualquier variación y poder actuar en solución a dicha variación. Este análisis sirve para comparar lo que realmente está ocurriendo con lo que está previsto que se realice en la línea base del alcance y decidir si es necesario efectuar acciones preventivas o correctivas.

3. Salidas.

- **Información sobre el desempeño del trabajo.** Muestra información relacionada con las solicitudes de cambio recibidas y el impacto que estas tienen con otras áreas como el costo o el tiempo
- **Solicitudes de cambio.** Son el resultado de las variaciones detectadas durante el proceso y pueden ser solicitudes con acciones preventivas o correctivas aplicadas a la línea base del alcance o al Plan para la Dirección del Proyecto. Dichas solicitudes

de cambio son revisadas y analizadas de acuerdo al proceso de Control Integrado de Cambios.

- **Actualizaciones del Plan para la Dirección del Proyecto.** Las actualizaciones que se realizan al Plan para la Dirección del proyecto por solicitudes de cambio aprobadas pueden ser afectar directamente al alcance, por lo que la línea base se verá afectada y tendrá que ser actualizada.
- **Actualizaciones a los Documentos del Proyecto.**
Matriz de trazabilidad de requisitos y por supuesto, la documentación de requisitos.

CAPÍTULO 4. EL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE TIEMPOS

El tiempo es el recurso más escaso de cualquier proyecto, de ahí la importancia de su gestión. La relación que tiene el tiempo con el alcance y el costo del proyecto es directa y muy estrecha. Un proyecto con mayor complejidad necesitará mayor plazo de tiempo y el costo aumentará debido a la mayor cantidad de recursos requeridos.

El tiempo es un componente con gran importancia dentro de la administración de proyectos, su avance determina el desarrollo del mismo, es decir, inicio y final determinados. El reto del director del proyecto es poder emplear todas sus habilidades y experiencia para poder desarrollar un cronograma que cumpla con la temporalidad del proyecto. Lograr una adecuada planificación de tareas estipuladas es parte del éxito del proyecto, puesto que los integrantes del equipo de trabajo van a realizarlas de manera organizada y así evitar retrasos en los entregables.

El Plan de Gestión del Tiempo del proyecto será un componente del Plan para la Dirección del proyecto debido a que establece las bases con las que se realizará.

Para poder realizar una buena estimación de tiempos se desarrollará el siguiente proceso:

1. Grupo de procesos de planeación:

- a. **Planificar la Gestión del Cronograma:** es el proceso encargado de la selección de una metodología para crear el cronograma, aquí se establecerá la manera en que se desarrollará, ejecutará y controlará el cronograma.
- b. **Definir las Actividades:** proceso que documenta los criterios para su desarrollo y control.
- c. **Secuenciar las Actividades:** proceso para identificar la relación existente las actividades del proyecto, ayudando a conocer el orden adecuado entre actividades sucesivas.

- d. **Estimar los Recursos de las Actividades:** proceso determinar el tipo, disponibilidad y cantidad de recursos necesarios para cada actividad enlistada.
- e. **Estimar la Duración de las Actividades:** proceso para determinar el lapso de tiempo requerido para realizar cada actividad individual.
- f. **Desarrollar el Cronograma:** proceso que analiza cada actividad, la secuencia, los recursos y la duración estimada por actividad con el fin de crear un modelo de programación de tiempos, es decir, un calendario de actividades.

2. Grupo de procesos de monitoreo y control.

- a. **Controlar el Cronograma:** proceso con el cual se identificar cuantifica y actualiza cualquier variación en el avance del mismo, mide el avance de lo real con lo planeado.

4.1 Planificar la gestión del cronograma.

Se trata de ir documentando los procesos que serán necesarios para desarrollar, ejecutar y controlar el tiempo del proyecto. Este proceso creará un plan para saber cómo será gestionado el cronograma del proyecto a lo largo del mismo. Planificar el cronograma del proyecto es desarrollar un modelo que muestre el comportamiento temporal esperado para saber cuándo realizar las actividades documentadas del proyecto y así evitar retrasos.

Para la creación del Plan de Gestión del Cronograma se desarrolla el siguiente proceso:

1. Entradas.

El Acta Constitutiva es el resumen general de los supuestos, restricciones y posibles riesgos de alto nivel presentes en el proyecto, por ello la información contenida en ella, es requerida al querer administrar el tiempo; al igual que el Plan para la Dirección del proyecto, pues contiene la

línea base del alcance y en ella están establecidas todas las actividades a realizar (adicional, el Plan para la dirección del proyecto contiene información de costos, riesgos y expectativas).

2. Técnicas y herramientas.

La comunicación es la mejor herramienta que tiene el director del proyecto para la creación del plan, por ello se recomienda el uso de reuniones periódicas, el juicio de expertos y el uso de técnicas analíticas para la toma de decisiones.

3. Salidas.

Como ya se ha mencionado, el Plan de Gestión del Cronograma es la única salida de este proceso y es un componente del Plan para la Dirección del proyecto. El Plan para la Gestión del Cronograma, es un documento (detallado o general) que sirve como guía para el director del proyecto y para el equipo de trabajo porque establece las actividades y los criterios necesarios para desarrollar el cronograma, comprobar el avance real con lo planeado y asegurar la gestión ante cualquier cambio respecto al cronograma.

Algunas de las características que contiene el Plan de Gestión del Cronograma son las siguientes:

- **Desarrollo del modelo de programación del proyecto.** La metodología de calendarización y el software a utilizar.
- **Nivel de exactitud.** Es el rango de tolerancia o variaciones que se aceptarán sobre la duración de las actividades al momento de hacer estimaciones realistas.
- **Unidades de medida.** Saber cómo se medirán los recursos y los estimados. El esfuerzo, la cantidad de trabajo o la duración de cada actividad, etc.

- **Enlaces con los procedimientos de la organización.** El marco para el Plan de Gestión del Cronograma lo establece la EDT/WBS, así se puede tener mayor coherencia entre lo estimado y lo realizado.
- **Mantenimiento del modelo de programación del proyecto.** Debe existir un proceso que ayude a registrar las actualizaciones del avance del proyecto pero en el modelo de programación que se eligió.
- **Umbrales de control.** Los umbrales de control son qué tanto tiene el proyecto de tolerancia para su desarrollo respecto a la línea base del plan antes de tomar una acción preventiva o correctiva.
- **Reglas para la medición del desempeño.** Como su nombre lo dice, son reglas que miden el desempeño del proyecto para saber qué porcentaje está completado.
- **Formatos de los informes.** Se define la fecha y forma en que se entregarán los informes.
- **Descripciones de los procesos.** Las descripciones de todos los procesos que estén relacionados con la gestión del cronograma deben ser documentados.

4.2 Definir las actividades.

Las actividades identificadas en la EDT/WBS serán definidas en este proceso, para ello es necesario contar con ciertos datos que la describan, algunos de estos datos pueden ser:

- Las unidades de trabajo que se usarán.
- El tiempo estimado de cada actividad.
- El costo estimado de cada actividad.
- La persona o personas responsables de ejecutar cada actividad.

- Los recursos materiales que se van a requerir para ejecutar cada actividad.
- Cualquier restricción operacional.

Estos datos deben estar documentados en el diccionario de la EDT/WBS para futuras referencias. Los paquetes de trabajo creados en la EDT/WBS se descomponen en actividades, estas actividades son los componentes más pequeños de trabajo a realizar durante el proyecto.

Para Definir las Actividades se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Gestión del Cronograma, contiene información sobre cómo descomponer las actividades y muestra a detalle todo lo necesario para llevar una buena gestión del cronograma. La línea base del alcance para el director del proyecto es una manera de asegurar el contenido de todas las actividades necesarias para completar todos los entregables, tener esta información ayuda a definir las actividades.

2. Técnicas y herramientas.

La descomposición es una técnica que descompone los paquetes de trabajo creados en la EDT/WBS en componentes más pequeños denominados actividades. Esta subdivisión del alcance permite que los entregables se dividan en trabajos más cómodos, tal como se realiza en el proceso de Crear la EDT/WBS, con la finalidad de definir las actividades como salidas y no como entregables.

Existe otra técnica llamada planificación gradual, consiste en detallar las actividades a realizar durante todo el proyecto. Las actividades que se encuentren en fases más próximas a realizar serán las que tengan un nivel de detalle mayor. Es una forma de elaborar progresivamente el trabajo a corto y largo plazo, por ello durante el ciclo de vida del proyecto, el trabajo está

detallado a diferentes niveles. A medida que el proyecto avanza, la planificación de las fases posteriores va siendo más detallada.

3. Salidas.

Hay tres salidas importantes en este proceso:

- a. **Lista de actividades.** Es la base para estimar tiempo y recursos debido a que proporciona información sobre todas las actividades a programar en el cronograma. Cada actividad debe tener un identificador, su ubicación dentro del cronograma y una descripción general a fin de garantizar el entendimiento del equipo de trabajo para poder realizarla.
- b. **Atributos de las actividades.** Son un complemento de la lista de actividades que amplía el entendimiento de cada actividad. La descripción es a detalle: requisitos, restricciones, supuestos, la secuencia con otras actividades, en qué consiste, la persona responsable de su realización, etc.
- c. **Lista de hitos.** Un hito es un momento en el proyecto. A diferencia de las actividades, los hitos no tienen duración, solo son un punto en el tiempo, pueden ser: las fechas de los entregables, los momentos en que hay reuniones para tomar decisiones, eventos contractuales, etc., cualquier punto importante en el proyecto.

Las tres van de la mano, las tres son los componentes necesarios para definir cada una de las actividades del proyecto.

4.3 Secuenciar las actividades.

Cuando las actividades ya han sido definidas, el siguiente paso es ordenarlas lógicamente para garantizar su eficiente realización, teniendo en cuenta todas las restricciones. “Es el proceso que consiste en identificar y documentar las interrelaciones entre las actividades del proyecto definiendo precedencias entre ellas y características de las mismas” (Echeverría Jadraque, 2011.). Para poder secuenciar de manera lógica todas las actividades necesarias en el proyecto, se hace uso de técnicas y software para su gestión.

Para secuenciar las actividades se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Gestión del Cronograma, la lista de actividades, los atributos de las actividades, la lista de hitos y el enunciado del alcance del proyecto, son los documentos con la información necesaria para poder analizar y secuenciar cada actividad.

En ese orden podría decirse que el Plan de Gestión del Cronograma proporciona información sobre el software que se utilizará; la lista de actividades determina qué actividades se programarán; los atributos de las actividades definen que actividad se realiza antes que otra; la lista de hitos debe tomarse en cuenta para el modelo y por último, el enunciado del alcance del proyecto contiene la información característica del producto y afecta al proceso de secuenciar las actividades por los entregables, los supuestos o las restricciones que contiene.

2. Técnicas y herramientas.

Existen tres técnicas que ayudan a secuenciar las actividades:

- a. Método de diagramación por precedencia.
- b. Determinación de las dependencias.
- c. Adelantos y retrasos.

Se explica cada una de forma general:

Método de diagramación por precedencia.

El Método de Diagramación por Precedencia (Precedence Diagramming Method, PDM), también conocido como Diagrama de Actividad en el Nodo (Activity On Node, AON), es una técnica que representa gráficamente las actividades a ejecutar en un proyecto, creando un modelo de programación que ayuda a visualizar la relación lógica que tienen las actividades mediante nodos interrelacionados con flechas para indicar la secuencia en que se desarrollarán.

El PDM establece una relación de predecesor y sucesor entre las actividades. Cuando una actividad predecesora tiene varias actividades sucesoras se le conoce como actividad ráfaga; cuando una actividad sucesora tiene dos o más actividades predecesoras, se conoce como actividad de convergencia. Las relaciones existentes entre las actividades son:

- **Inicio a fin (SF).** Relación que existe cuando una actividad sucesora no puede ser finalizada hasta que la actividad predecesora haya comenzado. Véase diagrama 2.

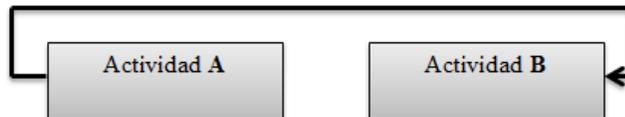


Diagrama 2. Relación Inicio a Fin del Método de Diagramación por Precedencia, PDM. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

- **Fin a fin (FF).** Relación que existe cuando una actividad sucesora no puede ser finalizada hasta que una actividad predecesora haya sido finalizada. Véase diagrama 3.

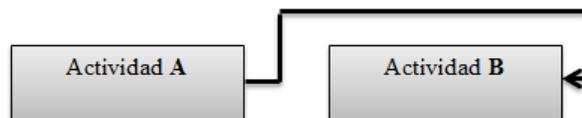


Diagrama 3. Relación Fin a Fin del Método de Diagramación por Precedencia, PDM. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

- **Inicio a inicio (SS).** Relación que existe cuando una actividad sucesora no puede comenzar a ser ejecutada hasta que la actividad predecesora comience a ser ejecutada.

Véase diagrama 4.

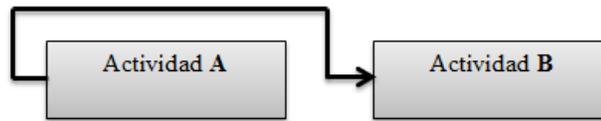


Diagrama 4. Relación Inicio a Inicio del Método de Diagramación por Precedencia, PDM. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

- **Fin a inicio (FS).** Relación que existe cuando una actividad sucesora no puede ser ejecutada hasta que una actividad predecesora haya sido finalizada. Véase diagrama 5.

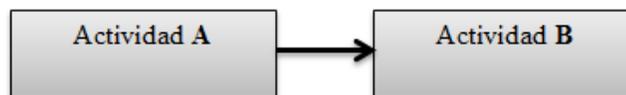


Diagrama 5. Relación Fin a Inicio del Método de Diagramación por Precedencia, PDM. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

Determinación de las dependencias.

Adicional al tipo de relación que tienen las actividades, existen diferentes tipos de dependencias que determinan la naturaleza de la relación entre ellas. Las dependencias pueden ser caracterizadas en obligatorias y discrecionales, internas y externas.

- Las dependencias obligatorias, lógicas duras o dependencias duras, son requerimientos legales o contractuales que se consideran como actividades sucesoras para otras, es decir, durante el proceso de secuenciar las actividades el equipo de trabajo determinará qué dependencias son obligatorias para darles prioridad y crear por ejemplo, un prototipo que sirva de modelo para realizar

pruebas. Las dependencias obligatorias son distintas a la asignación de restricciones del cronograma.

- Las dependencias discrecionales, lógica preferida, lógica preferencial o lógica blanda, son aquellas que se definen o establecen de acuerdo a la experiencia que tiene el equipo de trabajo y los expertos consultados en materia de las mejores prácticas dentro de un área determinada del proyecto que pueda requerir una secuencia específica. Aunque estas dependencias en caso de ser necesario, pueden ser modificadas, es importante que su documentación sea exhaustiva desde el inicio, dando razón de su creación para, al momento de su modificación, poder valorar el posible impacto que pueda tener sobre el proyecto.
- Las dependencias internas tienen una relación predecesora entre las actividades, es decir, una actividad se basa en otra y generalmente estas dependencias están a cargo del equipo de trabajo. Las actividades pueden ser externas al proyecto pero internas a la organización, como requerir más personas para el proyecto y tener que esperar al departamento de recursos humanos para ello.
- Las dependencias externas mantienen una relación entre las actividades completadas externamente a la organización con las actividades internas del proyecto, por ejemplo, asuntos legales o gubernamentales. El equipo de trabajo no tiene control sobre estas dependencias, pero si identifican cuales actividades del proceso son de dependencias externas.

Adelantos y retrasos.

Un adelanto es el tiempo en el que una actividad sucesora puede realizarse con anticipación antes de que finalice su actividad predecesora. Un retraso es la cantidad de tiempo que una actividad sucesora debe esperar para comenzar después de que su actividad predecesora haya finalizado. Véase diagrama 6.

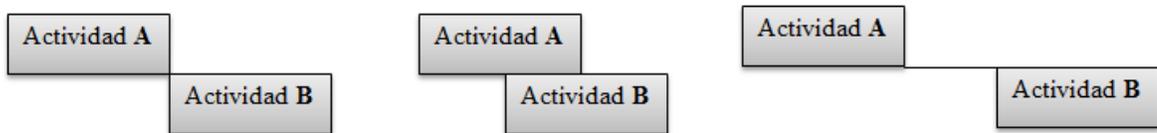


Diagrama 6. Ejemplificación de actividades realizadas en tiempo (izquierda), con adelanto (centro) y con retraso (derecha basada en información del PMBOK. Fuente: elaboración propia, Word 2010).

3. Salidas.

La salida principal del proceso secuenciar las actividades es la creación de un diagrama de red del cronograma del proyecto. Los diagramas de red del cronograma representan esquemáticamente todas las actividades y la relación lógica o dependencia entre ellas. Al elaborar el diagrama de red del cronograma del proyecto – ya sea de forma manual o con software – se enriquece la información entrante a procesos posteriores, puesto que se debe adjuntar un resumen con todos los detalles de la metodología usada para secuenciar las actividades. Sin embargo deben hacerse las actualizaciones pertinentes a los documentos, como: la lista de actividades, los atributos de las actividades, el registro de riesgos y la lista de hitos.

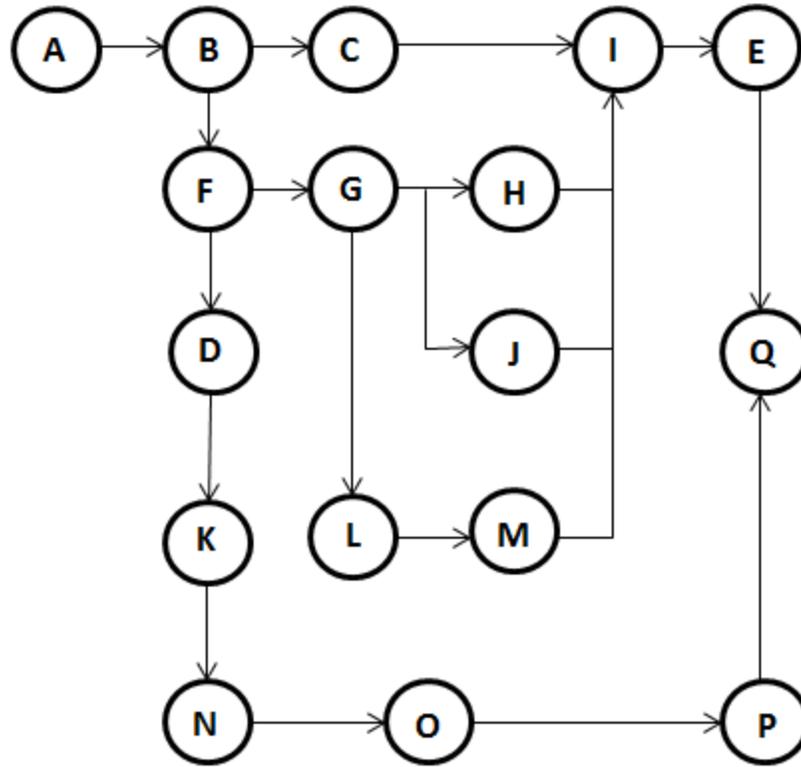


Diagrama 7. Ejemplo de un diagrama de red del cronograma del proyecto. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

4.4 Estimar los recursos de las actividades.

En este proceso se consideran las actividades definidas para desarrollar el cronograma del proyecto, tomando en cuenta las limitaciones de tiempo y alcance, con el fin de desarrollar una oportuna gestión de los recursos. Los recursos pueden ser personas, maquinaria, material, dinero, equipo tecnológico, etc. Estimar los recursos que las actividades requieren es saber exactamente cuántos y cuáles serán los materiales, maquinarias, personas, equipos requeridos, etc., necesarios.

El proceso también ayuda al director del proyecto con la estimación de tiempo y de costo con mayor exactitud, de ahí su importancia, pues la relación que tiene con el proceso de estimación de costo es muy estrecha y directa; la estimación de recursos es la base de la estimación de costos.

Para estimar los recursos de las actividades se desarrolla el proceso descrito a continuación.

1. Entradas.

El Plan de Gestión del Cronograma es la descripción general del proyecto, con toda la programación de actividades en él, ayuda a identificar de manera precisa la estimación de recursos. La lista de actividades identifica a qué actividades hay que asignar recursos. Los atributos de las actividades proporcionan información adicional ayudando a la identificación de qué recursos son los necesarios para cada actividad.

El registro de riesgos es una salida del proceso Identificar los Riesgos del área de administración de Riesgos y es importante tenerlo como entrada en el actual proceso debido a que en él están documentados los riesgos que pueden afectar a los recursos.

Sin embargo, existe información adicional que también es de gran ayuda para una estimación de recursos. El uso de calendarios de recursos contiene información sobre la disponibilidad de los recursos en un periodo de tiempo planificado. Detalla fechas como los periodos normales de trabajo, turnos, vacaciones, días feriados, etc. Los recursos son responsabilidad del gerente funcional, por lo que la comunicación con el director del proyecto es importante. El director del proyecto debe también estimar el costo de los recursos, para determinar la selección de los mismos por actividad.

2. Técnicas y herramientas.

La opinión de personas con experiencia en adquisición y planificación de recursos en trabajos anteriores y similares ayuda a evaluar las entradas de estimación de recursos, proporcionando alternativas sobre los recursos necesarios, por ello se recomienda el juicio de expertos para realizar un análisis de alternativas, puesto que existirá variedad de métodos para estimar los recursos. El director del proyecto debe analizar cada alternativa para su estimación, al

encontrar cantidades y tipos de recursos distintos se pueden crear combinaciones y habrá que valorar si se requiere alquilar, hacer o comprar dichos recursos. El análisis radica en la optimización de los recursos, poder adelantar plazos y reducir los riesgos.

Sin embargo, para realizar dicho análisis se deben considerar los datos de estimaciones publicados sobre costo y producción, provenientes de fuentes comerciales fiables que proporcionan información sobre la disponibilidad, ubicación, costo y ritmo de producción de recursos variados en industria, material o equipo.

Una vez analizadas las consultas, se puede proceder a realizar una estimación ascendente, es un método que ayuda a estimar el costo o el tiempo del proyecto mediante la EDT/WBS; se realizan sumas de las estimaciones de los componentes con los niveles más bajos contenidos en ella hasta llegar a una estimación de alto nivel. Se recomienda el uso de software de gestión de proyectos para una mejor planificación, organización y estimación de los recursos porque la información es procesada más rápida y eficazmente que de manera manual.

3. Salidas.

Se obtienen dos salidas importantes en este proceso:

a. Recursos Requeridos para las Actividades.

Es la documentación enlistada de los recursos requeridos para las actividades que proporciona la identificación de cuáles y cuántos recursos son los necesarios para la ejecución de las mismas. Estos recursos por actividad pueden en conjunto dar un estimado de la totalidad de recursos del proyecto.

b. Estructura de Desglose de Recursos.

Es una descomposición de los recursos necesarios para el proyecto. El desglose se hace jerárquicamente y por categorías, la estructura ayuda a organizar los datos del cronograma y a notificar a los responsables de ejecutar cada actividad sobre la utilización de dichos recursos.

La lista de actividades, los atributos de las actividades y el calendario de recursos son documentos que pueden sufrir actualizaciones.

4.5 Estimar la duración de las actividades.

Este proceso resulta ser uno de los más complicados en la administración debido a la gran variedad de factores que intervienen. Existen técnicas que con distintos métodos pueden estimar los recursos necesarios y a partir de dichos cálculos, obtener un aproximado del tiempo que cada actividad requerirá. Las estimaciones que este proceso logra obtener como salidas serán las bases para el cronograma y también para el presupuesto del proyecto.

Realizar una estimación del tiempo involucra el uso de datos históricos, de fórmulas y de estadística para obtener el valor de una unidad de trabajo. Cada proyecto es diferente y requiere de una personalización, observación y experiencia distinta.

Para estimar la duración de las actividades se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Gestión del Cronograma, la lista de actividades, los atributos de las actividades, los recursos requeridos para las actividades, el calendario de recursos, el enunciado del alcance del proyecto y el registro de riesgos, son documentos que establecen la manera y los criterios en que se va a estimar la duración de cada actividad.

2. Técnicas y herramientas.

Para saber cómo elaborar una estimación del tiempo que cada actividad tomará, es necesario tomar en cuenta el juicio de expertos y técnicas grupales de toma de decisiones, como la lluvia de ideas, mientras que los expertos comparten conocimiento y su opinión sobre los métodos de estimación y programación, algunos de ellos son:

- **Estimación análoga.**

Es una técnica que se basa en proyectos anteriores con actividades similares y a partir de ahí obtiene la estimación (ya sea de costo o de tiempo) de las actividades actuales. En este proceso, la estimación análoga utiliza la duración real de proyectos similares realizados en los últimos años y extrapola parámetros de tamaño, peso y complejidad a las actividades del proyecto actual, haciendo una comparación para ajustar la estimación. Esta técnica es muy fácil y rápida de emplear, además su costo es bajo, sin embargo, la principal desventaja es que carece de precisión, aunque si se usa en etapas tempranas, con un equipo de trabajo experimentado y la base de la estimación análoga es un proyecto similar en totalidad y no solo en apariencia, se pueden obtener buenos resultados de esta técnica.

- **Estimación paramétrica.**

Esta técnica estima la duración o el costo de las actividades del proyecto realizando operaciones matemáticas simples entre cantidades de trabajo y unidades de medición, obteniendo una relación estadística con bases de datos de la organización. La duración de cada actividad se puede estimar al multiplicar la cantidad de trabajo por la duración del trabajo. Esta técnica tiene mayor precisión y se puede utilizar en combinación de otras técnicas o bien, su aplicación puede ser parcial o total en el proyecto.

- **Estimación por tres valores.**

Esta técnica estima la duración de las actividades tomando en cuenta la incertidumbre y el riesgo. Parte de la técnica PERT y la metodología consiste en pedir tres estimaciones al equipo de trabajo (una optimista, una pesimista y una tercera que será combinación de ambas, la más probable), con las cuales los expertos pueden obtener el rango aproximado de tiempo de cada actividad.

- **Estimación optimista (tO).** Consiste en estimar la duración mínima de la actividad sobre el mejor escenario para su ejecución, sin contratiempos y con adelantos. Analiza la menor duración de la actividad si todo se realiza a lo previsto. La probabilidad de la estimación es mayor a 1%.
- **Estimación pesimista (tP).** Viceversa a la estimación optimista, busca el análisis del tiempo máximo de cada actividad bajo un escenario totalmente desfavorable. La probabilidad de la estimación es menor del 1%.
- **Estimación con mayor probabilidad (tM) o estimación modal.** Es un análisis realista que estima la duración que normalmente cada actividad tarda en ejecutarse de acuerdo a su productividad y a los recursos asignados con un equilibrio entre los retardos y los adelantos que puede tener.

La estimación positiva y la pesimista son poco probables de existir, es por eso que se les asigna un solo valor a cada una, mientras que a la estimación más probable se le asigna un valor de 4 y se divide entre 6 para obtener un promedio ponderado.

Una vez establecidas las estimaciones se calcula la duración de las actividades, para ello se utiliza una fórmula basada en una media de distribución beta, la expresión es:

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

Dónde:

tE es la estimación esperada o tiempo esperado.

tO es la estimación optimista.

tM es la estimación más probable.

tP es la estimación pesimista.

Las unidades del tiempo dependen de cada proyecto, segundos, minutos, horas, semanas, meses, años.

Además del tiempo esperado, se puede saber el margen de confianza que tiene el tiempo esperado calculado de acuerdo al real utilizando la desviación estándar “La desviación estándar calcula qué tan lejos está de la duración media o de la duración esperada [...]. Una desviación estándar más pequeña significa que los datos están bien agrupados, mientras que una desviación más grande significa que los datos están más ampliamente dispersos.” (Aguirre, 2014), esto es:

$$dt = \frac{tP - tO}{6}$$

Dónde:

dt es la desviación estándar.

tP es la estimación pesimista.

tO es la estimación optimista.

Las unidades del tiempo dependen de cada proyecto, segundos, minutos, horas, semanas, meses, años.

Si la desviación estándar es igual a 1, el intervalo de confianza es del 68%; si la desviación estándar es igual a 2, el intervalo de confianza es del 95%; si la desviación estándar es igual a 3, el intervalo de confianza es del 99.7%. “Afortunadamente, la precisión no es esencial, pues, a menos que la distribución sea muy simétrica, el valor medio no es muy sensible a los errores de

las estimaciones realizadas alrededor de los 5 / 10 por 100, por lo cual no afectarán seriamente a los cálculos de la duración del proyecto (Meredith y Mantel, 1989, pág. 275).” (Domínguez Manchuca , García González , Domínguez Manchuca, Ruíz Jiménez , & Álvarez Gil , 1995).

Ahora bien, en todo proyecto deben considerarse los eventos aleatorios y variables que pueden afectar la duración y finalización del proyecto, es por ello que el cálculo de la varianza es la consideración de un cierto riesgo medible en el proyecto, la cual se obtiene multiplicando la desviación estándar por sí misma. Conocidos los valores de varianza y desviación estándar de las actividades del proyecto, se puede saber qué probabilidad existe de terminar el proyecto en el plazo determinado.

- **Análisis de Reservas.**

Basado en el registro de riesgos el análisis de reservas desarrolla un espacio en el cronograma para contingencias, para riesgos conocidos o identificados en el proyecto agregando tiempo adicional. El objetivo del análisis de reserva es contemplar un tiempo extra en el cronograma para eventos desconocidos que puedan afectar al proyecto. Este análisis no está en la línea base del cronograma, pero sí en los requisitos sobre duración.

3. Salidas.

La estimación de la duración de las actividades es el resultado principal del proceso, definiendo todas las evaluaciones que se realizaron de manera individual con respecto al tiempo necesario para que cada actividad pueda ser realizada. Todas las estimaciones se han considerado para saber el valor probable de los periodos de trabajo y son utilizadas como entradas para el siguiente proceso de desarrollo del cronograma. Algunos documentos sufren de actualizaciones, como: la lista de actividades y los atributos de las actividades.

4.6 Desarrollar el cronograma.

En este proceso se toma toda la información creada en procesos anteriores: definición y secuenciación de las actividades del cronograma, así como las estimaciones de los recursos y el lapso de tiempo que cada actividad requiere, para que en combinación se pueda crear un diagrama que permita programar el proyecto con las actividades, los recursos asignados y la disponibilidad de estos con el fin de saber las fechas en las que cada actividad se irá completando y por ende, el proyecto.

Para Desarrollar el Cronograma se elabora el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

La base del proceso es el Plan e Gestión del Cronograma, tiene establecida la herramienta de programación a utilizar y la manera en que se va a desarrollar el cronograma; la lista de actividades contiene el trabajo que completan el proyecto, cada actividad que se va a incluir en el cronograma y con ello, también se incluyen los atributos de las actividades, que proporciona información más detallada de cada actividad y las relaciones que existen entre ellas; ahora bien, los diagramas de red son la representación gráfica de las actividades y la relación entre ellas, mostrando si son predecesoras o sucesoras; los recursos requeridos para las actividades y el calendario de recursos son entradas en el proceso debido a la información sobre disponibilidad y cantidad que proporcionan; el enunciado del alcance del proyecto contiene las restricciones, supuestos, obligaciones contractuales (como la fecha de inicio o los hitos) y la información sobre el producto final; y por último el registro de riesgos, el cual indica cuáles son los riesgos que pueden afectar al cronograma y las contingencias relacionadas con el tiempo.

2. Técnicas y herramientas.

Las técnicas o herramientas que ayudan a la creación del cronograma son las siguientes:

Análisis de la Red del Cronograma.

Se realiza una evaluación de distintas técnicas a utilizar para crear el cronograma con toda la información recabada en las entradas del proceso y así crear la red del cronograma para poder definir con qué método se puede crear el cronograma, calcular fechas y si existe la forma de optimizar los recursos.

Método de la Ruta Crítica.

Este método estima el menor tiempo del proyecto, identificando todas las posibles rutas mediante un diagrama de red. Entre más complejo sea un proyecto, mayor será el diagrama de red y mayores posibles rutas tendrá. Aquellas rutas con mayores duraciones y holguras entre actividades, serán las rutas con mayores riesgos, es por eso que se le llama ruta crítica. “La ruta crítica es la secuencia de actividades que representa el camino más largo a través de un proyecto y determina la menor duración posible del mismo.” (PMI, 2013)

La holgura en un proyecto se refiere al margen de demora o de extensión de tiempo que tiene una actividad respecto a otra, sea predecesora o sucesora, sin afectar el tiempo estimado del proyecto para su finalización. Existen dos tipos de holguras:

- **Holgura libre.** Hace referencia al tiempo que una actividad puede demorarse sin retrasar el tiempo de inicio de su actividad o actividades sucesoras en el cronograma.

- **Holgura total.** Es el tiempo que una actividad puede retrasar o adelantar su fecha de inicio sin afectar al tiempo de finalización del proyecto.

Para identificar la mejor ruta crítica se deben calcular fechas de inicio y fin, temprano y tardío para ambos casos y para cada actividad del cronograma, este cálculo se realiza sin tomar en cuenta los recursos asignados a cada actividad y las limitantes que conllevan. Las fechas de inicio y fin, tempranas y tardías, son los períodos en los que se podría realizar cada actividad, partiendo de la estimación del tiempo que cada actividad necesita de acuerdo al proceso de estimación de tiempo de las actividades.

- El inicio temprano de una actividad es el tiempo más próximo en que va a ejecutarse considerando que la actividad o actividades predecesoras a ella no tienen retrasos.
- El fin temprano de una actividad es el tiempo más próximo en que puede finalizar, siempre y cuando las actividades predecesoras a ella y la actividad misma no se retrasen.
- El inicio tardío de una actividad es el tiempo más lejano en que puede ejecutarse sin afectar el tiempo estimado de finalización del proyecto.
- El fin tardío de una actividad es el tiempo más lejano en que puede terminar su ejecución sin que afecte al tiempo estimado de finalización del proyecto.

Al tener los tiempos calculados, el método elige la ruta con valor de holgura igual a cero. Los cálculos se realizan en ambos sentidos, de inicio a fin y de fin a inicio.

Método de la Cadena Crítica.

Este método permite agregar lapsos de tiempo a las actividades de la ruta crítica con recursos limitados en ellas para explicar la optimización y nivelación de recursos. El objetivo es poder minimizar la incertidumbre existente en la duración de las actividades del proyecto. En sí,

el método de la cadena crítica es incrementar la duración estimada de las actividades con recursos limitados dentro de la ruta crítica para crear un margen de seguridad de tiempo y proteger la fecha de finalización establecida de retrasos.

Técnicas de Optimización de Recursos.

Existen técnicas que, en función de parámetros como la demanda y la asignación de recursos, mejoran el uso de los mismos, optimizándolos y ajustándolos al cronograma programado.

- **Nivelación de recursos.** La nivelación de recursos se basa en las restricciones de los recursos para poder encontrar un equilibrio entre la demanda y la oferta, es decir, entre los recursos requeridos y la disponibilidad de estos. Esta técnica es útil cuando los recursos tienen una disponibilidad y cantidad limitada o determinada, también cuando se necesita mantener el uso de los recursos de manera constante, pero el objetivo de esta nivelación es tratar de mantener un equilibrio cuando se están usando en exceso algunos recursos o algunos otros son poco usados.
- **El equilibrio de recursos.** Quizá esta técnica no es muy recomendable debido a que la optimización de recursos se da dentro del margen de holgura libre entre actividades y la holgura total del proyecto, entonces la optimización de recursos no es muy efectiva. La técnica se ajusta a las actividades programadas y a los recursos que ya están establecidos en ellas y por ende, la ruta crítica del proyecto no será modificada, los requerimientos de los recursos no exceden ciertos límites establecidos.

Técnicas de Modelado.

Las técnicas de modelado son representaciones de diferentes escenarios a través de modelos para conocer el impacto que pueden ocasionar al cronograma y con ello una predicción del efecto sobre los objetivos del proyecto y conocer qué tan viable puede ser. El análisis de los resultados ayuda a la creación de planes de contingencia y respuesta ante situaciones no esperadas o de riesgo, como retrasos en entregas o factores externos a la organización y al proyecto.

- **Análisis de escenarios.** Es un análisis que evalúa situaciones probables y posibles para predecir el impacto que tendrían sobre el proyecto. Esta técnica se basa en la pregunta “¿Qué pasaría si...?” y se analiza sobre el cronograma para el cálculo de dichos escenarios.
- **Simulación.** La simulación permite conocer mediante modelos, la duración del proyecto de acuerdo a estimaciones por tres valores (pesimista, optimista y la más probable).

Adelantos y retrasos.

Los adelantos y retrasos se aplican en el cronograma para poder ajustarlo ante alguna situación imprevista en la planificación. Al analizar el diagrama de red se pueden utilizar los adelantos como representación del tiempo que una actividad sucesora tiene para comenzar antes de que su predecesora finalice, o los retrasos como el tiempo que una actividad sucesora debe esperar para comenzar con su ejecución.

Comprensión del Cronograma.

Cuando el tiempo estimado del proyecto es muy extenso y debe ser acortado por distintas razones (restricciones legales, fechas estipuladas, expectativas de los interesados o cualquier factor

que estipule que el tiempo del proyecto es demasiado largo), se hace uso de técnicas que ajustan el calendario sin crear afectaciones en el objetivo del cronograma:

- **Intensificación de recursos.** Esta técnica adiciona recursos a las actividades que se encuentran en la ruta crítica para poder acelerar su entrega. Generalmente no suele ser muy viable debido a que acortar el tiempo puede ocasionar un incremento en el presupuesto o en el riesgo.
- **Ejecución rápida.** La técnica consiste en realizar al mismo tiempo dos actividades secuenciales en la ruta crítica. La ejecución de las actividades puede ser paralelamente en la totalidad o en parte de la duración. La ejecución rápida funciona para actividades que al solaparse acortan el tiempo del proyecto. Las principales desventajas de esta técnica son dos: 1) tener que realizar trabajos que ya fueron desarrollados (trabajar doble) y 2) el incremento en el riesgo del proyecto.

Herramienta de Programación.

Una vez que se ha analizado el diagrama de red del cronograma, la herramienta de programación puede ser combinada con software de gestión de proyectos y con métodos manuales para que a través de las entregas de actividades, el diagrama de red, los recursos asignados y las duraciones estimadas por actividad, se estipulen con fechas de inicio y fin programadas.

3. Salidas.

Las salidas del proceso son vitales para el proyecto: línea base del cronograma y el cronograma del proyecto.

Línea Base del Cronograma.

La línea base del cronograma es una versión aprobada del modelo de programación, es decir el cronograma del proyecto. Su función, al igual que la línea base del alcance, es poder monitorear y controlar el avance real comparándolo con lo estimado. Cualquier cambio que se quiera realizar sobre esta línea base, debe hacerse a través del control de cambios y esta línea base también forma parte del Plan para la Dirección del Proyecto.

Cronograma del Proyecto.

El modelo de programación es creado para que las actividades, los recursos y los hitos puedan ser planificados y determinar la duración de cada actividad de acuerdo a las asignaciones y disponibilidad de los recursos, con ello poder obtener el cronograma del proyecto. Existe variedad en los formatos en que puede presentarse el cronograma: puede ser muy general, a modo de resumen o ser detallado. De acuerdo con el PMI hay dos clasificaciones muy usadas para diagramas del cronograma:

- 1. Diagrama de barras.** También llamado diagrama de Gantt, es el más usado debido a que su lectura es bastante sencilla y entendible. El diagrama se representa por barras horizontales que muestran la duración de las actividades entre el eje vertical, el cual contiene las actividades secuenciadas y el eje horizontal, el cual contiene las fechas o periodos del proyecto, en otras palabras, un diagrama de barras muestra: cuándo debe iniciar la actividad, cuando debe terminar y lógicamente cuánto va a durar.
- 2. Diagrama de hitos.** Este diagrama es prácticamente el diagrama de barras, con la diferencia de que aquí solo se muestra el inicio o fin de cada entregable.

Adicional a esto y como parte del mismo cronograma, se deben tomar en cuenta los datos del cronograma y los calendarios del proyecto, tomando en cuenta las actualizaciones a realizar, es decir:

Datos del Cronograma.

Son todos los datos que el modelo de programación utilizó para crear el cronograma: las actividades, los atributos de las actividades, los supuestos, las restricciones y cualquier dato relacionado con la duración de las actividades del cronograma. Esta información puede servir para crear cronogramas alternativos, para considerar planes de contingencia o para gestionar los recursos por periodos de tiempo, riesgos, etc.

Calendarios del Proyecto.

El calendario del proyecto tiene identificados los periodos laborales disponibles y no disponibles de los recursos para las actividades del cronograma. Se pueden tener varios calendarios para programar diferentes escenarios laborales, por ende, los calendarios del proyecto pueden tener muchas actualizaciones.

Los documentos que pueden actualizarse con estas salidas son: el Plan para la Dirección del Proyecto, en el plan de gestión del cronograma, y cualquier documento que sea salida de los procesos anteriores, como los recursos requeridos, atributos de las actividades, calendarios o registro de riesgos; los anteriores van de la mano con los recursos, cualquier afectación a los recursos afecta directamente a los 4 documentos mencionados.

4.7 Controlar el cronograma.

La importancia y función del proceso radica en que cualquier variación que pueda tener el proyecto respecto a lo planificado será detectada y atendida mediante acciones preventivas o correctivas a fin de minimizar los riesgos, para ello, el proceso de controlar el cronograma tiene dos objetivos fundamentales:

1. Monitorear el avance de las actividades planificadas para conocer el estado actual en el que se encuentran.
2. Gestionar las actualizaciones que se hagan a la línea base del cronograma.

Para que el avance y el desempeño del proyecto puedan ser medibles, se emplean técnicas y herramientas que permiten identificar variaciones en el plan y cuantificar las acciones que deben ser consideradas para poder comunicarlas con los interesados. Ahora bien, cualquier cambio que se desee realizar a la línea base del cronograma o al Plan para la Dirección del proyecto, solo será aprobado a través del proceso “realizar el control integrado de cambios” el cual determina cuál es el estado actual del cronograma y qué factores son los que influyen para que se generen cambios en dicho cronograma.

Para controlar el cronograma, se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto es una entrada guía porque contiene: 1) el plan de gestión del alcance, que proporciona la manera en que el cronograma será gestionado y controlado y 2) la línea base del cronograma, que compara el avance real del proyecto respecto a lo planeado. Con esta información se puede determinar si es necesario un cambio, una acción preventiva o correctiva según sea el caso. Ahora bien, el cronograma del proyecto es el indicador de fechas para las actividades a fin de saber su inicio y fin, con ello se puede saber qué tanto de lo planeado se ha

realizado en base al tiempo, a su vez, permite identificar variaciones que el cronograma pudiera tener y así las acciones preventivas o correctivas se establecen lo antes posible para que cualquier cambio solicitado sea analizado.

Todos los datos funcionan como entradas. Los datos de desempeño del trabajo informan sobre el avance de las actividades que han sido iniciadas, es decir, el tiempo total de la actividad, el avance que tiene hasta el momento y cuánto falta por realizar; y los datos del cronograma también ayudan a medir el avance real con lo planeado y a actualizar la información en el proceso de controlar el cronograma, pues se utilizaron para crear el cronograma del proyecto: hitos, actividades, atributos de las actividades, restricciones y supuestos.

Y por último, los calendarios del proyecto, como ya se ha mencionado, puede que un modelo de programación requiera más de un calendario porque se pueden determinar distintos periodos laborales para algunas de las actividades, debido a que la asignación de recursos es variada.

2. Técnicas y herramientas.

Existen técnicas que ayudan a comparar el avance y desempeño real del proyecto respecto a lo planeado en el cronograma, duración, cuánto se ha realizado y cuánto falta por realizar, por ello las técnicas de revisiones del desempeño son claves para controlar el cronograma.

- **Análisis de tendencia.** Con los datos obtenidos del desempeño del proyecto a la fecha actual se hace un análisis gráfico del cronograma, se extrapolan dichas gráficas para determinar el desempeño futuro del proyecto y determinar si este mejorará o empeorará.
- **Método de la ruta crítica.** Igualmente usado para desarrollar el cronograma, este método ayuda a comparar lo planeado con lo realmente ejecutado, para determinar el

estado en el que se encuentra el cronograma y a identificar riesgos al evaluar todas las rutas que estén cercanas a la crítica. Cualquier variación en la ruta crítica afecta directamente a la fecha de finalización del proyecto.

- **Método de la cadena crítica.** Al igual que el método de la ruta crítica, determina el estado en el que se encuentra el cronograma, solo que lo hace a través de la evaluación y el análisis de los colchones de tiempo o margen de error que tiene la fecha de finalización del proyecto. Estos colchones de tiempo sirven para proteger la fecha establecida de entrega del proyecto y la diferencia que exista entre la cantidad de colchón requerido y la cantidad de colchón restante determina si es necesario implementar alguna solicitud de cambio o alguna acción, preventiva o correctiva.

El software de gestión de proyectos es de utilidad para determinar variaciones en el cronograma o en la línea base del cronograma, pues permite una fácil comparación de las fechas planificadas y el avance real, la duración y la finalización de todas las actividades con el fin de poder dar un pronóstico en caso de que existieran cambios en el cronograma, y la herramienta de programación es la que actualiza el modelo de programación al incluir el trabajo que ya se realizó, de esta manera se identifica el avance del proyecto y el trabajo pendiente.

Las técnicas de optimización de recursos ayudan a planificar las actividades con los recursos requeridos en base a al tiempo disponible de estos, tanto la nivelación como el equilibrio de recursos promueven un uso más eficiente del tiempo; y las técnicas de modelado sirven para pronosticar diferentes escenarios del cronograma de acuerdo a todas las posibles situaciones por las que puede atravesar el proyecto, así el modelo de programación puede monitorear los probables riesgos y ajustarse a la línea base del cronograma y por supuesto, al Plan para la Dirección del proyecto.

Para conocer el estado del cronograma se hace una comparación entre lo planeado y lo real, pero cuando existen actividades que se están tomando más tiempo de lo previsto pueden afectar la fecha para finalizar el proyecto, por ello existen las técnicas de comprensión del cronograma, las cuales ayudan a controlar el cronograma ajustando las actividades retrasadas mediante la ejecución rápida (que implica programar y ejecutar actividades en paralelo cuando fueron inicialmente secuenciales) o la intensificación del cronograma (que implica la asignación de más recursos para realizarla); para ello, los adelantos y retrasos realiza ajustes en el diagrama de red para alinear al plan todas las actividades retrasadas y lograr mayor eficacia entre actividades y la duración del proyecto.

3. Salidas.

El pronóstico del cronograma se basa en todas las predicciones posibles del proyecto hechas con la información que se tiene hasta la fecha actual. A medida que el proyecto avanza, la nueva información adquirida va actualizando el pronóstico del cronograma y con indicadores de valor ganado se puede interpretar un estimado futuro.

Sin embargo, en estas salidas siempre estarán presentes las solicitudes de cambio, cuando exista variación entre lo planificado con lo real se deben analizar los informes de avance, las revisiones de desempeño y cualquier modificación del cronograma para saber si es necesaria una solicitud de cambio a la línea base del cronograma o al Plan para la Dirección del proyecto, dicha solicitud debe ser considerada por medio del proceso realizar el control integrado de cambios.

Considerando las salidas anteriores, es obvio que el Plan para la Dirección del proyecto sufre actualizaciones, las cuales se verán reflejadas en:

1. La línea base del cronograma, donde las actualizaciones que puede presentar son por las solicitudes de cambio aprobadas al alcance del proyecto, a los recursos asignados o duración de las actividades, y
2. En el plan de gestión del cronograma, ya que si la línea base del cronograma presenta actualizaciones, el plan actualiza la gestión sobre el cronograma.

En sí, actualizar cualquier componente relacionado con el cronograma, afecta directamente al costo del proyecto, por ello la línea base de costos también sufre de actualizaciones, como se explica en el proceso de estimación de costos, y bueno, existen otros documentos que pueden sufrir igualmente actualizaciones: los datos del cronograma, el cronograma del proyecto y el registro de riesgos.

CAPÍTULO 5. EL PROCESO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

El proceso de estimación de estimación de costos está basado en la descripción de las actividades relacionadas con la asignación de recursos del proyecto durante la fase de planificación para saber cómo se ejecutará el proyecto con el presupuesto disponible. El presupuesto es una estimación detallada de la rentabilidad del proyecto para permitir una comparación entre los beneficios esperados y los costos que estarán distribuidos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Este proceso toma los paquetes de trabajo elaborados en la EDT/WBS que ayudaron a definir la asignación de recursos por actividad para estimar los costos. Se inicia en la fase de planeación elaborando un plan que permita ser base de la gestión y con ello crear la línea base del costo a través de procesos iterativos. También se requerirá de actualizaciones constantes y por supuesto de procesos que aborden el control del presupuesto del proyecto para supervisar el trabajo realizado con el planeado y así, crear el presupuesto que el proyecto requerirá para su ejecución, considerando reservas para posibles futuras situaciones de riesgo.

“La Gestión de los Costos del Proyecto incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.” (PMI, 2013). Los procesos a seguir para la estimación de costos del proyecto son:

1. Grupo de procesos de planeación.

- a. **Planificar la Gestión de los Costos:** es el proceso que permite desarrollar un plan basado en el alcance del proyecto y definir cómo se va a planificar, ejecutar y controlar los costos del proyecto de acuerdo a los procesos establecidos en dicho plan.

- b. **Estimar los Costos:** es el proceso que de acuerdo a las actividades donde se estimaron recursos y tiempo, ahora se podrá realizar una estimación de los recursos financieros que cada actividad requerirá para poder ejecutar el proyecto.
- c. **Determinar el Presupuesto:** es el proceso que en base al costo de cada actividad necesaria para ejecutar el proyecto, obtendrá un total de recursos financieros y así crear la línea base de costo.

2. Grupo de procesos de monitoreo y control.

- a. **Controlar los Costos:** es el proceso de supervisar y comparar los costos planeados con los reales; cualquier cambio o actualización deberá ser aprobado.

5.1 Planificar la Gestión de los Costos.

Es el desarrollo de un plan basado en el alcance del proyecto que define la manera de planificar, ejecutar y controlar los costos del proyecto de acuerdo a las políticas y procesos establecidos en la documentación creada: el Plan de Gestión de los Costos, el cual forma parte complementaria del Plan para la Dirección del proyecto. Para la creación del Plan de Gestión de los Costos se desarrolla el proceso descrito a continuación.

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto y el Acta Constitutiva son las entradas para crear el plan guía del proceso, puesto que en ellos se encuentra la línea base del alcance y la EDT/WBS, de igual forma, la línea base del cronograma marca en qué momento comenzarán los costos del proyecto, y el Acta Constitutiva tiene establecida la cantidad financiera aprobada para el proyecto, así como las limitaciones, supuestos y riesgos que podrían afectar al presupuesto y a su gestión.

2. Técnicas y herramientas.

Las reuniones con expertos y con miembros del equipo de trabajo, el patrocinador, los interesados, especialistas en el área financiera o cualquier persona acorde a la necesidad en el tema durante el desarrollo del Plan de Gestión de los Costos contribuye al desarrollo del plan.

Las técnicas analíticas permiten evaluar las técnicas con las que será financiado el proyecto. Algunas de las opciones estratégicas implican préstamos bancarios, reservas en efectivo, financiamiento con capital de los accionistas o financiamiento con deuda de fuentes externas y probablemente en la toma de decisiones, las políticas o procedimientos de la organización influyan. Otro aspecto a considerar es la manera en que los recursos serán financiados: comprar, arrendar o crear. Precisar cuál utilizar necesita de un importante análisis y evaluación, el método elegido afectará al proyecto y a los riesgos del mismo.

3. Salidas.

El Plan de Gestión de los Costos establece la manera en que se va a planificar, ejecutar y a controlar los costos del proyecto, es la única salida de este proceso y forma parte del Plan para la Dirección del proyecto. El propósito del Plan de Gestión de los Costos es servir como guía para el Director del Proyecto sobre la estimación de los costos y en base a ello, establecer el presupuesto del proyecto, supervisar el desempeño de los costos, evaluar cualquier cambio solicitado y realizar las actualizaciones pertinentes. De acuerdo al PMI, el plan debe contener al menos:

1. Las unidades de medida (tiempo, cantidad, moneda, etc.) que especificarán la manera en que los estimados se van a presentar para cada uno de los recursos.
2. Los niveles que se utilizaran para los estimados de costos:
 - a. Nivel de exactitud. Es el margen de error acordado para variaciones que puedan existir en los cálculos de estimación respecto a los costos reales.

- b. Nivel de exactitud. Es el redondeo que será aplicado a las cifras calculadas de todas las estimaciones de costos.
3. Los umbrales de control: es la variación que puede existir entre lo real y la línea base del plan sin que afecte al proyecto, es decir, antes de que sea necesario implementar alguna acción correctiva. Dicho valor asignado es un margen de tolerancia ante algunas posibles dificultades.
4. La cuenta de control que será útil para poder llevar una buena contabilidad de los costos del proyecto; al ser la cuenta de control un componente de la EDT/WBS, tiene establecida la manera en que se llevarán a cabo las estimaciones, los presupuestos y el control de los costos para que exista coherencia entre ellos.
5. Las reglas con las que se podrán hacer mediciones de lo estimado respecto a lo real en base a la gestión del valor ganado.
6. Los formatos en que serán presentados los informes y el periodo o fecha de presentación.
7. Los detalles que deben ser incluidos como la descripción de cada proceso relacionado con la gestión de los costos, la técnica ocupada para el financiamiento o el procedimiento que se utiliza para registrar cada costo.

5.2 Estimar los Costos.

El objetivo del proceso es ser una guía para que el Director del Proyecto, en base a las actividades definidas en la EDT/WBS, pueda asignar un estimado del costo y el trabajo pueda ser completado.

“Las estimaciones de costos son una predicción basada sobre la información disponible en un momento determinado.” (PMI, 2013). Para ello existen técnicas y herramientas que facilitan la

estimación de los recursos monetarios necesarios y así llevar a cabo las actividades definidas del proyecto. Siempre se debe tomar en cuenta el riesgo que existe, por ello el proceso es iterativo y está presente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La base de la estimación de los costos está en la información disponible del momento, es por ello que el proceso requerirá de constantes actualizaciones. A medida que el proyecto avanza, la información es más precisa y por ende, mejores estimaciones se tendrán, la incertidumbre disminuirá.

Antes de iniciar con el proceso, es importante definir algunos conceptos.

Tipos de costos.

El costo se define como un desembolso que se registra en su totalidad como un activo y se convierte en un gasto cuando “rinde sus beneficios” en el futuro. (Welsch, 2005.), es decir, el costo está directamente relacionado con el producto, servicio o resultado único del proyecto y el gasto es a nivel corporativo.

Si clasificamos los costos según su asignación, tenemos:

- **Costos directos.** Son costos directamente imputables, atribuibles o repercutibles en el proyecto, por ejemplo: los materiales que se utilizan en el mismo, equipo, mano de obra, tarifas, viajes.
- **Costos indirectos.** Son costos que no se atribuyen directamente al proyecto, sino a la organización y que son necesarios tener en cuenta: gastos generales y administrativos como la electricidad, telefonía, internet, etc., que permiten a la organización operar.

Si clasificamos los costos según su grado de variabilidad, tenemos:

- **Costos fijos.** Son aquellos costos independientes a la cantidad de trabajo realizado, por ejemplo: la renta de equipo, seguros, alquileres, servicios.

- **Costos variables.** Aquellos costos que, si dependen de la cantidad de trabajo realizado, por ejemplo: gasolina, gastos de viajes, comisiones por venta, insumos directos.

Además, existen los **costos hundidos**, donde los recursos monetarios gastados ya no podrán recuperarse en caso de detener o suspender el proyecto.

Para estimar los costos del proyecto es necesario:

1. Entradas.

El Plan de Gestión de los Costos se trata del componente del Plan para la Dirección del proyecto que sirve como guía en el proceso debido a que establece la manera en que se van a gestionar y a controlar los costos del proyecto.

La información sobre el personal que va a trabajar en el proyecto, salarios, remuneraciones o cualquier dato financiero que se deba pagar, son entradas importantes para la estimación de costos:

- Adquisiciones de personal. Si contratan a personal interna o externa a la organización, si deben trabajar en algún lugar lejano al central, cuánto tiempo trabajarán con el equipo de trabajo, etc., todos esos costos deben tomarse en cuenta.
- Calendarios de recursos. Identificar los días y turnos de trabajo facilita mucho saber cuándo están disponibles los recursos, para ello se hace uso de diagramas o histogramas que permiten una visualización gráfica del tiempo que una o varias personas requerirán para completar determinada actividad y con ello, la estimación de costos puede ser más precisa, pues al completar el trabajo, se va liberando al personal y los costos asociados dejan de ser cargados.

- Necesidades de capacitación. Debe considerarse cuando se adquiere nuevo personal, pues esto asegura beneficios y menores costos al proyecto.
- Recompensas. Importantes para el equipo de trabajo, puesto que refuerza el compromiso y el reconocer el trabajo bien realizado de las personas ayuda a la eficacia.
- Cumplimiento. Todos los gastos asociados al cumplimiento de normas gubernamentales o políticas establecidas relacionadas con los recursos humanos.
- Seguridad. Todos los procedimientos o normas que protejan a las personas del proyecto en materia de seguridad industrial.

Además, incluir información sobre:

- Roles y responsabilidades de cada persona, saber quién tiene la autoridad de asignar recursos, tomar decisiones, firmar entregables, etc., y de acuerdo a ello las responsabilidades que cada tarea o actividad conlleva.
- Los organigramas del proyecto.

La línea base del alcance es una entrada importante en la estimación de costos debido a la información proporcionada en: 1) el enunciado del alcance del proyecto, 2) la EDT/WBS y 3) el diccionario de la EDT/WBS. Se pueden asignar los costos a cada paquete de trabajo y a cada actividad que compone el proyecto, además de establecer si se incluirán los costos indirectos o solo los directos. Otra función que tiene la línea base del alcance es en los costos que van con seguridad, salud, desempeño, permisos y medioambiente.

El cronograma del proyecto contiene información muy detallada sobre tiempo y entrega de actividades, tipo y cantidad de recursos, puntos muy importantes al momento de estimar costos. El tiempo y el costo son directamente proporcionales, al aumentar uno aumenta el otro.

El registro de riesgos es la documentación de la incertidumbre que existe en el proyecto. Aquellos riesgos que se sepa afectarán al proyecto, ayudan al director del proyecto a conocer el costo que tendrá evitarlos o aceptarlos tanto en los paquetes de trabajo y las actividades, como en el presupuesto global del proyecto.

2. Técnicas y herramientas.

Para la estimación de costos en el proyecto, las técnicas o herramientas a utilizar son variadas, por ello se explica de manera general cada una.

Juicio de Expertos.

Como en procesos anteriores, el juicio de expertos proporciona toda la experiencia e información histórica sobre proyectos similares realizados anteriormente, por ende aportan consejos útiles sobre las herramientas y técnicas que mejor convengan a la estimación de costos.

Estimación Análoga.

Esta técnica es muy empleada en fases iniciales del proyecto y cuando no se cuenta con suficiente información, es una técnica muy rápida de estimación y poco costosa, pero también es inexacta. Se puede emplear cuando se han realizado proyectos similares anteriormente y cuando el equipo de trabajo encargado de realizar las actividades tiene la experiencia necesaria, por ello el juicio de expertos para utilizar esta técnica es importante. La base de esta técnica está en estimar de manera rápida el costo de algún material o equipo en comparación del mismo tiempo atrás para así poder estimar el costo actual.

Estimación Paramétrica.

Esta técnica es más precisa que la estimación análoga, pues a diferencia de ella, la estimación paramétrica se basa en estimados con costos conocidos de materiales o equipo

multiplicándolo por el costo unitario. Esta técnica puede usarse en combinación con otras técnicas, puede ser usada para todo el proyecto o solo en ciertas partes.

Estimación Ascendente.

Dicha técnica se llama así porque comienza con los niveles más bajos y detallados de la EDT/WBS, haciendo una estimación de costos por actividad y paquetes de trabajo, hasta llegar a un estimado general y más alto. Esta técnica es muy exacta pero requiere de más tiempo para su elaboración y es más costosa por el nivel de detalle que necesita y la responsabilidad de los estimadores.

Estimación por Tres Valores.

Al igual que en el proceso de estimación de los tiempos, la técnica toma tres valores para poder definir un rango de costos.

- **Estimación optimista (cO).** Consiste en estimar los costos mínimos de las actividades sobre el análisis del mejor escenario para su ejecución, sin contratiempos y con adelantos. Si todo se realiza a lo previsto la probabilidad de la estimación es mayor a 1%.
- **Estimación pesimista (cP).** Viceversa a la estimación optimista, busca el análisis del costo máximo para cada actividad bajo un escenario totalmente desfavorable. La probabilidad de la estimación es menor del 1%.
- **Estimación con mayor probabilidad (cM) o estimación modal.** Es un análisis realista que estima los costos que normalmente cada actividad requiere para ejecutarse de acuerdo a su productividad y a los recursos asignados con un equilibrio entre los retardos y los adelantos que puede tener.

La estimación positiva y la pesimista son poco probables de existir, es por eso que se les asigna un solo valor a cada una, mientras que a la estimación más probable se le asigna un valor de 4 y se divide entre 6 para obtener un promedio ponderado.

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

Dónde:

cE es la estimación esperada o costo esperado.

cO es la estimación optimista.

cM es la estimación más probable.

cP es la estimación pesimista.

Las unidades de medida dependen de cada proyecto, por lo general los costos se expresan en unidades de alguna moneda: dólares, euros, pesos, libras, etc.

Además del costo esperado, se puede saber el margen de confianza que tiene el costo esperado calculado de acuerdo al real utilizando la desviación estándar “La desviación estándar calcula qué tan lejos está de la duración media o de la duración esperada [...]. Una desviación estándar más pequeña significa que los datos están bien agrupados, mientras que una desviación más grande significa que los datos están más ampliamente dispersos.” (Aguirre, 2014), esto es:

$$dc = \frac{cP - cO}{6}$$

Dónde:

dc es la desviación estándar.

cP es la estimación pesimista.

cO es la estimación optimista.

Las unidades de medida de los costos dependen de cada proyecto.

- Una desviación estándar para cada lado de la media tiene un intervalo de confianza de 68%.
- Dos desviaciones estándar para cada lado de la media tienen un intervalo de confianza de 95%.
- Tres desviaciones estándar para cada lado de la media tienen un intervalo de confianza de 99.7%.

Análisis de Reservas.

Se denominan “contingencias de riesgos”. Son cantidades reservadas que forman parte de la línea base de costos y que ayudan a prevenir situaciones de riesgo durante el proyecto. Las reservas para contingencias consisten en el presupuesto, dentro de la línea base de costos, que se destina a los riesgos identificados y asumidos por la organización, para los que se desarrollan respuestas de contingencia o mitigación. (PMI, 2013).

Los riesgos pueden ser conocidos, pero con poca probabilidad de que suceda, o bien, no conocidos y pueden ocurrir, toda esta incertidumbre disminuye a medida que el proyecto avanza, por ello las reservas para contingencias pueden utilizarse, disminuirse o eliminarse dependiendo del futuro del proyecto, pero siempre deben existir reservas para trabajos no previstos.

Costo de Calidad.

Como se verá a mayor detalle en el siguiente capítulo, el proceso de aseguramiento de la calidad tiene un costo. El corregir errores sobre entregables involucra pérdidas. El costo de la calidad se refiere a los atributos de calidad del proyecto y del producto durante la vida útil del producto. (Aguirre, 2014).

Software de Gestión de Proyectos.

Esta herramienta es de gran ayuda para facilitar el análisis de estimación de costos de manera rápida puesto que simplifican los cálculos. Es de gran ayuda para cualquier proyecto, sobre todo en los que son muy grandes y complejos.

Análisis de Ofertas de Proveedores.

En la estimación de costos a menudo se consideran otras ofertas de proveedores para asegurar que los precios no están inflados.

Técnicas grupales de Toma de Decisiones.

Hay técnicas muy utilizadas en este proceso para ayudar a tomar las mejores decisiones con mayor exactitud. El primero es la lluvia de ideas, con el equipo de trabajo se pueden obtener múltiples ideas o la técnica Delphi, que proporciona información de los expertos a través de cuestionarios de manera anónima tratando de evitar así discusiones entre ellos y ampliar la libertad de expresión sobre los temas a tratar.

3. Salidas.

La estimación de los costos es la salida principal del proceso y se utilizara para realizar la línea base de los costos del proyecto. Todas las actividades que están en la EDT/WBS tendrán una estimación de los costos y serán entrada en el proceso para determinar el presupuesto del proyecto. Todo debe ser incluido en la estimación: equipo, materiales, servicios, instalaciones, divisas, etc.

Además de todos los detalles adicionales que requieren las estimaciones, la técnica que se utilizó, los supuestos y los límites, a esto se le llama base de las estimaciones y son salidas importantes del proceso debido a las actualizaciones en el enunciado del trabajo y el registro de riesgos.

5.3 Determinar el Presupuesto.

Determinar el presupuesto es sumar los costos estimados para cada actividad y paquete de trabajo creado en la EDT/WBS, esto permite establecer un presupuesto inicial y una línea base de los costos para controlar el proceso. El presupuesto de un proyecto contempla todos los fondos autorizados para ejecutar el proyecto. La línea base de costos es la versión aprobada del presupuesto del proyecto desde la perspectiva de sus diferentes fases, pero no incluye las reservas de gestión. (PMI, 2013).

Para el proceso es necesario contar con:

1. Entradas.

El Plan de Gestión de los Costos es una entrada clave para determinar el presupuesto del proyecto porque en él se establece la manera en que se va a gestionar y controlar los costos del proyecto; la línea base del alcance, es todo el trabajo que se va a realizar a un nivel muy general, lo que no esté establecido en la línea base no se realiza. La línea base del alcance establece las restricciones financieras en el enunciado del alcance del proyecto.

Las estimaciones de costos de las actividades son las estimaciones individuales que con técnicas y herramientas adecuadas proporcionarán el presupuesto del proyecto y la base de las estimaciones, son el documento detallado de los costos, brinda mayor información de cada actividad o paquete de trabajo estimado en materia de costos.

El cronograma del proyecto contiene información relacionada con la disponibilidad de los recursos, las actividades y los plazos que cada una tomará, cuentas de control, fechas de entrega, de inicio, de termino. Toda la información calendarizada y planificada para saber en qué momento iniciar, mantener o terminar costos; el calendario de recursos es la información detallada sobre los recursos y su utilización durante el proyecto, la cual se puede ocupar para saber el costo de todos

los recursos a utilizar; el registro de riesgos identifica los costos relacionados con los riesgos a considerar como prevención, sean riesgos por actividad o directamente en el cronograma, deben ser considerados en el presupuesto del proyecto; por último, cualquier acuerdo existente entre las partes interesadas del proyecto en relación al contrato debe tomarse en cuenta al momento de determinar el presupuesto.

2. Técnicas y herramientas.

Para determinar el presupuesto del proyecto, las técnicas o herramientas a utilizar son variadas, por ello se explica de manera general cada una.

Agregación de Costos.

La suma de las estimaciones de costos se realiza de manera gradual, iniciando con la suma de las actividades individuales, posteriormente se agrega la suma de los paquetes de trabajo de la EDT/WBS y sucesivamente se agregan las estimaciones de niveles superiores para lograr una estimación global del proyecto.

Análisis de Reservas.

Se analizan las reservas de presupuesto que serán para:

- Contingencias. Este tipo de reserva es utilizado cuando se presentan riesgos que se tenían previstos o identificados, es decir riesgos conocidos, y se dispone de él al momento de la contingencia.
- Gestión. Las reservas para la gestión son para riesgos no identificados o desconocidos y puede ser utilizado en cualquier momento del proyecto.

Juicio de Expertos.

Es una técnica muy eficaz para determinar el presupuesto debido a que personas internas o externas al proyecto (consultores, especialistas, profesionistas, técnicos, interesados, el cliente, etc.), aportan sus conocimientos.

Relaciones Históricas.

Aplicable solo si la organización tiene la experiencia adecuada para conservar un registro histórico de los proyectos realizados con anterioridad y poder refinar aún más las estimaciones actuales de los costos. A través de un modelo matemático se puede establecer un intervalo o rango de costos totales del proyecto. Si la información es exacta, el modelo será más fiable. Su utilización es para proyectos pequeños o complejos.

Conciliación del Límite de Financiamiento.

Se trata de limitar el presupuesto. Los fondos deben estar dentro de dichos límites presupuestales. En caso de tener una gran cantidad de trabajo y no contar con los recursos monetarios suficientes, se tendrá que limitar la actividad hasta que los fondos estén disponibles.

3. Salidas.

La línea base de los costos ayuda a medir los avances reales con los estimados, el desempeño del proyecto y los costos para cada actividad. Está basada en los presupuestos aprobados por actividad planificada en el cronograma. Cualquier cambio en ella debe realizarse mediante el procedimiento de control de cambios.

Otra salida del proceso son los requisitos de financiamiento del proyecto, son el plazo en que estará disponible el recurso financiero (mensual, semestral, anual). Mediante un análisis de los requerimientos que el director del proyecto compruebe, la financiación será otorgada. El equipo

de trabajo determinará en qué periodo pueden ser otorgados los fondos para que garanticen la realización del trabajo. Los documentos que sufren actualizaciones son el registro de riesgos, la estimación de costos por actividades y el cronograma del proyecto.

5.4 Controlar los Costos.

El proceso de control de los costos es quizá el más importante dentro del tema, este proceso será el indicador que le muestre al director del proyecto el avance y desempeño de toda la planeación y estimación realizada para determinar el presupuesto y comparar la línea base de los costos con lo que realmente sucede a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, de esta manera se pueden identificar a tiempo cualquier desviación que exista en el plan y poder tomar las acciones preventivas o correctivas pertinentes. Cualquier cambio requerido tendrá que ser aprobado mediante el proceso de Realizar el Control Integrado de Cambios a fin de asegurar que se cumplan los objetivos del proyecto sin afectar el alcance y el cronograma del mismo.

Para controlar los costos se necesitan de:

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto contiene el Plan para la Gestión de los Costos que establece la manera en que se controlan los costos del proyecto, y la línea base de los costos, la cual es la referencia comparativa entre lo planeado y lo real; los requisitos de financiamiento del proyecto son importantes como entradas para controlar los costos porque es la entrada del financiamiento que cubre los gastos del proyecto y permite avanzar con el trabajo; al igual que los datos de desempeño del trabajo, pues son los indicadores del trabajo que se realizó, el que se está

ejecutando y el que aún no se ha completado, también indican en que se ha gastado y los costos que se tienen autorizados.

2. Técnicas y herramientas.

Para controlar los costos del proyecto, las técnicas o herramientas a utilizar son variadas, por ello se explica de manera general cada una.

Gestión del Valor Ganado.

Cualquier decisión que requiera tomarse en el proyecto debe ser con base en información confiable y actual. La técnica de Gestión de Valor Ganado (Earned Value Management, EVM) compara el desempeño actual del proyecto con lo planeado de forma que se pueden pronosticar tendencias futuras. Para esto es necesario crear una Línea Base de Medición del Rendimiento (Performance Measurement Baseline, PMB) con base en el trabajo que hay que realizar descrito en la EDT/WBS, el tiempo que se tiene para ejecutarlo y la estimación del costo que requiere el proyecto.

Esta técnica necesita tres valores principales para su aplicación:

- **Valor Planificado (PV).** Es el valor que se tiene en el momento, es el presupuesto autorizado para el proyecto sin tomar en cuenta la Reserva de Gestión. Este valor se conoce desde que se realizó la planificación y estimación de los costos del proyecto y se va otorgando por fases, así el Valor Planificado Total será igual al presupuesto final del proyecto conocido como “presupuesto hasta la conclusión, BAC.”.
- **Valor Ganado (EV).** Este valor representa el trabajo que ya se completó, el presupuesto que ha sido otorgado para completar dicho trabajo. Es de gran ayuda cuando

se quiere saber qué porcentaje de trabajo falta por realizar y su valor debe ser comparado con la PMB en todo momento, puesto que no debe rebasar el valor de PV.

- **Valor Real (AC).** Es el costo total que se ha gastado hasta el momento del seguimiento para todo el trabajo que se ha completado hasta el momento, no importa si han sido más o menos actividades completadas que las planeadas, sino las actividades que se han completado realmente hasta el momento.

Una vez conocidos estos valores, se procede a identificar variaciones en tiempo y costos planificados y estimados de la siguiente manera:

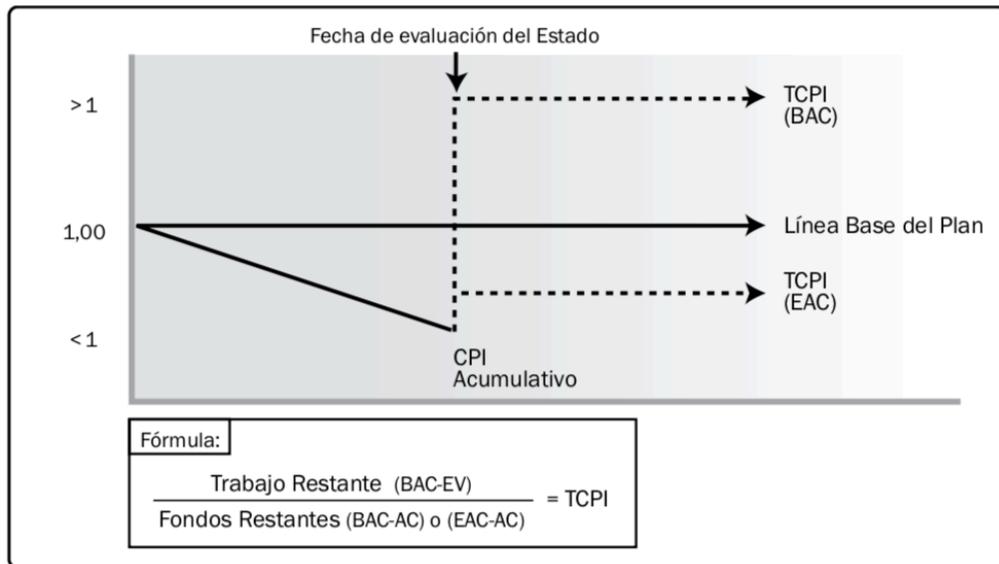
- **Variación del cronograma (SV).** Es un valor que ayudará a medir el desempeño que tiene el cronograma planeado con el tiempo real del proyecto para poder identificar de manera rápida y oportuna cualquier desviación (retrasos) en cualquier momento. Su valor es calculado con la diferencia entre el Valor Ganado y el Valor Planificado: $SV = EV - PV$
- **Variación de los costos (CV).** Es el valor que muestra si el costo real es superior o menor al costo estimado en cualquier momento, es decir lo que se esperaba haber ganado en ese momento respecto al costo real. Su cálculo es la diferencia entre el Valor Ganado y el Valor Real: $CV = EV - AC$ si el valor de CV es negativo será difícil de recuperar, pero si es positivo es un buen indicador de que el proyecto está dentro del presupuesto.

Con dichas variaciones calculadas, se pueden tener indicadores del desempeño del tiempo y de los costos:

- **Índice de Desempeño del Cronograma (SPI).** Es el Valor Ganado entre el Valor Planificado y es un indicador del desempeño que tiene el equipo de trabajo al realizar

las actividades y ayuda a realizar estimaciones futuras sobre el tiempo del proyecto. $SPI = EV/PV$ un valor mayor a 1 indica que el proyecto estará listo antes de lo planeado, por el contrario si el valor es menor a 1 indica que existen retrasos en el proyecto.

- **Índice de Desempeño de los Costos (CPI).** Es la magnitud de la variación del desempeño de los costos, su cálculo se obtiene de la división del Valor Ganado entre el Valor Real: $CPI = EV/AC$ si el valor es menor a uno indica que el costo es superior al estimado respecto al trabajo que ha sido completado, caso contrario si el valor es mayor a uno, indica que el costo será menor al estimado. Véase ilustración 10.



Ilustraciön 10. Índice de desempeño del trabajo por completar (TCPI). Fuente: PMBOK, 2013.

Pronösticos.

Los pronösticos son ténicas muy útiles para predicciones futuras del tiempo y del costo basúndose en la informaciön que se tiene al momento del pronöstico. Proyectando la informaciön

real el Director del Proyecto puede saber el tiempo y costo que realmente necesitará para completar el proyecto.

La Estimación a la Conclusión (EAC), es la proyección de los costos que hasta ahora se han necesitado para realizar las actividades para poder predecir qué costo tendrá realizar el trabajo que aún no ha sido completado y está muy ligada a la Estimación hasta la Conclusión (ETC), que es el valor del trabajo realizado en la totalidad del proyecto. De acuerdo al PMI, existen tres métodos para su cálculo y cada una al tener entradas distintas, dará distintas respuestas:

- **Pronóstico de la EAC para trabajo de ETC a la tasa presupuestada.** Este es un método que toma en cuenta el desempeño real que tiene el proyecto hasta el momento del pronóstico, no importando si es favorable o no, y su predicción es contemplar todo el trabajo restante de la ETC se realice dentro del presupuesto. En caso de que el desempeño real del proyecto sea desfavorable, se debe hacer un análisis de riesgos antes de suponer un futuro favorable. Este pronóstico toma el Valor Real gastado hasta el momento y le suma el valor del Presupuesto hasta la Conclusión (BAC) con su Valor Ganado. Se calcula de la siguiente manera:

$$EAC = AC + (BAC - EV)$$

Dónde:

EAC es la Estimación a la Conclusión.

AC es el Valor Real.

BAC es el Presupuesto hasta la Conclusión.

EV es el Valor Ganado.

- **Pronostico de la EAC para trabajo de ETC con CPI actual.** Este método es el cálculo más simple, pues hace la proyección a futuro con el desempeño real actual asumiendo

que su comportamiento será igual. Este método es útil cuando los indicativos del costo son favorables.

$$EAC = BAC/CPI$$

Dónde:

EAC es la Estimación a la Conclusión.

BAC es el Presupuesto hasta la Conclusión.

CPI es el Índice del Desempeño del Costo.

- **Pronostico de la EAC para trabajo de ETC considerando SPI y CPI.** Este método toma en cuenta el desempeño de los costos y del cronograma del proyecto.

$$EAC = AC + \left[\frac{BAC - EV}{CPI * SPI} \right]$$

Dónde:

EAC es la Estimación a la Conclusión.

AC es el Valor Real.

BAC es el Presupuesto hasta la Conclusión.

EV es el Valor Ganado.

CPI es el Índice del Desempeño del Costo.

SPI es el Índice del Desempeño del Cronograma.

La Estimación hasta la Conclusión como ya se mencionó, es un cálculo simple que muestra la tendencia proyectada de los costos que el trabajo no completado va a requerir. Para ello es necesario restar el Valor Real (AC) que se ha gastado hasta el momento de la Estimación a la Conclusión (EAC), es decir: $ETC = EAC - AC$

Ahora bien, la Variación a la Conclusión es el cálculo que indica la diferencia entre el costo que inicialmente se creía que costaría el proyecto (BAC) y lo que ahora se cree que costará (EAC), es decir: $VAC = BAC - EAC$ números negativos indican variaciones perjudiciales para el proyecto.

Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI).

Es una herramienta muy útil porque muestra la relación entre el trabajo que aún falta por completar y los fondos restantes, de esta manera se obtiene un indicador de la eficiencia de los costos del proyecto para alcanzar el Presupuesto hasta la Conclusión (BAC) o la Estimación a la Conclusión (EAC) y asegurar su gestión. El Índice de Desempeño del Trabajo por Completar (TCPI) tiene dos maneras de calcularse:

- Utilizando el Presupuesto hasta la Conclusión (BAC) como objetivo, la fórmula es:

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

- Utilizando la Estimación a la Conclusión (EAC) como objetivo, la fórmula es:

$$TCPI = (BAC - EV)/(EAC - AC)$$

Para ambas fórmulas, si el resultado es mayor a 1, el trabajo requerirá de un mayor esfuerzo para completarse; si el resultado es igual a 1, el trabajo se mantendrá con el mismo ritmo: si el resultado es menor a 1, el trabajo podrá ser completado con menor esfuerzo.

Revisiones del Desempeño.

Como su nombre lo indica, están midiendo todo el desempeño de costo, cronograma y trabajo a lo largo de todo el proyecto para asegurar que se encuentra dentro del presupuesto y que

los recursos necesarios para completar el trabajo restante no excedan ese presupuesto. Haciendo uso del método de Gestión de Valor Ganado (EVM), se puede obtener:

- **Análisis de variaciones.** Este análisis mediante la EVM puede proporcionar información sobre las causas, los efectos y las acciones preventivas o correctivas que se toman en cualquier variación detectada en la línea base de los costos o en la línea base del cronograma.
- **Análisis de tendencias.** Este análisis determina si el proyecto tiene un buen desempeño o no, haciendo una comparación entre lo planeado y lo real para obtener tendencias futuras en términos de BAC y EAC. Las graficas son de gran ayuda para el análisis.
- **Desempeño del valor ganado.** Son comparaciones entre de la Línea Base para la Medición del Desempeño (PMB) y lo que realmente sucede con los costos y el cronograma.

Software de Gestión de Proyectos.

Esta herramienta es muy útil porque ayuda a llevar el control de los costos de manera más eficiente y eficaz que de forma manual, mostrando gráficamente todos los datos (originales y calculados) para facilitar la interpretación.

Análisis de Reservas.

Este análisis se centra en las reservas estimadas para contingencias y para gestión. Dichas reservas son examinadas nuevamente para saber si siguen siendo viables o no y, en caso de ser necesario, aprobar reservas no utilizadas en contingencias para el presupuesto general del proyecto.

3. Salidas.

Para saber el desempeño que tiene el trabajo realizado se documentan y muestran los cálculos de valor ganado: la variación del costo (CV), la variación del cronograma (SV), el índice de desempeño del costo (CPI), el índice de desempeño del cronograma (SPI) y el índice de desempeño del trabajo por completar (TPCI), se crea la información de desempeño del trabajo, que junto con los pronósticos de costos, se muestran los cálculos de la Estimación a la Conclusión (EAC), a los interesados.

Las solicitudes de cambio son importantes en el proceso de control de los costos debido a las variaciones que pueden presentarse o a la información adicional que surge a lo largo del proyecto. Todas las solicitudes que sean aprobadas podrán ser acciones preventivas o correctivas y deben ser documentadas.

Los documentos que se actualizan son:

- Elementos del plan: la línea base de los costos y el plan de gestión de costos.
- Documentos que tengan relación con la estimación de los costos, la base de las estimaciones y la línea base de los costos.

CAPÍTULO 6. EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

La calidad es el aseguramiento de características que cumplen con requisitos establecidos para satisfacer las expectativas de clientes e interesados. La Sociedad Americana de Control de Calidad (*American Society of Quality Control, ASQC*), define a la calidad como “un conjunto de características de un producto, proceso o servicio, que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario.”, es decir, comparar las características que el resultado final del proyecto posee con las solicitadas.

Este proceso, al igual que los anteriores, tiene como objetivo la creación de un plan que permita llevar a cabo una gestión eficiente (tanto para el proyecto como para sus entregables) y poder ejecutarlo a lo largo de todo el proyecto. Como en todo caso, se necesita de un proceso que ayude a controlar la calidad asegurando la aceptación de entregables y teniendo siempre en mente que prevenir errores es más fácil, rápido y barato que arreglarlos.

En todo proyecto existen factores que afectan la calidad, por ello es recomendable que el director del proyecto sepa identificar dichos factores:

- **Materiales y máquinas.** La elección de estos recursos debe ser la que cumpla con la calidad deseada. Materiales y máquinas de poca calidad para el proyecto afectan de manera directa, al igual que elegir materiales y máquinas de “alta calidad”, un error común es suponer que recursos de “alta calidad” aseguran la calidad del proyecto, se deben analizar antes de su elección, pues los costos pueden incrementarse mucho. La mejor tecnología es la que tu equipo de trabajo sabe manejar.
- **El equipo de trabajo.** Es un factor de suma importancia para la calidad del producto o servicio por el que se trabaja. Es importante hacerle saber al equipo de

trabajo que la calidad depende mucho del trabajo que ellos realicen y compartir la importancia de realizar el mejor trabajo posible.

- **Los procesos.** El uso de procesos siempre debe existir en un proyecto, pero para asegurar la calidad del mismo los procesos deben ser claros y precisos. Todos los involucrados en el equipo de trabajo deben entender al 100% cada proceso a ejecutar.
- **La organización.** La organización que exista entre los miembros del equipo de trabajo con el Director del Proyecto debe abordar los puntos anteriores para asegurar la calidad y eliminar aquellas acciones o recursos que no den buenos resultados.

El éxito de un proyecto depende mucho de la gestión de calidad que se tenga, puesto que de nada sirve tener los entregables dentro del cronograma y del presupuesto si su calidad es deficiente. De acuerdo a las normas ISO 9000, la calidad entregada como rendimiento o resultado es el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos. Una buena gestión de la calidad requiere identificación y seguimiento de requisitos de calidad y del uso de medidores para controlar la calidad y así poder realizar cambios en caso de ser necesario.

El director del proyecto y el equipo de dirección del proyecto son los responsables de gestionar los compromisos para entregar los niveles requeridos de calidad y grado. (PMI, 2013). El grado de un proyecto es referido a la cantidad de características que tiene un producto.

El proceso para el aseguramiento de la calidad del proyecto es:

- **Grupo de procesos de planeación.**
 - **Planificar la Gestión de la Calidad:** es el proceso en el que se creará un plan para especificar los requisitos de calidad que el proyecto cumplirá y cómo se logrará.
- **Grupo de procesos de ejecución.**
 - **Aseguramiento de la Calidad:** es un proceso de ejecución donde el Director del Proyecto puede asegurar que el equipo de trabajo está siguiendo los procesos planificados y que los entregables cumplen con los requisitos, además de asegurar que se utilizan las normas de calidad.
- **Grupo de procesos de monitoreo y control.**
 - **Control de la Calidad:** es un proceso de seguimiento que evalúa si los entregables cumplen con los requisitos de calidad, en caso de detectar lo contrario, el proceso busca las causas y soluciona el problema.

La satisfacción del cliente es el mejor indicador de calidad existente, pero para llegar a ello tuvo que existir una planeación previa que sirvió como guía para llevar a cabo su ejecución mediante el uso de las mejores técnicas y herramientas, es decir la calidad se puede ser clasificada como: calidad teórica, calidad técnica y calidad usuario, de cualquier manera la calidad busca cumplir con estándares y requisitos que aseguren:

- La satisfacción total del cliente o usuario al cumplir con las expectativas y requisitos solicitados.

- La prevención de errores, puesto que generalmente el costo es más alto al solucionar problemas.
- Un mejoramiento continuo en el proceso que asegure la calidad en el proyecto, que detecte mejoras y el uso las mejores técnicas y herramientas más adecuadas para ello.
- Responsabilidad directiva para que asegure la participación de todos los interesados en el proyecto y poder concluirlo con éxito.
- Los costos totales de la calidad, es decir, el costo total del trabajo realizado para cumplir con la calidad requerida del proyecto considerando:
 - Costos generados por inspecciones.
 - Costos generados por artículos defectuosos, rechazados o reelaborados.

Entender dichos aspectos es importante para poder comprender la **gestión total de la calidad** o también conocida como **calidad total**. La calidad total es un concepto que abarca la responsabilidad, compromiso y motivación de todos los interesados en el proyecto en todos los niveles de este para asegurar que el proyecto cumpla con los requisitos, es decir, aplicar todo lo explicado durante el capítulo en todos los niveles que conforman el proyecto.

6.1 Planificar la gestión de la calidad.

Es el proceso en el que se creará un plan para especificar los requisitos de calidad que el proyecto cumplirá y cómo se logrará con base en la identificación de estándares de calidad que ayuden a documentar el avance y cumplimiento de los mismos, es decir, saber cómo se gestionará y validará la calidad con la que el proyecto y sus entregables deben cumplir.

Determinar los procesos y trabajo a realizar para que el proyecto cumpla con los estándares y requisitos de calidad es responsabilidad del Director del Proyecto, es por ello que la creación de dicho plan le sirve como guía para poder equilibrar las necesidades de calidad con el alcance, los costos, el tiempo, los riesgos, los recursos y con la satisfacción del cliente. Para la creación del Plan de Gestión de la Calidad se desarrolla el proceso descrito a continuación.

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto contiene información útil para crear un Plan de Gestión de la Calidad, ejemplo: las líneas base (alcance, cronograma y costos), debido a que en cada una están descritas las medidas que fueron aceptadas para poder medir su desempeño a lo largo del proyecto. Un apartado útil es el Enunciado del Alcance del Proyecto porque en él están descritos los criterios para aceptar entregables, lo cual puede afectar de manera directa a la calidad y por ende a los costos.

El registro de interesados, indica quienes son los interesados en la calidad del proyecto, sino también las expectativas que tienen y el impacto sobre el mismo en cuestión de calidad; el registro de riesgos es una entrada importante en el proceso porque nos indica los riesgos que pueden afectar a la calidad del proyecto y el impacto que pueden tener, importante tomarlo en cuenta a la hora de planificar la gestión de la calidad; por último la documentación de requisitos, que muestra todos los requisitos del proyecto y de calidad esperados por los interesados tomados en cuenta para la creación del Plan de Gestión del Proyecto y que también servirán para el control de calidad.

2. Técnicas y herramientas.

Análisis Costo - Beneficio.

Es una técnica muy simple y ayuda a tomar mejores decisiones en cuestión de calidad pues cumplir con la calidad requiere de menor trabajo y el costo, en cambio la productividad, la rentabilidad y la satisfacción del cliente o interesados es mayor.

Costo de la Calidad (COQ).

El costo de la calidad es una técnica de análisis para saber el costo que tendría tanto cumplir con los requisitos de calidad, como el no cumplirlos, con base en todos los costos necesarios en todo el ciclo de vida del proyecto, es decir, el costo de cumplimiento o de incumplimiento de la calidad. Los costos por fallas, costos por artículos deficientes o costos por productos defectuosos se muestran a continuación en la tabla 1:

			Costos tangibles	Costos intangibles
Productos defectuosos	Productos defectuosos identificados	Rechazados	Costo del material, de la mano de obra y gastos generales, menos los ingresos producidos por la venta de residuos.	<ul style="list-style-type: none">• Pérdidas en la producción• Obstáculos a la programación.• Disgusto de clientes por retrasos eventuales.• Moral empresarial, etc.
		Utilizados como productos "B"	Diferencia de precio entre las dos clases de productos.	
		Reelaborados	Costo de las elaboraciones suplementarias.	
	Productos no identificados y vendidos	Reclamados por el cliente	Costo del servicio de asistencia por inspecciones, reparaciones, etc.	<ul style="list-style-type: none">• Mala fama para la calidad del producto y el buen nombre de la empresa.• A la larga, pérdida de imagen.
		No reclamados por el cliente	Ninguno	

Tabla 1. Costo de la calidad. Recuperado de: Manchuca y colaboradores (1995)



Ilustración 11. Costo de la calidad. Fuente: PMBOK, 2013.

Estudios Comparativos.

Esta técnica consiste en la comparación de prácticas o procesos planificados que se han utilizado en otros proyectos similares al actual con el fin de mejorar y medir el avance del mismo. Los estudios comparativos pueden pertenecer a la organización o no.

Diseño de Experimentos.

Es una herramienta estadística que ayuda a identificar variables que influyen en el cumplimiento de la calidad. Además determina el tipo y cantidad de pruebas que deben realizarse para que el resultado sea beneficioso sobre las causas que están provocando el problema.

Muestreo Estadístico.

El muestreo estadístico consiste en tomar una pequeña muestra de una gran población, es decir, cuando en un proyecto existan muchas comprobaciones de calidad, se toma una pequeña parte al azar para analizar. Una desventaja importante a considerar es que se toman muchas suposiciones que no siempre coinciden entre la muestra y la población.

Reuniones.

Las reuniones son importantes y de gran ayuda debido a que facilitan la comunicación y así la lluvia de ideas o el intercambio de opiniones tienen una mejor contribución en la creación del Plan para la Gestión de la Calidad.

Siete Herramientas Básicas de la Calidad.

Las siete herramientas de la calidad⁵ son representaciones gráficas que permiten identificar, medir y evaluar problemas de calidad en el proyecto para poder determinar las causas. Dichas herramientas ayudan a mejorar la comunicación entre el equipo de trabajo para poder encontrar la solución al problema.

1. **Diagrama de causa y efecto.** Llamados también como “*Ishikawa*” o “espina de pescado”, son utilizados para determinar las posibles causas de un problema bajo la constante pregunta “¿por qué?”. El problema es el punto de partida para poder determinar la raíz del mismo permitiendo considerar muchos escenarios para un solo problema. Este diagrama en ciertos casos podría ayudar de manera cuantitativa a determinar las veces en que una o varias causas afectan al problema o a hacer una lista priorizada de causas. Véase diagrama 8.

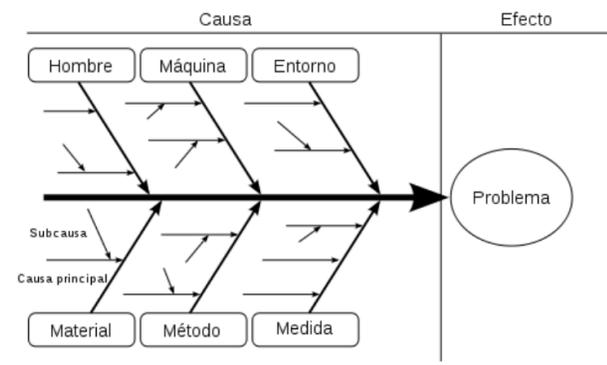


Diagrama 8. Ejemplo de diagrama causa y efecto. Fuente: Torres & Torres, 2012.

⁵ Son atribuidas a Kaoru Ishikawa, uno de los grandes desarrolladores de la gestión de la calidad.

2. **Diagrama de flujo.** Son muy útiles para determinar el costo de la calidad de un proceso debido a que muestran la secuencia del mismo. Los diagramas de flujo son una herramienta de fácil entendimiento porque muestra el orden general del proceso con la secuencia de todas sus actividades. Véase ilustración 13.

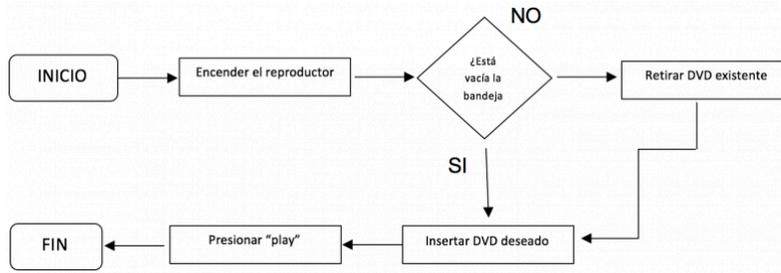


Ilustración 13. Ejemplo de diagrama de flujo. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

3. **Hojas de verificación.** También conocidas como hojas de control. Son una herramienta útil para documentar las actividades que deben ser realizadas y poder hacer una comparación con las que ya se han realizado (lista de comparación). La diferencia entre una lista y una hoja de comparación es que la primera muestra las actividades que ya fueron realizadas, por tanto, se trata de una salida, mientras que la segunda es una herramienta y sólo muestra el trabajo que aún falta por realizarse. Ambas ayudan a la recopilación de información de manera muy organizada. Véase ilustración 14.

DEFECTO	DIA				TOTAL
	1	2	3	4	
Tamaño erróneo	I		III	II	26
Forma errónea	I	III	III	II	9
Depto. Equivocado		I	I	I	8
Peso erróneo	I	III	III		37
Mal Acabado	II	III	I	I	7
TOTAL	25	20	21	21	87

Ilustración 14. Ejemplo de una hoja de verificación. Fuente: Torres & Torres, 2012.

4. **Histogramas.** Conocidos como graficas de barras, son una manera simple para mostrar la frecuencia, tendencia central y dispersión de datos de un evento.

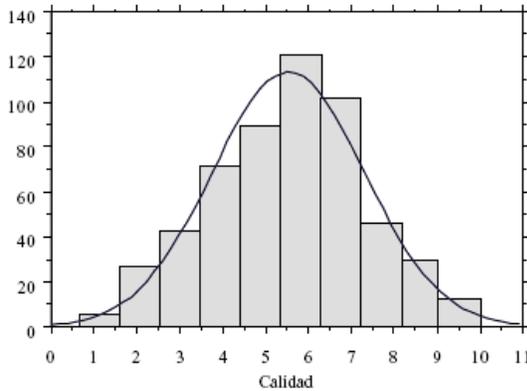


Ilustración 15. Ejemplo de histograma. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

5. **Diagrama de Pareto.** Ahora conocidos como “la regla 80:20”, son muy similares a los histogramas, documentan la frecuencia de eventos en orden descendente y se hace una suma del acumulado para determinar cuál es la mayor causa de problemas y cuales son las menores. El diagrama de Pareto se centra en el 20% de las causas que generan el 80% del problema. Véase ilustración 16.

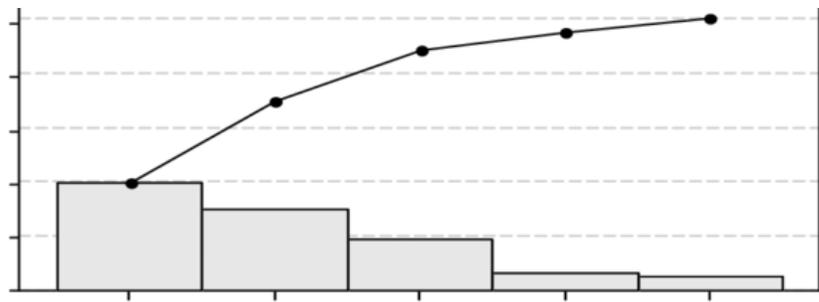


Ilustración 16. Ejemplo de un diagrama de Pareto. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

6. **Diagramas de control.** Muestran el comportamiento estable o inusual de los procesos con base en la estadística. Con el promedio y la media se puede determinar si dichos procesos están bajo o fuera de control. Para ello es necesario establecer límites que

proporcionen una tolerancia al comportamiento de los datos los cuales son determinados mediante desviación estándar (generalmente se utiliza una desviación estándar de 3 inferior y superior alrededor de la media). Cuando algún dato se muestre fuera de los límites establecidos, indica que el proceso se está saliendo de control, se deben analizar las causas y tomar acciones correctivas. Los datos aceptables deben estar dentro de los límites. Otro indicativo de que el proceso está a punto de salirse de control es que se registren siete datos consecutivos en un solo lado de la media dentro de cualquier límite (inferior o superior), este hecho se conoce como “regla de los siete” y es estadísticamente improbable.

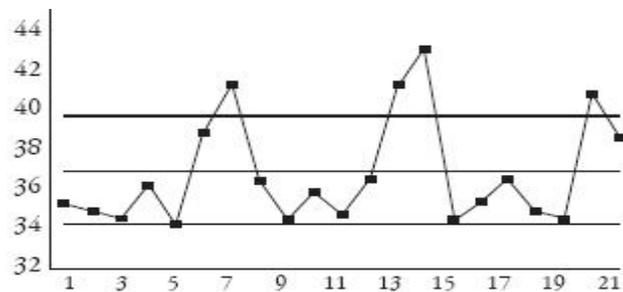


Ilustración 17. Ejemplo de un diagrama de control. Fuente: Torres & Torres, 2012.

- Diagramas de dispersión.** Un diagrama de dispersión es una relación (X, Y) que correlacionan los pares ordenados donde se estiman que cualquier cambio en la variable independiente X, provoca un cambio en la variable dependiente Y. Las correlaciones son positivas (relación proporcional) o negativas (relación inversa), aunque también podría no existir un patrón en los datos (correlación cero).

Estudios Comparativos.

Esta técnica consiste en la comparación de prácticas o procesos planificados que se han utilizado en otros proyectos similares al actual con el fin de mejorar y medir el avance del mismo. Los estudios comparativos pueden pertenecer a la organización o no.

Diseño de Experimentos.

Es una herramienta estadística que ayuda a identificar variables que influyen en el cumplimiento de la calidad. Además, determina el tipo y cantidad de pruebas que deben realizarse para que el resultado sea beneficioso sobre las causas que están provocando el problema.

Muestreo Estadístico.

El muestreo estadístico consiste en tomar una pequeña muestra de una gran población, es decir, cuando en un proyecto existan muchas comprobaciones de calidad, se toma una pequeña parte al azar para analizar. Una desventaja importante a considerar es que se toman muchas suposiciones que no siempre coinciden entre la muestra y la población.

Reuniones.

Las reuniones son importantes y de gran ayuda debido a que facilitan la comunicación y así la lluvia de ideas o el intercambio de opiniones tienen una mejor contribución en la creación del Plan para la Gestión de la Calidad.

3. Salidas.

La salida principal del proceso es la creación del plan. Cada Plan de Gestión de la Calidad es único; los requisitos, especificaciones y detalles varían de acuerdo al proyecto. Dicho plan, como en todos los procesos anteriores, es una guía para que el Director del Proyecto pueda establecer la manera en que se trabajará para cumplir con los requisitos y estándares de calidad del proyecto. El plan de gestión debe ser revisado y actualizado constantemente para poder asegurar su cumplimiento.

El Plan de Mejoras del Proceso, es otra salida importante y forma parte del Plan de Gestión de la Calidad. Su objetivo es analizar continuamente los procesos de calidad para poder identificar

qué actividades pueden requerir cambios. El Plan de Mejoras del Proceso garantiza que el proceso sea eficiente.

Las Métricas de Calidad permiten medir el avance y desempeño de lo real con lo planeado. Su aplicación en el proceso implica límites de costos, de tiempo, de recursos, etc., con el fin de asegurar los estándares de calidad con los que el proyecto debe cumplir. Entre más detalladas sean las métricas de calidad, más específicas serán las medidas y los informes.

Ahora bien, las Listas de Verificación de la Calidad son listas realizadas para poder llevar un control de todas las actividades relacionadas con el aseguramiento de la calidad, por lo tanto deben ser detalladas, estructuradas y organizadas. Estas listas de verificación deben estar basadas en los criterios de aceptación establecidos en la Línea Base del Alcance los cuales, al igual que las actividades, deben estar documentadas.

Sin embargo, es importante considerar que el registro de interesados y la EDT/WBS junto con su diccionario, son documentos que pueden requerir actualización. En sí, todo documento que esté directamente relacionado con asignación de responsabilidades.

6.2 Aseguramiento de la calidad.

El proceso consiste en asegurar que la ejecución del Plan de Gestión de la Calidad se lleve a cabo bajo las medidas y estándares definidos. Los procesos implementados continuamente son monitoreados para su mejora y así asegurar que el trabajo cumple con las normas de calidad y expectativas establecidas. Para el Aseguramiento de la Calidad se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Gestión de la Calidad es la manera en que se realizarán las actividades de aseguramiento de calidad y por ende, su control; mientras que el Plan de Mejoras del Proceso, al ser parte del Plan de Gestión de la Calidad, proporciona toda información relacionada con cambios y mejoras en los procesos de forma detallada, por ello es importante tenerlo en cuenta durante el Aseguramiento de la Calidad.

Para ello se necesitan de indicadores de desempeño; las métricas de calidad son medidas para determinar si el trabajo realizado cumple con lo planeado y así poder comprobar los procesos y su aplicación; las medidas de control de la calidad son necesarias para evaluar que los procesos cumplen con las normas y estándares de calidad acordados. Además de todos los documentos del proyecto relacionados con la calidad, procesos, requerimientos, normas, estándares.

2. Técnicas y herramientas.

Las auditorías de calidad son procesos independientes que se realizan con el fin de determinar si el sistema de gestión de la calidad con el que la organización está trabajando es eficaz. La gestión de la calidad debe coincidir con lo estipulado en el Plan de Gestión de la Calidad, puesto que estas auditorías son realizadas por personas no pertenecientes al proceso, por ello el Plan funge como guía y debe ser clara.

Las auditorías identifican las mejores prácticas implementadas, pero también aquellas defectuosas y ofrece mejoras en ellas. Durante las auditorías se pueden presentar solicitudes de cambio, las cuales deben ser aprobadas y por supuesto, toda contribución por parte de los auditores debe ser documentada como parte de las lecciones aprendidas.

El análisis de procesos es una técnica que identifica problemas, determina causas y crea acciones preventivas con base en la ejecución del Plan de Mejoras del Proceso.

Herramientas de Gestión de Calidad.

Existen herramientas que permiten el aseguramiento de la calidad llamadas “Las siete nuevas herramientas de la calidad”, debido a que muchos problemas eran triviales se decide realizar un esfuerzo de mejora.

- **Diagramas de afinidad o métodos K-J.**⁶ Esta herramienta tiene gran utilidad para organizar un conjunto de datos de manera sintetizada en proyectos complejos . Su desarrollo es similar a los mapas mentales, pues agrupa los datos por la relación que existe entre ellos bajo temas generales. El tema a analizar debe ser presentado; cada interesado debe generar de manera individual, preguntas enfocadas para que posteriormente se puedan exponer en la reunión; se procede a la agrupación de ideas por afinidad; cada grupo de ideas se jerarquiza y se llega a conclusiones finales con el análisis del diagrama creado.
- **Gráficas de programación del proceso**⁷. Esta herramienta prevé posibles riesgos o contingencias en el proyecto para ayudar a contrarrestar su impacto. Su aplicación facilita una visión global del proyecto mostrando todos los pasos de la planeación y así poder identificar posibles riesgos o contingencias de cada fase. Una vez que se describe el objetivo, es importante presentar el proyecto por fases para poder identificar los posibles problemas y así proporcionar posibles soluciones a cada una (las cuales se van a analizar para determinar las más eficaces), finalmente se simbolizan con: “○” para

⁶ Herramienta creada por el antropólogo japonés *Jiro Kawakita* en 1960,

⁷ Conocido como PDPC, por sus siglas en inglés (*Process Decision Program Chart*).

una solución aprobada a una contingencia o “X” para una solución difícil de aplicar o inadecuada.

- **Dígrafos de interrelaciones.** Son ajustes de los diagramas de relaciones, puesto que presenta la relación que existe entre factores y problemas. Para escenarios complejos que manejen múltiples variables (diagramas de afinidad, de árbol o causa-efecto) proporcionan soluciones para hasta 50 variables.
- **Diagramas de árbol.** Es una fácil representación jerárquica de los pasos a seguir en un proceso. Partiendo del objetivo, se comienza a desarrollar los medios que permitirán alcanzarlo. El desglose se hace por niveles, desde un nivel superior hasta llegar a los niveles más básicos e inferiores. En la dirección de proyectos su uso permite visualizar de manera global, organizada y las relaciones que existen en todo el proceso.
- **Matrices de priorización.** Es una herramienta que permite seleccionar las acciones de calidad aplicando criterios de prioridad, así la toma de decisiones se facilita debido a la valoración realizada a cada acción. Con dicha priorización se agrega un valor a cada acción para caracterizarlas.
- **Diagramas de red de la actividad o diagrama de flechas.** Esta herramienta de la calidad muestra las actividades que deben ser realizadas de manera ordenada, lo cual permite visualizar la planeación del proceso, permitiendo también el control del mismo. Estos diagramas pueden combinarse con otras herramientas para la programación de proyectos como la técnica PERT, por ende el método de la ruta crítica (CPM) y el método de diagramación por precedencia (PDM), pues su base es la misma que los diagramas de actividad en la flecha (AOA) o actividad en el nodo (AON). Si se realizan diagramas de red de la actividad en el proyecto como parte del aseguramiento de la

calidad, también se obtendrá la ruta crítica y por ende, cualquier retraso en las actividades afectará no solo al cronograma, también a la calidad.

- **Diagramas de matriz.** Permite relacionar variables de manera gráfica. Los datos dentro de la matriz (problemas, causas, procesos, métodos) pueden ser analizados para la gestión y control de la calidad. Este diagrama ayuda a priorizar recursos o procesos y mejora el método de trabajo debido a que su análisis permite clasificar las variables, factores o elementos.

3. Salidas.

Las solicitudes de cambio durante el proceso para asegurar la calidad del proyecto son inevitables, ya sea por acciones preventivas, correctivas, auditorias o por reparación de defectos; deben realizarse mediante el proceso de Realizar el Control Integrado a Cambios como resultado de toda la retroalimentación obtenida con ayuda de técnicas y herramientas mencionadas. Por ello las actualizaciones al Plan para la Dirección del proyecto que deben realizarse abarcan a la planeación, es decir, a todos los planes de gestión: calidad, alcance, cronograma y costos deben ser actualizados, de igual manera el Plan de Mejoras del Proceso.

Hablando de actualizaciones a los documentos del proyecto serán los informes de auditorias de calidad y documentación propia generada durante el proceso.

6.3 Control de la calidad.

Poder definir el control de la calidad es complejo, según la RAE, calidad es una “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”, una definición muy similar a la Organización Internacional de Normalización (ISO), “grado en el que un conjunto de

características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos.”. Pero control, está asociado a: **comprobación** (evitar que existan errores en el proceso) e **inspección** (evitar que los errores lleguen a manos del cliente).

La calidad y su control, según el estándar industrial japonés JIS Z 8101-1891, no es más que un sistema de técnicas para producir económicamente mercancías y servicios que cumplan las necesidades de los clientes. De acuerdo a José Antonio Domínguez Manchuca (y otros, 1995), el control de la calidad se debe entender como el conjunto de esfuerzos de toda empresa [...] encaminados a la obtención de los productos conforme a las especificaciones requeridas y al mismo costo. También es definido como el proceso de regulación a través del cual podemos medir la calidad real, compararla con las normas y actuar sobre la diferencia. (Jurán y otros, 1990).

Por ende, el proceso de Control de la Calidad es el registro de todas las actividades ejecutadas con el objetivo de evaluar que su resultado, desempeño y avance son los requeridos para que los entregables sean satisfactorios y aceptados. Si durante el proceso de identifican actividades con calidad deficiente, el Control de la Calidad aporta recomendaciones para realizar cambios. Para el Control de la Calidad se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto es una entrada porque contiene el Plan de Gestión de la Calidad, el cual tiene establecida la manera en que se va a controlar la calidad del proyecto. Por otro lado, las métricas de calidad son indicadores que estiman características de un software o sistema de información útiles durante la planeación de un proyecto, funcionales para realizar comparaciones. Las métricas de calidad describen como serán los atributos de los entregables del proyecto.

También son requeridas las listas de verificación de la calidad porque proporcionan una relación de medidas y características para determinar si el trabajo realizado cumple con los controles de calidad establecidos. Al igual que con los datos de desempeño del trabajo, puesto que ayudan a determinar si el trabajo está cumpliendo con los requisitos de calidad, de tiempo y de costos.

Las solicitudes de cambio aprobadas son modificadas, registradas y actualizadas en caso de requerirlo. Son necesarias como entrada del proceso por el impacto que pueden provocar en los entregables del proyecto, siendo estos, una entrada importante debido a que todo el proceso de calidad se centra en ellos. Los entregables son el resultado del proceso, y finalmente todos los documentos del proyecto, como contratos que especifican los requisitos de entregables, informes de auditorias y todos los resultados obtenidos con las herramientas y metodologías utilizadas durante el proceso.

2. Técnicas y herramientas.

Las Siete Herramientas Básicas de Calidad, son las herramientas que se han explicado anteriormente en el proceso de Planificar la Gestión de la Calidad, su uso es importante cuando se requiere controlar a la calidad porque representa gráficamente los datos y facilita el análisis e interpretación.

El muestreo estadístico es una técnica útil cuando se requiere revisar la calidad de una cantidad grande de entregables. Esta técnica se ha explicado anteriormente en el proceso de Planificar la Gestión de la Calidad.

Las inspecciones son técnicas que examinan el producto del trabajo para determinar si las características cumplen con lo establecido y distinguir aquellas que no. Las inspecciones pueden realizarse en cualquier nivel.

Revisión de solicitudes de cambio aprobadas. Todas las solicitudes de cambio que fueron aprobadas deben ser revisadas a fin de asegurar que los cambios están o han sido implementados.

3. Salidas.

Las mediciones de control de la calidad son los resultados documentados que se obtienen de realizar los procesos y actividades de control de calidad. Su presentación debe ser bajo formatos que permitan entenderlos de manera fácil.

Los cambios validados son referido a la inspección y verificación de cualquier solicitud de cambio aprobada, además del cumpliendo con la documentación requerida.

Entregables verificados. Para verificar que los entregables serán aceptados con conformidad y satisfacción, se utilizan como entrada en el proceso de Control de la Calidad para que se ajusten a los requerimientos de calidad por medio de técnicas y herramientas idóneas, convirtiéndose en las salidas del proceso para su verificación y al mismo tiempo en entradas del proceso Validar el Alcance para una aceptación seria y formal.

La información de desempeño del trabajo, son los datos recopilados que se utilizaron como entradas en este proceso (datos de desempeño del trabajo) y que pasaron por las técnicas y herramientas pertinentes para ahora obtener información sobre este desempeño en el proyecto y poder integrarlos a bases de datos de distintas áreas, de esta manera poder compararlos.

Durante las salidas de este proceso también existe la posibilidad de corregir o reparar alguna de las acciones tomadas, llamándolas solicitudes de cambio, por ello cualquier cambio en

el Plan para la Dirección del Proyecto debe ser a través del proceso Realizar el Control Integrado de Cambios.

Las actualizaciones son: al Plan para Dirección del proyecto, los componentes son el Plan de Gestión de la Calidad y el Plan de Mejora del Proceso; a los Documentos del proyecto, cualquier norma, acuerdo, estándar, informe, plan o documento relacionado con el proceso de Gestión de la Calidad.

CAPÍTULO 7. EL PROCESO DE ADMINISTRACIÓN DE RIESGOS

El riesgo, para el PMI se traduce como “incertidumbre” de eventos futuros y que está presente en cualquier proyecto desde su origen. Sin embargo, existen autores que definen riesgo e incertidumbre como dos conceptos distintos. Según Carl L. Pritchard (2015), el riesgo “es una situación donde puede ocurrir un evento y la frecuencia de que ocurra puede evaluarse en función de una distribución de probabilidades o consideraciones ambientales” (p.7); él explica que con el riesgo se sabe que hay cierta probabilidad de que un evento ocurra, pero con la incertidumbre esa probabilidad es totalmente desconocida. “El riesgo constituye una falta de conocimiento sobre eventos futuros.” (Kerzner, 2013, p.874).

Para que el riesgo exista se necesitan de dos componentes claves:

- Probabilidad de ocurrencia en un evento.
- El impacto que tendrá el evento ocurrido.

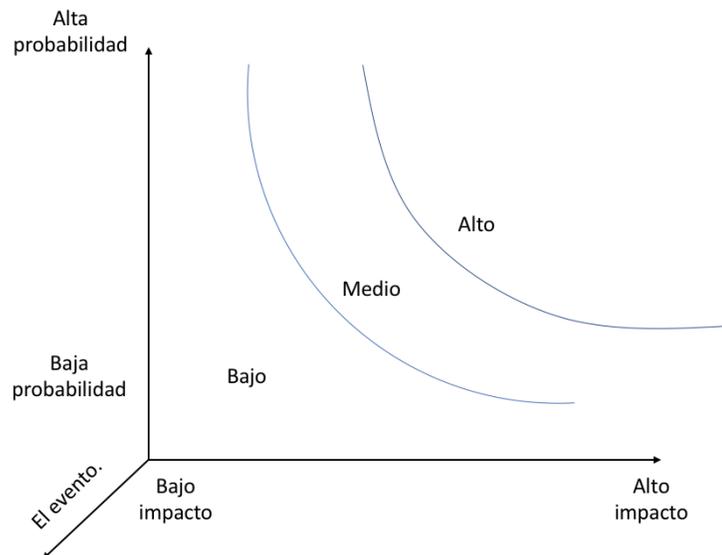


Diagrama 8. Componentes del riesgo (basada en Kerzner, 2013). Fuente: elaboración propia, Word 2010.

De manera general, un evento con baja probabilidad de que ocurra, acompañado de un bajo impacto es igual a un bajo riesgo; un evento con alta probabilidad de que ocurra, acompañado de un alto impacto es igual a un alto riesgo; un evento con alta probabilidad de que ocurra, acompañado de un bajo impacto es igual a un bajo riesgo.

“Típicamente, eventos futuros (o resultados) que son favorables, son llamados oportunidades, mientras que eventos desfavorables son llamados riesgos.” (Kerzner, 2013, p.874). Los riesgos positivos pueden ser tomados como oportunidades para el proyecto siempre y cuando estén dentro de los límites de la tolerancia al riesgo. La manera en que la organización responde al riesgo demuestra la eficacia de sus procesos de gestión y el equilibrio entre ellos.

El proceso para administrar el riesgo inicia, como en los procesos anteriores, con el desarrollo de un plan que indique la manera en que se llevará a cabo la ejecución del proceso; posteriormente se identificarán y enlistarán todos los posibles riesgos para una clasificación de acuerdo a sus causas y posibles efectos, así se puede planear la respuesta al riesgo y controlar a lo largo de todo el proyecto si su implementación es la adecuada o no. El principal objetivo es disminuir los impactos negativos de posibles eventos que puedan presentarse durante el proyecto y aumentar los eventos positivos convirtiéndolos en oportunidades.

El proceso para la administración de riesgos en un proyecto es el siguiente:

1. Grupo de procesos de planificación.

- a. Planificar la Administración de Riesgos:** es el proceso para desarrollar y documentar estrategias y métodos interactivos que identifiquen y analicen riesgos para desarrollar planes de respuesta, monitoreo y control.
- b. Identificar Riesgos:** en este proceso se examinan todas las áreas del proyecto para determinar y documentar riesgos asociados.

- c. **Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos:** este proceso evalúa los riesgos identificados y analiza la probabilidad que tienen en ocurrir con el impacto que puede causar.
- d. **Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos:** en este proceso se analiza numéricamente cada riesgo de acuerdo al efecto que tendrá sobre los objetivos del proyecto.
- e. **La Respuesta de Riesgos:** proceso que identifica, evalúa, selecciona e implementa una o más estrategias para reducir el riesgo a un nivel aceptable de acuerdo con los objetivos del proyecto y en algunos casos, convertir el riesgo en oportunidad.

2. Grupo de procesos de monitorea y control.

- a. **Controlar los Riesgos:** es el proceso que evalúa el desempeño de las acciones implementadas en las respuestas de riesgos establecidas para verificar la efectividad del proceso a lo largo de todo el proyecto.

La Administración de Riesgos debe ser una herramienta de gestión que ayude a entender, priorizar y gestionar el impacto tanto positivo como negativo en los objetivos del proyecto.

7.1 Planificar la Administración de Riesgos.

Es el proceso para desarrollar y documentar estrategias o métodos interactivos que identifiquen y analicen los riesgos del proyecto. Durante la planeación se definen las actividades para identificar, analizar, responder y controlar los riesgos. Los riesgos suelen ser parcialmente desconocidos, cambiantes con el tiempo y manejables (por acciones humanas que pueden cambiar su impacto o efecto). Priorizar riesgos, determinar cuáles riesgos merecen inversión de tiempo y

energía, cuáles riesgos merecen ser aislados, cuáles pueden ser oportunidades, cuáles serán los planes acciones alternas, establecer reservas de tiempo y dinero para riesgos que no se puedan contrarrestar son objetivos del proceso de planificación.

El proceso para planificar la administración de riesgos debe iniciar tan pronto como inicia el proyecto y completarse en fases tempranas. Para la creación del Plan de Administración de Riesgos se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan para la Dirección del proyecto es una entrada importante debido a que en él están contenidos los planes de gestión (alcance, tiempo, costo y calidad) y el plan para administrar los riesgos debe ser consistente a ellos. También tiene las líneas bases aprobadas, las cuales muestran el estado actual de las áreas afectadas. El Acta Constitutiva al proporcionar las descripciones y requisitos del proyecto de manera general, muestra los riesgos de alto nivel que puede tener el proyecto.

El registro de interesados al mostrar que rol tiene cada interesado en el proyecto, proporciona información general sobre responsabilidades y la perspectiva que tiene cada interesado sobre el proyecto y sus riesgos.

2. Técnicas y herramientas.

Las técnicas analíticas permiten entender las perspectivas y actitudes que tienen los interesados frente a las situaciones de riesgo para definir un plan estratégico ante dichos eventos riesgosos. Esta técnica ayuda a conocer los niveles de tolerancia que tienen los interesados; ahora bien, si esta técnica se combina con la opinión de expertos en el tema, ayuda a crear un mejor plan de administración de riesgos con la experiencia y conocimientos que aportan, para ello es

importante realizar reuniones entre interesados y expertos. Puede funcionar de buena manera debido a que dentro de sus objetivos está saber qué nivel de riesgo puede tolerarse, saber que riesgos son los más probables en ocurrir, el impacto que puede tener sobre los objetivos, etc. Estas reuniones ayudan mucho al Director del Proyecto a crear el Plan de Administración de Riesgos.

3. Salidas.

Plan de Administración de Riesgos.

Como ya se ha mencionado, la única salida de este proceso es un componente secundario del Plan para la Dirección del Proyecto. El Plan para la Administración de Riesgos es un documento con carácter detallado o general que sirve como guía para el Director del Proyecto y para el equipo de trabajo porque establece las actividades y los criterios para desarrollar el proceso, comprobar si las medidas ante riesgos son eficaces y asegurar que la gestión de riesgos disminuye su impacto sobre los objetivos o crea oportunidades del riesgo. Algunas de las características que contiene el Plan de Administración de Riesgos son las siguientes:

- **Metodología.** De qué manera se llevará a cabo la administración de riesgos.
- **Roles y responsabilidades.** Definir qué papel tiene cada quien en el proceso, qué actividades y qué responsabilidades tienen.
- **Presupuesto.** Es un aproximado de los recursos financieros que se necesitarán para la reserva ante contingencias y la reserva de gestión.
- **Calendario.** Define cuándo se realizarán las actividades del proceso de acuerdo al cronograma del proyecto.

- **Riesgo por categoría.** Establecer qué riesgos son de mayor impacto o tienen más probabilidad de ocurrir. Esta categorización ayuda a identificar las causas que pueden provocar riesgos. La forma en que se va a categorizar y priorizar depende mucho del tipo de proyecto.
- **Definiciones.** Probabilidad e impacto son conceptos que todos deben tener presentes y su definición debe ser lo más clara posible. Saber cuáles pueden ser considerados negativos o positivos, cómo afectarían a los objetivos del proyecto en cada área: costo, tiempo, alcance y calidad.
- **Matriz de probabilidad e impacto.** Es una manera de comparar la probabilidad que tiene cada evento para ocurrir con el impacto sobre los objetivos. Dicha vinculación funciona también para identificar la importancia de un riesgo, por ejemplo: en alto, medio, bajo.
- **Tolerancia al riesgo por parte de los interesados.** Debe estar estipulado qué tanto están dispuestos a aceptar.
- **Formatos de informes.** Cómo se va a documentar el proceso para su análisis y comunicación de resultados, registro de actividades y auditorías.

7.2 Identificar Riesgos.

Es un proceso iterativo donde se examinan todas las áreas del proyecto para determinar y documentar riesgos asociados. Dichos riesgos pueden evolucionar a lo largo del ciclo de vida del proyecto o bien, surgir nuevos eventos en cualquier área de la organización (técnica, logística, producción, ingeniería, etc.), por ello la identificación de riesgos es un proceso que debe evolucionar con el proyecto a lo largo de todas sus fases.

Cualquier interesado o participante del proyecto es parte del proceso, puesto que cada persona tiene una perspectiva del mismo. La declaración y comunicación de los riesgos identificados debe ser lo más clara posible, puesto que este es el primer paso para crear un plan de respuesta con ayuda de técnicas y herramientas se puede lograr una identificación eficiente. Para la identificación de los riesgos se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Administración de Riesgos ayuda a la identificación de riesgos debido a que en él están descritas las actividades y responsabilidades que tiene cada persona en el proyecto, contiene un calendario que indica la realización de las actividades con base en el cronograma del proyecto, el presupuesto estimado para la reserva ante contingencias, los riesgos por categoría y la forma para documentar los riesgos.

Los planes de gestión de costos, cronograma y calidad proporcionan los posibles riesgos en cada área y cómo es que afectan a los objetivos de cada uno, perjudicando también las expectativas de interesados. La línea base de la calidad aporta medidas que pueden aportar a la identificación de riesgos.

Línea base del alcance.

La línea base del alcance, contiene en ella la EDT/WBS, por ello la identificación de riesgos se puede hacer en cualquier nivel, desde lo más general hasta lo más particular, o bien, se puede tener riesgos identificados y posteriormente distinguir en qué nivel se encuentran. Sin embargo, es en el enunciado del alcance donde se encuentran los supuestos del proyecto, los cuales deben ser considerados como riesgos potenciales.

Estimación de costos y de tiempo de las actividades.

La estimación de los costos y de tiempo de las actividades del proyecto es una evaluación cuantitativa que también sirve como indicador en el cronograma. El análisis de dichas estimaciones proporcionan la identificación de riesgos para el proyecto, puesto que cualquier aumento al cronograma y/o al costo representa riesgo.

El registro de interesados ayuda a la participación de todos los interesados en el proceso para identificar posibles riesgos es de suma importancia, puesto que cada participante tiene una perspectiva distinta sobre el proyecto.

Documentos del proyecto como el Acta Constitutiva, el cronograma y la lista de verificación de calidad son documentos que proporcionan información para la prevención de posibles riesgos.

2. Técnicas y herramientas.

Revisar la documentación.

Revisar la documentación del proyecto es una técnica indicadora de riesgos, se basa en los supuestos identificados de los planes realizados, los cuales deben cumplir con cierto nivel de calidad para que sean consistentes. Así mismo, los archivos de proyectos anteriores también deben ser revisados para determinar los requisitos.

Técnicas de recopilación de información.

Existen varias técnicas que facilitan la recolección de información:

- **Tormenta de ideas.** Formalizar reuniones para que las ideas fluyan entre varias personas interesadas en el proyecto (internas o externas) es una técnica que sirve para realizar la lista de riesgos, identificarlos y categorizarlos.
- **Técnica Delphi.** Es una técnica que sirve para solicitar a los expertos de área, su participación en la identificación de riesgos. De utilidad cuando los expertos del proyecto no pueden coordinar sus tiempos, cuando geográficamente se encuentran separados o cuando se generan fricciones entre los expertos. La técnica consiste en realizar preguntas que aborden las áreas de riesgos, las respuestas son revisadas, resumidas y mostradas nuevamente a los expertos para adicionar comentarios.
- **Análisis de causa raíz.** Esta técnica se basa en buscar problemas, saber sus causas y desarrollar una respuesta (acciones preventivas).

Análisis con lista de verificación.

Realizadas para poder llevar un control de todas las actividades relacionadas con el aseguramiento de la calidad, su análisis se centra en información de proyectos similares realizados con anterioridad para identificar riesgos en el actual proyecto. Es importante aclarar que la lista de verificación no es lo suficiente detallada, por eso el equipo de trabajo debe mencionar riesgos que no estén dentro de la lista y no suponer que dicha lista es una técnica completa y confiable para identificar riesgos.

Análisis de supuestos.

Para iniciar con el proyecto se crearon escenarios hipotéticos, los cuales podría decirse que fueron el primer paso para la creación y el desarrollo de su plan. Ahora bien, suponer escenarios

en un plan es sinónimo de inconsistencia, inexactitud y por ende, al no estar completo permite la existencia de riesgos. Analizar dichos supuestos contribuye a identificar riesgos potenciales.

Técnicas de diagramación.

Diagramas que funcionan para identificar riesgos son:

- **Diagramas de causa y efecto.** Explicados anteriormente, se conocen también como diagramas de Ishikawa o diagramas de espina de pescado y, como su nombre lo indica, ayudan a determinar las causas de los riesgos y a estimar su efecto sobre el proyecto. Véase diagrama 9.

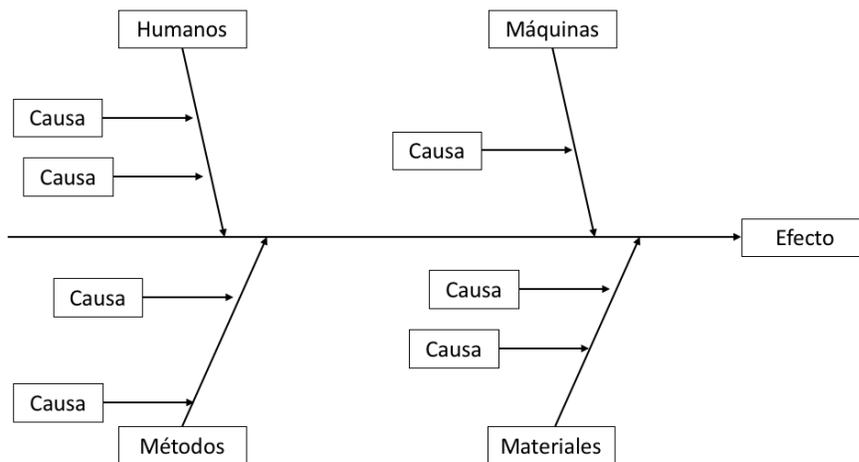


Diagrama 9. Diagrama causa y efecto. Fuente: elaboración propia, Word 2010.

- **Diagramas de flujo de procesos o de sistemas.** Es la representación gráfica entre los elementos de un sistema y la relación existente “causa y efecto”. Véase diagrama 10.

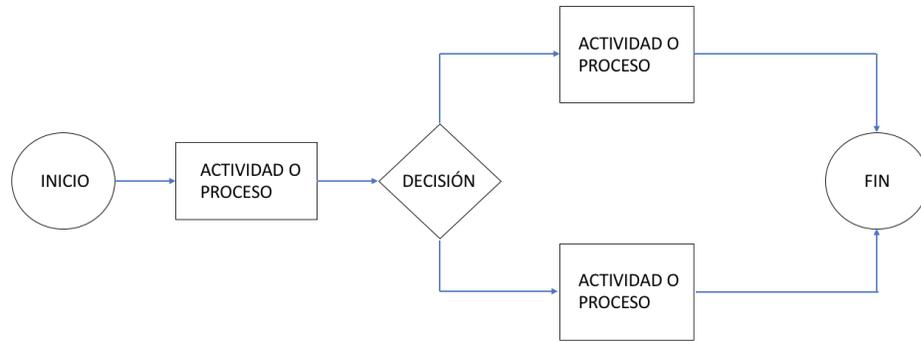


Diagrama 10. Diagrama de flujo de procesos. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

- **Diagramas de influencias.** Muestra las situaciones que causan el riesgo, la cronología en que ocurren los eventos, la relación que pueden tener sus variables y los resultados. Véase diagrama 11.

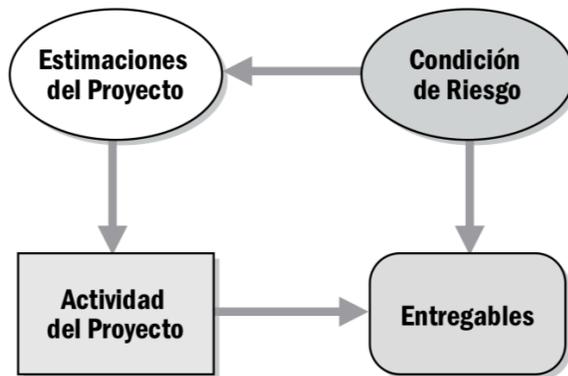


Diagrama 11. Diagrama de Influencias. Fuente: PMBOK.

Análisis FODA.

Esta técnica realiza un análisis desde distintas perspectivas del proyecto: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, de esta manera se puede lograr una buena identificación de riesgos.

Juicio de expertos.

Si el Director del Proyecto sabe identificar a los expertos adecuados en la materia, dichos expertos pueden identificar los riesgos directamente debido a la experiencia que tienen.

3. Salidas.

El Registro de Riesgos es la única salida que tiene el proceso de Identificar Riesgos. Este documento es el resultado de una planeación y análisis de riesgos que serán la base para elaborar una respuesta. El registro de riesgos es un documento que debe ir agregando elementos de gestión de riesgos a lo largo del proceso de Administración de Riesgos. Al ser salida del proceso de Identificar Riesgos, el Registro de Riesgos contiene (véase ilustración 18):

- **Lista de riesgos identificados.** Los riesgos que han sido identificados se detallan, se añaden sus causas, la probabilidad y frecuencia con que pueden ocurrir y el posible impacto que causarían al proyecto y a sus objetivos.
- **Lista de posibles respuestas.** Al ser identificado un riesgo, se puede identificar su respuesta, las cuales serán entrada en el proceso de Planificar la Respuesta de Riesgos.

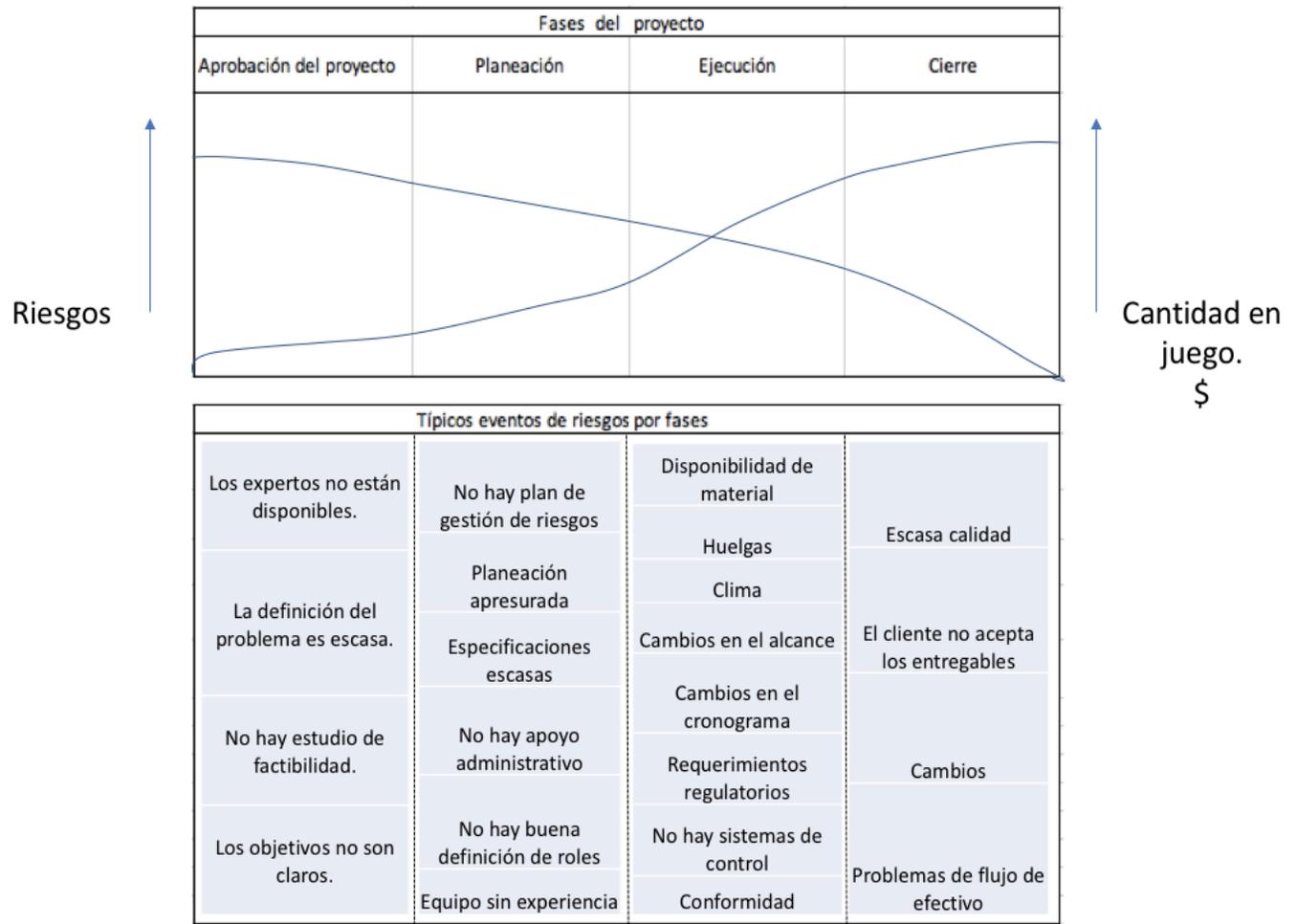


Ilustración 18. Análisis del ciclo de vida de riesgos (basada en kerzner, 2013). Elaboración propia, Excel 2010.

7.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos.

Este proceso se centra en estimar y priorizar el nivel que tiene cada riesgo identificado, para ello es fundamental analizar: la probabilidad que tiene cada evento en ocurrir y el impacto o consecuencia que podría tener sobre el proyecto y sus objetivos (costo, tiempo, alcance y calidad). El análisis le permite al Director del Proyecto y al equipo de trabajo reducir la incertidumbre existente y al priorizar los riesgos que se puede ir planificando su respuesta.

Generalmente son usadas las escalas para clasificar al riesgo de manera cualitativa y los resultados pueden ser agrupados de acuerdo a las limitaciones del proyecto (tiempo, costo, alcance y calidad):

- Riesgo alto: impacto considerable en costo, tiempo, alcance y/o calidad, por ende se requiere de acciones preventivas y/o correctivas con alto nivel de prioridad y atención inmediata.
- Riesgo medio: algún impacto en costo, tiempo, alcance y/o calidad, se requiere de atención especial para su solución y sólo la necesaria.
- Riesgo bajo: mínimo impacto en costo, tiempo, alcance y calidad, con supervisión es suficiente.

Para un análisis cualitativo de riesgos eficiente se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

Durante el Análisis Cualitativo de Riesgos se revisan algunos apartados del Plan de Administración de Riesgos para poder adaptarlos o crearse, tales como: los roles y responsabilidades de cada integrante, el presupuesto, las actividades del calendario, los riesgos por categoría, las definiciones de probabilidad e impacto, la matriz de probabilidad e impacto y la tolerancia al riesgo por parte de los interesados.

La línea base del alcance es un indicador de qué tan complejo es el proyecto, esto nos ayuda a determinar qué tanta incertidumbre existe, es decir, a mayor complejidad del proyecto, mayores riesgos existen. Analizar la línea base del alcance no sólo ayuda a categorizar al proyecto, también a los riesgos. La información contenida en registro de riesgos permite categorizar los riesgos.

2. Técnicas y herramientas.

Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos.

Evaluar la probabilidad y el impacto de cada riesgo identificado no sólo sirve para saber el efecto y la frecuencia que tendrán (en caso de ocurrir) sobre los objetivos del proyecto, sino que además ayuda a clasificar a los riesgos por categoría de tiempo, costo, alcance y calidad. Esta técnica puede llevarse a cabo mediante reuniones o entrevistas con cualquier participante o interesado del área de gestión de riesgos, perteneciente o no al proyecto. Las definiciones de probabilidad e impacto están establecidas en el Plan de Administración de Riesgos.

Matriz de Probabilidad e Impacto.

Dicha matriz ayuda a clasificar el riesgo con base en la probabilidad de ocurrencia del evento y el impacto sobre el objetivo. De acuerdo con los resultados, el riesgo puede clasificarse como: alto, medio o bajo. La organización es la encargada de definir qué elementos harán que el riesgo sea considerado como alto, medio o bajo y deben ser establecidas en el Plan para la Administración de Riesgos.

Se consideran todos los riesgos, tanto amenazas como oportunidades con el fin de definir cuáles riesgos son los que necesitan acciones inmediatas, atención necesaria o sólo supervisión.

Véase ilustración 19.

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0.9	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.7	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.5	0.03	0.05	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.1	0.05	0.03
0.3	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
Resultado	0.15	0.25	0.5	1	2	2	1	0.5	0.25	0.15

Ilustración 19. Ejemplo de matriz de probabilidades e impacto. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Evaluación de la Calidad de los Datos sobre Riesgos.

Es una técnica importante que debe realizarse con la mayor atención posible. Su análisis requiere que los datos asociados a los riesgos sean exactos para que el análisis cualitativo de los riesgos sea fiable, de lo contrario el análisis cualitativo será inútil. Para que un análisis cualitativo sea de calidad, los riesgos y los datos relacionados deben ser entendibles.

Categorización de riesgos.

Cada organización realiza la clasificación de riesgos dependiendo las áreas del proyecto que estén más expuestas, por ejemplo:

- Por fases del proyecto.
- Por causas raíz.
- Por actividades.
- Por roles.
- Por objetivos (tiempo, costo, alcance, calidad.).

Evaluación de la urgencia de los riesgos.

Saber qué tan severo es el riesgo dará como resultado una priorización de riesgos. Aquellos riesgos que necesiten de una respuesta inmediata serán clasificados como “urgentes”. Esta evaluación depende mucho del tiempo de respuesta, de la probabilidad para identificar al riesgo, de las señales de “advertencia” que con el tiempo surgan y de la clasificación de los riesgos.

En muchos proyectos, la Matriz de Probabilidad e Impacto es utilizada para darle valor a cada riesgo (según la probabilidad de ocurrencia y el impacto) y así obtener una calificación por riesgo.

Juicio de expertos.

Técnica de utilidad para definir, evaluar y calificar la probabilidad y el impacto de los riesgos. La experiencia de los expertos ayuda incluso a ubicar cada riesgo dentro de la Matriz de Probabilidad e Impacto.

3. Salidas.

Solamente se realizan actualizaciones a el registro de riesgos al concluir el proceso debido a la información que se adquiere, por ejemplo: la evaluación de probabilidad e impacto para cada riesgo puede ser modificada, se puede añadir calificación a los riesgos dentro de la Matriz, la categorización o la evaluación de urgencia de los riesgos; los supuestos cambian a medida que se adquiere mayor información, por ello es importante registrarlos en la línea base del alcance o bien, en un listado independiente.

7.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.

El Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso que se encarga de examinar los riesgos identificados asignándoles un valor métrico para determinar el efecto que tendrán sobre los objetivos del proyecto, de esta manera se disminuye la incertidumbre y el Director del Proyecto tiene una mejor visión sobre la probabilidad que tiene de alcanzar dichos objetivos, lo cual también lo lleva a tomar mejores decisiones.

Para que este proceso tenga el efecto esperado, su aplicación debe ser sobre los riesgos previamente identificados y priorizados. Un análisis cuantitativo de riesgos evalúa el efecto sobre riesgos individuales y en conjunto, lo cual es el proyecto en su totalidad, para ello se necesita que el director del proyecto sepa exactamente qué técnica utilizar y si dicho análisis debe repetirse

después para efectos de control de riesgos. Para realizar el análisis cuantitativo de riesgos se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

El Plan de Administración de Riesgos establece las actividades y los criterios para desarrollar el proceso, todos los métodos que se utilizarán en el análisis cuantitativo de riesgos. El Plan de Gestión de Costos será la base para la creación de las reservas de riesgos ya que contiene las reglas para la planificación de las reservas del proyecto. El Plan de Gestión del Cronograma es fundamental para la gestión de las reservas de riesgos ya que contiene las reglas para el desarrollo de las reservas del proyecto. El registro de riesgos es el documento que contiene la información necesaria para iniciar con el análisis cuantitativo de riesgos.

2. Técnicas y herramientas.

Técnicas de recopilación y representación de datos.

Para recopilar información cuantitativa de los riesgos identificados, las entrevistas resultan ser una técnica con la que se obtiene información numérica. Ahora bien, para poder crear representaciones gráficas que muestren el comportamiento de los datos se recurre a distribuciones probabilísticas para posteriormente simular dicho comportamiento de datos en un modelo numérico que les permita a los expertos crear un juicio u opinión sobre los riesgos del proyecto.

- **Entrevistas.**

Las entrevistas se basan en recopilar información histórica de expertos en la materia o de bases de datos pertenecientes a proyectos anteriores. Para saber qué información es la que se requiere investigar es necesario definir qué tipo de distribución probabilística se va a utilizar. La

recopilación y la representación de datos no pueden existir de manera aislada, pero existe una amplia variedad de distribuciones probabilísticas, por lo general se clasifican en dos categorías: continuas y discretas (sólo cuando los valores existentes son finitos).

- **Distribuciones de probabilidades.**

Las distribuciones de probabilidades son representaciones gráficas de incertidumbre, su elección debe ser en base a los datos que se tienen. Muchas veces se selecciona un tipo particular de distribución de probabilidades sin tener idea de qué tipo de distribución debe asociarse con el elemento que se está modelando. A veces se elige un tipo de distribución de probabilidades sin tener un argumento convincente o el software que se utiliza limita a la distribución, por ello se debe analizar su elección con argumentos convincentes y no intuiciones o supuestos, de hacerlo así el resultado no servirá de nada en la simulación. Es importante recalcar que no se debe creer ciegamente que las distribuciones se ajustan a las estadísticas y que el uso de esa información es sólo para elegir un tipo de distribución de probabilidades.

Durante el análisis cuantitativo de riesgos se emplea el uso de distribuciones continuas de probabilidad para modelado y simulación de los riesgos sobre el proyecto, pues representan el valor de la incertidumbre en el costo y en el tiempo del proyecto. Algunos tipos de distribuciones continuas de probabilidad son:

- **Distribución beta.** Definida por dos parámetros, un valor máximo y uno mínimo, su uso es muy común en modelado de tiempo de culminación de una o más actividades. Véase ilustración 20.
- **Distribución log-normal.** Definida por parámetros de ubicación y escala, su uso es apropiado para modelar una variable que sea el producto multiplicativo de varias variables donde ninguna variable domine. Véase ilustración 20.

- **Distribución normal.** Se especifica por la media (\bar{x}) y la desviación estándar (S). La media determina el pico de la curva y la desviación determina la dispersión de los datos. Su uso es muy común debido a que su aproximación ocurre naturalmente en muchas mediciones físicas, biológicas y sociales.
- **Distribución triangular.** Útil para describir poblaciones con datos limitados y procesos de riesgo comercial. Los datos que representa son un valor máximo, uno mínimo y la moda. Véase ilustración 20.
- **Distribución uniforme.** Para variables continuas modeladas con probabilidades constantes.

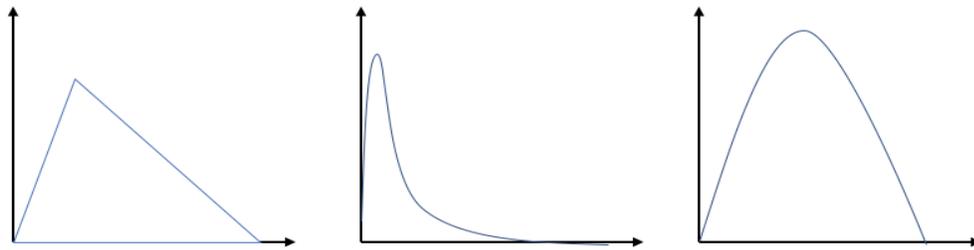


Ilustración 20. Distribución triangular, lognormal y beta. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

Técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y modelado.

Para poder iniciar con el modelado de riesgos es importante realizar un análisis detallado de los resultados obtenidos con las distribuciones de probabilidad, esto con el fin de clasificar y entender la información para que la simulación sea lo más próxima posible a la realidad.

- **Análisis de sensibilidad.**

Un análisis de sensibilidad es una técnica que determina cuáles son los riesgos potenciales en el proyecto, es decir, la relación que tiene el riesgo con el impacto en los objetivos y la variación en la incertidumbre. Dicho análisis es aplicable tanto para evaluaciones cuantitativas como cualitativas. “El análisis normalmente se aplica cuando se está considerando un cambio significativo en el proyecto y existe cierto desacuerdo en cuanto a la posible influencia de esa modificación.” (Pritchard, 2015, p. 295), es así como el análisis de sensibilidad realiza un antes y un después para poder hacer una comparación y tener una predicción a futuro.

Esta técnica ayuda a comprender la influencia que tienen los cambios sobre el proyecto, puesto que proporciona un enfoque del impacto que puede tener un solo cambio en todo el ciclo de vida o fases del proyecto y permite comparar ambas situaciones, por ende, el análisis de sensibilidad es una técnica que ayuda al Director del Proyecto, al equipo de trabajo y demás interesados a visualizar el impacto y el cambio que puede generar cualquier parámetro sobre el proyecto y sus objetivos.

- **Análisis del valor monetario esperado (EVM).**

El análisis de valor monetario esperado (Expected Monetary Value, EMV) es usado para determinar estrategias cuando se toma una decisión frente a una serie de alternativas o patrones inciertos o riesgosos de eventos futuros, en pocas palabras, el análisis EVM es una técnica creada para tomar decisiones.

Su aplicación puede ser en cualquier fase del proyecto aunque normalmente se realiza en las primeras fases para identificar probabilidades y costos asociados a los riesgos. Su objetivo es identificar la opción que maximice las ganancias y disminuya los costos. En esta técnica las oportunidades son expresadas con valores positivos y las amenazas con valores negativos. Su

cálculo es la multiplicación el valor de cada evento por la probabilidad que tiene de ocurrir, los resultados se van sumando a medida que el análisis continua. En otras palabras, el EVM es el producto del costo y de la probabilidad de que ese costo pueda ocurrir en el proyecto.

- **Modelado y simulación.**

Los resultados obtenidos con las técnicas de recopilación y representación de datos serán la base para crear el modelo que interprete la incertidumbre del riesgo, el impacto que puede producir sobre el proyecto y sus objetivos será traducido con la simulación. Las simulaciones generalmente se realizan con la técnica Monte Carlo a través de software como “@Risk” o “Barbecana Full Monte”, por mencionar algunos.

El uso de la técnica Monte Carlo crea series de distribuciones de probabilidades para riesgos potenciales, mostrando aleatoriamente dichas distribuciones de costo y tiempo para cada iteración y transforma los números en información útil que refleja la cuantificación de los riesgos de costo y/o cronograma del proyecto para cada paquete de la EDT/WBS en histogramas o diagramas que puedan mostrar todos los riesgos existentes de manera individual y en su totalidad.

Los resultados que se pueden obtener de la simulación son para estabilizar los costos y/o el las catividades del cronograma de manera razonable o para identificar niveles apropiados de costos para contingencias. El beneficio de realizar simulación, es que se puede saber el resultado de múltiples escenarios al modificar cada variable.

Juicio de expertos.

Una vez realizada la simulación se recurre a los expertos para que analicen los resultados, identifiquen los riesgos potenciales, el impacto en costo y/o tiempo y realicen evaluaciones de probabilidades.

3. Salidas.

Nuevamente, la única salida del proceso es la actualización del registro de riesgos, implicando:

- 1) Un análisis probabilístico del proyecto que estima los resultados del cronograma (fechas de conclusión) y de costo, para ello es necesario acordar con los interesados la tolerancia al riesgo para que las reservas de contingencias (de tiempo y de costos) sean aceptadas por la organización.
- 2) Un estimado de las probabilidades que tiene el proyecto de alcanzar los objetivos de tiempo y costo de acuerdo con el plan de administración de riesgos, pero ahora en base a los resultados cuantitativos obtenidos del análisis.
- 3) Una lista priorizada que incluya todos los riesgos cuantificados: amenazas, oportunidades, los de mayor impacto o de mayor probabilidad, etc.
- 4) Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos que se alimentan de información con cada iteración que se realiza en el modelo de simulación, lo cual lleva a realizar conclusiones.
- 5) La información histórica que se adquiere en materia de riesgos a través de realizar el análisis cuantitativo de riesgos del proyecto.

7.5 Planificar la Respuesta de Riesgos.

Planificar la respuesta al riesgo es un elemento crucial en el proceso de Administración de Riesgos debido a que determina qué acciones serán tomadas para gestionar los riesgos como oportunidades y maximizarlas, o como amenazas y reducir su impacto en el proyecto y en sus objetivos.

Toda la información generada a lo largo del proceso para administrar los riesgos es crucial para determinar cómo es que la organización destinará recursos del presupuesto y/o incluirá actividades en el cronograma según lo requiera el proyecto. Todas esas modificaciones al Plan para la Dirección del Proyecto pueden ser realizadas a través de métodos y técnicas específicas que identifican amenazas u oportunidades, a los responsables y ayudan al estimado de recursos. “Las respuestas a los riesgos deben adecuarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío a cumplir, realistas dentro del contexto del proyecto, acordadas por todas las partes involucradas y deben estar a cargo de una persona responsable.” (PMI, 2013) Para planificar la respuesta de riesgos se desarrolla el proceso descrito a continuación:

1. Entradas.

Los componentes del Plan de Administración de Riesgos que funcionan como entradas en el proceso son: los roles y responsabilidades de cada integrante, las definiciones y la categorización de los riesgos. Sin embargo, la información que contiene el registro de riesgos es importante para poder planificar una respuesta a los riesgos, por ello el registro entra como entrada del proceso en su totalidad.

2. Técnicas y herramientas.

A continuación, se mostrará variedad de técnicas que crean respuesta a los riesgos. Para asegurar la eficacia del proceso es necesario saber cuál o cuáles estrategias son las indicadas para cada tipo de riesgo. Es importante tener en cuenta que al implementar una u otra estrategia, pueden surgir riesgos secundarios o bien, que la elección de la estrategia de respuesta puede resultar inadecuada, para cada caso se recomienda tener una reserva de tiempo o de costo.

La selección de cualquiera de las siguientes estrategias es en función de la probabilidad y el impacto sobre los objetivos.

Estrategias para riesgos negativos o amenazas.

Para riesgos con alto impacto global:

- **Evitar.** Remover la posibilidad que un evento de riesgo tiene sobre los objetivos. Cambiar o excluir actividades o elementos que amenacen al proyecto, muchas veces los cambios se hacen en el Plan para la Dirección del Proyecto a fin de proteger al proyecto, por ejemplo en la modificación del cronograma o del alcance. Para aplicar dicha estrategia, la comunicación entre los involucrados es fundamental.
- **Transferir.** Es la acción de ceder el riesgo y su responsabilidad a un tercero. Un tercero lleva la gestión de dicho riesgo mediante un contrato o acuerdo. Transferir no es eliminar. Generalmente la transferencia de riesgos se realiza a externos al proyecto, como:
 - Aseguradoras (incluye empresas, garantes y fiadores).
 - Subcontratistas.
 - Vendedores.
 - Clientes.

Para riesgos con bajo impacto global:

- **Mitigar.** Es la estrategia más común, se trata de especificar acciones para reducir la probabilidad que tiene un evento de riesgo en ocurrir y/o su impacto sobre los objetivos del proyecto. Se basa en la prevención, la cual es más fácil y menos costosa que solucionar o reparar.

- **Aceptar.** Esta estrategia es, como su nombre lo dice, aceptar el riesgo por parte del equipo de trabajo y sólo actuar si el riesgo se materializa o a medida que se vaya presentando. Comúnmente el equipo de trabajo y el Director del Proyecto, asignan una reserva de tiempo y/o costo para contingencia, a esto se le llama “aceptación activa” y es útil para el manejo de los recursos en situaciones de riesgo, pero en ocasiones se opta por sólo documentar la amenaza e ir actuando conforme se presente, al igual que supervisarla periódicamente a fin de controlarla y mantenerla en el mismo nivel, a esto se le llama “aceptación pasiva”.

Estrategias para riesgos positivos u oportunidades.

Cabe destacar que “aceptar” el riesgo no sólo es una estrategia para riesgos negativos, también es de utilidad para oportunidades.

- **Aceptar.** Es la decisión de admitir las consecuencias si el evento positivo ocurre. Aceptación pasiva (sin acciones requeridas) o aceptación activa (cuando los interesados toman una serie de acciones para que la oportunidad sea realizada). Una buena herramienta para identificar estas oportunidades es el uso de la Matriz de Probabilidad e Impacto.
- **Mejorar.** Esta estrategia aumenta la probabilidad de ocurrencia del evento y el impacto en los objetivos para mejorarlos. Las causas del evento se maximizan para acelerar e incrementar su impacto. Un ejemplo claro es obtener mayores recursos en el proyecto, lo cual provocaría una finalización temprana del proyecto.
- **Explotar.** Cuando se requiere de un aseguramiento de la oportunidad, la estrategia de explotar es la ideal. Su objetivo es eliminar la incertidumbre que rodea a la

oportunidad y asegurarla. Por ejemplo, asignar recursos tecnológicos que ayuden a minimizar el tiempo o el costo del proyecto

- **Compartir.** Es similar a “transferir”, en este caso una oportunidad, a un tercero para que con sus habilidades, experiencia, conocimientos o recursos gestione la oportunidad a favor del proyecto.

Estrategias de respuesta a contingencias.

Es necesario contar con una respuesta o un plan de reserva que sirva para ciertas eventualidades o bien, un documento donde se establezcan todas las señales de advertencia para que el equipo de trabajo actúe y ejecute dichos planes.

Juicio de expertos.

Se recurre a los expertos para que analicen los resultados, identifiquen si los riesgos están siendo analizados adecuadamente y si las estrategias que se han decidido tomar son adecuadas.

3. Salidas.

Las actualizaciones realizadas al Plan para la Dirección del proyecto incluyen a los planes de gestión de tiempo, costo y calidad, así como a las línea base respectiva a cada plan y al alcance. Los cambios realizados después de ejecutar el proceso de Administración de Riesgos deben ser reflejados en el Plan. Además, todos los documentos relacionados con riesgos del proyecto, responsabilidades, estrategias, condiciones, presupuestos, reservas, etc., deben igualmente ser actualizados.

7.6 Controlar los Riesgos.

El proceso básicamente se centra en evaluar la efectividad de las respuestas y acciones implantadas a los riesgos, además del análisis y retroalimentación del proceso que ayuda a identificar nuevos riesgos emergentes y a revisar la planeación del proceso de gestión de riesgos.

Controlar los riesgos implica verificar si lo planeado coincide con lo realizado e identificar desviaciones, determinar si los supuestos del proyecto siguen siendo válidos, seguir analizando riesgos para saber si han cambiado o se han vuelto obsoletos y eliminarlos, evaluar la eficacia de las respuestas a riesgos y supervisar las reservas para contingencias. El proceso para Controlar los Riesgos del proyecto es el siguiente:

1. Entradas

Plan para la Dirección del Proyecto.

Entrada clave al proceso de control es el Plan para la Dirección del proyecto debido a la información que contiene. El registro de riesgos es la base para iniciar con el control de riesgos, pues es la guía para el proceso; contiene los roles y las responsabilidades de cada integrante, los planes de respuesta, las señales de advertencia, la categorización de los riesgos, los resultados del análisis cualitativo y cuantitativo y las reservas para contingencias.

Los resultados de los datos de desempeño del trabajo, pueden mostrar el impacto que tienen los riesgos, para ello se necesita: saber el estado de entregables, cuánto se ha avanzado en tiempo y cuánto se ha gastado de los recursos financieros; y por último, los informes del desempeño del trabajo, son los datos que ayudan a determinar el desempeño del proceso como análisis de variación, resultados obtenidos del valor ganado y datos que muestren proyecciones o tendencias futuras.

2. Técnicas y herramientas.

Reevaluación de los riesgos.

Reevaluar los riesgos es una técnica importante y muy útil para identificar nuevos riesgos. En ocasiones algunos riesgos pueden ser obsoletos a medida que el proyecto avanza y cumple con los objetivos, pero pueden nacer nuevos riesgos, por eso la reevaluación es importante.

Auditorias de los riesgos.

Las auditorias ayudan a determinar si las respuestas al riesgo y la gestión de los procesos son eficaces y si aseguran los objetivos. La frecuencia, forma y documentación de las auditorias está descrita en el Plan de Administración del Riesgo.

Análisis de variación y de tendencias.

Gracias a los resultados de valor ganado y a técnicas de tendencias, se puede comparar el desarrollo y desempeño real del proyecto (en materia de riesgos) con lo planeado. Los resultados analizados pueden mostrar la variación que tienen los riesgos planeados respecto a la línea base del alcance, costo o cronograma, mostrando impactos negativos o positivos.

Medición del desempeño técnico.

Es una comparación entre lo que técnicamente se ha concretado y el cronograma del proyecto para identificar desviaciones.

Análisis de reservas.

Es una comparación entre la reserva para contingencias que ya se ha ocupado en riesgos que se han materializado y la reserva restante con el fin de saber si es suficiente para los riesgos que faltan (riesgos remanentes).

Reuniones.

Saber qué tantas reuniones son necesarias para el tema depende del tipo de riesgos identificados y de la complejidad de su respuesta, pero en las reuniones se debe tratar el tema, pues los riesgos se presentan diariamente y dichas reuniones aumentan la probabilidad de identificación.

3. Salidas.

Toda la información generada por el control de riesgos debe ser documentada en los informes de desempeño del trabajo para comunicar cualquier decisión.

Es común, como en todos los procesos, que las medidas implementadas en ocasiones no den el resultado esperado o adecuado, por ello las solicitudes de cambio, mediante el proceso Realizar el Control Integrado a Cambios, pueden ser generadas mediante recomendaciones de acciones preventivas o correctivas, según sea el caso.

Las actualizaciones en el Plan para la Dirección del proyecto serán en los planes de gestión (tiempo, costo y calidad), así como en las línea base de cada plan y por supuesto, en la de alcance. Además, el registro de riesgos también requerirá de actualizaciones en los resultados de las reevaluaciones o auditorías debido a riesgos emergentes no identificados anteriormente, o a riesgos que ya fueron concluidos. Así mismo, la actualización es adicionar la información real de los riesgos y de la respuesta implementada. El registro de riesgos, la matriz de probabilidad e impacto, las plantillas de informe y las lecciones aprendidas son actualizaciones a los procesos de la organización que son de utilidad para futuros proyectos.

Este capítulo mostrará la aplicación de la metodología propuesta en la perforación de un pozo petrolero terrestre convencional, haciendo énfasis en la planeación del mismo, puesto que es la fase con mayor importancia para cualquier proyecto.

Se tomarán datos hipotéticos que ayuden a ejemplificar la metodología, además el tema de diseño y perforación de pozos petroleros terrestres se explicará de manera muy general dado que no se habla de un caso en particular. La metodología, como ya se ha mencionado, es aplicable a cualquier proyecto.

Para ello es necesario saber que el objetivo de la perforación es lograr un conducto entre la superficie y los hidrocarburos de manera eficaz, eficiente, segura y al menor costo posible; la metodología propuesta ayuda a optimizar las operaciones necesarias para ello debido a la planeación, ejecución y control de todos los procesos. La perforación de un pozo, debido a la complejidad y costo que involucra, debe ser planeada y ejecutada con las mejores prácticas posibles.

8.1 El proceso de perforación.

El proceso de perforación, a grandes rasgos, consiste en realizar un agujero con el movimiento rotatorio de la sarta y la fuerza de empuje que ejerce la barrena sobre la roca, triturándola y convirtiéndola en recortes. Los recortes son barridos hacia la superficie mediante un sistema de fluidos inyectados por el interior de las tuberías, el cual sube a través del espacio que queda entre la formación y la tubería, llamado espacio anular y una vez en superficie, los recortes son separados del fluido para posteriormente ser llevados a presas e iniciar nuevamente con el ciclo.

Una vez realizado el agujero, se introduce la tubería de revestimiento adecuada y se cementa para obtener adherencia entre la formación y la tubería introducida. Sin embargo, este proceso se realiza por etapas de acuerdo a la profundidad de asentamiento de las tuberías.

El proceso de perforación puede ser definido en las siguientes fases:

- **Inicio.** En esta fase serán definidos los objetivos del pozo a perforar, así como su localización, tipo de pozo y la información requerida para poder iniciar la perforación.
- **Planeación.** Esta fase será la base del proyecto, se definirá el alcance que pretende tener el pozo a perforar, se realizarán estimaciones del tiempo y del costo que llevará realizarlo, se identificarán todos los posibles riesgos que puedan existir y se estipulará qué estándares de calidad deben ser cumplidos para que con base en lo anterior, se realice el diseño de perforación del pozo y de manera detallada se pueda programar el proceso de perforación a ejecutar.
- **Ejecución.** Es la fase en donde todas aquellas actividades programadas para la perforación del pozo comienzan a llevarse a cabo asegurando el cumplimiento de los requisitos de calidad.
- **Monitoreo y control.** Es la única fase que está presente a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde el inicio hasta el cierre, llevando un seguimiento de todas las actividades de perforación para visualizar el desempeño real contra lo planeado y de esta manera se puede optimizar y controlar la perforación.
- **Cierre.** Esta fase final es la evaluación y análisis de los resultados e informes entregados, la integración de todo el proyecto y la documentación de las lecciones aprendidas.

Principales componentes del sistema de perforación.

Cualquier proyecto de perforación cuenta con los siguientes componentes principales:

- Sistema de potencia.
- Sistema de izaje.
- Sistema de rotación.
- Sistema de circulación,
- Sistema de preventores.
- Mástil y subestructura.
- Sarta.
- Barrena.
- Bloque viajero y polipasto.

8.2 Inicio del proyecto.

Para poder iniciar con la perforación, se requiere la creación de un documento que le de formalidad al proyecto, este documento definirá de manera general, las fases que conformarán la perforación del pozo.

Este documento será creado con el fin de obtener aprobación formal y poder iniciar con todas las actividades, acciones o tareas que deban ejecutarse para completar el proyecto. El grupo de procesos de inicio proporciona el resultado más importante no sólo del proceso, sino de todo el proyecto: El Acta Constitutiva del proyecto.

8.2.1 Acta constitutiva.

Es el documento que autoriza formalmente la existencia del proyecto de perforación, asigna al director del proyecto la autoridad para administrar los recursos de la organización y las actividades a realizar por el equipo del proyecto. Con este documento se tiene una visión más clara de la gestión del proyecto, el alcance queda definido basado en expectativas y necesidades de las partes interesadas y se da un formal inicio al proyecto al ser firmado.

El Acta debe realizar una evaluación del proyecto basándose en la información disponible hasta el momento, la cual puede ser obtenida en las reuniones con el patrocinador y el cliente, con el propósito de evaluar que tan viable es dentro de las limitaciones de la organización para poder definir el alcance y así satisfacer los requerimientos y expectativas del cliente y los interesados. Este documento vincula el proyecto en cuestión con la estrategia y los objetivos estratégicos de la organización.

ACTA CONSTITUTIVA

NOMBRE DEL PROYECTO

Perforación de un pozo petrolero terrestre.

PROPÓSITO O JUSTIFICACIÓN

Confirmar la existencia de hidrocarburos en el sitio donde la investigación sísmica y geológica indican la presencia de un yacimiento petrolero.

OBJETIVO

Lograr la perforación de pozos petroleros terrestres útiles de forma segura y eficiente, optimizando las operaciones involucradas para que el proyecto cumpla dentro del tiempo acordado y al menor costo posible, satisfaciendo las necesidades que le dan origen y basado en la metodología propuesta por el PMI.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La perforación de pozos petroleros terrestres comenzará con la definición del alcance del proyecto-pozo para poder crear una estructura de desglose de trabajo y a partir de ahí planificar mediante la creación de un plan para la dirección del proyecto que sirva como guía para la ejecución y control de las actividades de perforación relacionadas con el tiempo, los costos, la calidad y los riesgos que implica el proyecto.

INFORMACIÓN REQUERIDA

1. Localización y características del pozo a perforar.

- Nombre y tipo del pozo.
- Coordenadas en superficie objetivo.
- Geología estructural.
- Columna geológica y litología probable.
- Objetivo del activo (o cliente).
- Programa de toma de información.
 - Toma de núcleos.
 - Toma de muestras.
 - Corridas de registros geofísicos.
 - Pruebas de formación.
 - Pruebas de producción.
- Requerimientos para producción (o inyección).
- Características requeridas del pozo.
- Tipo y diámetro del aparejo de producción requerido.
 - Tipo y diámetro de TR final.

2. Análisis de la información disponible.

- Información sísmica del yacimiento.
- Información de los pozos de correlación.
 - Registros geofísicos.
 - Análisis de núcleos.
 - Geología y litología real.
 - Presiones de formación de formación y fractura.
 - Historial y programa del pozo.
 - Densidades empeladas.
 - Arreglo geométrico.
 - Gráfica de avance (profundidad vs tiempo).
 - Información de los tipos y características de los fluidos de las formaciones perforadas.

CRITERIOS DE ÉXITO ASOCIADOS

- Las coordenadas espaciales de la trayectoria del pozo deben alcanzar el objetivo de localización (profundidad).
- El fluido de perforación debe mantener controlado el pozo.
- Las tuberías de revestimiento aislarán al pozo de los problemas de formación y asegurarán la integridad del pozo.
- El pozo permite la conducción de hidrocarburos a la superficie.
- Las especificaciones del árbol de válvulas y de los cabezales de las tuberías de revestimiento deben ser los adecuados para garantizar la producción programada del pozo.
- Finalización del trabajo sin incidentes.

SUPUESTOS Y RESTRICCIONES

- La selección de barrenas adecuadas para cada una de las etapas con las que contará el pozo.
- Los fluidos de perforación para cada etapa de perforación.
- Se excluyen formaciones de shale gas/oil.

RIESGOS DE ALTO NIVEL

- Problemas con las formaciones y estabilidad del pozo.
- Pérdida de circulación.
- Patadas y reventones.
- Pega de tubería.
- Vibraciones en la sarta de perforación.
- Fisuras en la sarta de perforación.

TIEMPO ESTIMADO DEL PROYECTO

COSTO ESTIMADO DEL

PROYECTO

Fecha de inicio:

Fecha esperada de cierre:

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

**LISTA DE INTERESADOS
RESPONSABILIDAD**

NIVEL DE AUTORIDAD Y

- Director del proyecto asignado.

- Patrocinador.

- Director del programa.

- El personal.

- Las compañías.

- Cuadrilla de perforación.

FIRMAS DE APROBACIÓN

- Director del proyecto asignado.

- Patrocinador.

8.3 Planificación del proyecto.

Una vez que se ha creado el Acta Constitutiva del proyecto, se procede a planear todo el trabajo y actividades relacionadas con:

- El alcance, poder definir cuál será el trabajo a realizar y cual no, mediante la EDT/WBS.
- El tiempo, poder tener un estimado de la duración de cada actividad relacionada a la perforación, definida en la EDT/WBS, puede dar un estimado del tiempo total del proyecto.
- Los costos, al igual que con el tiempo del proyecto, tener un estimado del costo que tendrá realizar cada actividad de la EDT/WBS, dará el estimado total de la perforación del pozo.
- La calidad, asegurando que la perforación del pozo cumpla con los estándares requeridos por el cliente.
- Los riesgos, poder identificarlos, evaluarlos y planear la respuesta que se le dará.

La planificación le permite al director del proyecto tomar realmente el control del proyecto, para ello se debe elaborar un plan que le permita organizar y explicar de manera minuciosa las actividades, los recursos, los costos, la duración, los riesgos y los requisitos de calidad de cada actividad que compondrá a la perforación, y por supuesto, los resultados esperados. El Plan para la Dirección del proyecto redactará exactamente cómo se manejarán todos los aspectos y todas las áreas del proyecto, permitiendo a cada integrante del equipo de trabajo saber qué hacer, cómo hacerlo, con qué recursos y en qué momento hacerlo, es decir, el objetivo de este documento es el poder registrar cómo es que la perforación será ejecutada, controlada, supervisada y completada.

8.3.1 Plan para la dirección del proyecto.

El Plan para la Dirección del proyecto es el documento ayuda a organizar toda la información sobre el proyecto en un único documento para que todas las partes interesadas sepan exactamente qué tiene que ocurrir cuando ellos hagan el trabajo que tienen asignado.

El contenido del Plan para la Dirección del Proyecto es variable en función de área de aplicación y complejidad del proyecto al igual que su alcance, es por ello que cada plan es único. Siempre que exista un problema en el proyecto, el director debe consultar el Plan para la Dirección del proyecto para saber cómo actuar.

8.3.1.1 Determinación de alcances.

Para determinar el alcance que tendrá el proyecto es necesario que durante etapas tempranas se especifiquen los requerimientos fundamentales a detalle y aún así, a medida que el proyecto avance, los requerimientos irán evolucionando durante la ejecución, por ello es importante que el proceso para determinar el alcance (y en general todos los procesos del proyecto), consideren los grupos de monitoreo y control durante todo el ciclo de vida para verificar y controlar el cumplimiento del mismo.

8.3.1.1.1 Creación de la EDT/WBS.

Este proceso es el más importante del área de Gestión del Alcance debido a que muestra una visión más clara de todo el trabajo a realizar, pues organiza y define el alcance total del proyecto. Todo lo que no esté especificado en la EDT/WBS no se realizará.

8.3.1.1.1 EDT/WBS general.



Diagrama 12. EDT/WBS general del proyecto. Fuente: elaboración propia, Visio 2010.

8.2.1.2 Plan de gestión del cronograma.

Planificar el cronograma del proyecto es desarrollar un modelo que muestre el comportamiento temporal esperado para saber cuándo realizar las actividades documentadas de perforación y así evitar retrasos. Al ser un componente del Plan para la Dirección del proyecto, el Plan para la Gestión del Cronograma es un documento (detallado o general) que sirve como guía para el director del proyecto y para el equipo de trabajo porque establece las actividades y los criterios necesarios para desarrollar el cronograma, comprobar el avance real con lo planeado y asegurar la gestión ante cualquier cambio respecto al cronograma.

8.2.1.2.1 Estimación del tiempo de perforación.

Este proceso resulta ser uno de los más complicados en la administración debido a la gran variedad de factores que intervienen. Existen técnicas que con distintos métodos pueden estimar los recursos necesarios y a partir de dichos cálculos, obtener un aproximado del tiempo que cada actividad requerirá. Las estimaciones que este proceso logra obtener como salidas, las bases para el cronograma y también para el presupuesto del proyecto.

Realizar una estimación del tiempo involucra el uso de datos históricos, de fórmulas y de estadística para obtener el valor de una unidad de trabajo. Cada proyecto es diferente y requiere de una personalización, observación y experiencia distinta. Véase diagrama 13.

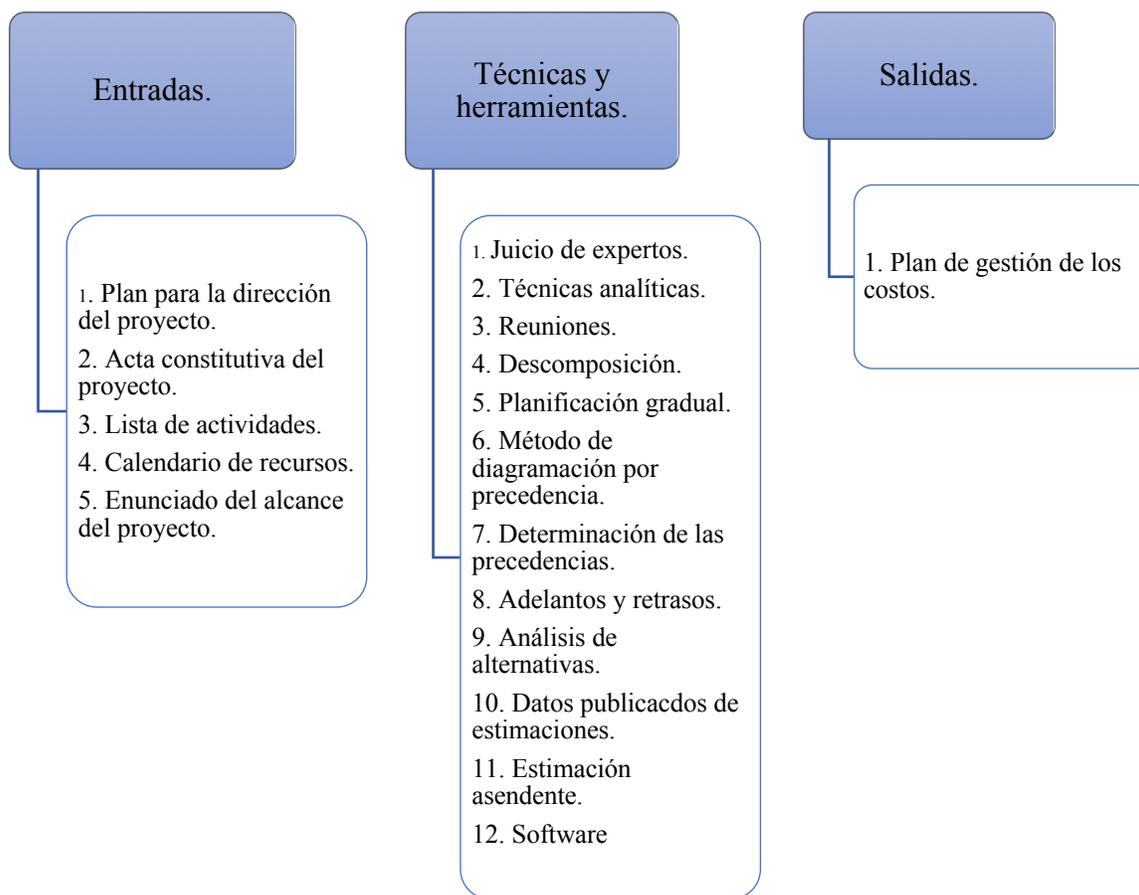


Diagrama 13. Proceso de estimación del tiempo de perforación. Fuente: elaboración propia, Word, 2010.

1. Entradas.

1.1 Plan para la Dirección del proyecto.

En él está establecida la línea base del alcance, la cual contiene el enunciado del alcance y la EDT/WBS, útiles para poder crear la lista de actividades necesarias para la perforación.

1.2 Acta Constitutiva.

De manera resumida establece la duración del proyecto, fechas importantes (hitos) y los requisitos de aprobación que afectan al cronograma.

1.3 Lista de Actividades.

Creada a partir de la EDT/WBS al definir cada actividad de perforación, es la base para la estimación del tiempo de perforación.

1.4 Calendario de recursos.

Es un calendario creado para saber turnos y días laborales de los recursos humanos del proyecto, pero también es útil para saber la disponibilidad de otros recursos como equipo o materiales. Este documento es de gran ayuda a la hora de estimar el tiempo y los costos de la perforación.

1.5 Información adicional.

- Historial de los pozos de correlación.
- Reporte diario de los pozos de correlación.

2. Técnicas y herramientas.

Para definir las actividades.

- Descomposición.
- Planificación gradual.

Para secuenciar las actividades.

- Método de diagramación por precedencia (PDM).
- Determinación de las precedencias.
- Adelantos y retrasos.

Para la estimación de recursos.

- Análisis de alternativas.
- Datos publicados de estimaciones.
- Estimación ascendente.

Para estimar el tiempo de perforación.

- Estimación análoga, paramétrica o por tres valores.
- Análisis de reservas.

Para crear el cronograma.

- Herramienta de programación.
- Técnicas de modelado.
- Método de la ruta crítica o de la cadena crítica.
- Técnicas de optimización de recursos.

Nota: El juicio de expertos y las reuniones deben estar presentes a lo largo del proceso, de ser necesario, también las técnicas grupales de toma de decisiones.

3. Proceso

1. Con la información establecida en el Plan para la Dirección del proyecto y en el Acta Constitutiva, se realiza un análisis con el equipo de trabajo y con algunos expertos en la materia, para poder crear el Plan de Gestión del Cronograma y saber exactamente cómo se llevará a cabo el proceso.
2. Una vez creado el Plan, el paso siguiente es identificar todas las actividades que se deben realizar para poder completar la perforación del pozo, basándose en la línea base del alcance, pues contiene la EDT/WBS que junto con técnicas de descomposición y planificación gradual se puede crear la lista de actividades necesarias para la perforación.
3. La lista de actividades es necesaria para poder identificar las relaciones que existen entre ellas, es decir, poder secuenciar las conexiones que tienen con el fin de crear un diagrama de red de la perforación, para ello se hace uso de métodos de diagramación por precedencia.
4. Una vez que las actividades han sido identificadas y secuenciadas, se deben analizar los recursos que cada actividad requerirá. Consultar datos como índices de producción o las zonas geográficas donde se ubican los recursos, ayudan a realizar un análisis de alternativas para la adquisición de dichos recursos.
5. Con la información obtenida hasta el momento, se realizan gráficas de profundidad vs días, utilizando la estimación por tres valores para definir un aproximado de duración de las actividades de perforación:

- (a) Primero se graficará profundidad vs días considerando un escenario totalmente pesimista para cada etapa de perforación y así obtener una tendencia (pendiente), con ellas se obtiene un promedio.
 - (b) Después se realiza la misma gráfica para cada etapa de perforación, pero considerando un escenario completamente optimista, con ellas se obtiene un promedio.
 - (c) Ahora se obtiene un promedio por etapa de perforación tomando en cuenta los dos escenarios anteriores (pesimista y optimista), para obtener un escenario realista o más probable.
6. Con el promedio por etapa de perforación del escenario real y con el estimado de tiempo por actividad enlistada se puede obtener una curva final del tiempo vs profundidad. Esto será la base para poder crear un cronograma.
7. Con ayuda de la herramienta de programación elegida, se puede crear el cronograma puesto que cada actividad definida y secuenciada, ha sido estimada en duración de inicio y fin. El cronograma será detallado a medida que los recursos se asignen.

8.2.1.3 Plan de gestión de los costos.

Establece la manera en que se va a planificar, ejecutar y controlar los costos del proyecto. Forma parte del Plan para la Dirección del proyecto y su propósito es servir como guía para el Director del Proyecto sobre la estimación de los costos y en base a ello, establecer el presupuesto del proyecto, supervisar el desempeño de los costos, evaluar cualquier cambio solicitado y realizar las actualizaciones pertinentes.

8.2.1.3.1 Estimación del costo de perforación.

Se basa en la descripción de las actividades relacionadas con la asignación de recursos durante la fase de planificación para saber cómo será ejecutado el proyecto con el presupuesto disponible. El presupuesto es una estimación detallada de la rentabilidad del proyecto para permitir una comparación entre los beneficios esperados y los costos que estarán distribuidos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Este proceso toma los paquetes de trabajo elaborados en la EDT/WBS que ayudaron a definir la asignación de recursos por actividad para estimar los costos y así crear el presupuesto que el proyecto requerirá para su ejecución, considerando reservas para posibles futuras situaciones de riesgo. Véase diagrama 14.

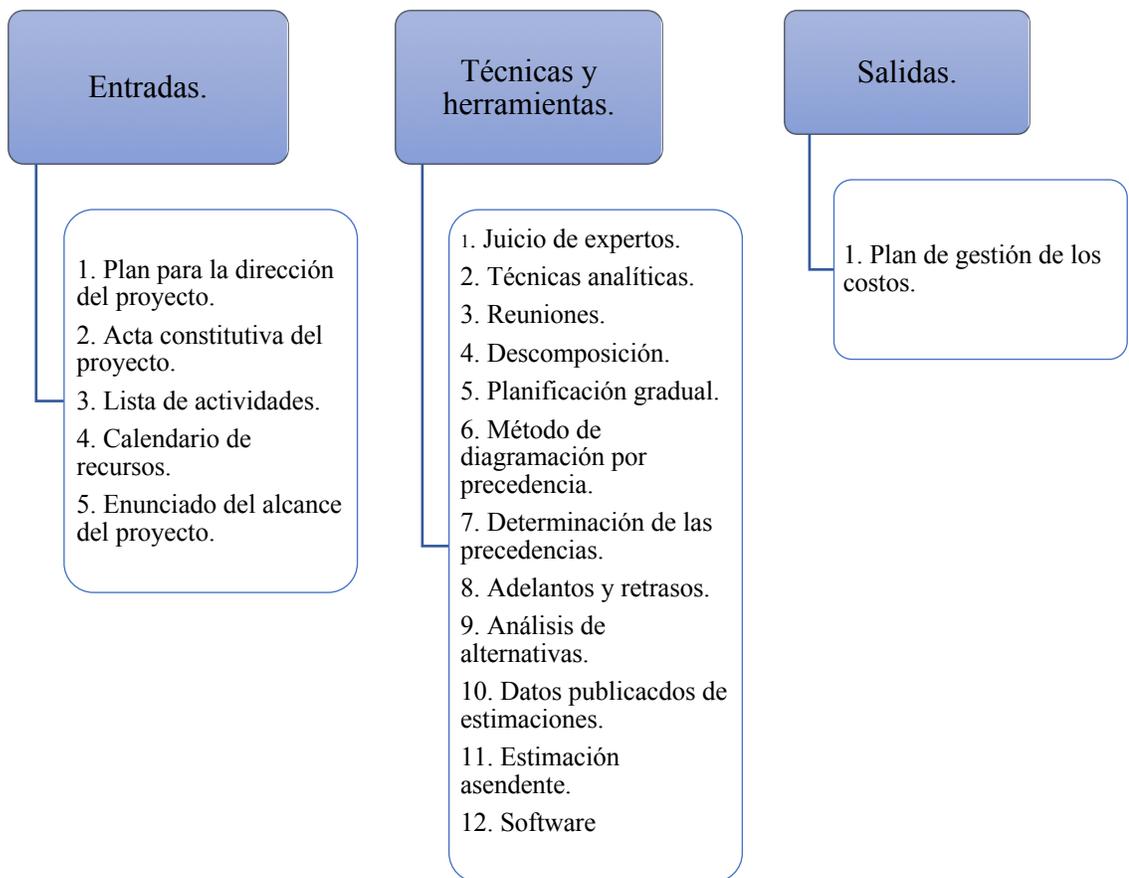


Diagrama 14. Proceso de estimación del costo de perforación. Fuente: elaboración propia, Word, 2010.

1. Entradas.

1.1 Plan para la Dirección del proyecto.

Entrada primordial por contener la línea base del alcance y del cronograma, ya que describen cada actividad del programa de perforación y el momento en que comenzarán a utilizarse los recursos financieros.

1.2 Acta Constitutiva.

Es el resumen del presupuesto a utilizar y la base de la estimación de los costos, contiene, además, los parámetros de aprobación que directamente afectan al presupuesto.

1.3 Línea base del alcance.

Contiene la descripción detallada del alcance del proyecto y cada actividad a realizar.

1.4 Cronograma del proyecto.

Para poder crear un estimado de costos es necesario saber qué recursos van a ser necesarios, la cantidad, disponibilidad y el tiempo de uso. La relación entre el tiempo y el costo de perforación es muy estrecha, cualquier cambio en algún aspecto del tiempo afecta directamente al costo. El cronograma tiene establecidas fechas de inicio y fin.

1.5 Registro de riesgos.

Debe ser analizado para contemplar parte del presupuesto en los impactos (sobre todo negativos), que puedan tener sobre las respuestas a los riesgos.

1.6 Calendario de recursos.

Es la información sobre qué recursos y en qué momento son asignados a las actividades y ayuda a determinar el costo de los mismos.

1.7 Información adicional.

Acuerdos, las condiciones del mercado, tarifas o costos estandarizados para materiales y equipos, listas de precios publicados por proveedores, tasas de cambio, etc.

2. Técnicas y herramientas.

Para estimar los costos.

- Estimación análoga, paramétrica, ascendente o por tres valores.
- Análisis de reservas.
- Costo de la calidad.
- Análisis de ofertas de proveedores.

Para determinar el presupuesto.

- Agregación de costos.
- Análisis de reservas.
- Relaciones históricas.
- Conciliación del límite de financiamiento.

Nota: El juicio de expertos y las reuniones deben estar presentes a lo largo del proceso, de ser necesario, también las técnicas grupales de toma de decisiones.

3. Proceso.

1. Con la información establecida en el Plan para la Dirección del proyecto y en el Acta Constitutiva, se realiza un análisis con el equipo de trabajo, con algunos expertos en la materia y con los interesados, poder analizar la selección de estrategias para financiar la

perforación y así dejar todo documentado en el Plan de Gestión de los Costos y saber exactamente cómo se llevará a cabo el proceso.

2. Una vez creado el Plan, se toman las actividades de perforación establecidas en la EDT/WBS y estimar los recursos financieros necesarios para realizar el pozo. Para ello se puede recurrir a la consulta de proyectos similares realizados con anterioridad y comparar costos en caso de no tener mucha información, pero a medida que se avanza con el proyecto, se pueden emplear otras técnicas de estimación y análisis, por separado o en combinación con otras técnicas.
8. Cuando se han estimado los recursos financieros que ocupará realizar las actividades de perforación, se debe hacer un análisis para reservas tales como contingencias ocasionadas por riesgos identificados y asumidos. A medida que la perforación avanza, se obtiene información más precisa y la reserva del presupuesto destinada a contingencias puede reducirse, incrementarse o eliminarse.
9. Posteriormente se realiza una evaluación cuantitativa de los posibles costos necesarios para completar todas las actividades involucradas en la perforación, incluyendo materiales, equipo, servicios, instalaciones, tecnología, información, etc.
10. Una vez realizada dicha estimación por actividad, el presupuesto puede ser determinado al sumar todos los costos. Sin embargo, el presupuesto debe estar dentro de los límites de financiamiento.

Al determinar el presupuesto, debe ser presentado a los interesados pertinentes para su aprobación, ya que este será la línea base de los costos con la cual se puede supervisar y controlar el presupuesto establecido para la perforación.

8.2.1.4 Planificación de la gestión de calidad.

Es el proceso para especificar los requisitos de calidad que el pozo debe cumplir y la manera en que se logrará con base en la identificación de estándares de calidad, mismos que ayudarán a documentar su avance y cumplimiento, es decir, saber cómo se gestionará y validará la calidad que la perforación debe cumplir.

Por ello que la creación de un plan sirve como guía para poder equilibrar las necesidades de calidad con el alcance, los costos, el tiempo, los riesgos y los recursos con la satisfacción del cliente. Para la creación del Plan de Gestión de la Calidad se desarrolla el proceso descrito a continuación. Véase diagrama 15.

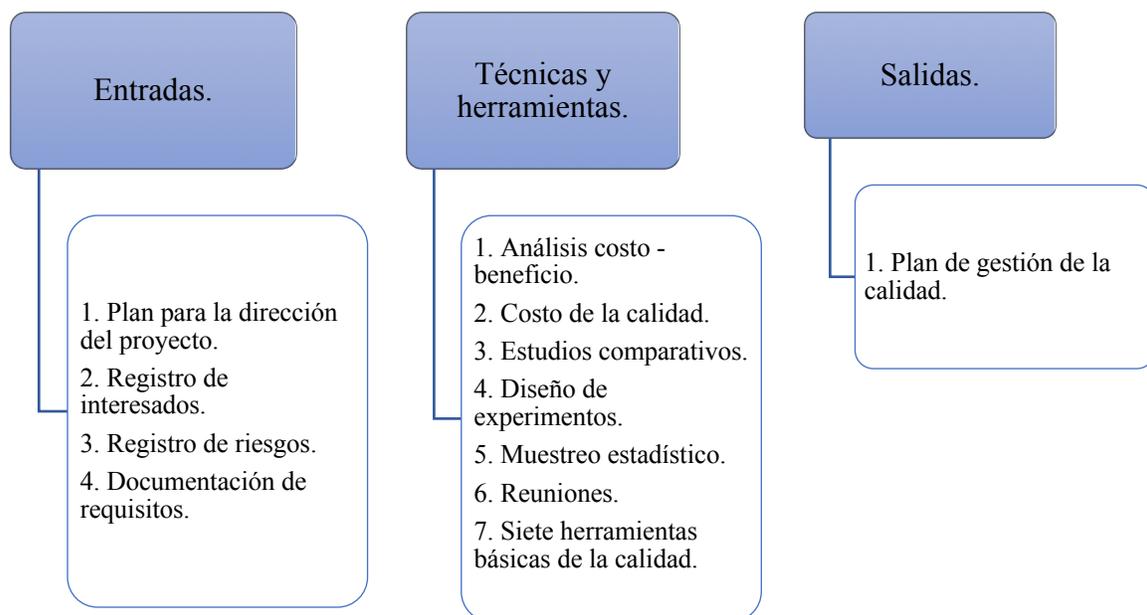


Diagrama 15. Proceso de planificación de la gestión de la calidad. Fuente: elaboración propia, Word, 2010.

1. Entradas.

1.1 Plan para la dirección del proyecto.

Contiene información útil para crear un Plan de Gestión de la Calidad, ejemplo: las líneas base (alcance, cronograma y costos), debido a que en cada una están descritas las medidas que fueron aceptadas para poder medir su desempeño a lo largo del proyecto. Un apartado útil es el Enunciado del Alcance del Proyecto, ya que en él están descritos los criterios para aceptar los entregables, lo cual puede afectar de manera directa a la calidad y por ende a los costos.

1.2 Registro de interesados.

Indica quienes son los interesados en la calidad del proyecto, sino también las expectativas que tienen y el impacto sobre el mismo en cuestión de calidad

1.3 Registro de riesgos.

Indica los riesgos que pueden afectar a la calidad del proyecto y el impacto que pueden tener, importante tomarlo en cuenta a la hora de planificar la gestión de la calidad

1.4 Documentación de requisitos.

Muestra todos los requisitos del proyecto y de calidad esperados por los interesados tomados en cuenta para la creación del Plan de Gestión del Proyecto y que también servirán para el control de calidad.

2. Técnicas y herramientas.

- Análisis costo-beneficio.
- Costo de la calidad.
- Estudios comparativos.
- Diseño de experimentos.

- Muestreo estadístico.
- Reuniones.
- Siete herramientas básicas de la calidad.

3. Proceso.

1. Los requerimientos de calidad solicitados por interesados específicos, deben ser tomados en cuenta y organizar reuniones para analizar dichos estándares.
2. Se deben tomar en cuenta las líneas base del alcance, del tiempo y del costo establecidas en el plan para la dirección del proyecto.
3. Para comenzar con el análisis, se pueden recurrir a técnicas de costo-beneficio o de costo de la calidad, para evaluar el costo que tendrá el cumplir o no con ciertos requerimientos o estándares.
4. Posteriormente se pueden utilizar las siete herramientas básicas de la calidad, estudios comparativos o el diseño de experimentos para visualizar problemas existentes y poder llegar a una solución.
5. Una vez aclarado lo anterior, se puede crear el plan de gestión de la calidad y un plan de mejoras, encargados del análisis de procesos para identificar el punto de optimización de actividades, así mismo se crean métricas de calidad y/o listas de verificación en función de los requisitos o prácticas para la perforación.

8.2.1.5 Plan de administración de riesgos.

Es un proceso que permite desarrollar estrategias para identificar y analizar riesgos con posibilidades de presentarse durante la perforación. Tener planificada la respuesta a riesgos desde fases tempranas del proyecto, permite una ventaja competitiva y mejor toma de decisiones, puesto

que con las actividades de perforación definidas se identifican y analizan los posibles riesgos, se evalúan para poder comprender la incertidumbre existente, responder y controlarlos de la mejor manera posible.

Los riesgos suelen ser parcialmente desconocidos, cambiantes con el tiempo y manejables (por acciones humanas que pueden cambiar su impacto o efecto). Priorizar riesgos, determinar cuáles riesgos merecen inversión de tiempo y energía, cuáles riesgos merecen ser aislados, cuáles pueden ser oportunidades, cuáles serán los planes de acciones alternas, establecer reservas de tiempo y dinero para riesgos que no se puedan contrarrestar son objetivos del proceso de planificación. El proceso para planificar la administración de riesgos debe iniciar tan pronto como inicia la perforación y completarse en fases tempranas. En este apartado se mencionan los riesgos más comunes presentados durante la perforación de un pozo terrestre convencional.

8.2.1.5.1 Identificación de riesgos durante la perforación.

Para poder comprender la incertidumbre dentro de la perforación de pozos, es importante identificar los posibles riesgos, lo cual permitirá crear una eficaz evaluación y mitigación de los mismos. A continuación, se mostrará en la tabla 2, un listado con los riesgos más comunes presentados durante la perforación de pozos terrestres convencionales. Se recomienda seguir el proceso de administración de riesgos para poder crear un plan de respuesta completo.

Lista de riesgos identificados
1. Descontrol del pozo.
2. Mal diseño del lodo de perforación.
3. Corrosión de la tubería.
4. Presencia de H ₂ S.
5. Mal diseño del cemento de perforación.
6. Aparejo de producción inadecuado.
7. Empacadores erróneos.
8. Falla en el sistema de izaje.
9. Falla en el sistema de circulación.
10. Falla en el sistema de potencia.
11. Falla en el sistema de rotación.
12. Falla en las instalaciones superficiales.
13. Diseño de pozo incorrecto.
14. Brotes de gas.
15. Colapso de tubería.
16. Tubería atascada.
17. Estallamiento de tubería.
18. Accidentes.
19. Mal tiempo.
20. Terremotos.
21. Mala elección de tubería.
22. Mala elección de barrena.
23. Falla en el malacate.
24. Presencia de cuerpos salinos.
25. Mala interpretación de registros.
26. Mal diseño de batería de separación.
27. Falla en mesa rotaria.
28. Problemas legales.
29. Problemas ambientales.
30. Cálculo erróneo de la presión de fractura
31. Cálculo erróneo de la presión de poro.
32. Mala planeación del proyecto.
33. Cambios solicitados.

Tabla 2. Riesgos más comunes durante la perforación. Fuente: elaboración propia, Excel 2010.

La lista de riesgos identificados es la base para crear un plan de respuesta. Los riesgos son evaluados de forma cualitativa y cuantitativa de acuerdo con la prioridad que se les asigna. El análisis cualitativo se basa en la probabilidad de ocurrencia y el impacto que puede tener, así el objetivo es reducir incertidumbre y enfocarse en los riesgos primordiales; el análisis cuantitativo analiza numéricamente el efecto que los riesgos provocan en los objetivos, esto ayuda al director del proyecto a tomar decisiones sobre las acciones a tomar para reducir amenazas e incrementar oportunidades. El beneficio de crear un plan de respuesta a los riesgos es el incluir recursos y tiempo en el presupuesto y cronograma del proyecto para atacar oportunamente cualquier evento según su prioridad.

CONCLUSIONES

Todo proyecto debe lograr un balance entre alcance, tiempo y costo con los tres principales involucrados: el solicitante (cliente), el ejecutor (equipo de trabajo) y el administrador (director del proyecto). Para ello, no sólo se requiere del conocimiento que el director del proyecto pueda aportar a la planeación, ejecución y control del mismo, sino de todas las habilidades que le permitan elegir técnicas y herramientas óptimas para lograr alinear objetivos, optimizar recursos y finalizar con éxito.

La metodología propuesta por el PMI tiene una amplia aplicación dentro de la industria petrolera. La importancia de su aplicación radica en implementar de mejores prácticas que reduzcan incertidumbres, permitiendo el logro del alcance alineado a objetivos y metas de negocio de manera eficaz y metódica, incrementando la rentabilidad y optimizando tanto los recursos como el ciclo de vida del proyecto.

Prevenir posibles afectaciones a los objetivos, o bien, minimizar el impacto, es uno de los retos que la dirección de proyectos debe superar. Reducir riesgos es crucial para cerrar exitosamente el proyecto, para ello es crucial que la planeación se realice antes de iniciar el proyecto, además tener comunicación continua con los interesados (acorde a la fase) para mantener informes de avance, requerimientos y expectativas. La metodología propuesta por el PMI permite el cumplimiento de los objetivos dentro del alcance, tiempo y presupuesto acordado, considerando aquellos estándares de calidad y mitigando los impactos negativos que puedan causar posibles riesgos.

Cada proyecto es único, por ello la administración de proyectos se realiza acorde a las necesidades, requisitos o demandas que lo hicieron surgir, es decir, los procesos de planeación, ejecución, control y cierre se llevarán a cabo con herramientas, técnicas y habilidades convenientes, pero con procesos estandarizados hacia la visión del negocio como parte de una mejora continua.

La metodología propuesta no busca que la administración se realice de la misma forma, sino que cada proyecto pueda ser planeado, ejecutado y controlado con las herramientas y habilidades convenientes, pero con procesos estandarizados hacia la visión del negocio como parte de una mejora continua, misma que permita identificar cualquier desviación respecto a los requerimientos o estándares con los que debe cumplir el proyecto, puesto que, a lo largo de todo su ciclo de vida se llevan procesos de verificación y control que permiten la comparación constante entre lo real y lo planeado para así poder medir el avance e identificar oportunamente cualquier cambio.

El éxito o fracaso del proyecto depende en gran parte del proceso de integración, pues su objetivo es lograr que los interesados participen de manera coordinada y sincronizada a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, es decir, ninguna de las áreas involucradas debe trabajar de manera aislada y siempre tener presentes los términos y condiciones establecidos en el contrato que dio origen al proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, L. A. (2014). *Preparación para la certificación PMP*. Lima, Perú.: Macro .
- Domínguez Manchuca , J. A., García González , S., Domínguez Manchuca, M. A., Ruíz Jiménez , A., & Álvarez Gil , M. J. (1995). *Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios*. . (M. J. Norte, Ed.) Sevilla , España: McGraw - Hill .
- Echeverría Jadraque, D. (2011.). *Manual para projects managers. Cómo gestionar proyectos con éxito*. (1a ed.). Valencia., España.: Wolters Kluwer España.
- Gido, J., & Clements, J. P. (2012). *Administración exitosa de proyectos*. Estados Unidos: Cengage Learning.
- PMI. (2013). *Fundamentos para la dirección de proyectos*. Pensilvania: Project Management Institute.
- PMI. (2013). *PMBok*. Pensilvania, E.U.A.: PMI.
- Torres, Z., & Torres, H. (2012). *Administración de proyectos*. (1a ed.). México., México.: Grupo Editorial Patria.
- Welsch, G. A. (2005.). *Presupuestos: planificación y control*. . México: Pearson educación .