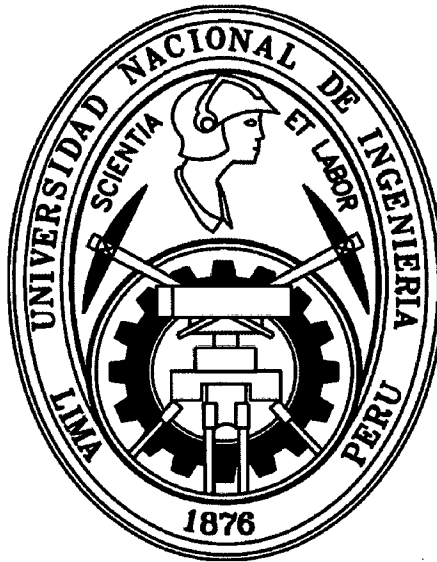


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**MODELO DE GESTION DE RIESGOS PARA UN PROYECTO DE
REHABILITACION DE UNA CARRETERA EN LA SELVA PERUANA**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

JOSÉ ANTONIO HERNÁNDEZ CRESPO

Lima – Perú

2010

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

Agradecimientos:

A mi padre por su infinito amor y apoyo, en el día a día, que con su ejemplo, ha permitido, que sea un buen profesional y una mejor persona.

A mi madre por su infinito amor y apoyo incondicional, que con su esfuerzo y dedicación, sembró en mí, los deseos de superación y de seguir siempre adelante, a pesar de las dificultades.

A mis hermanos, por su infinito amor y apoyo incondicional, gracias por siempre estar a mi lado.

A todas las personas que de alguna manera, tuvieron el interés y palabras de apoyo, no solo en la realización de mi tesis, si no en el día a día.

INDICE

RESUMEN	7
LISTA DE CUADROS	9
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS	17
INTRODUCCIÓN	18
CAPITULO I: MARCO CONCEPTUAL DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	
1.1 FILOSOFÍA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	21
1.2 DEFINICIÓN DE PROYECTO EN INGENIERÍA CIVIL	26
1.2.1 Características de los Proyectos	26
1.3 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO	27
1.3.1 Características del ciclo de vida del proyecto	29
1.4 FASES DE UN PROYECTO	32
1.4.1 Relaciones entre fases	34
1.5 DESARROLLANDO LA ESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	36
1.5.1 Dirección de Proyectos	36
1.5.2 Gestión del alcance del proyecto	38
1.5.3 Gestión del tiempo del proyecto	40
1.5.4 Gestión del costo del proyecto	42
1.5.5 Gestión de la calidad del proyecto	44

1.6	GRUPO DE PROCESOS DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS	47
1.6.1	Durante el inicio	47
1.6.2	Durante la Planificación	48
1.6.3	Durante la Ejecución	49
1.6.4	Durante el Seguimiento y Control	51
1.6.5	Durante la Finalización	53
1.6.6	Interacción entre Grupos de Procesos	54
CAPITULO II: GESTION DE RIESGOS EN UN PROYECTO		
2.1	DEFINICIÓN DE RIESGO	59
2.1.1	Secuencia natural de la gestión de los riesgos del proyecto	60
2.1.2	Variación de los factores de riesgo a través del ciclo de vida del proyecto	61
2.2	DEFINICIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	62
2.3	TIPOS DE RIESGOS	63
2.4	PROCESOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS	65
2.4.1	Planificar la gestión de riesgos	66
2.4.2	Análisis cualitativo de riesgos	69
2.4.3	Análisis cuantitativo de riesgos	73
2.4.4	Planificar la respuesta a los riesgos	79
2.4.5	Monitorear y controlar los riesgos	83

**CAPITULO III: DESARROLLO DEL MODELO DE GESTION DE RIESGOS
APLICADO A LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE UNA
CARRETERA EN LA SELVA PERUANA**

3.1	IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	101
3.2	LIMITES DEL PROBLEMA	101
3.2.1	Identificar el ciclo de vida del proyecto.	101
3.3	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DEL MODELO	103
3.3.1	Gestión del alcance del proyecto	103
3.3.2	Gestión del tiempo del proyecto	105
3.3.3	Gestión del costo del proyecto	109
3.3.4	Gestión de la calidad del proyecto	110
3.4	DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS	112
3.4.1	Planificar la Gestión de Riesgos	113
3.4.2	Identificar los Riesgos	116
3.4.3	Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	120
3.4.4	Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	125
3.4.5	Planificar la Respuesta a los Riesgos	128
3.4.6	Monitorear y Controlar los Riesgos	130

CAPITULO IV: APLICACION DEL MODELO DE GESTION DE RIESGOS APLICADO A LA REHABILITACION DE UNA CARRETERA EN LA SELVA PERUANA

4.1	LIMITES DEL PROBLEMA	135
4.1.1	Definiendo los límites del problema.	135
4.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROYECTO	13
4.2.1	Gestión del alcance del proyecto	136
4.2.2	Gestión del tiempo del proyecto	139
4.2.3	Gestión del Costo del proyecto	139
4.2.4	Gestión de la calidad del proyecto	141
4.3	DESARROLLO DEL MODELO DE GESTIÓN DE RIESGOS	150
4.3.1	Planificar la Gestión de Riesgos	151
4.3.2	Identificación de riesgos	156
4.3.3	Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos	177
4.3.4	Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos	189
4.3.5	Planificar la Respuesta a los Riesgos	205
4.3.6	Monitorear y Controlar los Riesgos	209
4.4	RESULTADOS OBTENIDOS	210
	CONCLUSIONES	212
	RECOMENDACIONES	212
	BIBLIOGRAFIA	213
	ANEXOS	215

RESUMEN

Para tener una idea o imagen conceptual de lo que se ha pretendido obtener como resultado del presente trabajo, debemos tener presente, el marco conceptual sobre el cual se sustenta el modelo, que es la gestión de proyectos, el cual nos permite organizar y administrar un proyecto en base a distintas herramientas, para identificar y satisfacer sus requerimientos, estableciendo los objetivos claros y así poder equilibrar las demandas necesarias de calidad, alcance, tiempo y costos.

En ese sentido que en base al significado de proyecto, que es: “un conjunto de documentos ordenados para proceder con precisión a construir una obra o poner en explotación un servicio”.

Con lo cual nos surge una interrogante como conseguimos, construir una obra o poner en explotación un servicio, en el contexto planteado.

Es donde surge la Gestión de Proyectos, en especial la planificación, considerando que todo proyecto tiene fases y aspectos diferentes, que son necesarios armonizar, para alcanzar el resultado esperado. A través de una secuencia de tareas lógicas necesarias, para alcanzar el objetivo del proyecto.

Profundizando mas ingresamos al campo de la gestión de riesgos, donde definimos, riesgo como el efecto acumulativo de las probabilidades de que ocurrencias inciertas, afecten adversamente los objetivos del proyecto. En otras palabras, es el grado de exposición a eventos negativos y sus probables consecuencias, que impactarán en los objetivos del proyecto, expresados en términos de alcance, calidad, tiempo y costo.

Teniendo establecido las directrices, para poder conducirnos, sobre el medio donde nos vamos a desarrollar. Obtendremos un modelo que nos permita administrar de manera eficiente, los proyectos de rehabilitación y mejoramiento de carreteras en la selva peruana.

Basándonos en dos estructuras, primero la metodología del PMI y segundo datos reales, tomado de tres proyectos en ejecución, los cuales nos permitirán, observar y experimentar, en base a supuestos, su posible resultado.

Como primer paso se procedió a recopilar toda la información disponible, en base a cuatro aspectos, alcance, tiempo, costos y calidad, con lo cual obtuvimos:

Contratos, Cronogramas, Presupuestos y Especificaciones Técnicas.

Como siguiente paso procedimos a analizar, cada una de las características de estos documentos, y sus efectos, los cuales permitieron, identificar, eventos que tendrían un impacto, sobre los objetivos del proyecto.

En el desarrollo del modelo, surgió la interrogante Modelo VS Realidad, un modelo debe ser una aproximación al sistema real e incorporar la mayoría de sus características. Por otra parte, no debe ser tan complejo que sea imposible comprender y experimentar. Un buen modelo es un equilibrio entre el realismo y la simplicidad. Es recomendable aumentar la complejidad de un modelo de forma iterativa, y eso es lo que se tuvo como premisa en la presente investigación. Que a medida que se obtenga mayor cantidad de datos, obtendremos un modelo más cercano a la realidad.

Identificados, estos eventos, se procedió a cuantificarlos, permitiendo, obtener escenarios probables, en el cual se desarrollarían estos proyectos. Así como alternativas de solución. La metodología planteada, nos permitió desarrollar un modelo, bastante sencillo, que nos permitirá administrar un proyecto de manera ordenada y sencilla. Obteniendo indicadores, de los eventos que tienen un mayor impacto sobre los objetivos del proyecto.

Es una tarea desafiante comparar varios cursos de acción y finalmente seleccionar la acción que se va a realizar. Las dificultades de la toma de decisiones están representadas por la complejidad de las alternativas de decisión. La capacidad que tiene un decisor de procesar información limitada es un factor de exigencia, ya que cuando se consideran las implicancias de un solo curso de acción, pero en muchas decisiones se deben visualizar y comparar las implicancias de varios cursos de acción. Además, hay factores desconocidos

El estudio sistemático de la toma de decisiones proporciona el marco para escoger cursos de acción en situaciones complejas, inciertas o dominadas por conflictos. La elección entre acciones posibles y la predicción de resultados esperados resultan del análisis lógico que se haga de la situación de decisión.

En la evaluación de alternativas, los objetivos del decisor deben expresarse como criterios que reflejen los atributos de las alternativas relevantes para la elección.

LISTA DE CUADROS

#	Cuadro	Descripción	Pág.
1	Cuadro 3-1	Ciclo de vida del proyecto – estudio preliminar	101
2	Cuadro 3-2	Ciclo de vida del proyecto – estudio definitivo	102
3	Cuadro 3-3	Ciclo de vida del proyecto – supervisión	102
4	Cuadro 3-4.	Calculo de la duración de las actividades	108
5	Cuadro 3-5.	Metodología de gestión de riesgos	114
6	Cuadro 3-6.	Roles y responsabilidades de gestión de riesgos	114
7	Cuadro 3-7.	Periodicidad de la gestión de riesgos	114
8	Cuadro 3-8.	Escalas de impacto de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto	115
9	Cuadro 3-9.	Amenazas / oportunidades	116
10	Cuadro 3-10.	Interacción de riesgos	118
11	Cuadro 3-11.	Registro de identificación de riesgos	119
12	Cuadro 3-12.	Probabilidad del riesgo	120
13	Cuadro 3-13.	Estimación de impacto	121
14	Cuadro 3-14.	Registro de identificación de riesgos - ranking de riesgos	122
15	Cuadro 3-15.	Registro de identificación de riesgos - agrupado por categorías	122
16	Cuadro 3-16.	Registro de identificación de riesgos - listas de riesgos para respuesta inmediata	123
17	Cuadro 3-17.	Registro de identificación de riesgos – listas de riesgos para análisis y respuestas adicionales	123
18	Cuadro 3-18.	Registro de identificación de riesgos - listas de vigilancia para riesgos de baja prioridad	124

LISTA DE CUADROS

#	Cuadro	Descripción	Pág.
19	Cuadro 3-19.	Variaciones en tiempo y costos	126
20	Cuadro 3-20.	Registro de identificación de riesgos – plan de respuesta a riesgos	129
21	Cuadro 4-1.	Alcance del proyecto	137
22	Cuadro 4-2.	Requisitos organizacionales	137
23	Cuadro 4-3.	Gestión del tiempo	139
24	Cuadro 4-4.	Gestión del costo	140
25	Cuadro 4-5.	Gestión de la calidad	149
26	Cuadro 4-6.	Metodología de gestión de riesgos	152
27	Cuadro 4-7.	Roles y responsabilidades de gestión de riesgos	153
28	Cuadro 4-8.	Presupuesto de gestión de riesgos	154
29	Cuadro 4-9.	Periodicidad de la gestión de riesgos	155
30	Cuadro 4-10.	Probabilidad	155
31	Cuadro 4-11.	Condiciones definidas para escalas de impacto de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto	155
32	Cuadro 4-12.	Amenazas / oportunidades para los tres proyectos	155
33	Cuadro 4-13.	Tipos de riesgos	156
34	Cuadro 4-14.	Tolerancias del proyecto	156
35	Cuadro 4-15.	Interacción de riesgos de los tres proyectos	163

LISTA DE CUADROS

#	Cuadro	Descripción	Pág.
36	Cuadro 4-16	Identificación De Riesgos, 1er Y 2do Paso	164
37	Cuadro 4-17	Identificación De Riesgos, 3er Y 3to Paso	165
38	Cuadro 4-18	Riesgos Identificados	166
39	Cuadro 4-19	Registro de identificación de riesgos	176
40	Cuadro 4-20	Análisis cualitativo	184
41	Cuadro 4-21	Registro de identificación de riesgos - agrupado por categorías	185
42	Cuadro 4-22	Registro de identificación de riesgos – listas de riesgos para respuesta inmediata	186
43	Cuadro 4-23	Registro de identificación de riesgos - listas de riesgos para análisis y respuestas adicionales	187
44	Cuadro 4-24	Registro de identificación de riesgos - listas de vigilancia para riesgos de baja prioridad	188
44	Cuadro 4-25	Registro de identificación de riesgos - listas de vigilancia para riesgos de baja prioridad	189
45	Cuadro 4-26	Variación del tiempo del proyecto producto de adicionales	190
46	Cuadro 4-27	Variación del costo del proyecto producto de adicionales	190
47	Cuadro 4-28	Rangos	191
48	Cuadro 4-29	Rango de actividades 1	191
49	Cuadro 4-30	Rango de actividades 2	192
50	Cuadro 4-31	Rango de actividades 3	192
51	Cuadro 4-32	Rangos variación en el plazo	192

LISTA DE CUADROS

#	Cuadro	Descripción	Pág.
52	Cuadro 4-33	Datos aleatorios.	193
53	Cuadro 4-34	Resultados aleatorios	194
54	Cuadro 4-35	Resultados del análisis	194
55	Cuadro 4-36	Datos función normal	195
56	Cuadro 4-37	Datos aleatorios	195
57	Cuadro 4-38	Distribución de frecuencias para graficar nuestra función de tiempo	196
58	Cuadro 4-39	Variación del costo del proyecto producto de adicionales	198
59	Cuadro 4-40	Rangos	200
60	Cuadro 4-41	Datos aleatorios.	201
61	Cuadro 4-42	Resultados aleatorios	201
62	Cuadro 4-43	Resultados del análisis	201
63	Cuadro 4-44	Datos función normal	202
65	Cuadro 4-45	Distribución de frecuencias para graficar nuestra función de costo	203
66	Cuadro 4-47	Registro de identificación de riesgos – plan de respuesta a riesgos	206
67	Cuadro 4-48	Variación calculo - real	210

LISTA DE FIGURAS y DIAGRAMAS

#	Figura	Descripción	Pág.
1	Figura 1-1.	Composición de los Proyectos, según Asimow	22
2	Figura 1-2.	Principios Éticos	22
3	Figura 1-3.	Principios Faticos	22
4	Figura 1-4.	Estructura Vertical	23
5	Figura 1-5.	Etapas de un Proyecto	23
6	Figura 1-6.	Estructura de un Proyecto	24
7	Figura 1-7.	Ciclo de Vida del Proyecto	29
8	Figura 1-8.	Nivel de Costo de un Proyecto vs Tiempo	29
9	Figura 1-9.	Influencia de los Interesados vs Tiempo	30
10	Figura 1-10	Secuencia del Ciclo de Vida del Proyecto	31
11	Figura 1-11	Relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto.	31
12	Figura 1-12	Fases de un Proyecto	32
13	Figura 1-13	Progreso del proyecto a través de fases.	33
14	Figura 1-14	Relación de superposición, entre fases.	35
15	Diagrama 1-1	Flujo de Datos del Proceso Definir el Alcance.	38
16	Diagrama 1-2	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Cronograma.	40
17	Diagrama 1-3	Flujo de Datos del Proceso Determinar el Presupuesto.	42
18	Diagrama 1-4	Flujo de Datos del Proceso de Realizar el Control de Calidad	44
19	Figura 1-15	Costo de la calidad	45
20	Figura 1-16.	Problemas durante el Inicio del Proyecto	47

LISTA DE FIGURAS y DIAGRAMAS

#	Figura	Descripción	Pág.
21	Diagrama 1-5	Flujo de Datos del Proceso de Realizar la Integración del Proyecto.	48
22	Diagrama 1-5	Flujo de Datos del Proceso de Realizar la ejecución del Proyecto.	49
23	Figura 1-17.	Sistema de autorización de trabajos	50
24	Figura 1-18.	Seguimiento para asegurar la Calidad del Proyecto	51
25	Diagrama 1-6	Flujo de Datos del Proceso de Realizar el Monitoreo y control del Proyecto.	52
26	Figura 1-9	Interacción entre los procesos de un proyecto.	54
27	Diagrama 1-8	Interacciones entre procesos de la Dirección de Proyectos	55
28	Figura 2-1.	Alcance de la Gestión de los Riesgos del Proyecto	57
29	Figura 2-2.	Objetivo de la Gestión de Riesgos	58
30	Figura 2-3.	Riesgo del Proyecto	61
31	Figura 2-4.	Variación de los factores de riesgo a través del ciclo de vida del proyecto	62
32	Diagrama 2-1	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Plan de Gestión de Riesgos.	66
33	Figura 2-5.	Estructura de Desglose de Trabajo	68
34	Tabla 2-1.	Escala de impactos de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto	68
35	Diagrama 2-2	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar la Identificación de Riesgos.	71

LISTA DE FIGURAS y DIAGRAMAS

#	Figura	Descripción	Pág.
36	Diagrama 2-3	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el análisis cualitativo de Riesgos.	75
37	Figura 2-7.	Matriz de probabilidad e impacto	76
38	Diagrama 2-4	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el análisis cuantitativo de Riesgos.	80
39	Diagrama 2-5	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Plan de Respuesta a Riesgos.	84
40	Diagrama 2-6	Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Monitoreo y Control de Riesgos.	92
41	Figura 3-1.	Esquema de Simulación	97
42	Figura 3-2.	Diagrama de Simulación	100
43	Diagrama 3-1	Flujo de Datos del Proceso de Definir el Alcance del Proyecto.	103
44	Diagrama 3-2	Flujo de Datos del Proceso de Crear el EDT del Proyecto.	104
45	Diagrama 3-3	Flujo de Datos del Proceso del Desarrollo del Cronograma del Proyecto.	105
46	Diagrama 3-4	Flujo de Datos del Proceso de Definir las Actividades del Proyecto.	106
47	Diagrama 3-5	Flujo de Datos del Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades del Proyecto.	107
48	Diagrama 3-6	Flujo de Datos del Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades del Proyecto.	109
49	Figura 3-3.	Resumen de Identificación de Variables de Entrada	111
50	Figura 3-4.	Pasos para el desarrollo del modelo	112

LISTA DE FIGURAS y DIAGRAMAS

#	Figura	Descripción	Pág.
51	Figura 3-5.	Estructura de Desglose de Trabajo	115
52	Figura 3-6	Interacción de Variables	117
53	Figura 3-7.	Diagrama de espina de pescado	118
54	Figura 3-8.	Modelo de Análisis Cuantitativo	127
55	Figura 4-1.	Limites del Proyecto	135
56	Figura 4-2.	EDT de una Carretera	138
57	Figura 4-3.	Variaciones en el Alcance del Proyecto	156
58	Figura 4-4.	Variaciones en el Tiempo del Proyecto	157
59	Figura 4-5.	Variaciones en el Costo	158
60	Figura 4-6.	Variaciones en la Calidad.	159
61	Figura 4-7	Curva en Función del Tiempo	192
62	Figura 4-8	Histograma de Frecuencias, para el plazo del proyecto	197
63	Figura 4-9	Curva en Función del Costo	199
64	Figura 4-10	Histograma de Frecuencias, para el Costo del proyecto	204

LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS

MTC: Ministerio de transportes y comunicaciones.

EG-2000: Especificaciones generales para construcción de carreteras.

EM-2000: Manual de ensayos de materiales para carreteras.

PMI: Project Management Institute.

EDT: Estructura de desglose de trabajo.

ASTM: American Section of the International Association for Testing Materials.

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.

INTRODUCCION

Siendo el Perú un país en vías de desarrollo y el contexto en el cual nos encontramos, de un estado invirtiendo en infraestructura y centrándonos específicamente en el transporte, el cual estructura todas las variables relevantes de la capacidad económica de desarrollo generando impulsos hacia las áreas de mayor concentración económica y la diversidad de proyectos viales que se vienen ejecutando y la notoria variación en costos, tiempo y alcance, a medida que se van ejecutando.

Estas variaciones, en un país en el cual es necesario optimizar los recursos, hace necesario adoptar medidas que prevengan estos eventos, es en este contexto, en el cual la dirección de proyectos y específicamente la gestión de riesgos, nos permitirá enfocarse, en las actividades críticas evitando variaciones en el alcance, tiempo y costos del proyecto, debido a que identificar y atender anticipadamente, eventos que generan oportunidades, con efectos positivos y/o negativos para el proyecto, es uno de los factores críticos para cumplir con los requerimientos del proyecto.

La rehabilitación de carreteras, son proyectos de gran envergadura, por la cantidad de recursos de las cuales depende. Entonces es necesario la elaboración de un modelo con el cual, se pueda planificar, identificar, cuantificar y elaborar un plan de respuestas y seguimiento, ante la ocurrencia de eventos previamente identificados, que tenga un impacto positivo o negativo en el proyecto. Este análisis nos permitirá un manejo ordenado de la información, que nos permitirá realizar un seguimiento, a los riesgos advertidos y sobre todo genere una advertencia temprana, ante la ocurrencia de circunstancias que evidencien, una atención oportuna.

Existe una necesidad urgente, de realizar una serie de extensiones, que nos permitan adaptar, metodologías estándares y aplicarlas específicamente a proyectos que se realizan en nuestro medio, generando un modelo adecuado que tome en cuenta el común denominador de estas condiciones y problemas frecuentes de esta actividad.

CONTENIDO

CAPITULO 1

CAPITULO 1: MARCO CONCEPTUAL DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

1.1 FILOSOFÍA DEL PROYECTO EN INGENIERÍA.

El concepto de proyecto toma diferentes sentidos según quien lo defina, por lo que resulta necesario fijar con precisión el significado que adoptaremos en adelante. Son numerosos los autores que, históricamente, han aportado su propia definición del concepto de proyecto, dependiendo fundamentalmente del ámbito en el cual se desarrolla profesionalmente, de la tipología del objeto a crear o del problema a resolver. Por todo ello, para evitar confusiones y llegar a una definición adecuada del concepto de proyecto, seguimos los siguientes pasos:

1º) Establecer una definición general de Proyecto.

2º) Aplicar la definición general del concepto de proyecto a la ingeniería civil.

Como primer paso, partimos de la etimología y tomamos algunas definiciones del término *Proyectar* según el "Diccionario de la lengua española" (DRAE). Analizamos el verbo "proyectar" y el sustantivo "proyecto":

"Proyectar":

"Idear, trazar o proponer el plan y los medios para la ejecución de algo" (acepción 2ª).

"Hacer un proyecto de ingeniería o arquitectura" (acepción 3ª).

"Proyecto":

"designio o pensamiento de ejecutar algo", (acepción 3ª).

"Primer esquema o plan de cualquier trabajo que se hace a veces como prueba antes de darle la forma definitiva". (acepción 4ª).

En estas definiciones apreciamos que la acepción 2ª de *proyectar* y la 3ª de *proyecto* tienen un significado convergente, centrado en el aspecto creativo, esta definición de proyecto está ligada conceptualmente a la administración o gestión de proyectos.

Por otra parte, la acepción 3ª de *proyectar* y la acepción 4ª de *proyecto* también guardan convergencia, pero centrada en el aspecto documental.

En el libro "Introduction to Design" de Asimow, en el año 1962, se presenta un concepto metodológico de proyecto, en el cual lo define como una actividad con propósitos determinados, que se encamina hacia la meta de satisfacer necesidades humanas particularmente en las que empleamos factores técnicos en los cuales se hace necesario el uso de tecnología apropiada, compleja y de difícil aplicación, en la que es necesario procedimientos analíticos para obtener resultados óptimos.

Asimow, señala que los proyectos están compuestos por tres partes fundamentales:

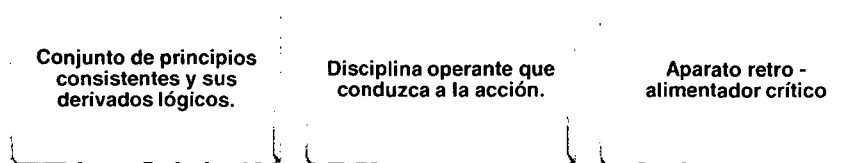


Figura 1-1. – Fuente Propia

En el esquema mostrado:

Primero Asimow señala que los proyectos deben basarse en una serie de principios, no exclusivos ni excluyentes, divididos en dos grandes grupos según su contenido:

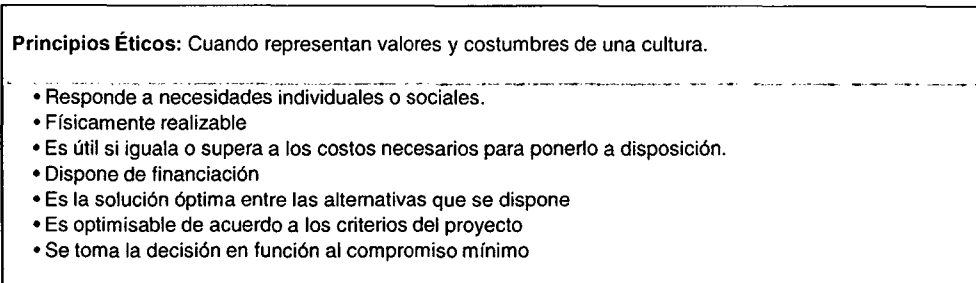


Figura 1-2. – Fuente Propia

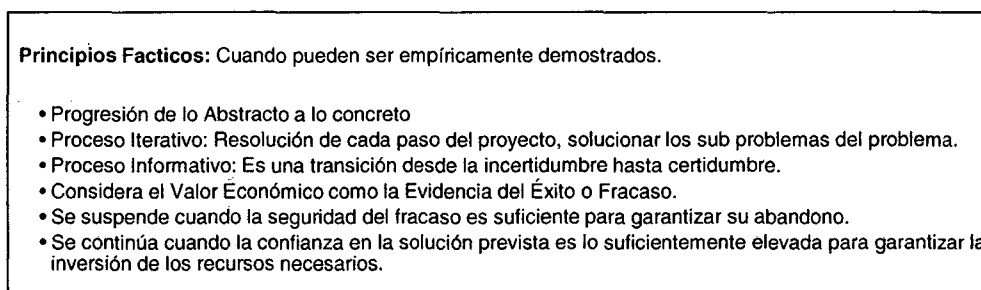


Figura 1-3. – Fuente Propia

Segundo, el proyecto se compone de fases, la morfología o estructura vertical planteada es:

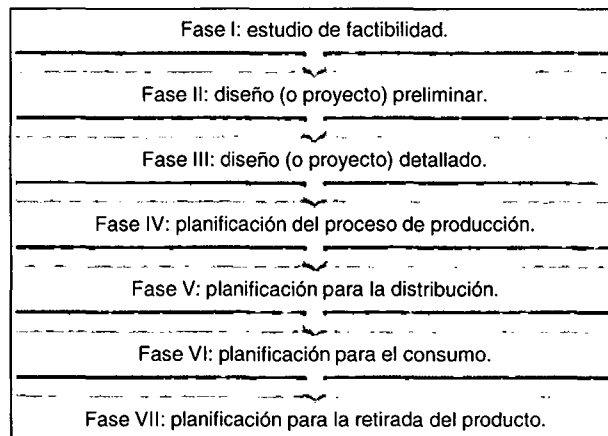


Figura 1-4. – Fuente Propia

Considera las tres primeras fases como el conjunto primario y las desarrolla exhaustivamente; mientras que las cuatro últimas forman el conjunto secundario, derivado del ciclo producción-consumo.

Tercero, Asimow señala que “el proyecto en la ingeniería es un proceso especializado para la resolución de problemas”. Este proceso, que se retroalimenta, consta de las siguientes etapas:

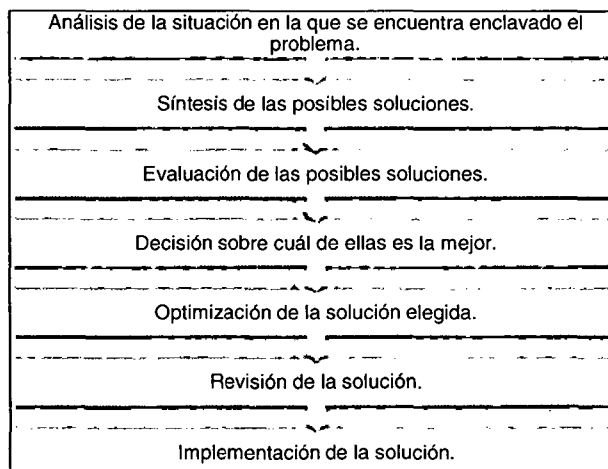


Figura 1-5. – Fuente Propia

En conclusión, Asimow define como proyecto de ingeniería a un proceso especializado para la resolución de problemas, es un proceso que se retroalimenta, consta de las siguientes etapas, Análisis de la situación en la que se encuentra encerrado el problema, Síntesis de las posibles soluciones se

diseña una doble estructura, Evaluación de las posibles soluciones, Decisión sobre cuál es la mejor decisión, Optimización de la solución escogida, Revisión de la solución, Implementación de la solución.

En definitiva se diseña sobre una doble estructura:

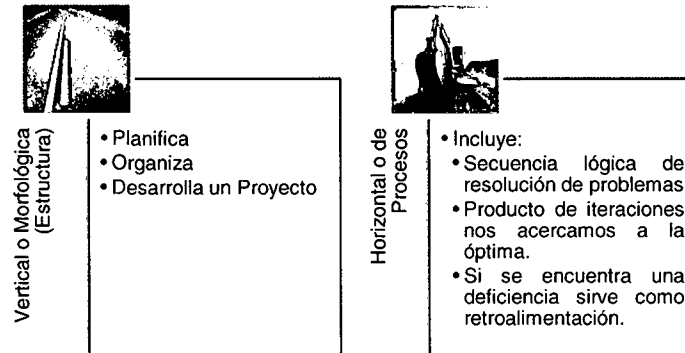


Figura 1-6. – Fuente Propia

Esta definición clásica de proyecto ha pretendido obtener una metodología que determine los pasos a seguir en el desarrollo del proyecto. No obstante, todavía no se ha obtenido una metodología única adecuada a todo tipo de proyecto. La razón podríamos encontrarla en el hecho de que el campo estudiado es demasiado amplio, o dicho de otro modo, muy poco concreto. En todo caso, se podría plantear una metodología para un conjunto de proyectos muy homogéneos.

Actualmente existen distintas concepciones sobre la definición de proyecto, pero todas tienen como base el estudio de Asimow, existe un primer grupo que define proyecto como la búsqueda de soluciones técnicas y esta se basa en dos estructuras, ciencia del proyecto, metodología del proyecto. La ciencia del proyecto utiliza métodos científicos para analizar la estructura de los sistemas y sus relaciones con el entorno y la metodología del proyecto es una vía de acción para el diseño que deriva del conocimiento de la ciencia del proyecto, de la psicología cognitiva y del conocimiento práctico de varios campos, siendo su finalidad última el alcanzar soluciones rápidamente y de la forma más directa posible. Un segundo grupo de teorías están basadas en fundamentos axiomáticos. Dentro de este grupo se define el proyecto como un continuo compromiso entre lo que se pretende alcanzar (dominio funcional) y cómo se quiere alcanzar (dominio físico). El diseño puede ser definido como la creación o síntesis de soluciones en forma de productos, procesos o sistemas que

satisfacen necesidades percibidas. Aunque diferentes diseños pueden ser factibles, es la creatividad del diseñador la que conduce a una u otra solución. Un tercer grupo de teorías del proyecto, basadas en el empirismo, se concretan únicamente en propuestas metodológicas. Finalmente, existe un grupo de teorías cuyas fuentes de conocimiento son múltiples y están basadas en todas las anteriores. En donde se define al Proyecto como: “el proyecto total es la actividad sistemática necesaria, desde la identificación de una necesidad, derivada de los requerimientos del mercado, hasta la venta de un producto que satisfaga dicha necesidad con éxito”. El proyecto se estructura en las siguientes fases: necesidades, especificaciones, diseño conceptual, diseño de detalle, fabricación y venta.

Entonces podemos definir la concepción de la filosofía del proyecto como la búsqueda de soluciones basadas en dos estructuras entre lo que se pretende alcanzar (Fin del Proyecto), y los medios necesarios para alcanzarlos, la primera estructura analiza los sistemas y sus relaciones con el entorno, entendiendo como sistema a un conjunto complejo de elementos interrelacionados, que persigue encontrar un conjunto de leyes explicativas de su comportamiento, funcionamiento y desarrollo. Es en este contexto que deriva de los sistemas, el conocimiento y la experiencia de varios campos, en metodologías y medios siendo su finalidad última el alcanzar soluciones rápidamente y de la forma más directa posible y obtener el éxito del proyecto, teniendo en consideración que dependiendo de la creatividad del diseñador la que conduce a una u otra solución.

1.2 DEFINICIÓN DE PROYECTO EN INGENIERÍA CIVIL

Podemos proponer una definición equivalente de proyecto como “un conjunto de documentos ordenados para proceder con precisión a construir una obra o poner en explotación un servicio”. Esta definición de proyecto es la habitualmente utilizada en Ingeniería Civil.

1.2.1 Características de los Proyectos

A. Temporal

Todo Proyecto tiene un inicio y un final definido, el final se alcanza:

- Cuando se han logrado los objetivos del proyecto
- Cuando queda claro que los objetivos del proyecto no serán alcanzados.
- Cuando la necesidad del proyecto ya no exista.

Temporal no significa de corta duración, la duración de un proyecto es variable debido a que la mayoría de los proyectos no son esfuerzos continuos.

Se debe tener en cuenta que el significado de temporal no es aplicable al resultado del proyecto, generalmente los proyectos se emprenden para obtener un resultado duradero. Con frecuencia estos resultados suelen tener impactos sociales, económicos y ambientales o no, estos impactos perduran mucho más tiempo que los propios proyectos.

La naturaleza temporal de los proyectos puede aplicarse también a otros aspectos de la empresa:

Las oportunidades normalmente son temporales, algunos de los proyectos tienen un período limitado para producir sus productos o servicios.

El equipo del proyecto, como unidad de trabajo, pocas veces perdura después del proyecto es un equipo creado con el único fin de llevar a cabo el proyecto lo desarrollará y luego se disolverá.

B. Productos, servicios o resultados únicos.

La singularidad es una característica importante de los productos entregables de un proyecto. La presencia de elementos repetitivos no cambia la condición fundamental de único del trabajo de un proyecto.

Un proyecto crea productos entregables únicos. Entiéndase por productos entregables a productos, servicios o resultados. Un producto es cuantificable, y puede ser un elemento terminado o un componente.

C. Elaboración gradual

Todos los proyectos empiezan como una idea o concepto, para crear un nuevo producto o servicio, incluir una visión de lo que se espera alcanzar, amplia típicamente el resultado final del proyecto. El proyecto temporal resulta en un producto o servicio único, a través de incrementos y la mejora del concepto inicial hacia el término del proyecto. Esta elaboración gradual es un proceso iterativo, diseñado correctamente y totalmente orientado a cumplir los objetivos de proyecto. Esto es evidente al planear procesos de ejecución que colaboran e interactúan entre sí.

1.3 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

Podemos definir al proceso que se inicia desde la idea hacia la realidad, como una combinación de recursos organizados temporalmente para cumplir unos objetivos concretos, este objetivo es plasmar la solución adoptada de modo que se elimine el problema o la necesidad detectada, no obstante en todo proceso existen otros objetivos, determinados previamente en el alcance del proyecto. Este proceso tiene como puntos de partida:

- La detección de una necesidad, un problema u oportunidad.
- La decisión de Resolverlo
- La Planificación Inicial

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin. La transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y, por lo general, está definida por alguna forma de transferencia técnica. No existe una única manera para definir el ciclo de vida ideal de un Proyecto, esto dependerá del equipo que direcciona el Proyecto. Los ciclos de vida del proyecto generalmente definen:

- Qué trabajo técnico se debe realizar en cada fase.
- Cuándo se deben generar los productos entregables en cada fase y cómo se revisa, verifica y valida cada producto entregable.
- Quién está involucrado en cada fase.

- Cómo controlar y aprobar cada fase.

Estas distintas fases deben ser programadas y desarrolladas de una manera tal que se refleje la realidad del proceso es decir el diseño llevado a la práctica produciendo así la materialización del proyecto. Generalmente, en la ingeniería civil esto se refleja en la construcción de una infraestructura. Podemos definir infraestructura como el conjunto de elementos que conforman una obra de ingeniería civil completamente finalizada y puesta en servicio. En la realización de este proceso nos encontramos con distintas limitaciones:

- Coste: Límite presupuestario.
- Plazo: Límite temporal.
- Calidad: Niveles Predeterminados (Especificaciones Técnicas), la integración ambiental del proyecto y la seguridad y salud de todos los implicados en el proceso.

Tal y como se ha definido, en este proceso destacamos la inclusión del concepto de recursos (que por definición son escasos), esto implica que una adecuada combinación y utilización de los mismos tendrá como resultado un optimización de la inversión efectuada. Los procesos se pueden definir como:

- Grupo del proceso de inicio, aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto ya existente mediante la obtención de la autorización para comenzar dicho proyecto o fase.
- Grupo del proceso de planificación, aquellos procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción necesario para alcanzar los objetivos para cuyo logro se emprendió el proyecto.
- Grupo del proceso de ejecución, aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo.
- Grupo del proceso de seguimiento y control: aquellos procesos requeridos para dar seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- Grupo del proceso de finalización, aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos, a fin de cerrar formalmente el proyecto o una fase del mismo.

Estos grupos de procesos no son solo actividades. Estos procesos son una colección de actividades que contribuyen al control e implementación, del gerenciamiento del ciclo de vida del proyecto. Las salidas de un grupo de procesos sirven como entradas en otros grupos de procesos.

En la Figura 1-7 se observa una sucesión lógica y un orden de flujo del proceso, grupos de procesos que pueden traslaparse con otros grupos.

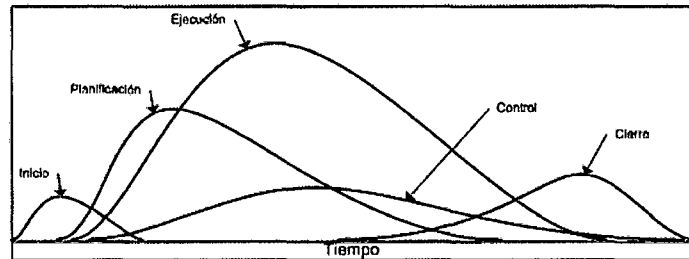


Figura 1-7. – PMBOK CUARTA EDICION

1.3.1 Características del ciclo de vida del proyecto

La mayoría de los ciclos de vida de proyectos comparten determinadas características comunes:

- En términos generales, las fases son secuenciales y, normalmente, están definidas por alguna forma de transferencia de información técnica o transferencia de componentes técnicos.
- El nivel de coste y de personal es bajo al comienzo, alcanza su nivel máximo en las fases intermedias y cae rápidamente cuando el proyecto se aproxima a su conclusión. Tal como se aprecia en la Figura 1-8.

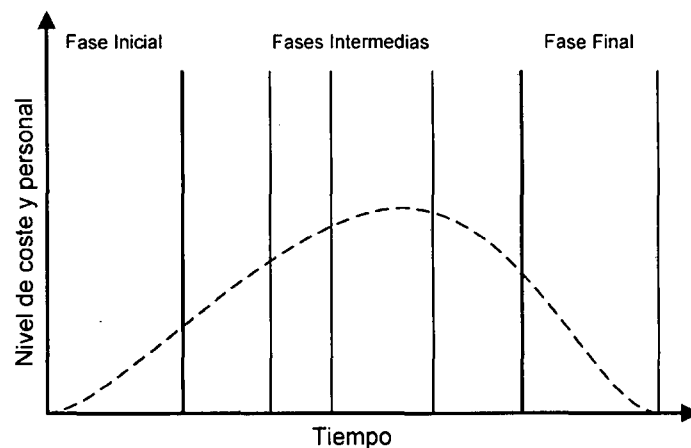


Figura 1-8. – PMBOK CUARTA EDICION

- El nivel de incertidumbre es el más alto y, por lo tanto, el riesgo de no cumplir con los Objetivos es más elevado al inicio del proyecto. La certeza de terminar con éxito aumenta Gradualmente a medida que avanza el proyecto.
- El poder que tienen los interesados en el proyecto para influir en las características finales del producto del proyecto y en el coste final del proyecto es más alto al comienzo y decrece gradualmente a medida que avanza el proyecto. La Figura 1-9 ilustra este hecho. Una de las principales causas de este fenómeno es que el coste de los cambios y de la corrección de errores generalmente aumenta a medida que avanza el proyecto.

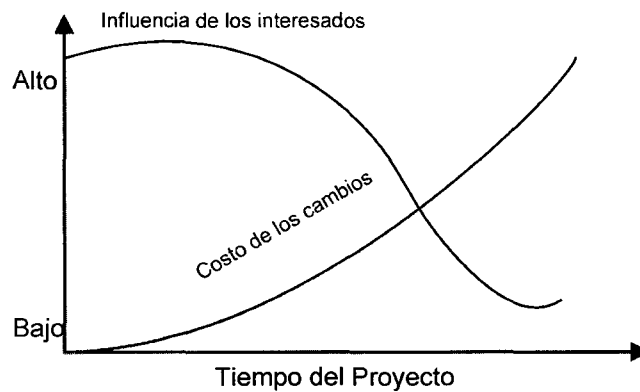


Figura 1-9. – PMBOK CUARTA EDICION

- Aun cuando muchos ciclos de vida de proyectos tienen nombres de fases similares y requieren productos entregables similares, muy pocos ciclos de vida son idénticos.
- Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida.
- La conclusión y la aprobación de uno o más productos entregables caracterizan a una fase del proyecto. Un producto entregable es un producto de trabajo que se puede medir y verificar si están completos, si

son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. Los productos entregables, y en consecuencia las fases, son parte de un proceso generalmente secuencial, diseñado para asegurar el adecuado control del proyecto y para obtener el producto o servicio deseado, que es el objetivo del proyecto, en la Figura 1-10, se observa una secuencia típica en un ciclo de vida del proyecto.

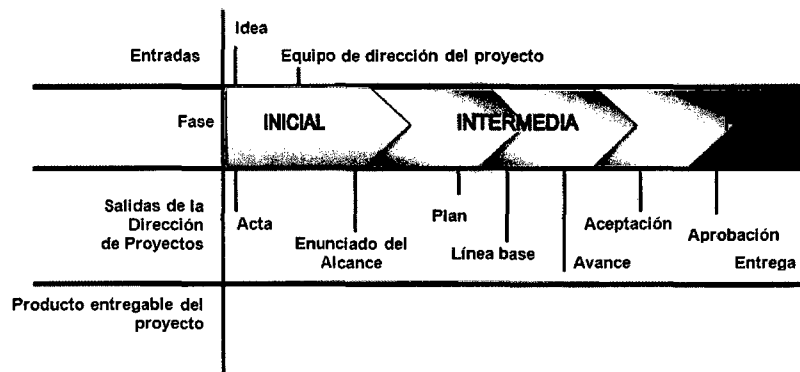


Figura 1 -10. – PMBOK CUARTA EDICION

- Generalmente el ciclo de vida del producto contiene el ciclo de vida de un proyecto, muchas fases del ciclo de vida del producto se prestan para ser tratadas como proyectos, todos los proyectos tienen un propósito u objetivo, pero aquellos casos donde el objetivo es un servicio o resultado, puede existir un ciclo de vida para el servicio o resultado, pero no un ciclo de vida del producto, en la Figura 1-11, se observa la relación entre el ciclo de vida del producto y el ciclo de vida del proyecto.

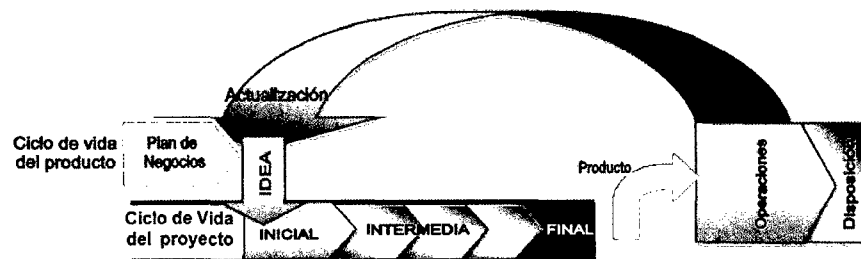


Figura 1-11. – PMBOK CUARTA EDICION

1.4 FASES DE UN PROYECTO

Un proyecto es una empresa incierta, en ese sentido los proyectos de mayor envergadura, tienen como consecuencia una mayor incertidumbre. Es por esta razón que los proyectos son desglosados en fases más pequeñas y manejables. Que nos permite ver al proyecto como un todo y concentrarnos en terminar una a la vez cada fase del proyecto. Las fases del proyecto constituyen un elemento del ciclo de vida del proyecto (ver Figura 1-12). Sin embargo no es un grupo de procesos de dirección de proyectos.

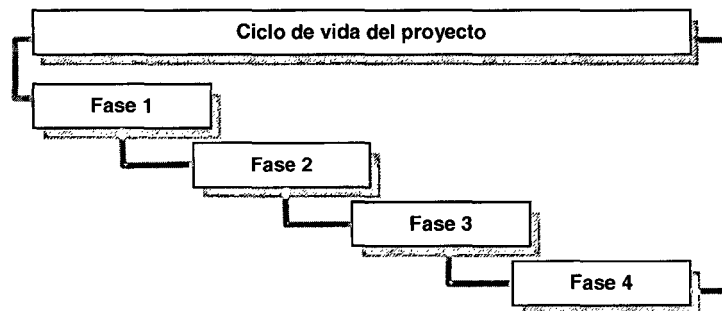


Figura 1-12. – PMBOK CUARTA EDICION

La estructuración en fases permite la división del proyecto en subconjuntos lógicos para facilitar su dirección, planificación y control. Independientemente de la cantidad de fases que compongan un proyecto, todas ellas poseen características similares, las que mencionamos a continuación:

- Los Entregables de las fases de un proyecto son la razón principal de tener fases, las fases son un método ideal para visualizar la evolución del proyecto, la prueba de este trabajo terminado son los entregables, resultado de la conclusión de una fase. Cada uno de estos proyectos tendrá fases lógicas, que llevaran al proyecto desde su concepción a su terminación. Cuando una fase llega a su conclusión, como sabemos que es seguro continuar. Debemos tener en cuenta los siguientes indicadores:
 - El rendimiento del proyecto hasta la fecha
 - El rendimiento del equipo de proyecto hasta la fecha
 - Entregables en la fase de proyecto
 - Verificación de entregables en concordancia con el alcance del proyecto

- Las fases de proyecto son también conocidas como “salidas de fase, hitos, puertas de fase, puntos de decisión, puertas de etapa o puntos de cancelación”. Las salidas de fase, son usadas a menudo en la fabricación y el desarrollo de un producto. Una salida de fase, permite que un proyecto continúe, después de la evaluación del rendimiento del entregable, contra un conjunto de criterios y requerimientos predeterminados. Si los entregables de la fase, o la etapa, cubriera el conjunto de criterios y requerimientos predeterminados, el proyecto se encontrara en la capacidad de continuar. Si el entregable no cubre los criterios y requerimientos predeterminados, el proyecto no debería seguir adelante. En estos casos, el proyecto puede ser finalizado o enviado a través de las revisiones para cubrir los criterios y requerimientos predeterminados. La Figura 1-13 ilustra el progreso del proyecto a través de fases.

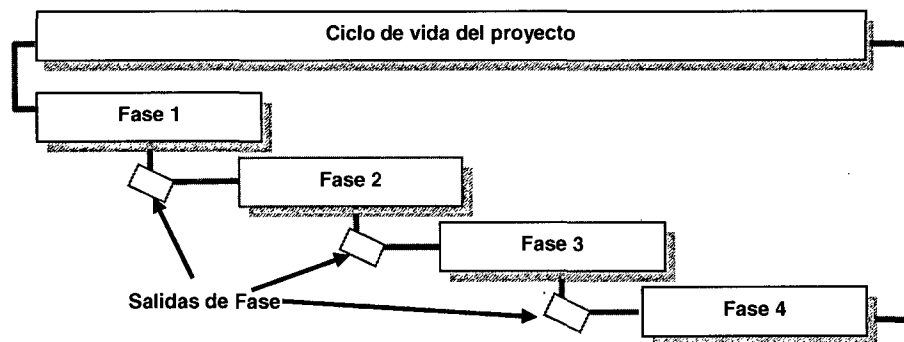


Figura 1-13. – PMBOK CUARTA EDICION

- La finalización de una fase podría ser también conocida como una salida de fase. Una salida de fase requiere, criterios y requerimientos de salida predeterminados. Los criterios de salida típicamente son una inspección específica y la programación de eventos en el programa del proyecto, pueden incluir diferentes actividades como:
 - Firmas del cliente
 - Inspecciones reguladores y auditorías
 - Criterios y Requerimientos de calidad
 - Criterios y Requerimientos de rendimiento
 - Auditorías de seguridad
 - El final de una fase de proyecto

Generalmente cuando la dirección y los clientes coinciden con los resultados de una fase de proyecto, nos estamos acercando a la terminación de la fase.

- Todos los proyectos tienen atributos únicos, actividades y requisitos. Dentro de cada proyecto, existe un atributo que varía de proyecto a proyecto, es el ciclo de vida, Como su nombre implica, el ciclo de vida del proyecto, condiciona no sólo el principio del proyecto, sino también cuando el proyecto debe terminar. Todas las demás cosas en medio del inicio y el final, son las diferentes fases del proyecto. En otras palabras, el inicio, la serie de fases y la terminación del proyecto, comprenden el ciclo de vida del proyecto. Cada proyecto tendrá actividades de dirección similares, pero las características del ciclo de vida del proyecto son los que varían de proyecto a proyecto. Esto involucra a menudo diferentes organizaciones y conjuntos de habilidades.
- Para alcanzar con éxito el objetivo o entregable principal de la fase, se requiere un grado adicional de control, la repetición de procesos a través de los cinco grupos de procesos proporciona ese grado adicional de control y define los límites de la fase.

1.4.1 Relaciones entre fases

Cuando los proyectos constan de varias fases, las fases son parte de un proceso que generalmente es secuencial, diseñado para asegurar el control apropiado del proyecto y obtener el producto, servicio o resultado deseado. Sin embargo, en determinadas situaciones, un proyecto puede beneficiarse mediante la implementación de fases superpuestas o simultáneas.

Existen tres tipos básicos de relaciones entre fases:

- Una relación secuencial, donde una fase sólo puede iniciarse una vez que se completa la fase anterior. La naturaleza paso a paso de este enfoque reduce la incertidumbre, pero puede eliminar las opciones de acortar el cronograma.
- Una relación de superposición, donde una fase se inicia antes de que finalice la anterior. Esto puede aplicarse algunas veces como un ejemplo de la técnica de compresión del cronograma, conocida como ejecución rápida. La superposición puede aumentar el riesgo y causar un reproceso, si la fase siguiente avanza antes de que la información precisa

generada en la fase previa esté disponible. En la Figura 1-14, se observa una relación de superposición, entre fases.

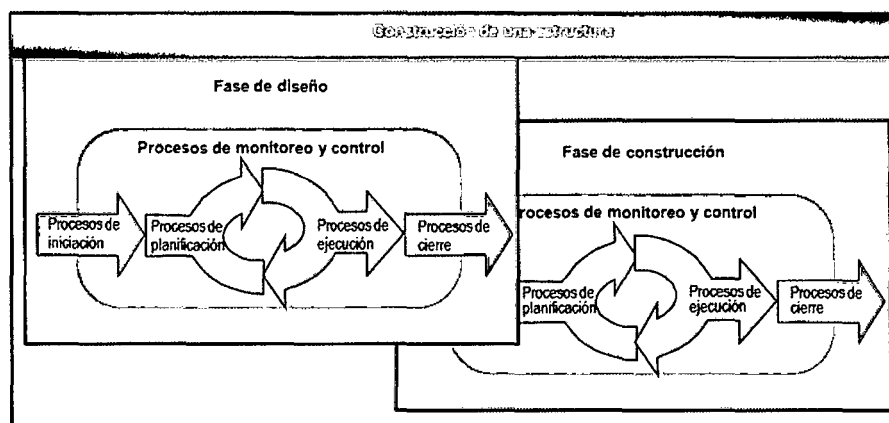


Figura 1-14. – PMBOK CUARTA EDICION

- Una relación iterativa, donde en un momento dado sólo se planifica una fase y la planificación de la siguiente se efectúa conforme avanzan el trabajo y los entregables de la fase actual. Este enfoque es útil en ambientes muy poco definidos, inciertos o que cambian rápidamente, tales como el de una investigación, pero pueden reducir la posibilidad de proporcionar una planificación a largo plazo. Así pues, el alcance se gestiona mediante la entrega continua de elementos adicionales del producto y la determinación de prioridades en cuanto a los requisitos, para reducir los riesgos del proyecto e incrementar el valor comercial del producto. También puede implicar contar con la disponibilidad de todos los miembros del equipo del proyecto durante todo el proyecto, o por lo menos durante dos fases consecutivas.

En el caso de proyectos de fases múltiples, es posible que se presente más de un tipo de relación entre fases durante el ciclo de vida del proyecto. La relación entre las fases es definida en base a aspectos tales como el nivel de control requerido, la efectividad y el grado de incertidumbre. En función de estas consideraciones, los tres tipos de relaciones pueden presentarse entre las diferentes fases de un solo proyecto.

1.5 DESARROLLANDO LA ESTRUCTURA DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

En cualquier proyecto, existen actividades fundamentales que deben ocurrir antes de que el trabajo inicie. Las reglas, principios, la planificación, y las pautas generales para un proyecto son la base de dirección de proyecto. La estructura de un proyecto está basada en la dirección de proyectos y aunque cada proyecto tiene una estructura general, los resultados finales son generalmente diferentes.

La dirección de proyectos, las actividades diarias, son la base para el éxito, un proyecto requiere un nivel de detalle y la dirección garantiza la terminación y la aceptabilidad del proyecto.

Los cinco procesos de un proyecto son: inicio, planificación, ejecución, control, y cierre. Los cinco procesos interactúan y permiten que los interesados del proyecto presencien el progreso, el éxito, y, a veces, el fracaso de un proyecto. Estos procesos son cíclicos, iterativos y de elaboración gradual. La siguiente ilustración indica la relación entre los cinco grupos de proceso.

1.5.1 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. La Aplicación de conocimientos requiere de la dirección eficaz de los procesos apropiados.

Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. Cada proceso se caracteriza por sus entradas, por las herramientas y técnicas que puedan aplicarse y por las salidas que se obtienen. Como se explico anteriormente, el director del proyecto debe considerar los Factores Fijos de los procesos y Los Factores Variables. Éstos se deben tener en cuenta para cada proceso, incluso si no están enumerados de manera explícita como entradas en las especificaciones del proceso. Los activos de los procesos proporcionan pautas y criterios para adaptar dichos procesos a las necesidades específicas del proyecto. Los factores ambientales de la empresa pueden restringir las opciones de la dirección de proyectos.

Para que un proyecto tenga éxito, el equipo del proyecto debe:

- Seleccionar los procesos adecuados requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.
- Utilizar un enfoque definido que pueda adoptarse para cumplir con los requisitos.
- Cumplir con los requisitos a fin de satisfacer las necesidades y expectativas de los interesados.
- Equilibrar las demandas contrapuestas relativas al alcance, tiempo, costo, calidad, recursos y riesgo para producir el producto, servicio o resultado especificado.

La dirección de proyectos es una tarea integradora que requiere que cada proceso del producto y del proyecto esté alineado y conectado de manera adecuada con los demás procesos, a fin de facilitar la coordinación. Una dirección de proyectos exitosa incluye dirigir activamente estas interacciones a fin de cumplir con los requisitos del patrocinador, el cliente y los demás interesados. En determinadas circunstancias, será necesario repetir varias veces un proceso o conjunto de procesos para alcanzar el resultado requerido.

En el desarrollo de un proyecto, se tienen diversas variables, las cuales definen y caracterizan un proyecto, es en este contexto en el cual la dirección de proyectos, aplica diversas herramientas, las cuales nos permitirán gestionar los diversos procesos involucrados, a continuación mencionamos los mas importantes:

1.5.2 Gestión del alcance del proyecto

La gestión del alcance del proyecto incluye los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para completarlo con éxito. El objetivo principal de la gestión del alcance del proyecto es definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en los procesos del proyecto.

Entonces podemos definir como alcance del proyecto. Al trabajo que debe realizarse para entregar un producto, servicio o resultado con las características y funciones especificadas.

El diagrama mostrado a continuación, nos permite observar, el flujo de las diversas variables que intervienen en la gestión del alcance del proyecto, los cuales procedemos a describir a continuación:

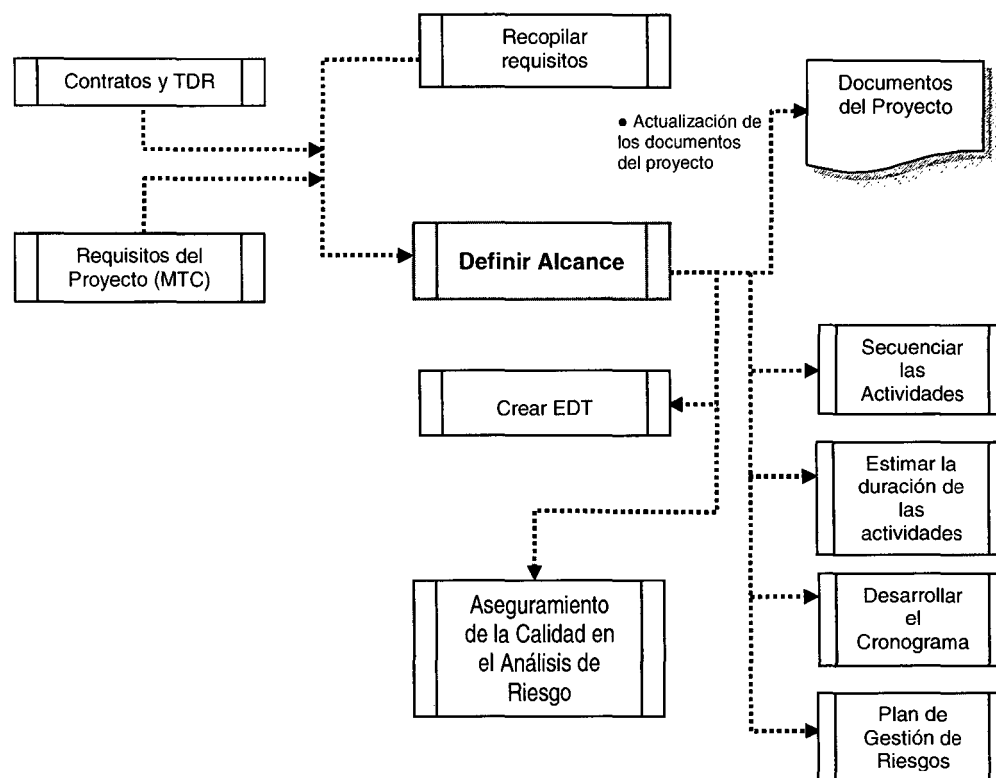


Diagrama 1-1, Flujo de Datos del Proceso Definir el Alcance. – PMBOK CUARTA EDICION

- Requisitos del proyecto, significa definir y gestionar las expectativas del cliente. Los requisitos constituyen la base del EDT. La planificación del costo, del cronograma y de la calidad se efectúa en función de ellos.

Incluyen las necesidades, deseos y expectativas cuantificadas y documentadas del patrocinador, del cliente y de otros interesados

- Definir el Alcance, es el proceso que consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. Durante el proceso de planificación, el alcance del proyecto se define y se describe de manera más específica conforme se va recabando mayor información acerca del proyecto. Se analizan los riesgos, los supuestos y las restricciones existentes, para verificar que estén completos; según sea necesario, se irán agregando nuevos riesgos, supuestos y restricciones.
- Crear la EDT, es el proceso que consiste en subdividir los entregables del proyecto y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar. La estructura de desglose del trabajo (EDT) es una descómposición jerárquica, basada en los entregables del trabajo a realizar.
- Verificar el Alcance, es el proceso que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado. La verificación del alcance difiere del control de calidad en que mientras la primera corresponde principalmente a la aceptación de los entregables, el segundo se refiere sobre todo a corroborar la exactitud de los entregables y su cumplimiento con los requisitos de calidad especificados para los entregables. Por lo general, el control de calidad se lleva a cabo antes de la verificación del alcance, pero ambos procesos pueden efectuarse en paralelo.
- Controlar el Alcance, es el proceso por el que se monitorea el estado del alcance del proyecto y del producto, y se gestionan cambios a la línea base del alcance. Los cambios son inevitables, por lo que se impone algún tipo de proceso de control de cambios. Para realizar el control en el alcance se utiliza la siguiente herramienta:
 - Análisis de variación, las mediciones del desempeño del proyecto se utilizan para evaluar la magnitud de la variación respecto de la línea base original del alcance. Los aspectos importantes del control del alcance del proyecto incluyen la determinación de la causa y del grado de variación con relación a la línea base del alcance y la decisión acerca de la necesidad de aplicar acciones preventivas o correctivas.

1.5.3 Gestión del tiempo del proyecto

Para una gestión de proyectos eficaz se requiere de un tiempo adecuado para la planificación y sobre la base de los resultados de la planificación, el tiempo suficiente para la aplicación de esos planes. Las actividades del proyecto se descomponen como los paquetes de trabajo, los cuales son secuenciales, proyectados, y estimados.

La gestión del tiempo del proyecto incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.

El diagrama mostrado a continuación, nos permite observar, el flujo de las diversas variables que intervienen en la gestión del tiempo del proyecto, los cuales procedemos a describir a continuación:

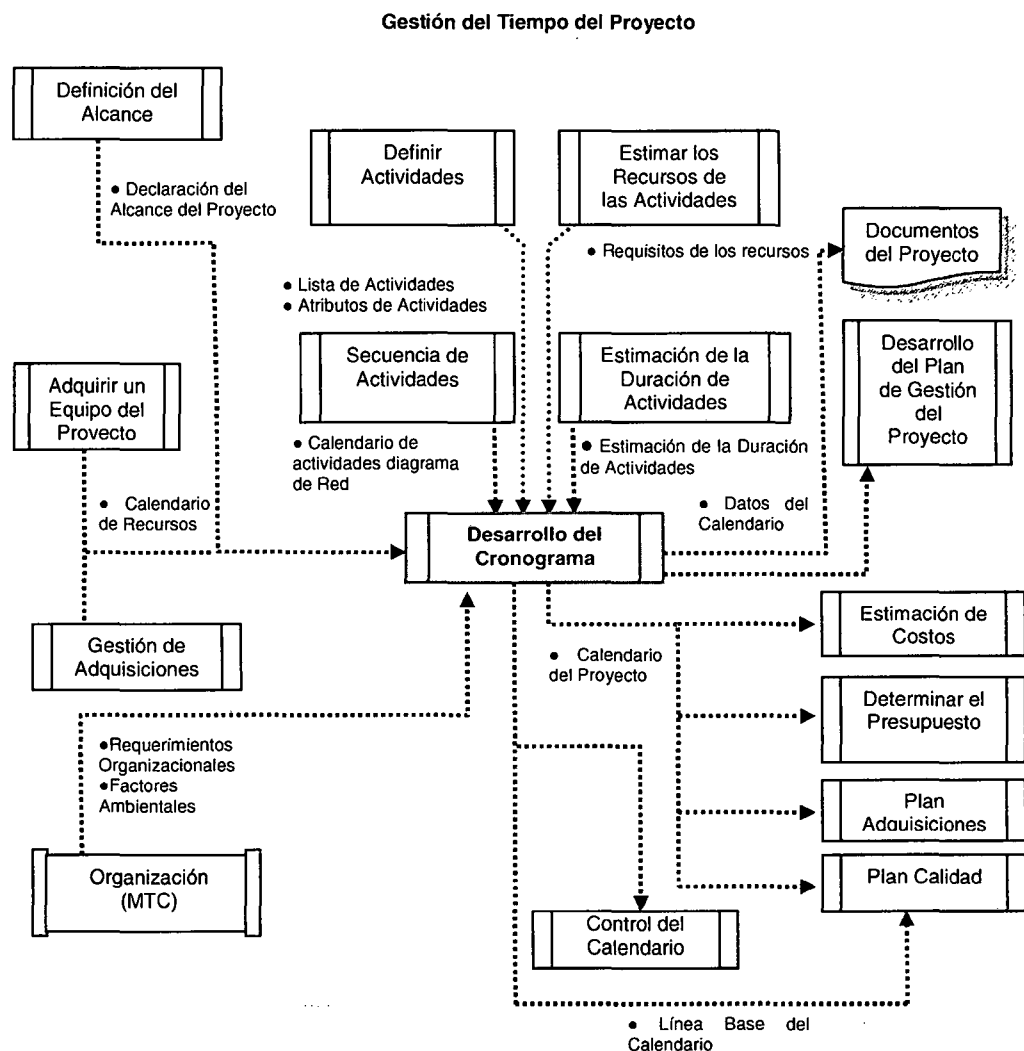


Diagrama 1-2, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Cronograma. – PMBOK CUARTA EDICION

- Definir las actividades, es el proceso que consiste en identificar las acciones específicas a ser realizadas para elaborar los entregables del proyecto. Las actividades proporcionan una base para la estimación, planificación, ejecución, seguimiento y control del trabajo del proyecto.
- Secuenciar las actividades, es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto. La secuencia de actividades se establece mediante relaciones lógicas.
- Estimar los recursos de las actividades, es el proceso que consiste en estimar el tipo y las cantidades de materiales, personas, equipos o suministros requeridos para ejecutar cada actividad.
- Estimar la duración de las actividades, es el proceso que consiste en establecer aproximadamente la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar cada actividad con los recursos estimados. La estimación de la duración de las actividades utiliza información sobre el alcance del trabajo de la actividad, los tipos de recursos necesarios, las cantidades estimadas de los mismos y sus calendarios de utilización. Conforme va evolucionando el trabajo de ingeniería y diseño del proyecto, se dispone de datos más detallados y precisos, lo cual mejora la exactitud de los estimados de la duración.
- Desarrollar el cronograma, es el proceso que consiste en analizar el orden de las actividades, su duración, los requisitos de recursos y las restricciones para crear el cronograma del proyecto. La incorporación de las actividades, duraciones y recursos a la herramienta de planificación genera un cronograma con fechas planificadas para completar las actividades del proyecto. El desarrollo de un cronograma es un proceso iterativo que determina las fechas de inicio y finalización, planificadas para las actividades del proyecto. El desarrollo del cronograma puede requerir el repaso y revisión de los estimados de la duración y de los recursos, para crear un cronograma de proyecto aprobado que pueda servir como línea base con respecto a la cual se pueda medir el avance.
- Controlar el Cronograma, es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

1.5.4 Gestión del costo del proyecto

La Gestión de los costos del proyecto incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Como parte del proceso de planificación, se debe determinar qué recursos son necesarios para completar el proyecto. Los recursos incluyen a la gente, el equipo, y los materiales que serán utilizados para completar el trabajo. Además, se debe identificar la cantidad de recursos necesarios y cuando son necesarios para el proyecto. La identificación de los recursos, la cantidad necesaria, y el cronograma de recursos están directamente unidos al costo esperado del proyecto.

El diagrama mostrado a continuación, nos permite observar, el flujo de las diversas variables que intervienen en la gestión del costo del proyecto, los cuales procedemos a describir a continuación:

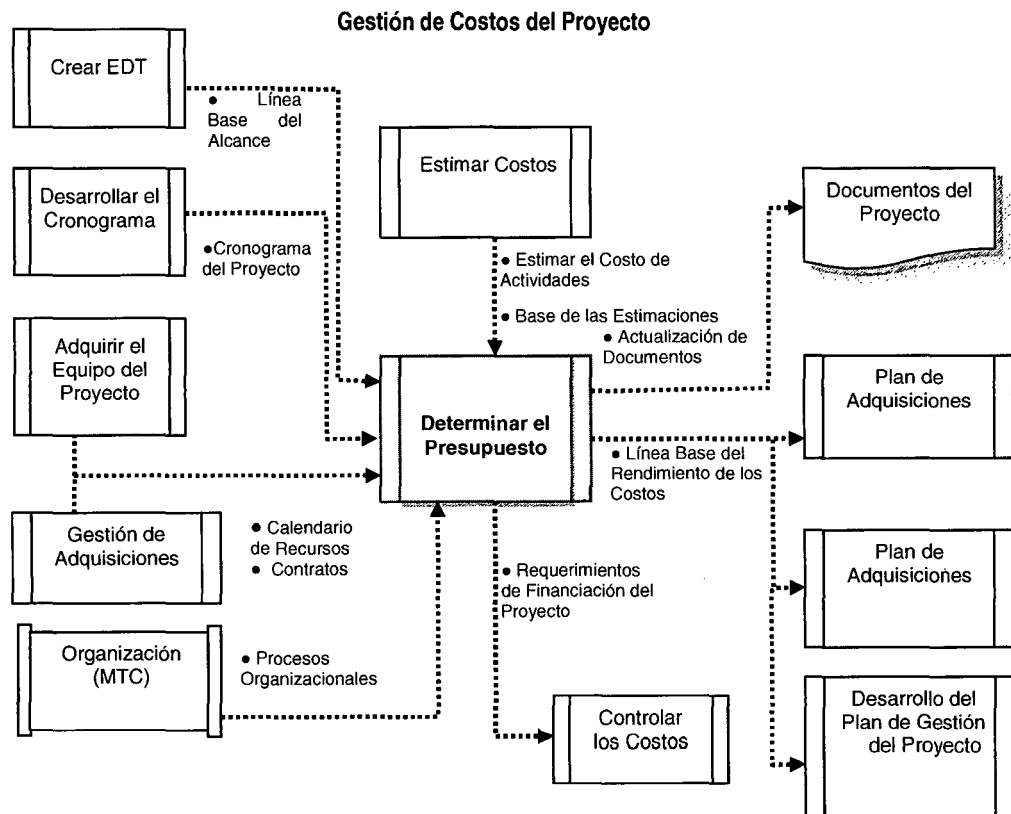


Diagrama 1-3, Flujo de Datos del Proceso Determinar el Presupuesto. – PMBOK CUARTA EDICION

- Estimar los costos, es una predicción basada en la información disponible en un momento dado. Incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de cómputo de costos para iniciar y completar el proyecto. Para lograr un costo óptimo para el proyecto, deben tomarse en cuenta las concesiones entre costos y riesgos, tales como fabricar en lugar de comprar, comprar en lugar de alquilar, y el intercambio de recursos.

En la estimación se debe considerar las posibles fluctuaciones, condiciones, y otras causas que podrían afectar el coste total de la estimación.

- Determinar el presupuesto, es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. Esta línea base incluye todos los presupuestos autorizados, pero excluye las reservas de gestión. Los presupuestos del proyecto constituyen los fondos autorizados para ejecutar el proyecto. El desempeño de los costos del proyecto se medirá con respecto al presupuesto autorizado.
- Controlar los costos, es el proceso por el que se monitorea la situación del proyecto para actualizar el presupuesto y gestionar cambios a la línea base de costo. La actualización del presupuesto implica registrar los costos reales en los que se ha incurrido a la fecha. Cualquier incremento con respecto al presupuesto autorizado sólo puede aprobarse mediante el control integrado de cambios. La clave para un control de costos efectivo es la gestión de la línea base aprobada de desempeño de costos y de los cambios a esa línea base.

1.5.5 Gestión de la calidad del proyecto

La Gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por la cuales fue emprendido. Se implementa por medio de políticas y procedimientos, con actividades de mejora continua de los procesos llevados a cabo durante todo el proyecto.

Uno de las principales claves para la gestión de la calidad es la gestión de calidad planificada, no inspeccionada. La calidad planificada es más rentable que la inspección de resultados de trabajo, volviendo a realizar el trabajo, o corrigiendo problemas referidos a calidad. Se debe considerar el costo de alcanzar el nivel esperado de calidad en contraste con el coste de no conformidad.

El diagrama mostrado a continuación, nos permite observar, el flujo de las diversas variables que intervienen en la gestión de la calidad del proyecto, los cuales procedemos a describir a continuación:

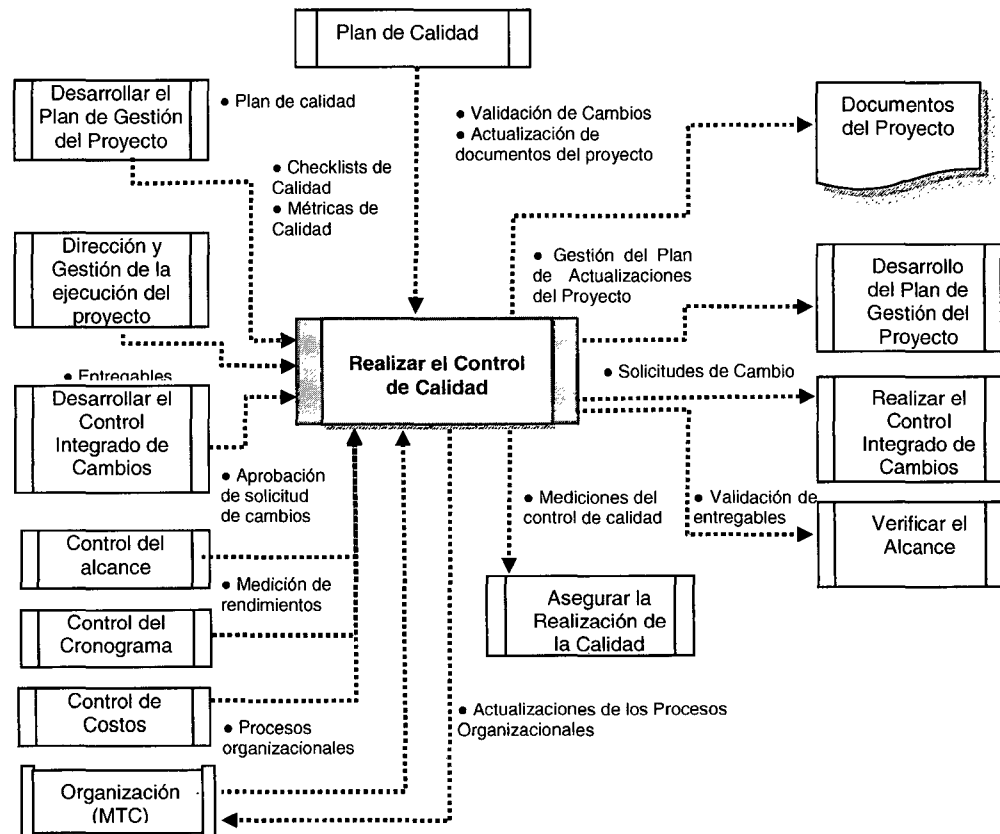


Diagrama 1-4, Flujo de Datos del Proceso de Realizar el Control de Calidad – PMBOK CUARTA EDICION

Planificar la Calidad es el proceso por el cual se identifican los requisitos de calidad y/o normas para el proyecto y el producto, documentando la manera en que el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos.

La planificación de la calidad debe realizarse en forma paralela a los demás procesos de planificación del proyecto. Por ejemplo, los cambios propuestos en el producto para cumplir con las normas de calidad identificadas pueden requerir ajustes en el costo o en el cronograma, así como un análisis detallado de los riesgos de impacto en los planes.

El costo de la calidad incluye todos los costos en los que se ha incurrido durante la vida del producto en inversiones para prevenir el incumplimiento de los requisitos, para evaluar la conformidad del producto o servicio con los requisitos, y por no cumplir con los requisitos (reproceso). Los costos por fallos se clasifican a menudo en internos (constatados por el equipo del proyecto) y externos (constatados por el cliente). Los costos por fallos también se denominan costo por calidad deficiente.

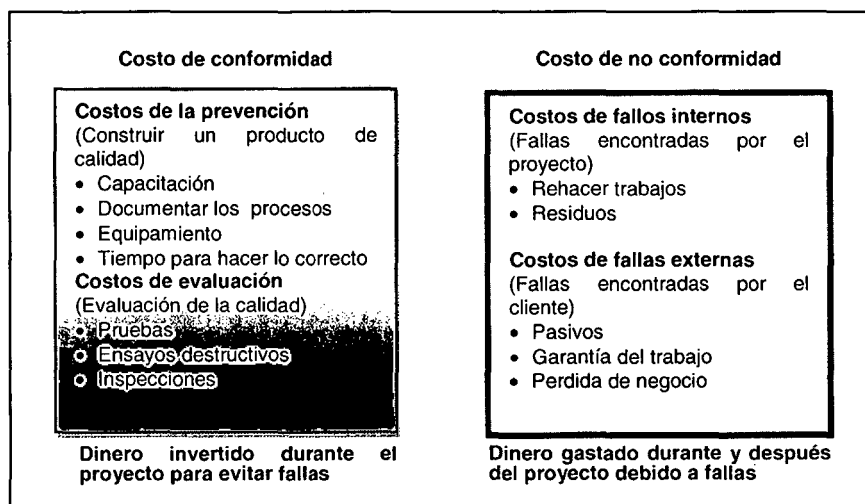


Figura 1-15, Costo de la calidad – PMBOK CUARTA EDICION

Realizar el aseguramiento de calidad, es el proceso que consiste en auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen definiciones operacionales y normas de calidad adecuadas.

Realizar el Control de Calidad es el proceso por el que se monitorean y registran los resultados de la ejecución de actividades de calidad, a fin de evaluar el

desempeño y recomendar cambios necesarios. El control de calidad se lleva a cabo durante todo el proyecto. Los estándares de calidad incluyen las metas de los procesos y del producto del proyecto. Los resultados del proyecto incluyen los entregables y los resultados de la dirección de proyectos, tales como el desempeño de costos y del cronograma. A menudo, el control de calidad es realizado por un departamento de control de calidad o una unidad de la organización con una denominación similar. Las actividades de control de calidad permiten identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto, y recomiendan y/o implementan acciones para eliminarlas.

1.6 GRUPO DE PROCESOS DE DIRECCIÓN DE PROYECTOS

1.6.1 Durante el inicio

El inicio de un proyecto comienza, aceptando que existe un problema que debería resolverse. Un proyecto esta llamado generalmente a proporcionar una solución a un problema o tomar la ventaja de una oportunidad, las necesidades en su estado inicial son luego respondidas por los entregables por lo que se realizo el proyecto. Estas necesidades en lo posible deberían hacer que:

- Reducir Costos.
- Incrementar Ingresos.
- Eliminar Perdidas.
- Incrementar Productividad y Eficiencia.
- Resolver un Negocio o Problemas Funcionales.
- Tomando ventaja de las oportunidades del mercado

Este primer proceso está encargado de mostrar un problema que existe actualmente, documentar la oportunidad que se encuentra a la mano (cerca), y entonces determinar si el proyecto puede ser creado para resolver el problema o tomar una ventaja de la oportunidad citada. Asimismo, será examinar el problema, oportunidad y la solución para ver como el potencial del proyecto y esperar el resultado dentro del dominio de la visión y misión de la oportunidad.

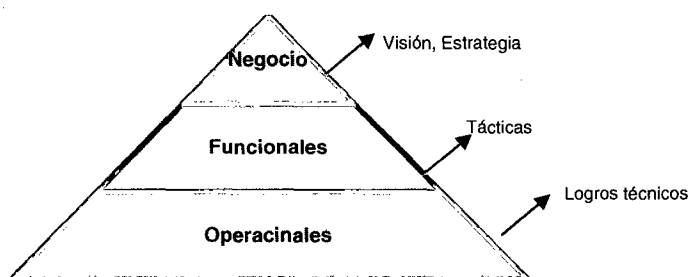


Figura 1-16. PMP Study Guide by Joseph Phillips McGraw-Hill ©

La descripción inicial del proyecto, describirá que es lo que se espera como resultado del proyecto es decir para que esta hecho. Esto puede ser un servicio, un producto, o incluso la descripción del deseo de un futuro estado. La descripción inicial del producto no tiene que ser un documento específicamente exacto de lo que quiere crear el proyecto, aunque en algunos ejemplos se pueda dar. Típicamente la descripción del producto describe la solución o la realización de la oportunidad para la cual el proyecto ha sido creado.

1.6.2 Durante la Planificación

Los procesos de planificación son iterativos en naturaleza, dentro de un proyecto largo y de alto grado técnico, planificar puede también ser identificar una lista de signos de planificación. La lista de signos de planificación, enfocados en el detalle de actividades de planificación, inmediatos del proyecto, tan pronto en futuras actividades puedan ser afectadas por los resultados de la dirección del proyecto. Los temas adicionales caigan son direccionadas en una lista de signos de planeamiento, pero en un alto nivel de detalle, a continuación se observa el diagrama 1-5, en el cual se observa el flujo de datos de los procesos a realizar en la etapa de planificación del proyecto.

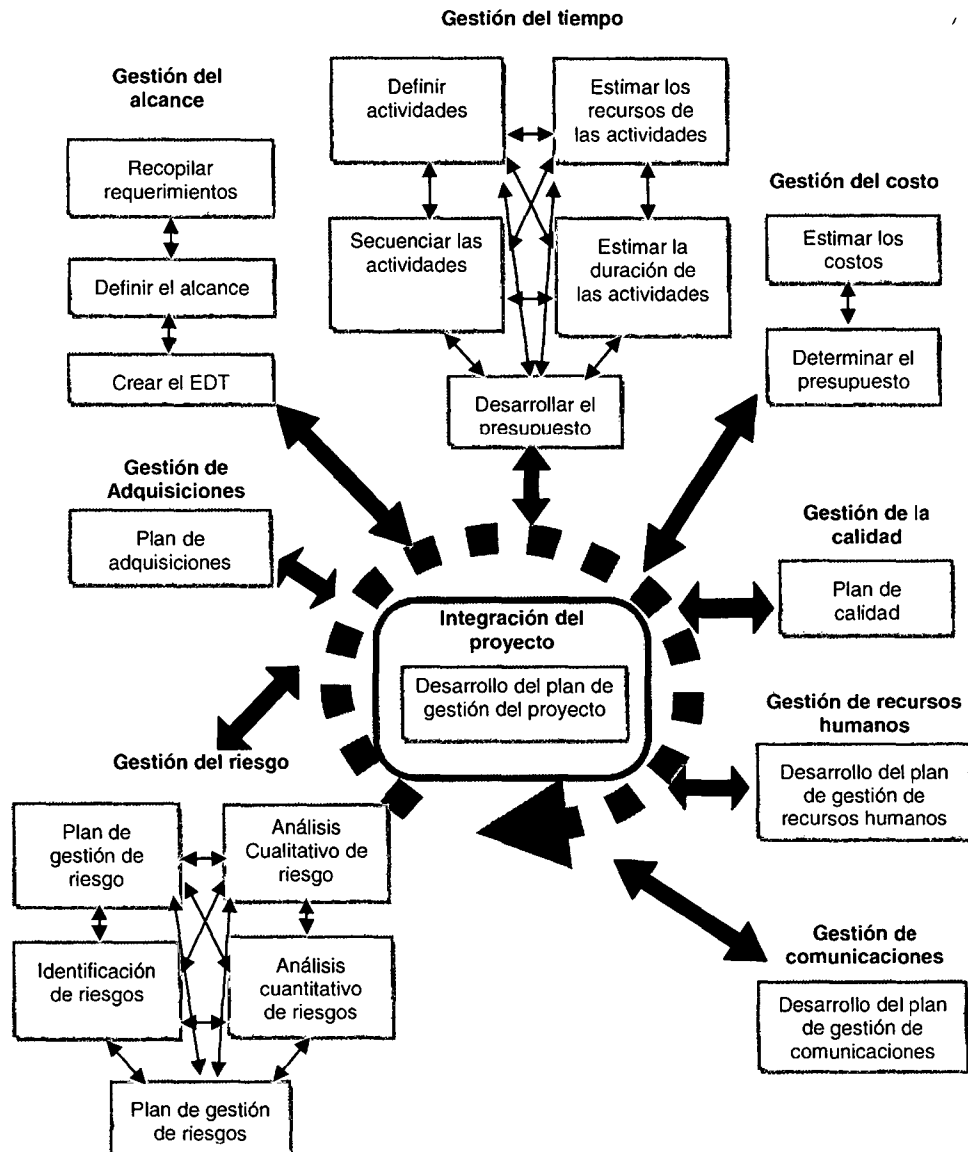


Diagrama 1-5, Flujo de Datos, la Integración del Proyecto. – PMBOK CUARTA EDICION

Uno de los errores más importantes y graves en gestión de proyectos es iniciar con excesiva premura la obra, sin haber prestado la atención debida a una serie de tareas previas de preparación, organización y planificación que son imprescindibles para garantizar la calidad de la gestión y el éxito posterior.

La planificación de los proyectos debe estar afectada de un notable grado de agilidad y dinamismo: no es razonable planificar un proyecto y pensar que esa planificación es ya definitiva e inmutable. En casi todos los casos, la realidad no coincide exactamente con lo previsto, por lo que es necesario ir haciendo ajustes periódicos. La planificación es una herramienta para la gestión y la toma de decisiones, no para imaginar en un primer momento una evolución que posteriormente el tiempo se encargará de demostrar que estaba equivocada.

Desarrollar la planificación del proyecto es el proceso que consiste en documentar las acciones necesarias para definir, preparar, integrar y coordinar todos los planes subsidiarios. El plan para la dirección del proyecto se convierte en la fuente primaria de información para determinar la manera en que se planificará, ejecutará, supervisará y controlará, y cerrará el proyecto.

1.6.3 Durante la Ejecución

En este proceso se asegura que el trabajo que se realizaba en sus etapas anteriores tenga un resultado (se plasme en un resultado) de calidad. A continuación se observa el diagrama 1-6, en el cual se observa el flujo de datos de los procesos a realizar en la etapa de ejecución del proyecto.

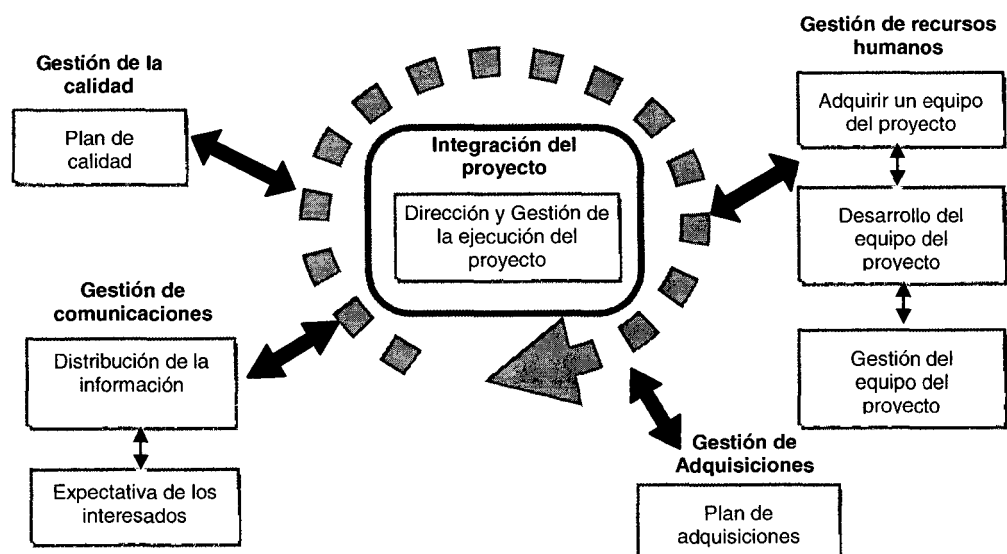


Diagrama 1-5, Flujo de Datos del Proceso de Realizar la ejecución del Proyecto. – PMBOK CUARTA EDICION

El grupo de procesos de ejecución también incluye:

- Sistema de autorizaciones de trabajos, es un método que permite trabajar e iniciar acorde al programa y circunstancias. Proporcionado por la verificación de actividades previas y los permisos para iniciar actividades posteriores. La siguiente ilustración describe el flujo del trabajo dentro de un sistema de autorizaciones de trabajo.

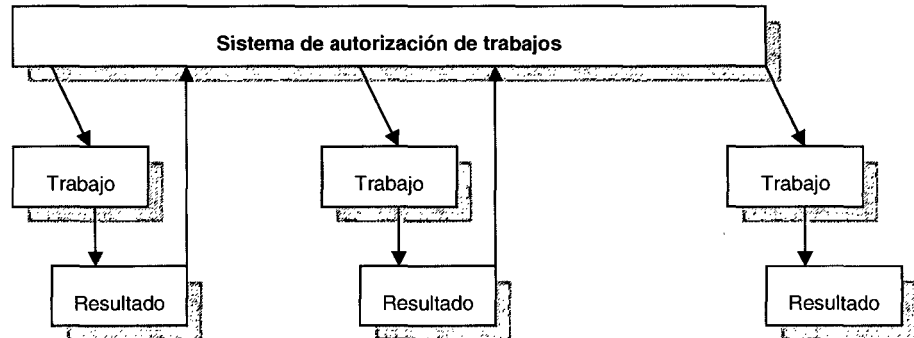


Figura 1-17. – PMP Study Guide by Joseph Phillips McGraw-Hill ©

- Iniciando el contacto con los proveedores, en la mayoría de los proyectos, los proveedores son involucrados en algún punto. Parte del proceso de ejecución debería ser la necesidad de involucrarlos en el proyecto. Es requerida una sincronización suficiente para procurar que el proceso permita a los proveedores proporcionar una apropiada información al director del proyecto y permita tomar una decisión adecuada y cuál de los proveedores debería ser seleccionado.
- Determinando a los proveedores, esta parte del procedimiento involucra tomar una decisión, cual es el proveedor más confiable. La selección y criterio de la fuente de recursos está basada por el desempeño de la organización.
- Administrando contratos, procuramos involucrar administrativamente los contratos en medio de los Compradores y Proveedores. El contrato deberían ser claros y legales Los contratos típicamente son un documento que representa la oferta y la aceptación de ambas partes.
- Seguimiento para asegurar la calidad, como el trabajo en el proyecto continuo, el equipo del proyecto y el director necesitan verificar que el resultado del trabajo en el proyecto sea supervisado para asegurar la calidad, esto esta descrito en el plan de calidad. Fallas adheridas al aseguramiento de la calidad dan como resultado en un re-trabajo,

penalizaciones y retrasos en el proyecto. Como se muestra en la siguiente ilustración.

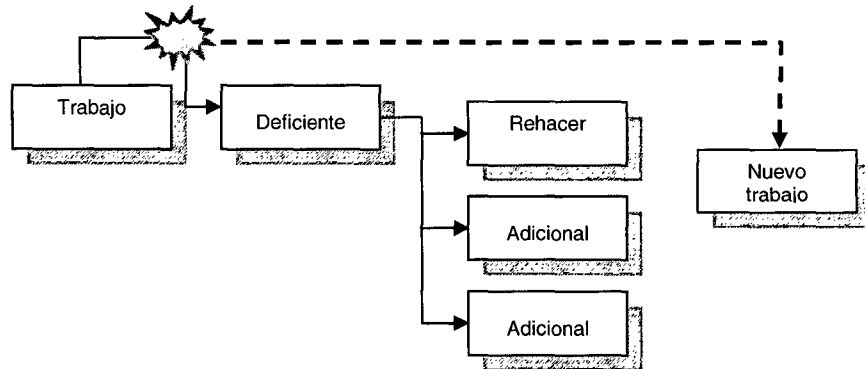


Figura 1-18. – PMP Study Guide by Joseph Phillips McGraw-Hill ©

- Distribución de la información del proyecto, la información debería ser distribuida de acuerdo al plan de comunicaciones. Los Gerentes necesitan mantenerse al tanto del estatus del proyecto. El gerenciamiento puede querer reportes hitos, varianza de reportes, y estatus de reporte.
- Aseguramiento del desarrollo del equipo, el Gerente debería trabajar con el equipo del proyecto para asegurar que el nivel de competencia está de acuerdo con las obligaciones en el proyecto.

1.6.4 Durante el Seguimiento y Control

El grupo del proceso de seguimiento y control está compuesto por aquellos procesos requeridos para supervisar, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes. El beneficio clave de este grupo de procesos radica en que el desempeño del proyecto se observa y se mide de manera sistemática y regular, a fin de identificar variaciones respecto del plan para la dirección del proyecto. El grupo de procesos de seguimiento y control también incluye:

- controlar cambios y recomendar acciones preventivas para anticipar posibles problemas.
- dar seguimiento a las actividades del proyecto, comparándolas con el plan para la dirección del proyecto y la línea base desempeño de ejecución del proyecto.

- influir en los factores que podrían eludir el control integrado de cambios, de modo que únicamente se implementen cambios aprobados.

Este seguimiento continuo proporciona al equipo del proyecto conocimientos sobre el estado del proyecto y permite identificar las áreas que requieren más atención. Además de dar seguimiento y controlar el trabajo que se está realizando dentro de un grupo de proceso, este grupo de proceso da seguimiento y controla la totalidad del esfuerzo del proyecto. En proyectos de fases múltiples, el grupo de proceso de seguimiento y control coordina las fases del proyecto a fin de implementar acciones correctivas o preventivas, de modo que el proyecto cumpla con el plan para la dirección del proyecto. Esta revisión puede dar lugar a actualizaciones recomendadas y aprobadas al plan para la dirección del proyecto, a continuación se observa el diagrama 1-7, en el cual se observa el flujo de datos de los procesos a realizar en la etapa de control del proyecto.

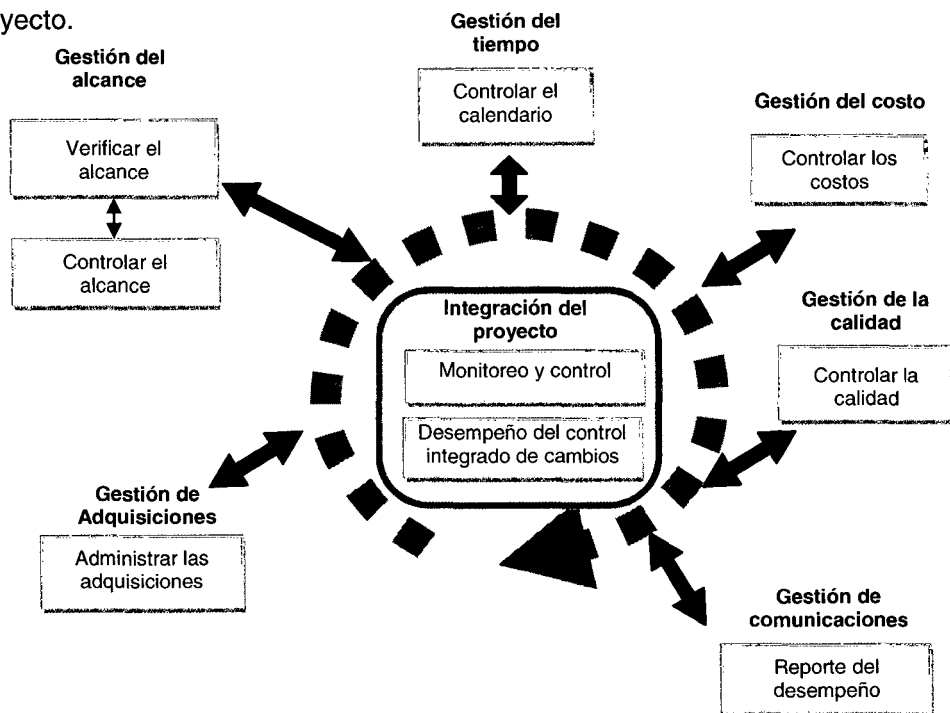


Diagrama 1-6, Flujo de Datos del Proceso de Realizar el Monitoreo y control del Proyecto. – PMBOK CUARTA EDICION

1.6.5 Durante la Finalización

El Grupo del proceso del cierre está compuesto por aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos de la dirección de proyectos, a fin de completar formalmente el proyecto, una fase del mismo u otras obligaciones contractuales.

Este grupo de procesos, una vez completado, verifica que los procesos definidos se hayan completado dentro de todos los grupos de procesos a fin de cerrar el proyecto o una fase del mismo, según corresponda, y establece formalmente que el proyecto o fase del mismo ha finalizado.

- obtener la aceptación del cliente o del patrocinador,
- realizar una revisión tras el cierre del proyecto o la finalización de una fase,
- registrar los impactos de la adaptación a un proceso,
- documentar las lecciones aprendidas,
- aplicar actualizaciones apropiadas a los activos de los procesos de la organización,
- archivar todos los documentos relevantes del proyecto en el sistema de información para la dirección de proyectos para ser utilizados como datos históricos y
- cerrar las adquisiciones.

1.6.6 Interacción entre Grupos de Procesos

La aplicación de los procesos de dirección de proyectos es iterativa y muchos procesos se repiten durante el proyecto. La naturaleza integradora de la dirección de proyectos requiere que los Grupos de Procesos se vinculen entre sí a través de los resultados que producen. Los grupos de procesos rara vez son eventos diferenciados o únicos; son actividades superpuestas que tienen lugar a lo largo de todo el proyecto. La salida de un proceso normalmente se convierte en la entrada para otro proceso o es un entregable del proyecto. Estos procesos no solo se superponen, son procesos que pueden ser repetidos basados en las actividades dentro del proyecto. Específicamente, en procesos de planeamiento, control y ejecución, retornan a lo largo del proyecto.

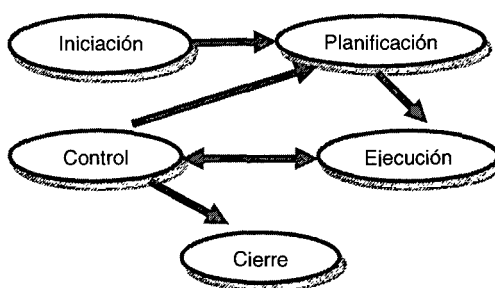


Figura 1-9, Interacción entre los procesos de un proyecto. - PMP Study Guide by Joseph Phillips McGraw-Hill © Estos cinco grupos de procesos cuentan con dependencias bien definidas y normalmente se los ejecuta en la misma secuencia en cada proyecto. Son independientes de las áreas de aplicación y del enfoque de las industrias. Los grupos de procesos individuales y los procesos individuales que los constituyen a menudo se repiten antes de concluir el proyecto. Los procesos constitutivos pueden presentar interacciones dentro de un grupo de procesos y entre grupos de procesos. Estas interacciones, cuya naturaleza varía de un proyecto a otro, pueden realizarse o no en un orden determinado.

El diagrama de flujo de procesos, Diagrama 1-8, proporciona un resumen global del flujo básico y de las interacciones entre los grupos de procesos y los interesados específicos. Un grupo de procesos incluye los procesos constitutivos de la dirección de proyectos que están vinculados por las entradas y salidas respectivas; de este modo el resultado de un proceso se convierte en la entrada de otro.

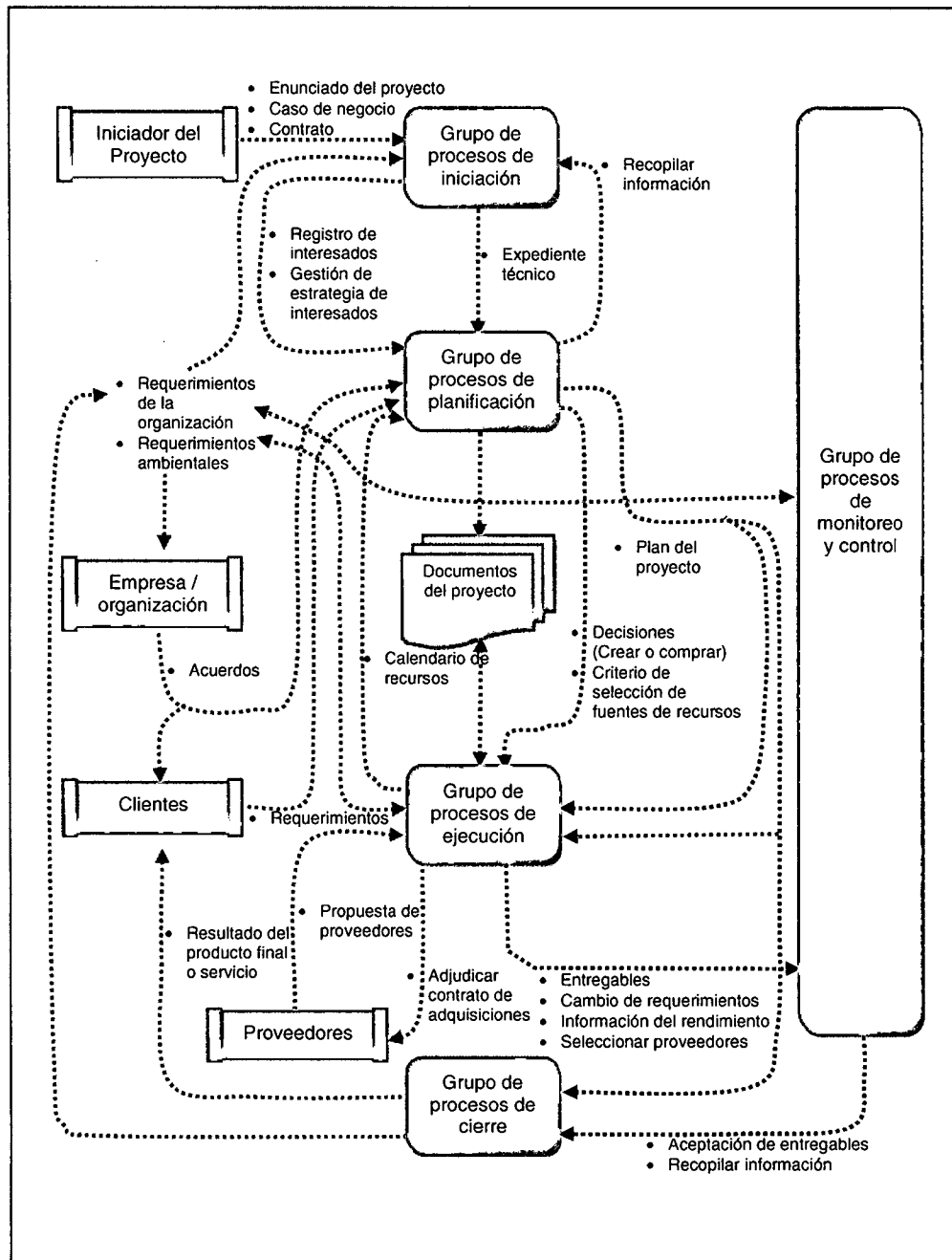


Diagrama 1-8. Interacciones entre procesos de la Dirección de Proyectos – PMBOK CUARTA EDICION

CAPITULO 2

CAPITULO 2: GESTION DE RIESGOS EN UN PROYECTO

En el contexto de la gestión de proyectos, el Riesgo del Proyecto se define como el efecto acumulativo de las probabilidades de que ocurrencias afecten adversamente los objetivos del proyecto. En otras palabras, es el grado de exposición a eventos negativos y sus probables consecuencias, que impactarán en los objetivos del proyecto, expresados en términos de alcance, calidad, tiempo y costo.

Es en ese sentido que la gestión de riesgos se encarga de direccionar los proyectos en respuesta a la incertidumbre. La gestión de riesgos nos permitirá tomar decisiones en un ambiente confiable y con una mayor visión de posibles efectos que resulten de estas decisiones al tener un plan en el cual interactúan todas las actividades y el medio, así podremos determinar los resultados con un alto grado de certeza.

El objetivo de la de gestión de riesgos, por consiguiente, es identificar los riesgos de los proyectos y descubrir estrategias con las cuales reduciremos significativamente, o tomar los pasos para evitarlos en su totalidad. Al mismo tiempo, se deberán tomar acciones para maximizar las oportunidades asociadas. En esencia, esto implica planificar, lo cual minimizará la probabilidad y efectos negativos en el proyecto, y cuidadosamente asignar la responsabilidad para los riesgos residuales inevitables.

El alcance para la gestión de riesgos de un proyecto se encuentra entre los extremos de la total certeza y la total incertidumbre, como se muestra en la Figura 2-1.

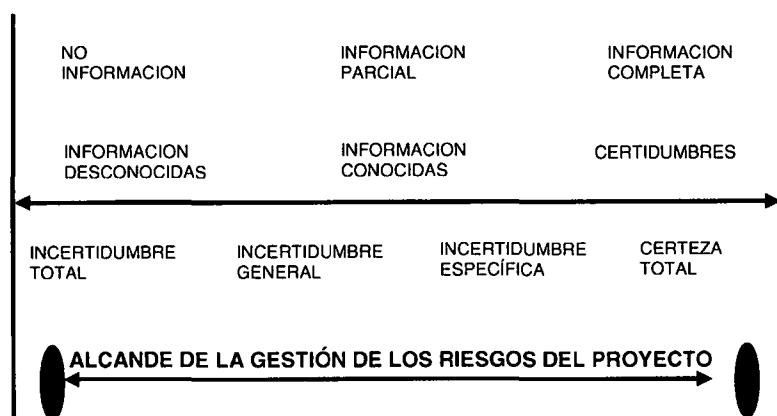
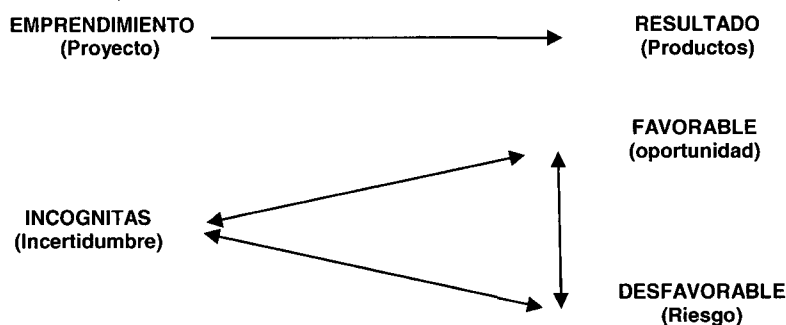


Figura 2-1. RISK MANAGEMENT - PMI

De lo anterior, se ve que incertidumbre, oportunidades y riesgos están estrechamente vinculados. Se puede visualizar que las incógnitas acerca del futuro pueden tornarse favorables o desfavorables, pero la falta de conocimiento de los eventos futuros constituye incertidumbre, de manera que esta incertidumbre es simplemente el conjunto de todos los resultados posibles, ambos favorables y desfavorables. En esta relación, la probabilidad de los resultados que son favorables podría ser vista como oportunidad, mientras la probabilidad de los resultados que son desfavorables representa un riesgo. Similarmente, la mayoría de oportunidades cuando son aprovechadas, llevan con ellas riesgos asociados y, generalmente hablando, cuanto mayor es la oportunidad, mayor será el grado de incertidumbre y el consecuente riesgo asociado. De esta manera, oportunidad y riesgo están también ligados entre sí y, es más, uno podría ser visto como la consecuencia del otro. Esta relación es mostrada en la Figura 2-2.



EL OBJETIVO: La función de la Gestión de los Riesgos del Proyecto es despejar la incertidumbre alejándola del riesgo y llevándola hacia las oportunidades.

Figura 2-2. RISK MANAGEMENT - PMI

2.1 DEFINICIÓN DE RIESGO

Los riesgos de un proyecto son eventos o condiciones, si se producen, tienen efectos positivos o negativos sobre al menos un objetivo del proyecto, como tiempo, coste, alcance o calidad. Un riesgo puede tener una o más causas y, si se produce, uno o más impactos. Si ocurre alguno de estos eventos, implicarían un impacto sobre el costo, el cronograma y más aun sobre el beneficio por el cual se realiza el proyecto. Las condiciones de riesgo pueden incluir aspectos del entorno del proyecto o de la organización que pueden contribuir al riesgo del proyecto.

Sin embargo, así como los riesgos están asociados a perseguir oportunidades, estas oportunidades también fluyen al encuentro de riesgos. En realidad, muchos riesgos que eventualmente ocurren, con un poco de visión e ingenio, pueden ser convertidos en una oportunidad. Desafortunadamente, con mucha frecuencia los riesgos son ignorados o tratados de una manera arbitraria, pasándose por alto dichas oportunidades.

El objetivo constante de la Gestión de los Riesgos del Proyecto debería ser alejar la incertidumbre de los riesgos y llevarla hacia las oportunidades. Consecuentemente, cuando se evalúa los impactos totales de la incertidumbre en un proyecto, es el riesgo neto del proyecto el cual debe ser determinado. Es decir el efecto neto acumulado de las posibilidades de consecuencias adversas y favorables que afectan a los objetivos del proyecto.

Los gestores del proyecto reconocerán la metodología clásica de sistemas delineada en la sección previa. La cual consiste de entradas, procesos, salidas y retroalimentación, un modelo básico que es vital para el control efectivo de cualquier proyecto. Pero el riesgo es algo diferente. Tiene que ver con la incertidumbre, la probabilidad, la imprevisibilidad, y el planeamiento de contingencias. En verdad, el término Gestión de riesgos de un proyecto por si mismo tiende a ser engañoso porque la gestión implica un control completo de los eventos. Por lo contrario la gestión de los riesgos del proyecto debe ser vista como una preparación adelantada ante posibles eventos adversos, y no como una generación de respuestas a los riesgos a medida que suceden. Con esta planificación adelantada debería ser posible seleccionar un plan alternativo de acción que nos permita lograr con éxito los objetivos del proyecto.

2.1.1 Secuencia natural de la gestión de los riesgos del proyecto

La Gestión de los riesgos del proyecto es vista como un proceso formal por medio del cual los riesgos son sistemáticamente identificados, evaluados y planificados. En otras palabras esta función implica una secuencia deliberada de identificación seguida por la mitigación. La mitigación involucra tanto evaluación como respuesta, lo cual puede incluir acciones de defensa como evitar o desviación del riesgo por la asignación de estos a las aseguradoras o por otros arreglos contractuales; una cuidadosa evaluación del riesgo o análisis detallado de los impactos, planificación de respuestas y planificación de contingencias, el desarrollo de soluciones alternativas y la provisión y manejo prudente de la asignación presupuestada para contingencias.

No solo son numerosas las incertidumbres en la mayoría de los proyectos, sino también están interrelacionadas entre sí. Esto afecta los resultados del proyecto de manera compleja. Tiende a conducir hacia una subestimación del riesgo lo que hace difícil para la gestión ser confiable en la identificación y priorización de las áreas en las que la gestión del riesgo debe estar enfocada. Se requiere un enfoque sistemático para clasificar las incertidumbres, para señalar las verdaderamente críticas, e identificar los modos efectivos para reducir esas incertidumbres en concordancia con los objetivos generales del proyecto.

Dependiendo del tamaño y naturaleza del proyecto, la gestión del riesgo efectiva puede requerir numerosas evaluaciones cuantitativas detalladas del impacto de las incertidumbres. Estos datos proporcionan una base para juzgar la fiabilidad de las estimaciones iniciales, la eficacia de las posibles estrategias alternativas, y para planificar las mejores respuestas globales.

En la Figura 2-3 se observa, la integración del riesgo con otros procesos de la dirección de proyectos.

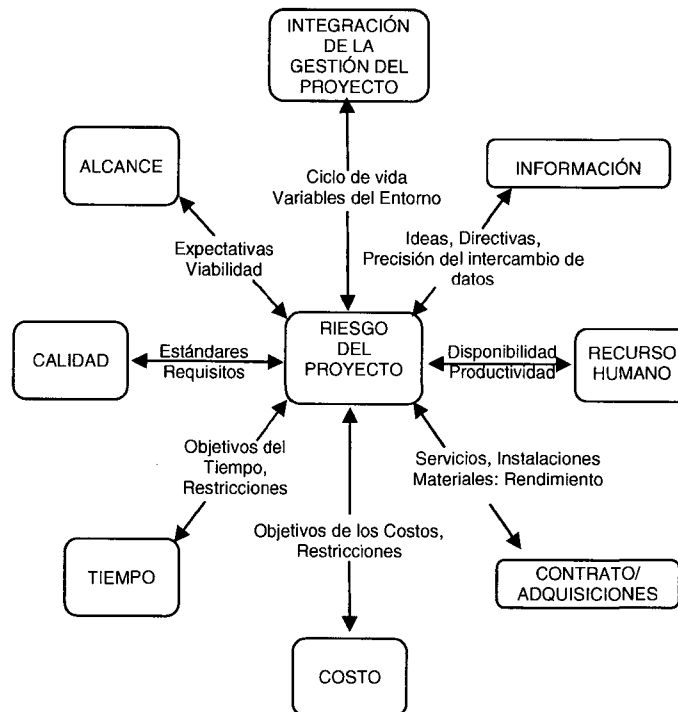


Figura 2-3. RISK MANAGEMENT - PMI

2.1.2 Variación de los factores de riesgo a través del ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida de un proyecto es muy dinámico, es decir, está caracterizado por un cambio rápido. No debería ser sorpresa que los factores de riesgo del proyecto también son objeto de cambios considerables durante el ciclo de vida del proyecto.

Un proyecto típico se compone de cinco fases genéricas que consisten en, inicio, planificación, ejecución, control y finalización. A su vez se dividen en etapas específicas de la industria o área de aplicación del proyecto. Además las dos primeras fases genéricas constituyen la planeación del proyecto, mientras ejecución y control constituyen la realización del proyecto o logro.

Lo importante es que generalmente la oportunidad y el riesgo siguen siendo altos durante la planificación del proyecto pero, debido a que el nivel de inversión es relativamente bajo hasta este punto, la cantidad en juego continúa siendo baja. En contraste, durante la ejecución del proyecto, las oportunidades y riesgos caen progresivamente a niveles inferiores, a medida que las incógnitas restantes se traducen en certidumbres. Al mismo tiempo, aumenta constantemente la cantidad en juego a medida que los recursos necesarios son invertidos progresivamente para completar el proyecto.

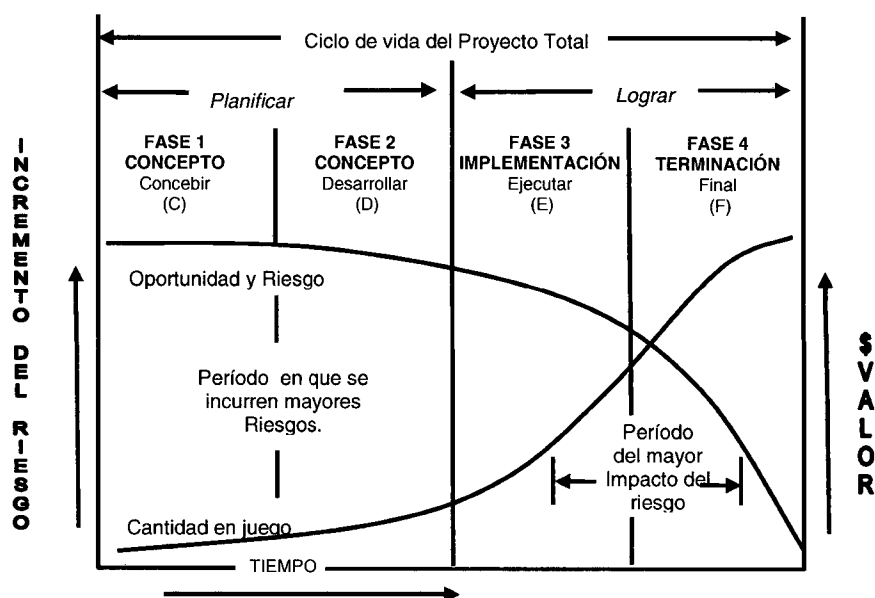


Figura 2-4. RISK MANAGEMENT - PMI

Estas tendencias se muestran gráficamente en la Figura 2-4. La figura muestra también que el periodo de mayor vulnerabilidad de riesgo se produce durante las dos últimas fases. En esos momentos, ciertas condiciones adversas también pueden ser descubiertas como resultado de las pruebas de aceptación y la puesta en marcha del proyecto. El propósito de la gestión de riesgos debe ser influenciar la planeación del proyecto de tal manera que tanto la incertidumbre del riesgo como la cantidad en juego sean reducidas a niveles aceptables en todo el ciclo de vida del proyecto.

2.2 DEFINICIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

Esto lleva a la definición de la gestión de riesgos del proyecto de la siguiente manera: La gestión de riesgos de un Proyecto es la ciencia y el arte de identificar, evaluar y responder antes los riesgos del proyecto durante toda la vida de un proyecto y para los mejores intereses de sus objetivos.

2.3 TIPOS DE RIESGOS

Los riesgos pueden ser clasificados de diferentes formas. Por ejemplo, una de las formas es describir las incertidumbres (y por tanto oportunidades y riesgos) en términos de certidumbres, incógnitas conocidas e incógnitas desconocidas.

Una certidumbre es un elemento ó situación que no contiene ninguna incertidumbre. Un ejemplo de una certidumbre es la muerte en nuestra vida personal esto ocurrirá y no hay incertidumbre acerca de eso. Incógnitas son algunas cosas que nosotros sabemos que existen pero no sabemos cómo nos afectarán. Una incógnita-conocida es una incógnita identificable. Un ejemplo de incógnita-conocida es nuestra factura de electricidad nosotros sabemos que nos llegará otra el siguiente mes pero no sabemos por cuánto será. Otro ejemplo es el cáncer. Nosotros sabemos que el cáncer existe pero no sabemos si seremos una víctima de esa enfermedad. Una incógnita desconocida es simplemente un elemento ó situación cuya existencia no imaginamos. Por ejemplo, antes de que el primer caso fuese reportado, el SIDA fue una incógnita desconocida. Ahora, sin embargo, desde que nosotros sabemos que el SIDA existe, se ha vuelto una incógnita conocida como el cáncer. Obviamente, no puede haber un ejemplo de incógnita desconocida ya que, por definición, su existencia no puede ser imaginada.

El rango de valores de los eventos de riesgo obviamente variará entre los proyectos, pero los proyectos son lanzados para tomar ventajas de oportunidades y, como se explico anteriormente, oportunidad y riesgo van juntos. Por su misma naturaleza los proyectos son negocios riesgosos. Este enfoque interesante pero simplista es apenas suficiente para los propósitos del proyecto, pero eso subraya el hecho de que una vez que todos los riesgos parecen haberse identificado aún quedarán unos pocos restantes. Otro enfoque es clasificar los riesgos de acuerdo a sus impactos en el proyecto. Por ejemplo:

Riesgos del alcance, riesgos asociados con los cambios del alcance, ó la necesidad subsecuente de "reparaciones" para lograr los entregables técnicos requeridos.

Riesgos de calidad, fallas para completar las tareas al nivel requerido de rendimiento técnico o de calidad.

Riesgos de cronograma, fallas para completar las tareas dentro de los límites de tiempo establecidos, ó riesgos asociados con una red de dependencias lógicas.

Riesgos de costos, fallas para completar las tareas dentro de la asignación de presupuesto estimado.

Desafortunadamente, algunos riesgos identificables tendrán un impacto en dos ó más de esas áreas, particularmente cronograma y costo, de modo que esto nos conducirá a una superposición significativa y a un doble cómputo potencial cuando se tengan que hacer las provisiones de contingencia.

No obstante, otra forma de clasificar riesgos es separarlos según su naturaleza. Por ejemplo, eventos de riesgo discretos y puntuales como el fuego y el robo se pueden distinguir de aquellos que están escalados en el tiempo, tales como inundación o terremotos, porque en estos casos la probabilidad y la magnitud de los incidentes varían con el periodo de tiempo seleccionado. Tales riesgos son generalmente asegurables, y la gestión empresarial por lo general hace una distinción entre los riesgos asegurables y los riesgos empresariales, donde el riesgo empresarial es el riesgo derivado de la misma actividad empresarial. Los riesgos deliberadamente escogidos, tales como la posibilidad o no de una correcta identificación de los objetivos del proyecto para una oportunidad de negocios, pueden ser distinguidos de aquellos que están latentes, por ejemplo, inherentes en una situación ó producto, tal como cambios en las condiciones de mercado ó una parte mecánica defectuosa.

Por último, para cualquier proyecto particular, algunos riesgos pueden ser considerados suficientemente remotos o catastróficos como para quedar fuera de la esfera de la responsabilidad del proyecto. Ejemplos obvios incluyen un cambio en la dirección política ó el colapso financiero de la organización patrocinadora.

2.4 PROCESOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.

La gestión de riesgos en un proyecto incluye los procesos relacionados con llevar a cabo la planificación de la gestión, la identificación, el análisis, la planificación de respuesta a los riesgos, así como su monitoreo y control en un proyecto. Los objetivos de la gestión de riesgos en un proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto.

Estos procesos interactúan entre sí y con los procesos de las otras áreas de conocimiento. Cada proceso puede implicar el esfuerzo de una o más personas, dependiendo de las necesidades del proyecto. Cada proceso se ejecuta por lo menos una vez en cada proyecto y en una o más fases del proyecto, en caso de que el mismo esté dividido en fases. Aunque los procesos se presentan aquí como elementos diferenciados con interfaces bien definidas, en la práctica se superponen e interactúan de formas que no se detallan aquí.

- Planificar la gestión de riesgos
- Identificar los riesgos
- Realizar el análisis cualitativo de riesgos
- Realizar el análisis cuantitativo de riesgos
- Planificar la respuesta a los riesgos
- Monitorear y controlar los riesgos

2.4.1 Planificar la gestión de riesgos

Planificar es construir una secuencia de tareas con la lógica necesaria para alcanzar el objetivo del proyecto, es en este contexto en el cual enmarcamos el plan de gestión de riesgos, el cual definirá y direccionará como se realizarán las distintas actividades que están involucradas. Dependiendo del grado de detalle que se obtenga, determinará la probabilidad de éxito de los otros procesos.

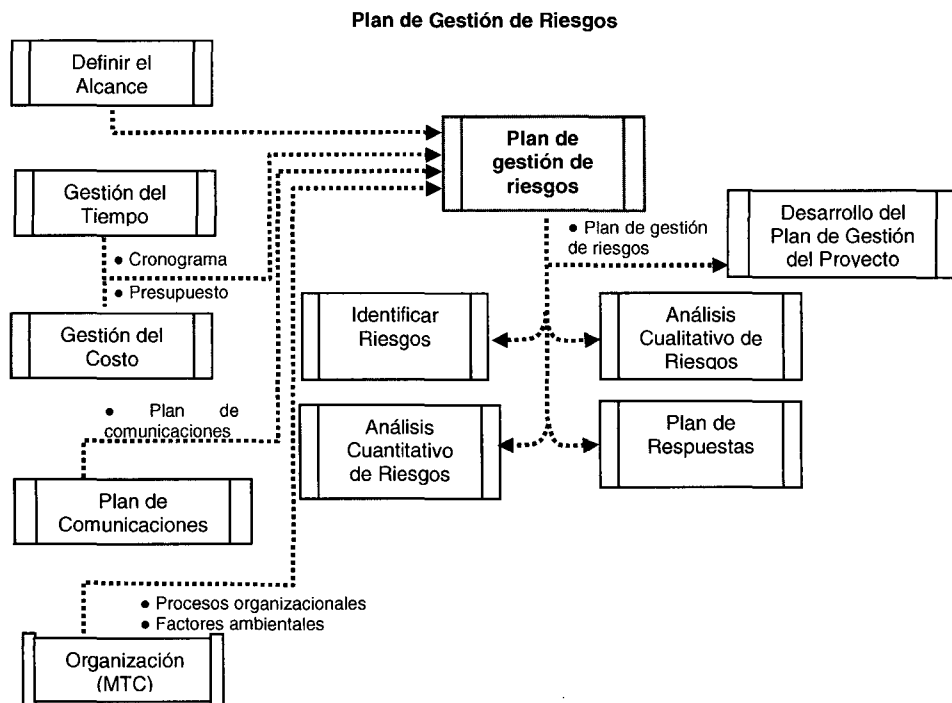


Diagrama 2-1, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Plan de Gestión de Riesgos.

RISK MANAGAMENT - PMI

El Diagrama 2-1, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este primer proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

Variables necesarias para la elaboración del plan de gestión de riesgos:

- Alcance del proyecto
- Gestión del tiempo del proyecto
- Gestión del costo del proyecto
- Gestión de comunicaciones
- Factores ambientales

- Requerimientos organizacionales.

Identificadas las variables de entrada necesarias para la elaboración del plan de gestión de riesgos y a través de herramientas y técnicas procederemos a obtener el plan de gestión de riesgos, las herramientas utilizadas en este proceso comprenden:

- Reuniones de planificación y análisis

En esta primera etapa de planificación y análisis, nos darán como resultado el plan de gestión de riesgos el cual contendrá la siguiente información:

- Metodología. El cual definirá los métodos, herramientas y las fuentes de datos que pueden utilizarse para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.
- Roles y responsabilidades. Define al líder, el apoyo y a los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad del plan de gestión de riesgos, y explica sus responsabilidades.
- Presupuesto. Asigna recursos, estima los fondos necesarios para la gestión de riesgos, a fin de incluirlos en la línea base del desempeño de costos y establece los protocolos para la aplicación de la reserva para contingencias.
- Calendario. Define cuándo y con qué frecuencia se realizará el proceso de gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto.
- Categorías de riesgo. Proporciona una estructura que asegura un proceso completo de identificación sistemática de los riesgos con un nivel de detalle coherente, y contribuye a la efectividad y calidad del proceso Identificar los Riesgos.

En la Figura 2-5, se observa el desglose de la estructura de riesgos por categorías y sub categorías:

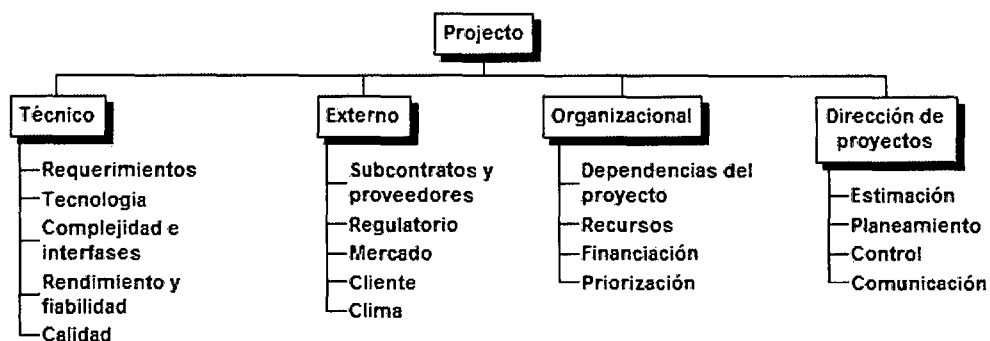


Figura 2-5. PMBOK CUARTA EDICION

- Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos. Definiremos la probabilidad e impacto sobre los distintos objetivos de los proyectos, basándonos en información de proyectos anteriores, los cuales se caracterizaran según, según la Tabla 2-1.

Definir condiciones por escala de impactos de un riesgo sobre los principales objetivos del proyecto					
Objetivo del proyecto	Escala relativa o numérica				
	Muy bajo/0,05	Bajo/0,10	Moderado/0,20	Alto/0,40	Muy alto/0,80
Costo	Incremento insignificante del costo	< 10% incremento del costo	10-20% incremento del costo	20-40% incremento del costo	>40% incremento del costo
Tiempo	Incremento insignificante del tiempo	< 5% incremento del tiempo	5-10% incremento del tiempo	10-20% incremento del costo	>40% incremento del costo
Alcance	Decremento apenas apreciable de los entregables	Áreas menores de los entregables afectadas	Áreas mayores de los entregables afectadas	Reducción inaceptable por el cliente	Finalización del proyecto por entregable inservible
Calidad	Decremento de la calidad apenas apreciable	Solo los entregables más utilizados son afectados	Requiere la aprobación del cliente para su aprobación	Reducción de la calidad inaceptable por el cliente	Finalización del proyecto por entregable inservible

Tabla 2-1. Fuente Propia

- Matriz de probabilidad e impacto, los riesgos se clasifican por orden de prioridad de acuerdo con sus implicaciones potenciales de tener un efecto sobre los objetivos del proyecto. El método típico para priorizar los riesgos consiste en utilizar una tabla de búsqueda o una Matriz de Probabilidad e Impacto.

- Tolerancias revisadas de los interesados. Las tolerancias de los interesados, en costo, tiempo, etc.
- Formatos de los informes. Definen cómo se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados de los procesos de gestión de riesgos. Describe el contenido y el formato del registro de riesgos, así como de cualquier otro informe de riesgos requerido.
- Seguimiento. Documenta cómo se registrarán las actividades de gestión de riesgos para beneficio del proyecto en curso, de necesidades futuras y de las lecciones aprendidas.

2.4.2 Identificar los riesgos

La identificación de riesgos asociados a un proyecto comienza con la comprensión del propio proyecto. ¿Cuál es el alcance del proyecto?, ¿Cuáles son los entregables del proyecto? ¿Cuáles son los objetivos fundamentales del proyecto? Las respuestas a estas preguntas tendrán un impacto significativo en la selección de los probables riesgos que son considerados en un proyecto, y, en particular, impactarán las decisiones sobre las estrategias alternativas del proyecto y las soluciones alternativas para los problemas identificados.

Tales preguntas deben establecerse en una fase muy temprana del proyecto, y las respuestas y decisiones resultantes a menudo deben ser hechas con un alto grado de incertidumbre y requiriendo un juicio cualitativo. En cualquier caso, los resultados tendrán un efecto considerable en las características del riesgo del proyecto. Estas decisiones, manipuladas adecuadamente, por lo general implican esfuerzo multidisciplinario, y tal vez se requieran especialistas para examinar a detalle el proyecto.

A fin de tratar sistemáticamente con la variedad de riesgos encontrados en un proyecto, un enfoque más útil para la identificación de riesgos consiste en clasificar los tipos de riesgo del proyecto de acuerdo a la fuente primaria (antes que el efecto). Esto también facilitará una gestión más efectiva. El PMBOK categoriza las fuentes de riesgos como sigue:

- Técnico
- Externo
- Organización
- Dirección de proyectos

Se verá que esta forma de clasificación también ofrece la oportunidad de clasificar los diversos grupos de riesgo de acuerdo a la capacidad de gestionar una respuesta eficaz (es decir, su control relativo). El grado de capacidad para gestionar la respuesta es, por supuesto, independiente de la probabilidad, la cantidad en riesgo, y por lo tanto, el estado del evento de riesgo. Con los agrupamientos generalmente organizados desde bajo control hasta alta control.

Identificar los Riesgos es un proceso iterativo debido a que se pueden descubrir nuevos riesgos o pueden evolucionar conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. La frecuencia de iteración y quiénes participan en cada ciclo varía de una situación a otra.

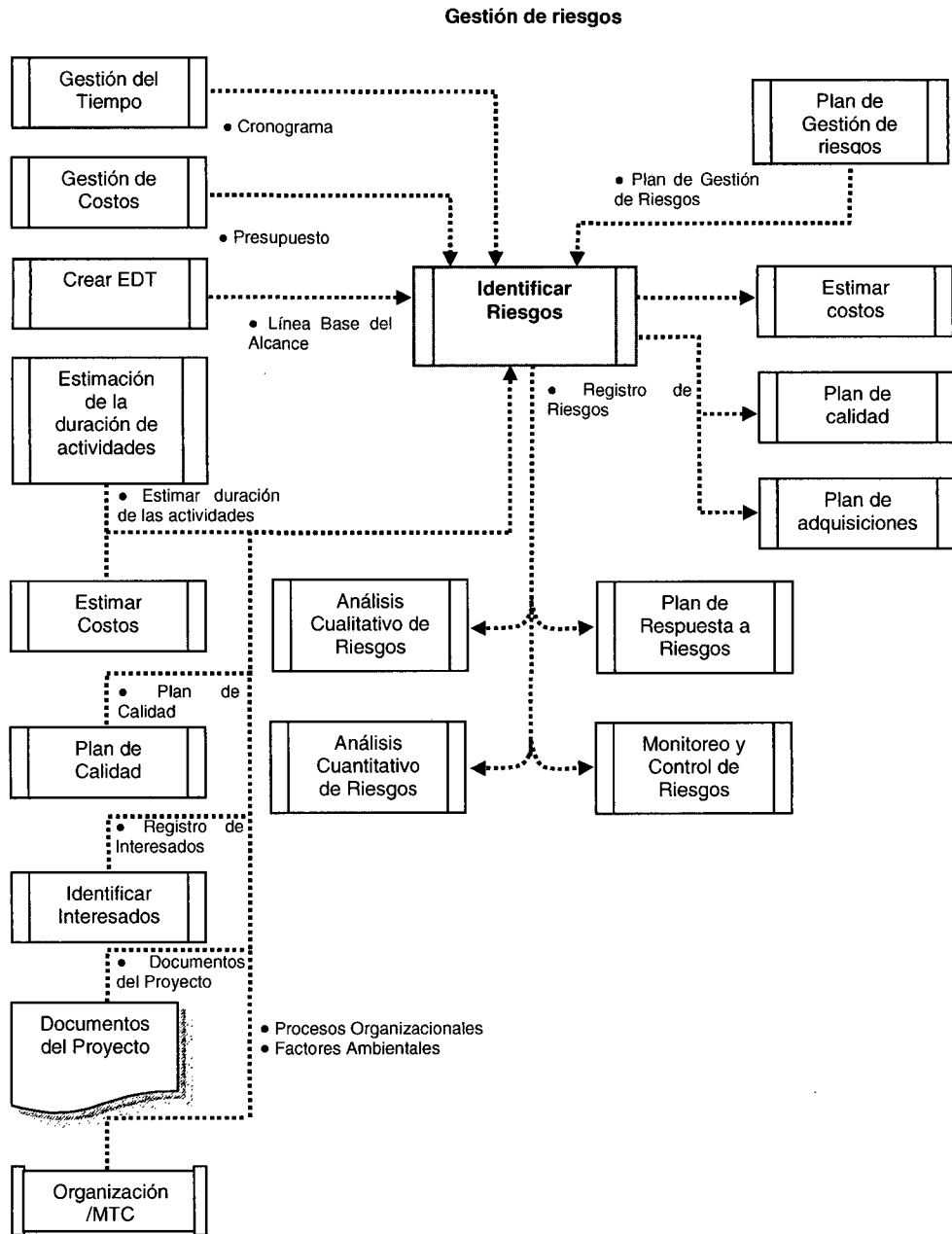


Diagrama 2-2, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar la Identificación de Riesgos. PMBOK CUARTA EDICION

El Diagrama 2-2, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este segundo proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

Según el Diagrama 2-2 y manteniendo las mismas consideraciones que en el proceso anterior, se procede a identificar las variables necesarias para la elaboración de la identificación de riesgos:

- Plan de gestión de riesgos
- Costos estimados de actividades
- Duración estimada de actividades
- Alcance de la línea base
- Registro de interesados
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión del cronograma
- Plan de gestión de la calidad
- Documentos del proyecto
- Factores ambientales
- Requerimientos organizacionales.

Identificadas las variables de entrada necesarias para la elaboración del plan de gestión de riesgos y a través de herramientas y técnicas procederemos a obtener la identificación riesgos, las herramientas utilizadas en este proceso comprenden:

- Revisiones de la Documentación
- Técnicas de recopilación de información
 - *Tormenta de ideas.*
 - *Técnica Delphi.*
 - *Entrevistas.*
 - *Análisis causal.*
 - *Análisis de las listas de control*
- Análisis de supuestos
- Técnicas de diagramación
- Diagramas de causa y efecto.
- Diagramas de flujo o de sistemas.
- Diagramas de influencias.
- Análisis FODA.
- Juicio de expertos.

El resultado del análisis y aplicación de herramientas previamente descritas, nos darán como resultado la identificación de riesgos el cual contendrá la siguiente información:

- Lista de riesgos identificados. Los riesgos identificados se describen con un nivel de detalle razonable. Puede aplicarse una estructura sencilla para los riesgos de la lista. Además de la lista de riesgos identificados, las causas de esos riesgos pueden volverse más evidentes. Se trata de condiciones o eventos fundamentales que pueden dar lugar a uno o más riesgos identificados. Deben registrarse y utilizarse para apoyar la identificación futura de riesgos tanto para el proyecto en cuestión como para otros proyectos.
- Lista de respuestas potenciales. A veces pueden identificarse respuestas potenciales a un riesgo durante el proceso Identificar los Riesgos. Estas respuestas, si se identifican durante este proceso, pueden ser útiles como entradas para el proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.

2.4.3 Análisis cualitativo de riesgos

En un esfuerzo significativo y beneficiosamente integrador de la gestión de riesgo, la información fluye de un grupo a otro en la forma de estimaciones más probables de los parámetros del proyecto. Gradualmente, un enfoque global se construye en torno a estas estimaciones, las cuales pueden ser probadas contra otros posibles criterios, tales como la sensibilidad a las condiciones económicas, incluidos los precios y la demanda, la competencia, el ciclo de vida económica; otras alternativas de proyectos; y así sucesivamente.

La configuración técnica de un proyecto también puede ser objeto de alternativas de diseño, en esta situación las preguntas apropiadas serían:

¿Con respecto a que parámetros del proyecto es necesaria esta característica de diseño?

¿Cuál es la probabilidad de variación de los parámetros referidos, y por lo tanto la necesidad de la característica del diseño, tal como se describe?

¿Cuál es la probabilidad de que esta característica de diseño se desempeñará según lo esperado?

¿Cuáles son las implicaciones de esta característica en los parámetros y objetivos del proyecto que determinarán el éxito del proyecto?

Con estas preguntas, los costos, beneficios y riesgos de una característica de diseño particular, se puede evaluar en distintos escenarios y determinar su beneficio relativo. Ninguna de estas preguntas puede ser contestada apropiadamente a menos que hayan sido tratadas tempranamente en la planificación del proyecto y en la fase de evaluación, y se hayan hecho estimaciones explícitas de las implicaciones.

En este proceso, que consiste en priorizar los riesgos para realizar otros análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos correspondiente sobre los objetivos del proyecto, así como otros factores, tales como el plazo de respuesta y la tolerancia al riesgo por parte de la organización asociados con las restricciones del proyecto en cuanto a costos, cronograma, alcance y calidad. Estas evaluaciones reflejan la actitud frente a los riesgos, tanto del equipo del proyecto como de otros interesados. Por lo tanto, una evaluación eficaz requiere la identificación explícita y la gestión de las actitudes frente al riesgo por parte de los participantes clave en el marco del proceso. Cuando estas actitudes frente al riesgo introducen parcialidades en la evaluación de los riesgos identificados, debe ponerse atención en evaluar dicha parcialidad y en corregirla.

La definición de niveles de probabilidad e impacto puede reducir la influencia de parcialidades. La criticidad temporal de acciones relacionadas con riesgos puede magnificar la importancia de un riesgo. Una evaluación de la calidad de la información disponible sobre los riesgos del proyecto también ayuda a clarificar la evaluación de la importancia del riesgo para el proyecto.

Realizar el análisis cualitativo de riesgos es por lo general un medio rápido y económico de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los riesgos y sienta las bases para realizar el análisis cuantitativo de riesgos, si se requiere. El proceso realizar el análisis cualitativo de riesgos debe ser revisado durante el ciclo de vida del proyecto para mantenerlo actualizado con respecto a los cambios en los riesgos del proyecto. Este proceso puede conducir al proceso de realizar el análisis cuantitativo de riesgos o directamente al proceso planificar la respuesta a los riesgos.

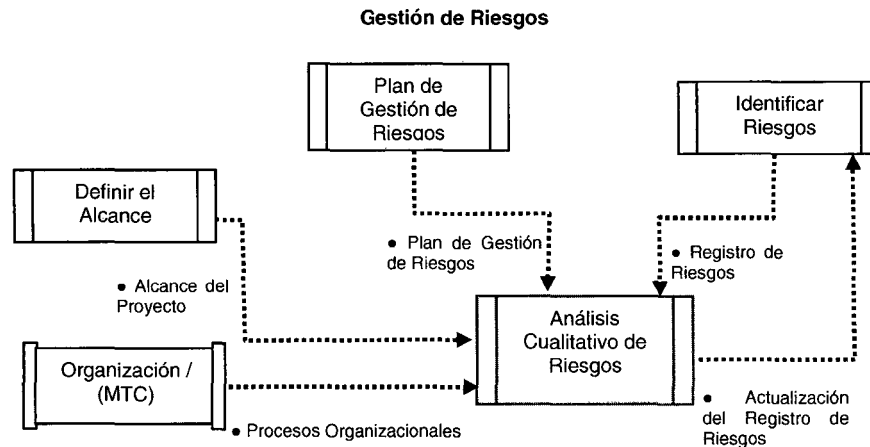


Diagrama 2-3, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el análisis cualitativo de Riesgos. PMBOK CUARTA EDICION

El Diagrama 2-3, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este tercer proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

Según el Diagrama 2-3 y manteniendo las mismas consideraciones que en el proceso anterior, se procede a identificar las variables necesarias para la elaboración del análisis cualitativo:

- Registro de riesgos
- Plan de gestión de riesgos
- Enunciado del alcance del proyecto
- Activos de los procesos de la organización

Identificadas las variables de entrada necesarias para la elaboración del análisis cualitativo de gestión de riesgos y a través de herramientas y técnicas procederemos a obtener el plan de gestión de riesgos, las herramientas utilizadas en este proceso comprenden:

- Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos

La evaluación de la probabilidad de los riesgos estudia la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo específico. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el efecto potencial de los mismos sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño,

incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades.

Todos los riesgos del proyecto se caracterizan por los siguientes tres factores de riesgo:

1. Evento de Riesgo – lo que podría suceder y afectar el proyecto
2. Probabilidad del Riesgo – ¿qué tan probable es que suceda el evento?
3. Cantidad en Juego – la severidad de las consecuencias.

Con esta información, el estado del evento de riesgo (valor de criterio ó clasificación) de un evento de riesgo dado, puede ser determinado por la siguiente relación:

Estado del evento de riesgo = probabilidad de riesgo x cantidad en juego

Algunos eventos de riesgo son caracterizados por la baja probabilidad y la alta severidad, mientras que otros son a la inversa. Claramente, los riesgos más severos son aquellos que involucran tanto alta probabilidad como alta severidad. Como se señaló anteriormente, muchos eventos de riesgo no pueden ser tratados simplemente como discretos e independientes, debido a que la cantidad total en juego puede aumentar sustancialmente como resultado de la interacción de una serie de eventos. Tal situación demanda un análisis cuidadoso y técnicas analíticas especiales.

- Matriz de probabilidad e impacto

Habitualmente, la evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, de su prioridad de atención, se efectúa utilizando una tabla de búsqueda o una matriz de probabilidad e impacto (Figura 2-7). Dicha matriz especifica las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a calificar los riesgos con una prioridad baja, moderada o alta. El área roja (con las cifras más altas) representa un riesgo alto, el área verde (con las cifras más bajas) representa un riesgo bajo y el área color naranja claro (con las cifras intermedias) representa el riesgo moderado.

0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
Prob/Imp	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Figura 2-7. PMBOK CUARTA EDICION

Dependiendo de la organización se puede calificar un riesgo por separado para cada objetivo (costo, tiempo y alcance). Además, puede desarrollar formas de determinar una calificación general para cada riesgo. Puede elaborarse un esquema de calificación para el proyecto global, con el propósito de reflejar la preferencia de la organización por un objetivo determinado sobre otros y la utilización de tales preferencias para proceder a una ponderación de los riesgos evaluados para cada objetivo. Finalmente, las oportunidades y las amenazas pueden manejarse en la misma matriz, utilizando las definiciones de los diversos niveles de impacto apropiados para cada una de ellas. La calificación de los riesgos ayuda a guiar las respuestas a los riesgos. Por ejemplo, los riesgos que, si se concretan (amenazas), tienen un impacto negativo sobre los objetivos, y que se encuentran en la zona de riesgo alto (rojo) de la matriz, pueden necesitar prioridad de acción y estrategias de respuesta agresivas. Las amenazas en la zona de riesgo bajo (verde) pueden no necesitar una acción de gestión proactiva, más allá de ser incluidas en una lista de supervisión o de ser agregadas a una reserva para contingencias.

De manera similar, debe darse prioridad a las oportunidades que se encuentran en la zona de riesgo alto (rojo), ya que pueden obtenerse más fácilmente y proporcionan mayores beneficios. Las oportunidades en la zona de riesgo bajo (verde) deben monitorearse. El número de etapas en la escala será determinado por la organización y depende de ella.

- Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos

Un análisis cualitativo de riesgos requiere datos exactos y sin parcialidades. El análisis de la calidad de los datos sobre riesgos es una técnica para evaluar el grado de utilidad de los datos sobre riesgos para su gestión. Implica examinar el grado de entendimiento del riesgo y la exactitud, calidad, fiabilidad e integridad de los datos relacionados con el riesgo. Si la calidad de los datos es inaceptable, puede ser necesario recopilar datos de mayor calidad.

- Categorización de riesgos

Los riesgos del proyecto pueden categorizarse por fuentes de riesgo, por área del proyecto afectada u otra categoría útil, para determinar qué áreas del proyecto están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. La

agrupación de los riesgos en función de sus causas comunes puede llevar al desarrollo de respuestas efectivas a los riesgos.

- Evaluación de la urgencia de los riesgos

Los riesgos que requieren respuestas a corto plazo pueden ser considerados de atención más urgente. Los indicadores de prioridad pueden incluir el tiempo para dar una respuesta a los riesgos, los síntomas y las señales de advertencia, y la calificación del riesgo. En algunos análisis cualitativos, la evaluación de la urgencia de un riesgo puede estar asociada con la calificación del riesgo, la cual se determina a partir de la matriz de probabilidad e impacto para obtener una calificación final de la severidad del riesgo.

Asimismo para el procesamiento de información utilizaremos, plantillas de proyectos anteriores, las cuales nos darán como resultado el análisis cualitativo de riesgos el cual contendrá la siguiente información:

- Clasificación relativa o lista de prioridades de los riesgos del proyecto. La matriz de probabilidad e impacto se utilizara para clasificar los riesgos según su importancia individual. La utilización de combinaciones de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo y su impacto sobre los objetivos en caso de que suceda otorgará a los riesgos un orden de prioridad y los clasificará en grupos según sean de “riesgo alto”, de “riesgo moderado” o de “riesgo bajo”.
- Riesgos agrupados por categorías. La categorización de riesgos puede revelar causas comunes de riesgos o áreas del proyecto que requieren atención especial. Descubrir las concentraciones de riesgos puede mejorar la efectividad de las respuestas a los riesgos.
- Causas de riesgo o áreas del proyecto que requieren particular atención. Descubrir las concentraciones de riesgos puede mejorar la efectividad de las respuestas a los riesgos.
- Lista de riesgos que requieren respuesta a corto plazo. Los riesgos que requieren una respuesta urgente y aquéllos que pueden ser tratados posteriormente pueden incluirse en grupos diferentes.
- Lista de riesgos que requieren análisis y respuesta adicionales. Algunos riesgos pueden justificar un mayor análisis, incluido el análisis cuantitativo de riesgos, así como una acción de respuesta.

- Listas de supervisión para riesgos de baja prioridad. Los riesgos que no se han evaluado como importantes en el proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos pueden incluirse en una lista de supervisión para un monitoreo continuo.
- Tendencias en los resultados del análisis cualitativo de riesgos. Conforme se repite el análisis, puede hacerse evidente una tendencia para determinados riesgos, que puede hacer más o menos urgente o importante la respuesta a los riesgos o un análisis más profundo.

2.4.4 Análisis cuantitativo de riesgos

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Este proceso se aplica a los riesgos priorizados que pueden tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso de análisis cuantitativo de riesgos analiza el efecto de esos eventos de riesgo. Puede utilizarse para asignar a esos riesgos una calificación numérica individual o para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. También presenta un enfoque cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre.

Por lo general, el proceso de análisis cuantitativo de riesgos se realiza después del proceso análisis cualitativo de riesgos. En algunos casos, es posible que este proceso no sea necesario para desarrollar una respuesta efectiva a los riesgos. La disponibilidad de tiempo y presupuesto, así como la necesidad de declaraciones cualitativas o cuantitativas acerca de los riesgos y sus impactos, determinarán qué métodos emplear para un proyecto en particular. El proceso de realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos debe repetirse después del proceso de planificar la respuesta a los riesgos, así como durante el proceso de monitoreo y control a los riesgos, para determinar si se ha reducido satisfactoriamente el riesgo global del proyecto. Las tendencias pueden indicar la necesidad de más o menos acciones en materia de gestión de riesgos.

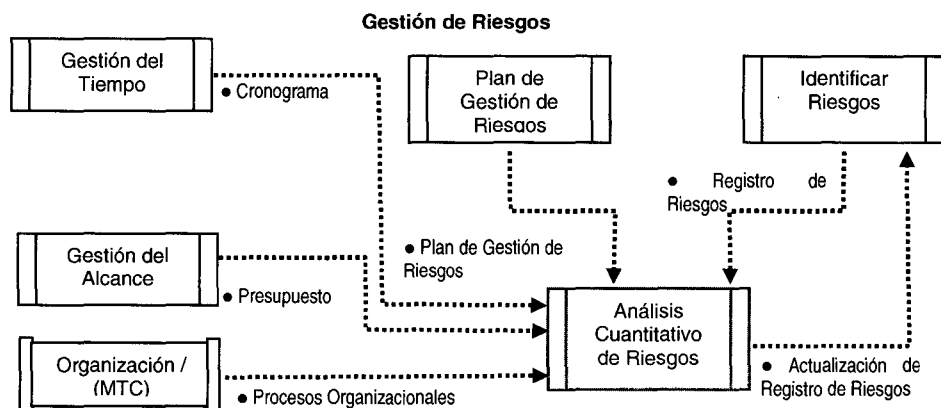


Diagrama 2-4, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el análisis cuantitativo de Riesgos. PMBOK CUARTA EDICION

El Diagrama 2-4, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este cuarto proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

Según el Diagrama 2-4 y manteniendo las mismas consideraciones que en el proceso anterior, se procede a identificar las variables necesarias para la elaboración del análisis cuantitativo:

- Registro de riesgos
- Plan de gestión de riesgos
- Plan de gestión de costos
- Plan de gestión del cronograma
- Activos de los procesos de la organización
 - información procedente de proyectos similares anteriores completados,
 - estudios de proyectos similares realizados por especialistas en riesgos,
 - bases de datos de riesgos que pueden estar disponibles, procedentes de fuentes industriales o propietarias.

Identificadas las variables de entrada necesarias para la elaboración del análisis cuantitativo de gestión de riesgos y a través de herramientas y técnicas procederemos a obtener el plan de gestión de riesgos, las herramientas utilizadas en este proceso comprenden:

- Técnicas de recopilación y representación de datos
- Técnicas de análisis cuantitativo de riesgos y de modelado
 - *Análisis de sensibilidad.*
 - *Análisis del valor monetario esperado.*
- Modelado y simulación.

Una simulación de proyecto utiliza un modelo que traduce las incertidumbres detalladas especificadas del proyecto en su impacto potencial sobre los objetivos del mismo. Las simulaciones iterativas se realizan habitualmente utilizando la técnica Monte Carlo. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces (mediante iteración) utilizando valores de entrada (p.ej., estimaciones de costos o duraciones de las actividades) seleccionados al azar para cada iteración a partir de las distribuciones de probabilidad para estas variables. A partir de las iteraciones, se calcula una distribución de probabilidad (p.ej., el costo total o la fecha de conclusión). Para un análisis de riesgos de costos, una simulación emplea estimaciones de costos. Para un análisis de los riesgos relativos al cronograma, se emplean el diagrama de red del cronograma y las estimaciones de la duración. El siguiente gráfico muestra la salida de una simulación de riesgos relativos a los costos e ilustra la probabilidad respectiva de alcanzar una meta específica en materia de costos. Pueden desarrollarse curvas similares para los resultados del cronograma.

Bajo el nombre de Método Monte Carlo o Simulación Monte Carlo se agrupan una serie de procedimientos que analizan distribuciones de variables aleatorias usando simulación de números aleatorios. El Método de Monte Carlo da solución a una gran variedad de problemas matemáticos haciendo experimentos con muestreos estadísticos en una computadora. El método es aplicable a cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinístico. Generalmente en estadística los modelos aleatorios se usan para simular fenómenos que poseen algún componente aleatorio. Pero en el método Monte Carlo, por otro lado, el objeto de la investigación es el objeto

en sí mismo, un suceso aleatorio o pseudo-aleatorio se usa para estudiar el modelo.

A veces la aplicación del método Monte Carlo se usa para analizar problemas que no tienen un componente aleatorio explícito; en estos casos un parámetro determinista del problema se expresa como una distribución aleatoria y se simula dicha distribución.

Asimismo para el procesamiento de información utilizaremos, plantillas de proyectos anteriores, las cuales nos darán como resultado el análisis cualitativo de riesgos el cual contendrá una actualización al Registro de Riesgos. El registro de riesgos se actualiza para incluir un informe cuantitativo de riesgos que detalla los enfoques cuantitativos, las salidas y las recomendaciones. Las actualizaciones incluyen los siguientes componentes principales:

- Análisis probabilístico del proyecto. Se realizan estimaciones de los resultados potenciales del cronograma y costos del proyecto, enumerando las fechas de conclusión y los costos posibles con sus niveles de confianza asociados. Esta salida, a menudo expresada como una distribución acumulativa, puede utilizarse con las tolerancias al riesgo por parte de los interesados para permitir la cuantificación de las reservas para contingencias de costo y tiempo. Dichas reservas para contingencias son necesarias para reducir el riesgo de desviación de los objetivos del proyecto establecidos a un nivel aceptable para la organización.
- Probabilidad de alcanzar los objetivos de costo y tiempo. Con los riesgos que afronta el proyecto, se puede estimar la probabilidad de alcanzar los objetivos del proyecto de acuerdo con el plan actual utilizando los resultados del análisis cuantitativo de riesgos.
- Lista priorizada de riesgos cuantificados. Esta lista de riesgos incluye los riesgos que representan la mayor amenaza o presentan la mayor oportunidad para el proyecto. Se incluyen los riesgos que pueden tener el mayor efecto en las contingencias de costos y aquéllos que tienen más probabilidad de influir en la ruta crítica. En algunos casos, estos riesgos pueden identificarse por medio de un diagrama con forma de tornado, que se genera por medio de los análisis de simulación.

- Tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos. Conforme se repite el análisis, puede hacerse evidente una tendencia que lleve a conclusiones que afecten las respuestas a los riesgos. La información histórica de la organización relativa al cronograma, al costo, a la calidad y al desempeño del proyecto debe reflejar los nuevos elementos de comprensión adquiridos a través del proceso Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos. Dicho historial puede adoptar la forma de un informe de análisis cuantitativo de riesgos. Este informe puede presentarse en forma separada o integrada al registro de riesgos.

2.4.5 Planificar la respuesta a los riesgos

Planificar la respuesta a los riesgos es el proceso por el cual se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Se realiza después de los procesos de análisis cualitativo de riesgos y el análisis cuantitativo de riesgos (en el caso de que éste se aplique). Incluye la identificación y asignación de una persona para que asuma la responsabilidad de cada respuesta a los riesgos acordada y financiada. El proceso de planificar la respuesta a los riesgos aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, el cronograma y el plan para la dirección del proyecto, según se requiera. Las respuestas a los riesgos planificadas deben adaptarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío por cumplir, realistas dentro del contexto del proyecto, acordadas por todas las partes involucradas y deben estar a cargo de una persona responsable. También deben ser oportunas. A menudo, se requiere seleccionar la mejor respuesta a los riesgos entre varias opciones.

La sección Planificar la Respuesta a los Riesgos presenta las metodologías utilizadas comúnmente para planificar las respuestas a los riesgos. Los riesgos incluyen las amenazas y las oportunidades que pueden afectar el éxito del proyecto, y se debaten las respuestas para cada una de ellas.

El Diagrama 2-5, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este quinto proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

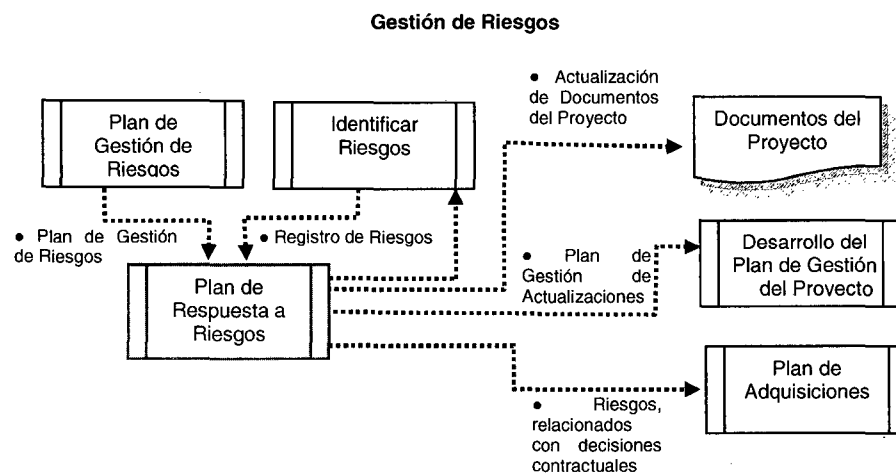


Diagrama 2-5, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Plan de Respuesta a Riesgos. PMBOK CUARTA EDICION

Según el Diagrama 2-5 y manteniendo las mismas consideraciones que en el proceso anterior, se procede a identificar las variables necesarias para la elaboración del plan de respuesta a los riesgos:

- Registro de riesgos
- Plan de gestión de riesgos

Existen varias estrategias de respuesta a los riesgos. Para cada riesgo, se debe seleccionar la estrategia o la combinación de estrategias con mayor probabilidad de eficacia. Las herramientas de análisis de riesgos, tales como el análisis mediante árbol de decisiones, pueden utilizarse para seleccionar las respuestas más apropiadas. Se desarrollan acciones específicas para implementar esa estrategia, incluyendo estrategias principales y de refuerzo, según sea necesario. Puede desarrollarse un plan de reserva, que se implementará si la estrategia seleccionada no resulta totalmente efectiva o si se produce un riesgo aceptado. También deben revisarse los riesgos secundarios (riesgos provocados por las estrategias). A menudo, se asigna una reserva para contingencias de tiempo o costo. En los casos en que ésta se establece, el plan puede incluir la identificación de las condiciones que suscitan su utilización.

- Estrategias para riesgos negativos o amenazas

Las tres estrategias siguientes abordan normalmente las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse

tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, consisten en evitar, transferir, mitigar o aceptar.

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

tendientes a mitigar un riesgo son adoptar procesos menos complejos, efectuar más pruebas o seleccionar un proveedor más estable.

- *Aceptar*, esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todas las amenazas de un proyecto. Esta estrategia indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan para la dirección del proyecto para hacer frente a un riesgo, o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada. Esta estrategia puede ser pasiva o activa. La aceptación pasiva no requiere ninguna acción, excepto documentar la estrategia, dejando que el equipo del proyecto aborde los riesgos conforme se presentan. La estrategia de aceptación activa más común consiste en establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, medios financieros o recursos necesarios para abordar los riesgos.
- Estrategias para riesgos positivos u oportunidades

Tres de las cuatro respuestas se sugieren para tratar riesgos con impactos potencialmente positivos sobre los objetivos del proyecto. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, son explotar, compartir, mejorar o aceptar.

 - Explotar, esta estrategia puede seleccionarse para los riesgos con impactos positivos, cuando la organización desea asegurarse de que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo positivo particular, asegurando que la oportunidad definitivamente se concrete. Algunos ejemplos de explotación directa de las respuestas incluyen la asignación al proyecto de recursos más talentosos de la organización para reducir el tiempo hasta la conclusión o para ofrecer un costo menor que el planificado originalmente.
 - Compartir, compartir un riesgo positivo implica asignar todo o parte de la propiedad de la oportunidad a un tercero mejor capacitado para capturar la oportunidad en beneficio del proyecto. Algunos ejemplos de acciones para compartir incluyen la formación de asociaciones de riesgo conjunto, equipos, empresas con finalidades especiales o uniones temporales de empresas, que pueden establecerse con el

propósito expreso de tomar ventaja de la oportunidad, de modo que todas las partes se beneficien a partir de sus acciones.

- Mejorar, esta estrategia se utiliza para aumentar la probabilidad y/o los impactos positivos de una oportunidad. La identificación y maximización de las fuerzas impulsoras clave de estos riesgos de impacto positivo pueden incrementar su probabilidad de ocurrencia. Algunos ejemplos de mejorar las oportunidades incluyen la adición de más recursos a una actividad para terminar más pronto.
- Aceptar, aceptar una oportunidad consiste en tener la voluntad de tomar ventaja de ella si se presenta, pero sin buscarla de manera activa.
- Estrategias de respuesta para contingencias
Algunas estrategias están diseñadas para ser usadas únicamente si se presentan determinados eventos. Para algunos riesgos, resulta apropiado para el equipo del proyecto elaborar un plan de respuesta que sólo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas, si se cree que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. Los eventos que disparan la respuesta para contingencias, tales como no cumplir con hitos intermedios u obtener una prioridad más alta con un proveedor, deben definirse y rastrearse.

Asimismo para el procesamiento de información utilizaremos, plantillas de proyectos anteriores, las cuales nos darán como resultado el Plan de respuestas a los riesgos. El cual incluye:

- Actualizaciones al registro de riesgos, En el marco del proceso de Planificar la Respuesta a los Riesgos, se seleccionan y se acuerdan las respuestas apropiadas, y se incluyen en el registro de riesgos. El registro de riesgos debe escribirse con un nivel de detalle que se corresponda con la clasificación de prioridad y la respuesta planificada. A menudo, los riesgos altos y moderados se tratan en detalle. Los riesgos considerados de baja prioridad se incluyen en una "lista de supervisión" para su monitoreo periódico. En este punto, los componentes del registro de riesgos pueden incluir:

- Los riesgos identificados, sus descripciones, el o las áreas del proyecto afectadas, sus causas y cómo pueden tener un efecto sobre los objetivos del proyecto.
- Los propietarios del riesgo y sus responsabilidades asignadas.
- Las salidas del proceso Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos, incluyendo las listas priorizadas de los riesgos del proyecto.
- Las estrategias de respuesta acordadas.
- Las acciones específicas para implementar la estrategia de respuesta seleccionada.
- Los disparadores, los síntomas y las señales de advertencia relativos a la ocurrencia de riesgos.
- El presupuesto y las actividades del cronograma necesarios para implementar las respuestas seleccionadas.
- Los planes de contingencia y disparadores que requieren su ejecución.
- Los planes de reserva para usarse como una reacción a un riesgo que ha ocurrido y para el que la respuesta inicial no ha sido la adecuada.
- Los riesgos residuales que se espera que permanezcan después de la ejecución de las respuestas planificadas, así como los riesgos que han sido aceptados deliberadamente.
- Los riesgos secundarios que surgen como resultado directo de la implementación de una respuesta a los riesgos.
- Las reservas para contingencias que se calculan tomando como base el análisis cuantitativo de riesgos del proyecto y los umbrales de riesgo de la organización.
- Acuerdos contractuales relacionados con los riesgos, Los acuerdos para transferencia de riesgos, tales como acuerdos para seguros, servicios y otros temas según corresponda, se establecen en el marco de este proceso. Esto puede suceder como resultado de mitigar o transferir parte o toda la amenaza, o de mejorar o compartir parte o toda la oportunidad. El tipo de contrato elegido proporciona también un mecanismo para compartir los riesgos. Estas decisiones constituyen entradas para el proceso planificar las adquisiciones.

- Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto, Entre los elementos del plan para la dirección del proyecto que pueden actualizarse, se encuentran:
 - Plan de gestión del cronograma, el plan de gestión del cronograma se actualiza para reflejar los cambios en el proceso y en la práctica, motivados por las respuestas a los riesgos. Esto puede incluir cambios que atañen a la tolerancia o al comportamiento en relación con la carga y nivelación de recursos, así como actualizaciones al cronograma mismo.
 - Plan de gestión de costos, el plan de gestión de costos se actualiza para reflejar los cambios en el proceso y en la práctica, motivados por las respuestas a los riesgos. Esto puede incluir cambios que atañen a la tolerancia o al comportamiento en relación con la contabilidad de los costos, el seguimiento y los informes, así como actualizaciones al presupuesto y a la utilización de las reservas para contingencias.
 - Plan de gestión de calidad, el plan de gestión de calidad se actualiza para reflejar los cambios en el proceso y en la práctica, motivados por las respuestas a los riesgos. Esto puede incluir cambios que atañen a la tolerancia o al comportamiento en relación con los requisitos, el aseguramiento o el control de calidad, así como actualizaciones a la documentación de requisitos.
 - Plan de gestión de las adquisiciones, el plan de gestión de las adquisiciones puede actualizarse para reflejar cambios a nivel de la estrategia, tales como modificaciones en cuanto a la decisión de hacer o comprar, o en el o los tipos de contrato, motivadas por las respuestas a los riesgos.
 - Plan de gestión de los recursos humanos, el plan para la dirección de personal, que forma parte del plan de gestión de los recursos humanos, se actualiza para reflejar los cambios en la estructura organizacional del proyecto y en las aplicaciones de recursos, motivadas por las respuestas a los riesgos. Esto puede incluir cambios que atañen a la tolerancia o al comportamiento en

- relación con la asignación del personal, así como actualizaciones a la carga de recursos.
- Estructura de desglose del trabajo, como consecuencia de nuevo trabajo (o del trabajo omitido) generado por las respuestas a los riesgos, la EDT puede actualizarse para reflejar estos cambios.
 - Línea base del cronograma, como consecuencia de nuevo trabajo (o del trabajo omitido) generado por las respuestas a los riesgos, la línea base del cronograma puede actualizarse para reflejar estos cambios.
 - Línea base del desempeño de costos, como consecuencia de nuevo trabajo (o del trabajo omitido) generado por las respuestas a los riesgos, la línea base del desempeño de costos puede actualizarse para reflejar estos cambios.
- Actualizaciones a los documentos del proyecto, entre los documentos del proyecto que pueden actualizarse, se incluyen:
 - Actualizaciones al registro de supuestos. Conforme se dispone de nueva información por medio de la aplicación de las respuestas a los riesgos, los supuestos cambiarán en consecuencia. El registro de supuestos debe revisarse para adaptarlo en función de esta nueva información. Los supuestos pueden incorporarse en el enunciado del alcance o en un registro de supuestos separado.
 - Actualizaciones a la documentación técnica. Conforme se dispone de nueva información por medio de la aplicación de las respuestas a los riesgos, los métodos técnicos y los entregables físicos pueden cambiar. La documentación de apoyo debe revisarse para adaptarla en función de esta nueva información.

2.4.6 Monitorear y controlar los riesgos

Monitorear y controlar los riesgos es el proceso por el cual se implementan planes de respuesta a los riesgos, se rastrean los riesgos identificados, se monitorean los riesgos residuales, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso contra los riesgos a través del proyecto.

Las respuestas a los riesgos planificadas que se incluyen en el plan para la dirección del proyecto se ejecutan durante el ciclo de vida del proyecto, pero el

trabajo del proyecto debe monitorearse continuamente para detectar riesgos nuevos, riesgos que cambian o que se vuelven obsoletos.

El proceso monitorear y controlar los riesgos aplica técnicas, tales como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de información del desempeño generada durante la ejecución del proyecto. Otras finalidades del proceso Monitorear y Controlar los Riesgos son determinar si:

- los supuestos del proyecto siguen siendo válidos
- los análisis muestran que un riesgo evaluado ha cambiado o puede descartarse
- se respetan las políticas y los procedimientos de gestión de riesgos
- las reservas para contingencias de costo o cronograma deben modificarse para alinearlas con la evaluación actual de los riesgos

El proceso monitorear y controlar los riesgos puede implicar la selección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia o de reserva, la implementación de acciones correctivas y la modificación del plan para la dirección del proyecto. El propietario de la respuesta a los riesgos informa periódicamente al director del proyecto sobre la efectividad del plan, sobre cualquier efecto no anticipado y sobre cualquier corrección necesaria para gestionar el riesgo adecuadamente. Monitorear y Controlar los Riesgos también incluye una actualización a los activos de los procesos de la organización, incluidas las bases de datos de las lecciones aprendidas del proyecto y las plantillas de gestión de riesgos para beneficio de proyectos futuros.

El Diagrama 2-6, nos permite observar e identificar las diversas variables que intervienen en este sexto proceso, el cual se enmarca en un diagrama sencillo de flujo de datos, en las cuales intervienen, elementos de entrada, análisis y procesamiento de información para dar como resultado elementos de salida, que a su vez se convertirán en elementos de entrada de posteriores procesos.

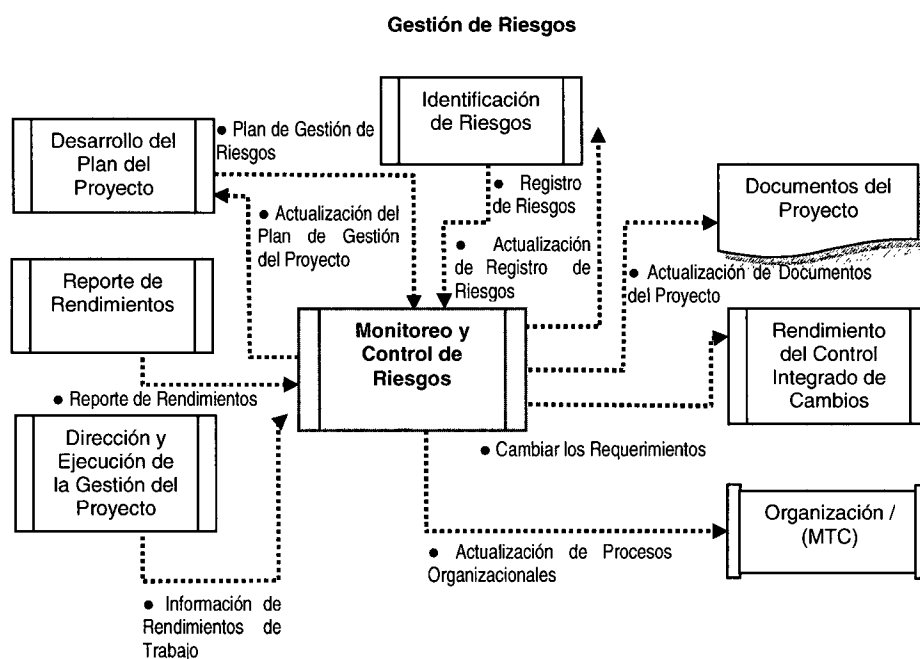


Diagrama 2-6, Flujo de Datos del Proceso Desarrollar el Monitoreo y Control de Riesgos. PMBOK CUARTA EDICION

Según el Diagrama 2-6 y manteniendo las mismas consideraciones que en el proceso anterior, se procede a identificar las variables necesarias para la elaboración del plan de respuesta a los riesgos:

- Registro de riesgos
- Plan para la dirección del proyecto
- Información sobre el desempeño del trabajo
- Informes de desempeño

Monitorear y Controlar los Riesgos a menudo trae como resultado la identificación de nuevos riesgos, la reevaluación de los riesgos actuales y el cierre de riesgos obsoletos. Deben programarse periódicamente reevaluaciones de los riesgos del proyecto. La cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerán de la manera en que el proyecto avanza con relación a sus objetivos las herramientas utilizadas en este proceso comprenden:

- Auditorías de los riesgos
- Análisis de variación y de tendencias

Muchos procesos de control utilizan el análisis de variación para comparar los resultados planificados con los resultados reales. Con el propósito de

monitorear y controlar los eventos de riesgo, deben revisarse las tendencias en la ejecución del proyecto utilizando la información relativa al desempeño. El análisis del valor ganado así como otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden utilizarse para monitorear el desempeño global del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden pronosticar la desviación potencial del proyecto a su conclusión con respecto a las metas de costo y cronograma. La desviación del plan de línea base pueden indicar el impacto potencial de amenazas u oportunidades.

- **Medición del desempeño técnico**

La medición del desempeño técnico compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el cronograma de logros técnicos del plan para la dirección del proyecto. Requiere la definición de medidas objetivas cuantificables del desempeño técnico que puedan usarse para comparar los resultados reales con los planificados. Tales mediciones del desempeño técnico pueden incluir pesos, tiempos de transacción, número de piezas defectuosas entregadas, capacidad de almacenamiento, etc. Una desviación, como ofrecer una mayor o menor funcionalidad con respecto a la planificada en un hito, puede ayudar a predecir el grado de éxito que se logrará en cumplir con el alcance del proyecto y también puede mostrar el grado de riesgo técnico que enfrenta el proyecto.

- **Análisis de reserva**

A lo largo de la ejecución del proyecto, pueden presentarse algunos riesgos, con impactos positivos o negativos sobre las reservas para contingencias del presupuesto o del cronograma. El análisis de reserva compara la cantidad de reservas para contingencias restantes con la cantidad de riesgo restante en un momento dado del proyecto, con objeto de determinar si la reserva restante es suficiente.

- **Reuniones sobre el estado del proyecto**

La gestión de los riesgos del proyecto debe ser un punto del orden del día en las reuniones periódicas sobre el estado del proyecto. El tiempo requerido para tratar este asunto variará dependiendo de los riesgos que se hayan identificado, de su prioridad y dificultad de respuesta. La gestión de riesgos se vuelve más sencilla conforme se practica más a menudo. Los debates

frecuentes sobre los riesgos aumentan las posibilidades de que las personas identifiquen los riesgos y las oportunidades.

Asimismo para el procesamiento de información utilizaremos, plantillas de proyectos anteriores, las cuales nos darán como resultado el Plan de respuestas a los riesgos. El cual incluye:

- Actualizaciones al registro de riesgos, un registro de riesgos actualizado incluye, entre otros:
 - Los resultados de las reevaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos. Estos resultados pueden incluir la identificación de nuevos eventos de riesgo, actualizaciones a la probabilidad, al impacto, a la prioridad, a los planes de respuesta, a la propiedad y a otros elementos del registro de riesgos. Los resultados también pueden incluir el cierre de riesgos que ya no se aplican y la desafectación de las reservas correspondientes.
 - Los resultados reales de los riesgos del proyecto y de las respuestas a los riesgos. Esta información puede ayudar a los directores de proyectos a planificar los riesgos para toda la organización, así como en proyectos futuros.
- Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización, los seis procesos de gestión de riesgos de un proyecto producen información que puede utilizarse para proyectos futuros y debe reflejarse en los activos de los procesos de la organización. Entre los activos de los procesos de la organización que pueden actualizarse, se incluyen:
 - plantillas correspondientes al plan de gestión de riesgos, incluidos la matriz de probabilidad e impacto y el registro de riesgos
 - la estructura de desglose de riesgos
 - las lecciones aprendidas procedentes de las actividades de gestión de los riesgos del proyecto. Estos documentos deben actualizarse cada vez que sea necesario y al cierre del proyecto. Se incluyen las versiones finales del registro de riesgos y de las plantillas del plan de gestión de riesgos, las listas de control y la estructura de desglose de riesgos.
- Solicitudes de cambio, la implementación de planes de contingencia o soluciones alternativas se traduce a veces en solicitudes de cambio. Las

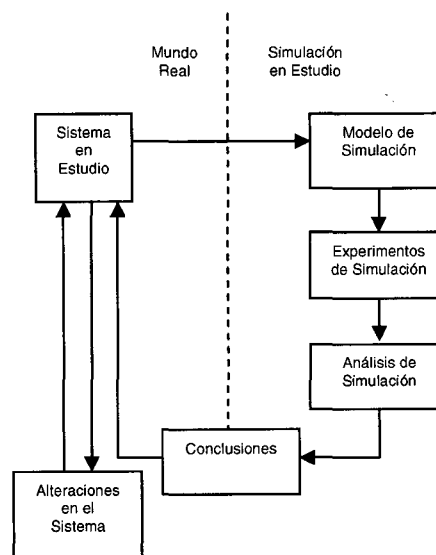
solicitudes de cambio se preparan y envían al proceso realizar el control integrado de cambios. Las solicitudes de cambio pueden incluir acciones tanto correctivas como preventivas recomendadas.

- Acciones correctivas recomendadas, las acciones correctivas recomendadas incluyen los planes de contingencia y los planes para soluciones alternativas, estos últimos son respuestas que no se planificaron inicialmente, pero que se requieren para enfrentar riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de manera pasiva.
- Acciones preventivas recomendadas, las acciones preventivas recomendadas se utilizan para asegurar la conformidad del proyecto con el plan para la dirección del proyecto.
- Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto, si las solicitudes de cambio aprobadas tienen efecto sobre los procesos de gestión de riesgos, los documentos relativos a los componentes del plan para la dirección del proyecto se revisan y emiten nuevamente para reflejar los cambios aprobados. Los elementos del plan para la dirección del proyecto que pueden actualizarse son los mismos que los del proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.
- Actualizaciones a los documentos del proyecto, los documentos del proyecto que pueden actualizarse como resultado del proceso Monitorear y Controlar los Riesgos son los mismos que los del proceso Planificar la Respuesta a los Riesgos.

CAPITULO 3

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL MODELO DE GESTION DE RIESGOS APLICADO A LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE UNA CARRETERA EN LA SELVA PERUANA

Un modelo es una representación de la construcción y funcionamiento de algún sistema de interés. Un modelo es similar, pero más simple que el sistema que representa. Uno de los propósitos de un modelo es el de predecir el efecto de cambios en el sistema. Por un lado, un modelo debe ser una aproximación al sistema real e incorporar la mayoría de sus características. Por otra parte, no debe ser tan complejo que sea imposible comprender y experimentar. Un buen modelo es un equilibrio entre el realismo y la simplicidad. Es recomendable aumentar la complejidad de un modelo de forma iterativa. Una cuestión importante es la validez del modelo. Técnicas de validación de modelos incluyen la simulación del modelo bajo condiciones de entrada conocidas y la comparación de los resultados de los modelos con el sistema de salida.



La figura 3-1 es un esquema de simulación. La naturaleza iterativa del proceso es indicado por el sistema en estudio, al convertirse en el sistema modificado que luego se convierte en el sistema en estudio y se repite el ciclo. - WIKIPEDIA

Por lo general, un modelo destinado a un estudio de simulación, es un modelo matemático desarrollado con la ayuda de un software de simulación. La clasificación de modelos matemáticos incluyen, valores determinista (variables de entrada y salida son fijas) o estocástico (al menos uno de los de entrada o

salida variables es probabilística). Estático (el tiempo no es tenido en cuenta) o dinámicas (variables en el tiempo, las interacciones entre las variables se toman en cuenta). Por lo general, los modelos de simulación son estocásticos y dinámicos. En su sentido más amplio, la simulación es una herramienta para evaluar el desempeño de un sistema, existente o propuesto, en diferentes configuraciones de interés y largos períodos de tiempo real.

Los pasos a seguir en el desarrollo de un modelo de simulación, son los siguientes:

Paso 1. Identificar el problema, se identificará los problemas con un sistema existente. Obteniendo los requerimientos para el sistema propuesto.

Paso 2. Formular el problema, el cual consistirá en seleccionar los límites del sistema, el problema o parte de él. Se definirá el objetivo general del estudio. Los problemas deben ser formulados con la mayor precisión posible.

Paso 3. Recopilar y procesar los datos reales del sistema, consistirá en recopilar datos sobre las variables de entrada, así como el rendimiento del sistema existente. Así como las fuentes de aleatoriedad en el sistema, es decir, las variables estocásticas de entrada. Seleccionar una distribución de probabilidad apropiada para cada variable estocástica de entrada y estimar sus parámetros correspondientes

Paso 4. Formular y desarrollar un modelo, consiste en desarrollar esquemas y diagramas de red del sistema (Cómo entidades de flujo a través del sistema). Traducir estos modelos conceptuales para un software de simulación. Comprobar que el modelo de simulación se ejecuta como se esperaba. Las técnicas de verificación incluyen huellas, variando parámetros de entrada, sobre límites aceptables y controlar la sustitución de las variables al azar y comprobar los resultados de forma manual.

Paso 5. Validar el modelo, Se compara el rendimiento del modelo, bajo condiciones conocidas, con el rendimiento del sistema real.

Paso 6. Documentar el modelo, es decir los objetivos, asunciones y variables de entrada en detalle.

Un experimento de simulación es una prueba o una serie de pruebas en los cuales se realizan cambios significativos a las variables de entrada, del modelo

de simulación, para que podamos observar e identificar, las razones de los cambios en las mediciones del desempeño del modelo.

Paso 7. Seleccionar el diseño experimental apropiado, consistirá en elegir una medida de desempeño, algunas variables de entrada de probable influencia, y los niveles de cada variable de entrada.

Paso 8. Establecer las condiciones experimentales para ejecutarlo, direccionando a la obtención de información precisa y el resto de información para cada ejecución. Determinar si el sistema es estacionario (el rendimiento no cambia con el tiempo) o no estacionario. Generalmente, en sistemas estacionarios, el comportamiento de la variable de respuesta es de interés. Considerando si una conclusión o una no-conclusión de la ejecución de la simulación es adecuada. Seleccionando la duración de la ejecución. Seleccionar las condiciones adecuadas para el inicio. El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande (al menos 3-5 corridas para cada configuración) para ofrecer la confianza necesaria en el rendimiento de la medición de estimaciones. Como alternativa, el uso común de números al azar para comparar configuraciones alternativas, mediante el uso de una corriente separada de números aleatorios, para cada toma de muestras en un proceso de configuración. Identificará los datos de salida más probables a ser correlacionadas.

Paso 9. Llevar a cabo corridas de simulación.

La mayoría de paquetes de simulación de ejecución proporcionan datos estadísticos (media, desviación estándar, valor mínimo, valor máximo) en las medidas de desempeño, por ejemplo, el tiempo de espera.

Normalmente, la inferencia estadística puede evaluar la importancia de un fenómeno observado, pero la mayoría de las técnicas de inferencia estadística asume datos independientes e idénticamente distribuidos (iid). La mayoría de los tipos de datos de simulación son correlacionados, y por lo tanto, no satisfacen esta suposición.

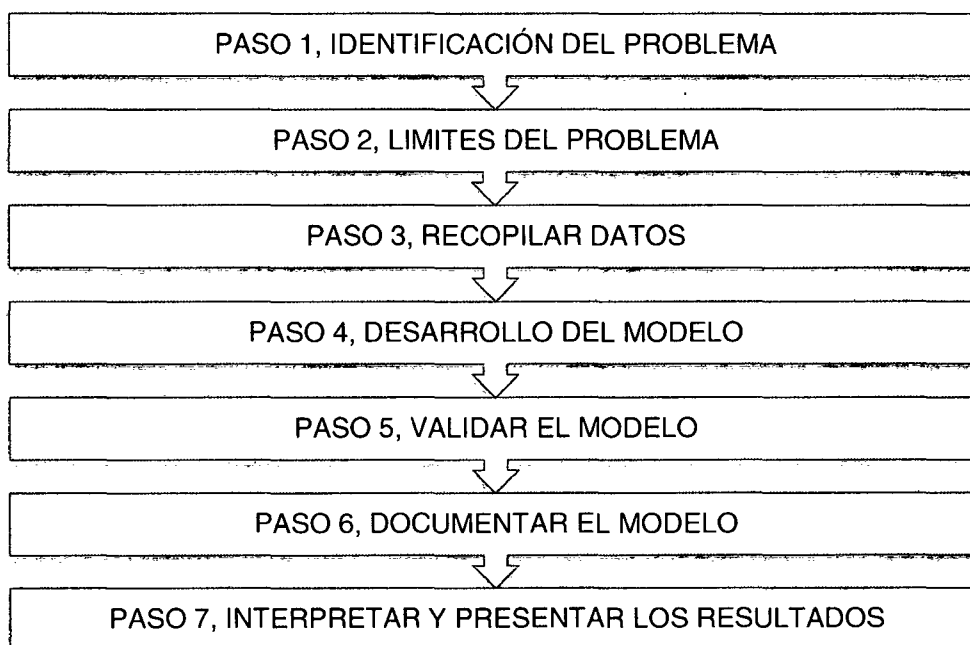
Paso 10. Interpretar y presentar los resultados, calcular estimaciones numéricas (por ejemplo, la media, los intervalos de confianza), medir el rendimiento deseado para cada configuración de interés. Construir gráficas (por ejemplo,

gráficos de sectores, histogramas) de los datos de salida. Documentar los resultados y conclusiones.

Paso 11. Recomendar, esto puede incluir a otros experimentos para aumentar la precisión y reducir el sesgo de los estimaciones, para realizar análisis de sensibilidad.

Aunque se trata de un orden lógico los pasos de la simulación de un modelo, requerirá de muchas iteraciones en varias sub-etapas, antes de que los objetivos de la simulación se logren. No todos los pasos son posibles y/o requeridos.

Para simplificar la comprensión de lo que se pretende realizar, a través de la metodología presentada anteriormente. Se presenta el siguiente diagrama.



La figura 3-2 – Fuente Propia

3.1 Identificación del Problema

Un modelo de gestión es un esquema o marco de referencia, que nos permitirá administrar un proyecto de forma sistemática, con una secuencia ordenada y racional en el cual, deben ser planteados escenarios, los cuales nos permitirán tomar decisiones en ambientes confiables.

3.2 Limites del Problema

3.2.1 Identificar el ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida del proyecto define las fases que conectan el inicio de un proyecto con su fin, tal como se definió en el capítulo uno.

Los proyectos de rehabilitación de carreteras, inician con la necesidad de facilitar la interconexión vial de la población del área de influencia de la carretera, hacia los mercados extra-zonales, permitiendo la accesibilidad a menores costos de transporte y en menor tiempo de viaje. El objetivo superior es lograr el mayor nivel de desarrollo socio-económico de la población del área de la carretera.

Es en ese sentido que estos proyectos se inician con un estudio en el cual se contempla alternativas de construcción y mantenimiento más viable desde el punto técnico y económico, en función a determinadas políticas de la actividad de mantenimiento, teniendo en consideración el comportamiento del tráfico sobre la vía. Es en esta etapa en la cual estos proyectos presentan las siguientes características:

Duración del estudio (días)	Longitud de la vía en estudio (km)	Costo (S./ Km.)	Variables de las cuales depende
60 – 90	80-120	4 000,00	<ul style="list-style-type: none">• Nivel de detalle.• Accesibilidad de la zona de estudio.• Longitud de la vía.

Cuadro 3-1. – Fuente Propia

Los resultados que se pretenden alcanzar en esta etapa son:

- Alternativas de construcción
- Políticas de mantenimiento
- Evaluación técnica
- Evaluación económica

Como siguiente paso se procede a realizar un estudio definitivo el cual generalmente contempla las siguientes características:

Duración del estudio (días)	Longitud de la vía en estudio (km)	Costo (S./ Km.)	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
120 – 300	30-60	25 000,00	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de detalle. • Accesibilidad de la zona de estudio. • Longitud de la vía.

Cuadro 3-2. – Fuente Propia

Es en esta etapa, en la cual se contempla longitudes más cortas debido al nivel de detalle que se requiere alcanzar, en esta etapa se realizan los primeros procesos de planificación así como las actividades que se realizarán durante la ejecución del proyecto así como el seguimiento y control. Como siguiente paso se procede a realizar la ejecución y el control de calidad del proyecto el cual generalmente contempla las siguientes características:

Duración de la ejecución (días)	Longitud de la vía (Supervisión) (km)	Costo (S./ Km.)	VARIABLES DE LAS CUALES DEPENDE
390 – 720	30-60	120 000,00	<ul style="list-style-type: none"> • Accesibilidad de la zona del proyecto. • Longitud de la vía.

Cuadro 3-3. – Fuente Propia

Es en esta etapa en la cual se procede a ejecutar el proyecto se desarrolla la planificación del proyecto, paralelamente, debido a que es un proceso iterativo, es en esta etapa en la cual en base al estudio del proyecto y antes de iniciar la ejecución del mismo se desarrolla los distintos cronogramas de ejecución de obra, utilización de equipos y materiales y a medida que se avanza el proyecto se procede también a actualizar cada uno de los cronogramas.

Durante la ejecución del proyecto, se procede a desarrollar cada una de las actividades mencionadas en el estudio. Necesarias para plasmar el proyecto.

Paralelamente a la ejecución del proyecto se realiza el seguimiento y control del proyecto, al concluir la ejecución, verificación y aprobación de cada uno de los entregables, se procede con el cierre del proyecto.

Se observa a medida que se va ejecutando el proyecto, la longitud de la vía disminuye. Siendo procesos que dependen, el uno del otro y dependiendo del

grado de precisión que exista en los diversos estudios realizados, esta precisión se verá reflejada en la etapa de ejecución y procesos siguientes.

3.3 Identificación de las Variables Del Modelo.

Según lo desarrollado en los dos primeros capítulos y teniendo en consideración el modelo de flujo de datos, en los distintos procesos que se desarrollan en un proyecto se procederá a identificar valores de entrada para desarrollar nuestro modelo de gestión de riesgos.

3.3.1 Gestión del alcance del proyecto

Este proceso consiste en identificar cada uno de los requisitos del proyecto, los cuales encontraremos en el contrato, términos de referencia y expediente técnico, el cual contendrá todas las obras a ejecutarse para la realización del proyecto, en los cuales figuran los resultados que se esperan, una vez concluido el proyecto.

En el diagrama 3-1, se observa las variables que intervendrán en el proceso de identificación de los trabajos a realizarse (definir alcance), y en este caso específico durante la ejecución del proyecto, las cuales han sido realizadas en base al estudio definitivo. Paralelo a la ejecución, también se realiza los trabajos de seguimiento y control.

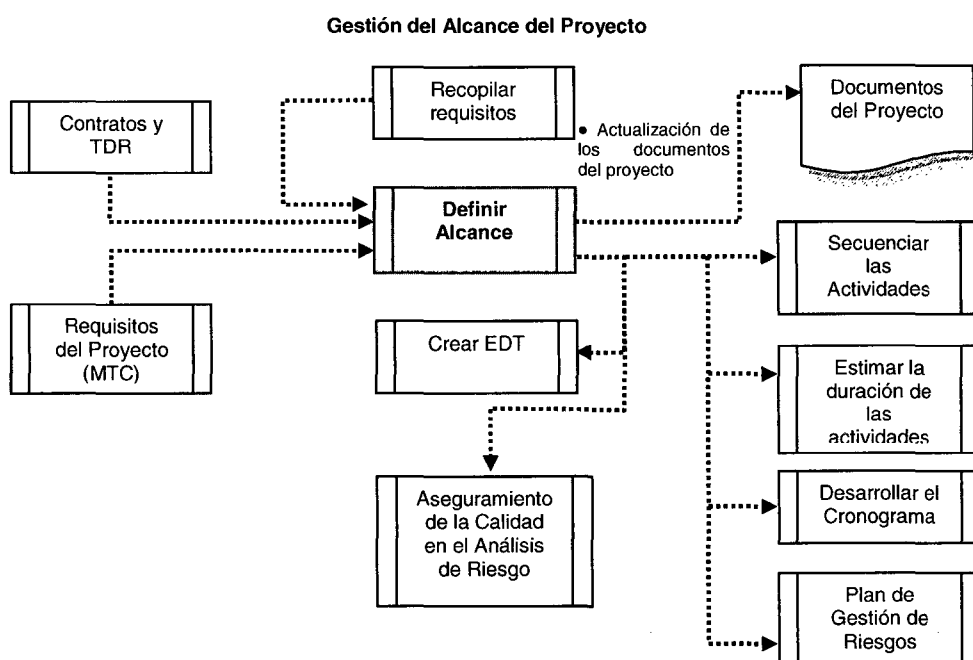


Diagrama 3-1, Flujo de Datos del Proceso de Definir el Alcance del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

Entonces como se observa en el Diagrama 3-1. Los documentos a utilizar para definir el alcance será:

El contrato y términos de referencia, de la empresa ejecutora y de la empresa supervisora.

El siguiente paso, es realizar el EDT del proyecto el cual consta de distintas tareas subdivididas en componentes de más fácil manejo identificado distintas actividades para la culminación del proyecto. Se observa en el Diagrama 3-2, un proceso secuencial, en la cual con posterioridad el EDT servirá de entrada para elaborar, los diversos cronogramas así como el presupuesto del proyecto.

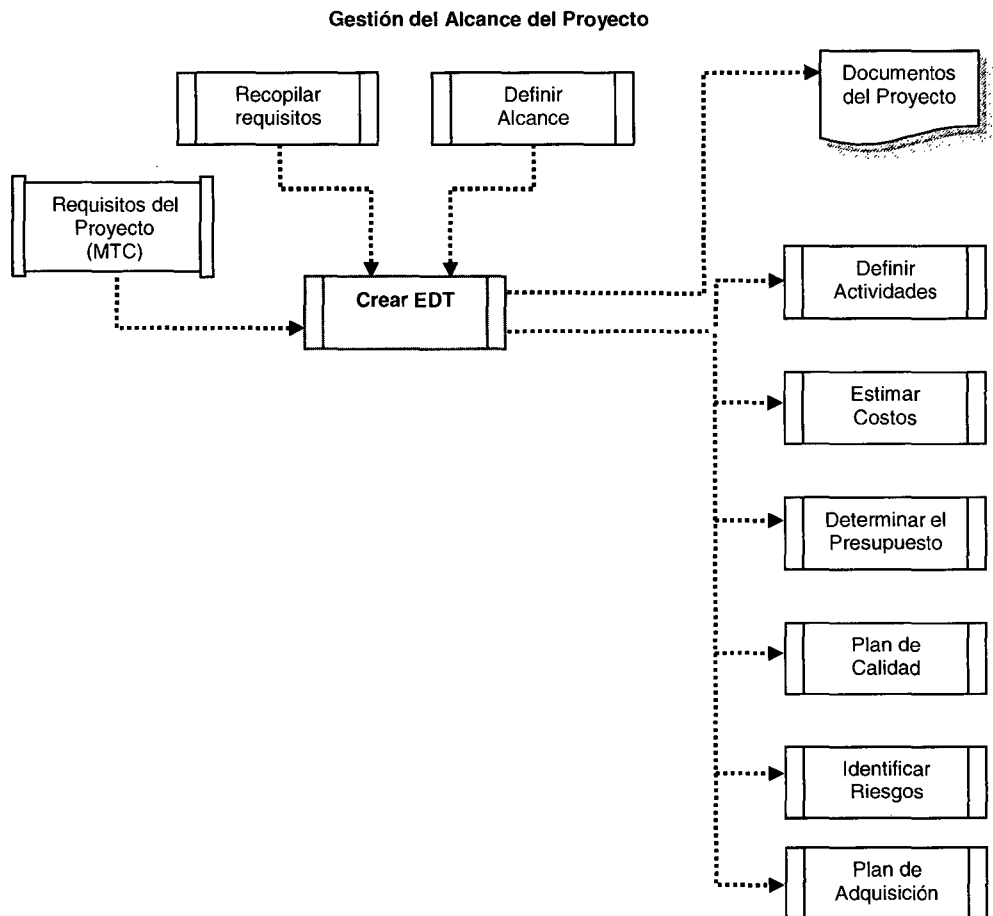


Diagrama 3-2, Flujo de Datos del Proceso de Crear el EDT del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

3.3.2 Gestión del tiempo del proyecto

La gestión del tiempo del proyecto, incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo. Existe un flujo de diversas variables que intervienen en la gestión del tiempo del proyecto, los cuales nos permitirán organizar el plazo en el cual debe desarrollarse el proyecto generando diversos cronogramas. Los resultados de la gestión del tiempo en un proyecto de rehabilitación de una carretera son:

- Cronograma de ejecución de obra
- Cronograma de utilización de equipos
- Cronograma de utilización de materiales

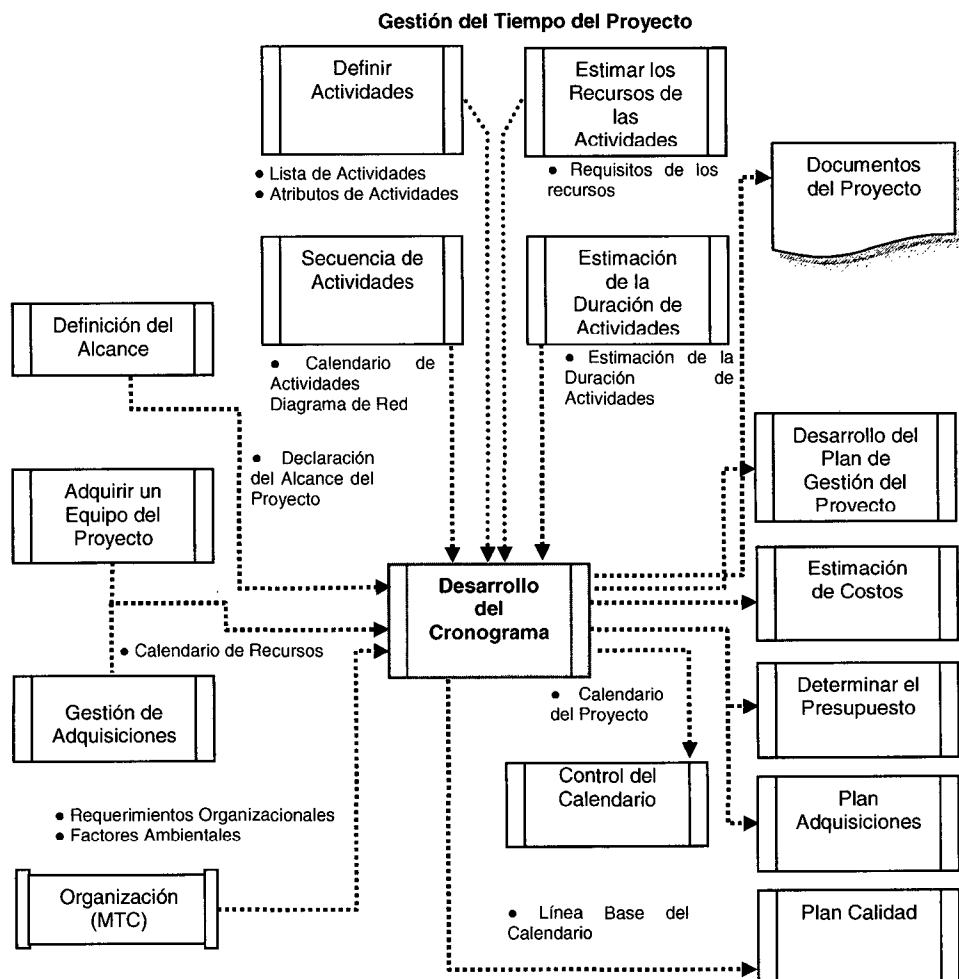


Diagrama 3-3, Flujo de Datos del Proceso del Desarrollo del Cronograma del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

Tal como se observa en el Diagrama 3-3. Para realizar el cronograma de ejecución de obra, se requiere diversas variables las cuales identificaremos, para luego proceder a analizarlas, como entradas de nuestro modelo.

Debemos tener en cuenta que la confiabilidad que podemos obtener de una planificación general muy detallada es muy baja, por lo cual generalmente traerá como consecuencia, re-planificaciones durante el proceso de construcción.

Como primer paso y tal como se muestra en el Diagrama 3-4 y teniendo en consideración, que contamos, con el cronograma de la ejecución del proyecto y en consecuencia la ruta crítica del cronograma, el cual está descompuesto, en actividades en base a los entregables (EDT), podemos definir, las actividades predecesoras y sucesoras, las sucesiones lógicas, los recursos, etc. es decir los atributos de estas actividades, los cuales nos permitirán, identificar los riesgos, en la ejecución de estas actividades.

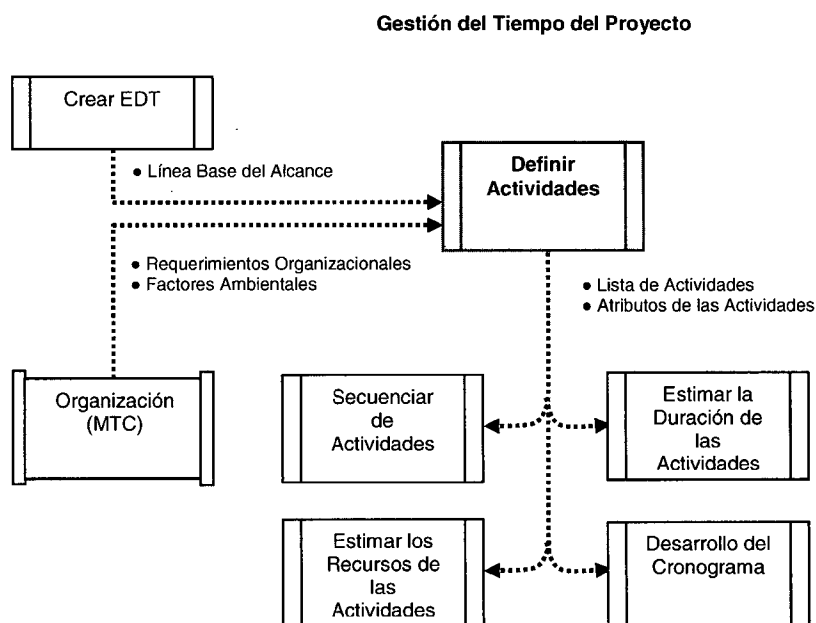


Diagrama 3-4, Flujo de Datos del Proceso de Definir las Actividades del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

El segundo paso, una vez identificadas los atributos de cada actividad, procederemos a identificar las relaciones entre actividades del proyecto, predecesores y sucesores, incluyendo los adelantos y retrasos entre las actividades.

Se tendrá en consideración el método de precedencia el cual incluye cuatro dependencias o relaciones lógicas:

- Final a Comienzo (FC). El inicio de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- Final a Final (FF). La finalización de la actividad sucesora depende de la finalización de la actividad predecesora.
- Comienzo a Comienzo (CC). El inicio de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.
- Comienzo a Final (IF). La finalización de la actividad sucesora depende del inicio de la actividad predecesora.

Además se determinara aquellas actividades que requieran un adelanto y retraso, para definir con exactitud la relación lógica que existe entre ambos.

Como tercer paso, procederemos a definir los recursos que intervienen en cada actividad, Diagrama 3-4, para esto utilizaremos el calendario de recursos, el cual nos brindara información sobre cuándo y por cuánto tiempo se requerirán, lo cual nos permitirá definir su disponibilidad, ya que esto influirá en gran medida en la duración de las actividades, deberá tomarse en cuenta una análisis de alternativas el cual nos permita definir la posible utilización de diferentes tipos y tamaños de maquinas, herramientas y la decisión de comprar o fabricar. Debemos tener en consideración, que existen algunos recursos que deben cumplir con ciertos requisitos, asimismo como la sobre asignación de recursos.

Gestión del Tiempo del Proyecto

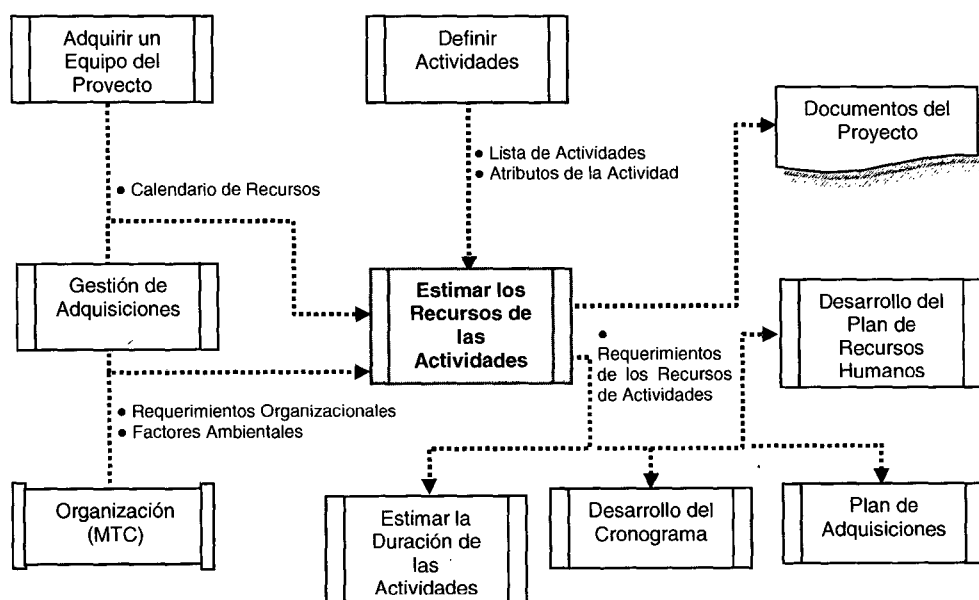


Diagrama 3-5, Flujo de Datos del Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

El cuarto paso, será definir la duración de las actividades, estableciendo el periodo de trabajo necesario para completar la actividad, con los recursos estimados, debemos tener en cuenta que las duraciones, han sido calculadas en base a proyectos anteriores, de similares características, así como metodologías tipo PERT, el cual utiliza tres valores estimados, para definir un rango aproximado de duración de la actividad, a continuación se muestra el Cuadro 3-4, el cual permite visualizar de una manera concreta las variables que intervienen en el cálculo de la duración de las actividades.

Actividad	Tecnología	Metrado	Cuadrilla	Velocidad Básica	Duración con Cuadrilla Básica
Nombre de la actividad	Tecnología seleccionada	Metrado de la actividad	Composición de la cuadrilla	Velocidad de producción en unidades por día	Metrado/velocidad

Cuadro 3-4. Productividad en obras de construcción. Diagnóstico, crítica y propuesta, Ghio Castillo, Virgilio.

Entonces, hemos identificado y definido, actividades, personal, maquinaria, equipo, necesarias para su realización las cuales se convertirán en nuestras variables de entrada, para nuestro modelo.

3.3.3 Gestión del costo del proyecto

La Gestión de los costos del proyecto incluye los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado. Los resultados de la gestión del costo del proyecto nos proporcionaran:

- Presupuesto Base
- Análisis de precios unitarios
- Formula polinomial



Diagrama 3-6, Flujo de Datos del Proceso de Estimar los Recursos de las Actividades del Proyecto. PMBOK CUARTA EDICION

La identificación de los recursos, la cantidad necesaria, y el cronograma de recursos están directamente unidos al costo esperado del proyecto (Diagrama 3-6).

Como primer paso calcularemos la incidencia de cada una de las partidas en el presupuesto, lo cual nos permitirá concentrarnos y analizar con más detalle la influencia de cada una de estas partidas en el proyecto. Las variables a utilizar son:

- Partidas incidentes en el presupuesto
- Revisión de cantidades (metrados)

3.3.4 Gestión de la calidad del proyecto

La Gestión de la calidad del proyecto incluye los procesos y actividades de la organización a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por la cuales fue emprendido.

La gestión de calidad nos permitirá conocer los requisitos que se deberán cumplir durante la ejecución del proyecto.

Es en ese sentido que la calidad en esta etapa del proyecto, es llevada en general por la empresa supervisora, basándose en sus términos de referencia y en la normativa vigente del MTC, así como las especificaciones del proyecto.

A continuación se presenta la siguiente figura, la cual resume las fuentes y las variables de entrada a utilizar en nuestro modelo.

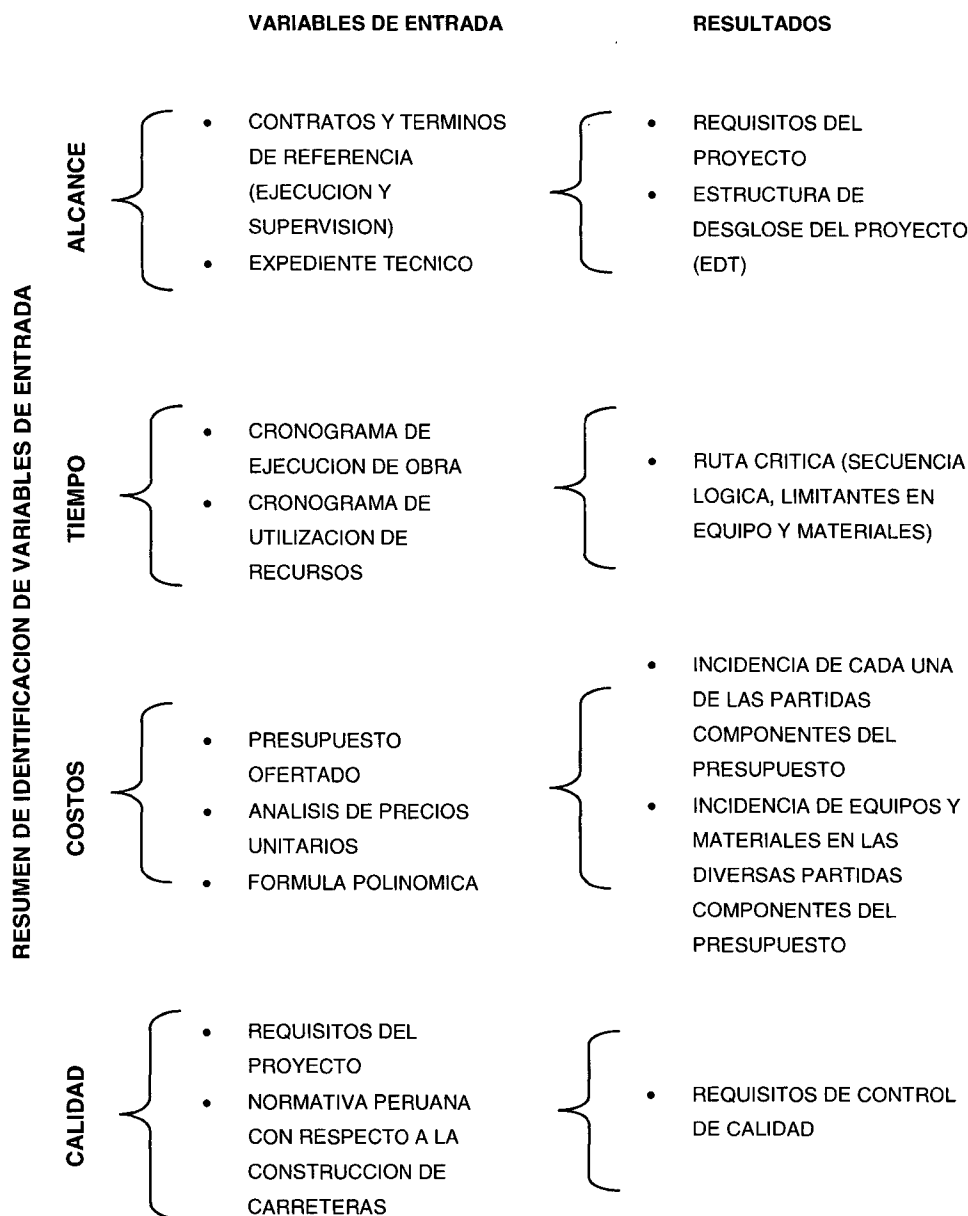


Figura 3-3. Fuente Propia

3.4 Desarrollo del Modelo de Gestión de Riesgos.

En el proceso de desarrollo de una metodología para el desarrollo de un modelo para la gestión de riesgos, debemos tener presente los siguientes objetivos:

- Aumentar la comprensión del proyecto en general.
- Identificar alternativas disponibles en la ejecución y en los métodos
- Asegurar que las incógnitas y los riesgos sean adecuadamente considerados en forma estructurada y sistemática, lo que permitirá incorporarlo en la planificación y en el proceso de desarrollo del proyecto.
- Mediante un análisis directo de estas incertidumbres y riesgos establecer las implicaciones de estos en todos los demás aspectos del proyecto.

Para el desarrollo del modelo, se realizara una evaluación simple, identificada mediante pasos, que nos permitirá una mejor comprensión del significado de los resultados obtenidos, con el objetivo de obtener una línea base.

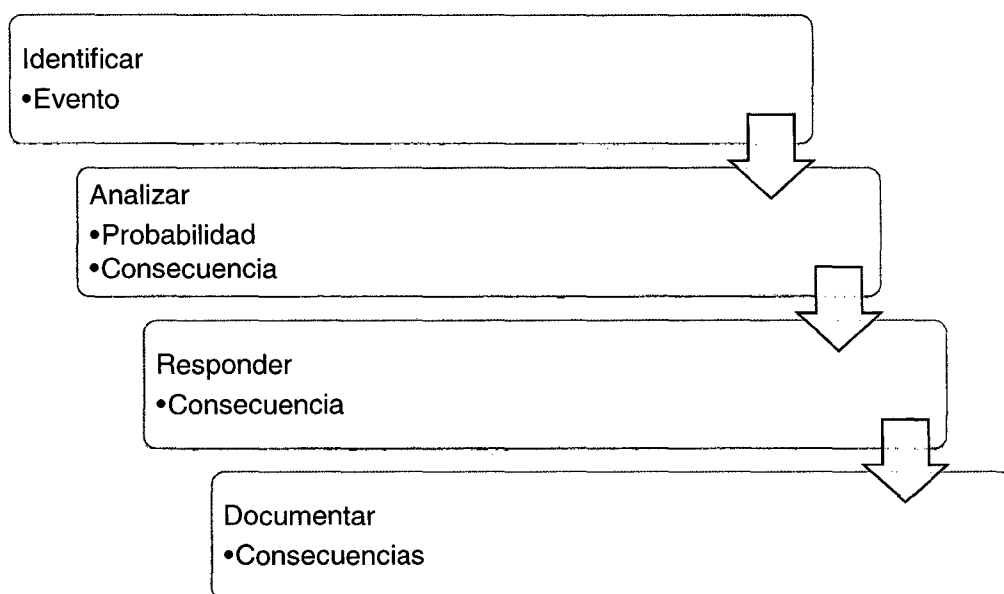


Figura 3-4. Fuente Propia

Una vez identificadas las variables que intervendrán en nuestro modelo de gestión de riesgos procederemos a desarrollar el modelo en función a estas variables, aplicando herramientas de gestión, las cuales nos permitirá evaluar y analizar los resultados obtenidos.

Tal como se observo en el capítulo 2, la gestión de riesgos, está compuesto por 6 procesos los cuales procederemos a desarrollar a continuación.

3.4.1 Planificar la Gestión de Riesgos

Es el proceso que definirá como realizaremos las actividades de la gestión de riesgos, la planificación debe estar afectada por un grado de agilidad y dinamismo, el cual nos permitirá realizar ajustes periódicos y nos permitirá asegurar, el nivel, tipo y visibilidad de gestión de riesgos, sean acordes con la importancia del proyecto.

VARIABLES NECESARIAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS:

- Alcance del proyecto
- Gestión del tiempo del proyecto
- Gestión del costo del proyecto
- Gestión de comunicaciones
- Factores ambientales
- Requerimientos organizacionales.

Estas variables nos brindaran una percepción clara de los resultados que se pretenden obtener a la conclusión del proyecto, entonces es necesario, conocer la importancia de cada una de las actividades, para poder realizar una adecuada planificación. Los aspectos que debemos considerar para la planificación son:

- En principio, la hemos definido como una secuencia de tareas pero debemos asignar recursos a las actividades, lo cual nos permitirá conocer el número de recursos y tipos, necesarios en cada momento.
- Estimación del plazo de cada actividad.

Debemos tener presente que existen distintos factores que inciden en una buena planificación de un proyecto:

- Objetivos y requerimientos bien definidos
- La planificación debe ser realista y objetiva, considerando, el plazo, tecnología y recursos, disponibles.
- La planificación es el producto final de un trabajo de equipo.
- Asignación de esfuerzos necesarios para poder ejecutar el proyecto.
- Los canales de comunicación deberán ser claros y accesibles.

A. Resultados a obtener en planificación de la gestión de riesgos

Metodología, con el presente cuadro, lo que se pretende es documentar, los distintos procesos que intervendrán en nuestro modelo de de gestión de riesgos. Indicando las herramientas que utilizaremos para el análisis, así como las fuentes de información, de las cuales obtendremos las variables para el análisis.

METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS			
<i>PROCESO</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>HERRAMIENTAS</i>	<i>FUENTES DE INFORMACIÓN</i>

Cuadro 3-5. PMBOK CUARTA EDICION

Roles y responsabilidades, con el presente cuadro, se documentara, los cargos y responsabilidades, en los diversos procesos, de nuestro modelo de gestión de riesgos.

ROLES Y RESPONSABILIDADES DE GESTIÓN DE RIESGOS			
<i>PROCESO</i>	<i>CARGO</i>	<i>PERSONAS</i>	<i>RESPONSABILIDADES</i>

Cuadro 3-6. PMBOK CUARTA EDICION

Presupuesto, aquí se asigna los recursos necesarios para la gestión de riesgos.

Calendario, define la frecuencia con la que se realizara, cada uno de los procesos de gestión de riesgos, así como el entregable del EDT al que se representa.

PERIODICIDAD DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
<i>PROCESO</i>	<i>MOMENTO DE EJECUCIÓN</i>	<i>ENTREGABLE DEL EDT</i>	<i>PERIODICIDAD DE EJECUCIÓN</i>

Cuadro 3-7. PMBOK CUARTA EDICION

Categorías de riesgo, en base al desglose de riesgos, proporcionado por la guía del pmbok, se realizara una categorización de riesgos previamente identificados, basados en información estadística, de riesgos comunes en este tipo de proyectos, los cuales se obtuvieron en reuniones y entrevistas con profesionales altamente capacitados, y con una vasta experiencia.

El resultado lo mostramos a continuación:

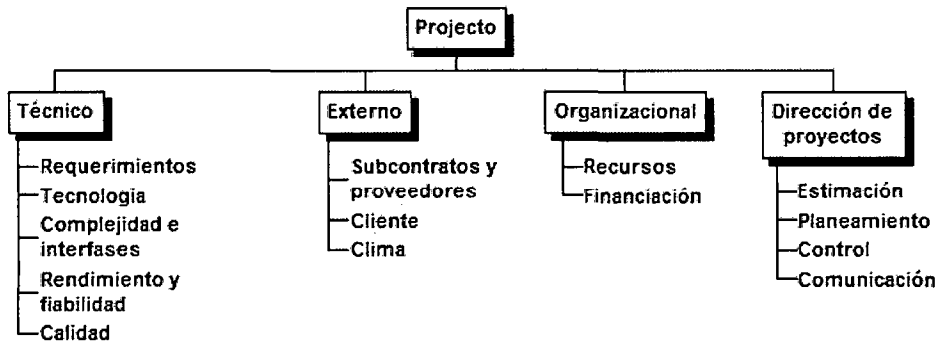


Figura 3-5. PMBOK CUARTA EDICION

Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos, del cuadro presentado a continuación obtenido, en base a información estadística de un registro de proyectos anteriores, en el cual se cuantifico, la probabilidad, así como el impacto en los objetivos del proyecto, de la precisión de, calidad y credibilidad, dependerán los siguientes procesos de la gestión de riesgos.

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto					
Objetivo del Proyecto	Escalas Relativas o Numéricas				
	Muy Bajo (0.05)	Bajo (0.10)	Moderado (0.20)	Alto (0.40)	Muy Alto (0.80)
Coste	1.875% CT	3.75% CT	7.5% CT	15% CT	30% CT
Tiempo	2.5% Plazo	5% Plazo	10% Plazo	25% Plazo	50% Plazo
Calidad	Degradación de la Calidad Apenas Perceptible	Solo Aplicaciones muy exigentes se ven Afectadas	La reducción de la Calidad Requiere la Aprobación del Patrocinador	Reducción de la Calidad Inaceptable para el Patrocinador	El elemento Terminado del Proyecto es efectivamente Inservible

Cuadro 3-8. Adaptación del PMBOK CUARTA EDICION

Matriz de probabilidad e impacto, definiremos una tabla de severidades resultantes, de multiplicar las probabilidades por los impactos, que utilizaremos para definir los tipos de riesgos como altos, moderados y bajos.

Amenazas/oportunidades					
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
Prob/Imp	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Cuadro 3-9. PMBOK CUARTA EDICION

Tolerancias revisadas de los interesados, Definimos en base a los contratos las tolerancias de los interesados, en costo, tiempo.

3.4.2 Identificar los Riesgos

La identificación de riesgos asociados a un proyecto comienza con la comprensión del propio proyecto. ¿Cuál es el alcance del proyecto?, ¿Cuáles son los entregables del proyecto? ¿Cuáles son los objetivos fundamentales del proyecto? Las respuestas a estas preguntas tendrán un impacto significativo en la selección de los probables riesgos que son considerados en un proyecto, y, en particular, impactarán las decisiones sobre las estrategias alternativas del proyecto y las soluciones alternativas para los problemas identificados.

Variables necesarias para la identificación de riesgos:

- Plan de gestión de riesgos, las variables que utilizaremos serán:
 - Las tolerancias revisadas de los interesados
- Línea base del alcance, el EDT es una entrada crítica para la identificación de riesgos ya que facilita la comprensión de los riesgos potenciales tanto a nivel micro como macro. Los riesgos pueden identificarse según su categorización.
- Plan de gestión del tiempo, procediendo de manera similar, calcularemos las partidas más incidentes en el cronograma de ejecución del proyecto. El cual nos permitirá determinar :
 - Partidas restrictivas en el proyecto.
 - Recolección de rendimientos y duraciones con respecto a los proyectos utilizados.
- Plan de gestión de costos, calcularemos la incidencia de cada una de las partidas en el presupuesto, lo cual nos permitirá concentrarnos y analizar con más detalle la influencia de cada una de estas partidas en el proyecto

- Plan de gestión de calidad, según los términos de referencia conoceremos, los grados de aceptación de los entregables del proyecto.
- Factores ambientales de la empresa, los cuales los encontraremos en los términos de referencia.
- Activos de los procesos de la organización

Para simplificar la comprensión de lo que se pretende realizar, se presenta el siguiente diagrama.

Como primer paso se procederá a realizar una revisión de la documentación del proyecto, el cual se desglosara en procesos que involucran, alcance, tiempo, costos y calidad, tal como se desarrollo en la primera etapa del presente capitulo. Luego procederemos a analizar cada una de las actividades seleccionadas por su importancia en el proceso de identificación de variables, mediante métodos de diagramación.

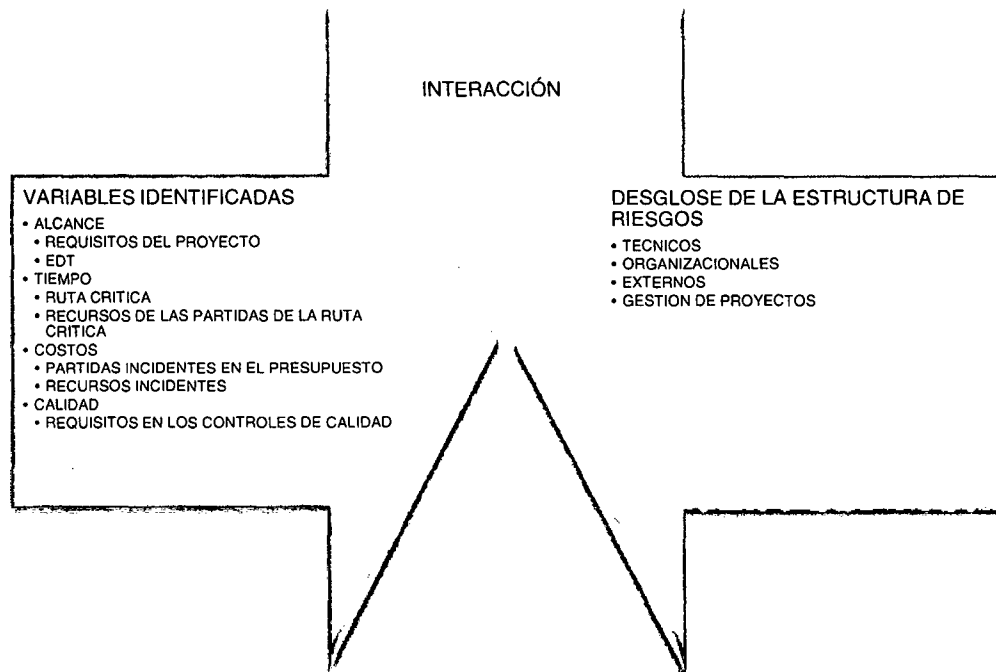


Figura 3-6. Fuente Propia

Lo que se pretende realizar, es la interacción de la identificación de variables, con los problemas específicos en el desarrollo del proyecto. Para realizar la

identificación de variables utilizaremos, el diagrama de causa efecto, el cual nos permitirá identificar diversas causas para problemas específicos, como:

- Variaciones en Alcance
- Variaciones en Tiempo
- Variaciones en Costo
- Deficiencias en la Calidad

Utilizaremos el desglose de la estructura de riesgos por categorías y sub categorías como principales causas en nuestro diagrama de causa efecto, como se observa en la figura 3-7:

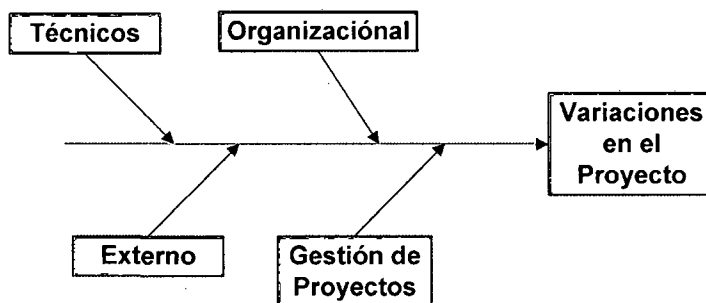


Figura 3-7. Fuente Propia

El siguiente paso a seguir, será agrupar las distintas categorías de riesgos encontradas, y definir los posibles eventos de riesgos, que agrupan.

La agrupación se realizara mediante un cuadro de desglose de riesgos Cuadro 3-10, el cual pretende agrupar la mayor cantidad de posibles eventos de riesgos.

INTERACCIÓN DE RIESGOS	ALCANCE		TIEMPO		COSTOS		CALIDAD	
	Causa raíz	Evento de riesgo	Causa raíz	Evento de riesgo	Causa raíz	Evento de riesgo	Causa raíz	Evento de riesgo
TÉCNICOS								
EXTERNO								
ORGANIZACIONAL								
GESTIÓN DE PROYECTOS								

Cuadro 3-10. Fuente Propia

Como siguiente paso se procederá a vincular los posibles eventos identificados en el Desglose de riesgo (Cuadro 3-10.), para lo cual se procederá de la siguiente forma.

- Identificar el primer evento a analizar.

- Identificar los vínculos que existen con otros eventos de riesgos, primero en la misma categoría, para luego continuar con las demás categorías.
- Identificar la relación entre los eventos de riesgo identificados y definir el evento principal, para luego ordenar los eventos restantes como consecuencia del evento principal.
- Se debe tener en cuenta que es un proceso que tiene como objetivo definir los eventos de riesgos, los eventos identificados en el Cuadro 3-18, se deben considerar referenciales, en ese sentido será usual modificarlos.

A. Resultados a obtener en Identificación de la gestión de riesgos

Metodología, con el presente cuadro, lo que se pretende es documentar, los distintos riesgos que intervendrán en nuestro modelo de de gestión de riesgos. Indicando:

- Código: permitirá identificar los distintos riesgos durante todos los procesos de gestión de riesgos.
- Causa detonante: Evento previo que precipita el evento de riesgo
- Evento de Riesgo: Es el riesgo en sí mismo.
- Efecto sobre el proyecto: Consecuencias para el proyecto en caso de ocurrir el riesgo.
- Elemento EDT afectado: Es el elemento o grupo de elementos del EDT que son afectados en caso de ocurrir el riesgo.
- Aviso/Señal temprana: Señal temprana de que el evento de riesgo va a suceder.
- Causa raíz: Razón fundamental que origina el riesgo.
- Categoría a la que pertenece el riesgo: Categoría del desglose de riesgos a la que se encuentra asociada.
- Respuesta planificada Potencial: Identificación preliminar de alguna respuesta planificada.

Lo cual nos permite obtener el siguiente cuadro.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS								
<i>Código del Riesgo</i>	<i>Causa Detonante</i>	<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/Señal Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Categoría a la que pertenece el riesgo</i>	<i>Respuesta planificada Potencial</i>

Cuadro 3-11. Adaptación de Dharma Consulting

3.4.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

Realizar el análisis cualitativo de riesgos es por lo general un medio rápido de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los riesgos y sienta las bases para realizar el análisis cuantitativo de riesgos.

Las variables necesarias para la elaboración del análisis cualitativo:

- Registro de riesgos
- Plan de gestión de riesgos
- El alcance del proyecto
- Activos de los procesos de la organización

Para realizar el análisis cualitativo primero se procederá a evaluar la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo identificado en el proceso anterior. La evaluación del impacto de los riesgos investiga el efecto potencial sobre un objetivo del proyecto, tal como el cronograma, el costo, la calidad o el desempeño, incluidos tanto los efectos negativos en el caso de las amenazas, como positivos, en el caso de las oportunidades.

Entonces se procederá a analizar para cada evento de riesgo

1. Probabilidad del Riesgo: Qué tan probable es que suceda el evento. Utilizando como guía el PMBOK definiremos la ocurrencia de los eventos como:

0,1	Poco Probable
0,3	Relativamente Probable
0,5	Probable
0,7	Muy Probable
0,9	Casi Certeza

Cuadro 3-12. PMBOK CUARTA EDICION

Para realizar el cálculo de la probabilidad, se procedió a evaluar y analizar los posibles riesgos identificados y las consideraciones que se tuvieron presentes para determinar su probabilidad se visualizan en el Cuadro 3-12, mostrado a continuación.

2. Impacto: La severidad de las consecuencias.

Para realizar el cálculo del impacto se procedió, de manera similar, los resultados se visualizan en el Cuadro 3-12.

Con esta información, el estado del evento de riesgo (valor de criterio ó clasificación) de un evento de riesgo dado, puede ser determinado por la siguiente relación:

$$\text{Estimación del Impacto} = \text{probabilidad de riesgo} \times \text{Impacto}$$

El objetivo de evaluar cualitativamente los riesgos identificados en el proyecto es realizar un ranking de riesgos, en base a la probabilidad de ocurrencia e impacto, el cual nos permitirá conocer la severidad del riesgo, en ese sentido ordenaremos los resultados obtenidos en forma decreciente de severidad.

Amenazas/oportunidades					
0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
Prob/Imp	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Cuadro 3-13. PMBOK CUARTA EDICION

Seguiremos la siguiente secuencia.

- Código: permitirá identificar los distintos riesgos durante todos los procesos de gestión de riesgos.
- Evento de Riesgo: Es el riesgo en sí mismo.
- Causa raíz: Razón fundamental que origina el riesgo.
- Aviso/Señal temprana: Señal temprana de que el evento de riesgo va a suceder.
- Elemento EDT afectado: Es el elemento o grupo de elementos del EDT que son afectados en caso de ocurrir el riesgo.
- Estimación de la probabilidad: Realizada en base a la interacción entre el Cuadro3-12 y el Cuadro 3-13.
- Objetivo afectado: Se identificara como el evento de riesgo impactaría en el alcance, tiempo, costo y calidad del proyecto.
- Estimación de impacto: Realizada en base a la interacción entre el Cuadro3-12 y el Cuadro 3-13.
- Severidad: Será el resultado de la probabilidad y el impacto, para cada uno de los objetivos del proyecto afectados, por el evento de riesgo.

- Tipo de riesgo: Tipificación en base al Cuadro 3-13, según sea Alto, Moderado, o Bajo.

Los resultados de la metodología seguida, nos permitirán, determinar el orden de importancia de los riesgos identificados y agruparlos en el siguiente cuadro:

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - RANKING DE RIESGOS									
Código del Riesgo	Evento de Riesgo	Causa Raíz	Aviso/Señal Temprana	Elemento WBS Afectado	Estimación de Probabilidad	Objetivo Afectado	Estimación de impacto	Severidad = Prob x Impacto	Tipo de Riesgo
						Alcance			
						Tiempo			
						Costo			
						Calidad			
						Total Probabilidad x Impacto			

Cuadro 3-14. Adaptación de Dharma Consulting

El siguiente paso será identificar un patrón común o causas comunes que puedan ser analizadas simultáneamente, para esto se realizara una lista de riesgos agrupados por categorías.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - AGRUPADO POR CATEGORIAS								
Categoría a la que pertenece el riesgo	Código de Riesgo	Severidad = prob x impacto	Causa detonante	Evento de riesgo	Efecto sobre el proyecto	Elemento EDT afectado	aviso/señal temprana	Causa raíz

Cuadro 3-15. Adaptación de Dharma Consulting

El siguiente paso será identificar una lista de riesgos que requieran atención inmediata, en el cual se debe tener las siguientes consideraciones:

- Motivos de Urgencia: Causas, razones o circunstancias, por la cual se califica como urgentes estos riesgos, y las posibles respuestas a tomar.
- Respuesta potencial: Acciones, medidas, o precauciones que se tomarán para enfrentar el riesgo.

- Responsable del riesgo: Persona a la cual se le responsabilizará del monitoreo y control del riesgo, así como la supervisión y ejecución de las respuestas potenciales.

El resultado de estas consideraciones será:

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - LISTAS DE RIESGOS PARA RESPUESTA INMEDIATA							
<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/ Señal Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Motivos de la urgencia</i>	<i>Respuesta potencial</i>	<i>Responsable del riesgo</i>

Cuadro 3-16. Adaptación de Dharma Consulting

El siguiente paso será identificar los eventos de riesgos sobre los cuales no se tiene información y requieren un mayor análisis, el cual tendrá las siguientes consideraciones:

- Motivos de la necesidad de análisis y respuesta adicional, causas, razones o circunstancias por las cuales se considera que estos requieren un mayor análisis y/o mayor elaboración de respuestas.
- Acción a tomar, medidas o precauciones que se tomaran para realizar un análisis adicional y/o una mayor elaboración de respuestas.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - LISTAS DE RIESGOS PARA ANALISIS Y RESPUESTAS ADICIONALES									
<i>Código del Riesgo</i>	<i>Severidad = Prob x impacto</i>	<i>Causa Detonante</i>	<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/Señal Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Motivos de la necesidad de análisis y respuesta adicional</i>	<i>Acción a tomar</i>

Cuadro 3-17. Adaptación de Dharma Consulting

El siguiente paso será identificar los riesgos de baja prioridad, que no requieren una respuesta planificada, pero que requieren una vigilancia posterior, se tendrá las siguientes consideraciones:

- Plan de contingencias, que serán las acciones en caso el riesgo ocurra.
- Plan alternativo, son las acciones en caso el plan de contingencia no funcione.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - LISTAS DE VIGILANCIA PARA RIESGOS DE BAJA PRIORITY								
<i>Severidad = Prob x impacto</i>	<i>Causa Detonante</i>	<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/Señ al Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Plan de Contingencia</i>	<i>Plan Alternativo</i>

Cuadro 3-18. Adaptación de Dharma Consulting

3.4.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos

La mayoría de los problemas en ingeniería se refieren a la interacción de variables, del resultado o de la respuesta a esa interacción y, finalmente de la verificación que los resultados no violan los requerimientos de diseño.

En realidad, la mayoría si no todas las variables no se conocen exactamente. Es decir las variables son inciertas o no deterministas.

Realizar el análisis cuantitativo consistirá en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Este proceso se aplica a los riesgos priorizados que pueden tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso de análisis cuantitativo de riesgos analiza el efecto de esos eventos de riesgo. Puede utilizarse para asignar a esos riesgos una calificación numérica individual o para evaluar el efecto acumulativo de todos los riesgos que afectan el proyecto. También presenta un enfoque cuantitativo para tomar decisiones en caso de incertidumbre.

La teoría de confiabilidad procura cuantificar la incertidumbre, usando la teoría de la probabilidad, e introduciendo conceptos por medio de los cuales los diseños pueden ser logrados con una probabilidad tolerable de falla, o riesgo que el diseño no tenga la performance esperada. Esto es una clara diferencia con los conceptos tradicionales de, por ejemplo, diseñar para evitar la falla. El uso de métodos probabilísticos reconoce, por defecto, que las fallas no pueden ser evitadas, pero que el ingeniero puede reducir al mínimo el número previsto de fallas tal que pueda logra un diseño dentro de un nivel tolerado por demandas económicas y otras necesidades de la sociedad.

Se puede hacer dos tipos de análisis de riesgo cuantitativos. Ambos tienen el mismo objetivo: generar una distribución de probabilidad que describa los posibles resultados de una situación incierta y ambos generen resultados válidos, el primer método es de simulación, el cual se basa en la capacidad de la computadora de realizar un gran número de cálculos rápidamente, resolviendo la hoja de cálculo repetidas veces utilizando un gran número de combinaciones de los posibles valores de las variables de entrada.

El segundo método de análisis de riesgo es el analítico, el cual requiere que las distribuciones de todas las variables inciertas de un modelo se describan

matemáticamente. A continuación las ecuaciones de estas distribuciones se combinan matemáticamente para generar otra ecuación, que describe la distribución de los posibles resultados.

Los resultados de los análisis se presentan en forma de distribuciones de probabilidad. Dependiendo de la interpretación de las distribuciones de probabilidad, basaremos nuestras decisiones. Con este tipo de análisis se observara que resultados tienen más probabilidad de producirse que otros.

Para realizar el análisis cuantitativo primero se procederá a realizar un análisis de los riesgos identificados en el proceso anterior y su efecto global en tiempo y costos. Por lo cual se procedió a realizar un análisis a la ruta crítica y a las partidas incidentes en el presupuesto de obra. Considerando los tres proyectos se efectuó un análisis y se determinó cuáles son las variaciones de las mismas las cuales definirían una mayor duración en el tiempo del proyecto y de la misma manera en el caso del presupuesto.

	Partida incidente 1	Partida incidente 2	Partida incidente 3	Partida incidente 4	TOTAL
Costo de las partidas	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
% Variación	%	%	%	%	
Variación del Costo	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
Riesgo a analizar					

Cuadro 3-19. Fuente Propia

Del resultado del análisis se obtiene una distribución de probabilidades. Para luego utilizar el método de monte carlo, el cual es uno de los distintos métodos que existe para analizar la propagación de la incertidumbre, donde el objetivo se encuentra en determinar una variación aleatoria. El método de monte carlo está categorizado como un método de muestreo, porque las entradas son generadas aleatoriamente desde una distribución de probabilidades para simular los procesos de muestreo desde una muestra actual. Entonces lo que se pretende es escoger una distribución de entradas lo más cercano al juego de datos que

contamos o la que mejor la represente. Los datos generados desde la simulación pueden ser representadas como un distribución de probabilidades.

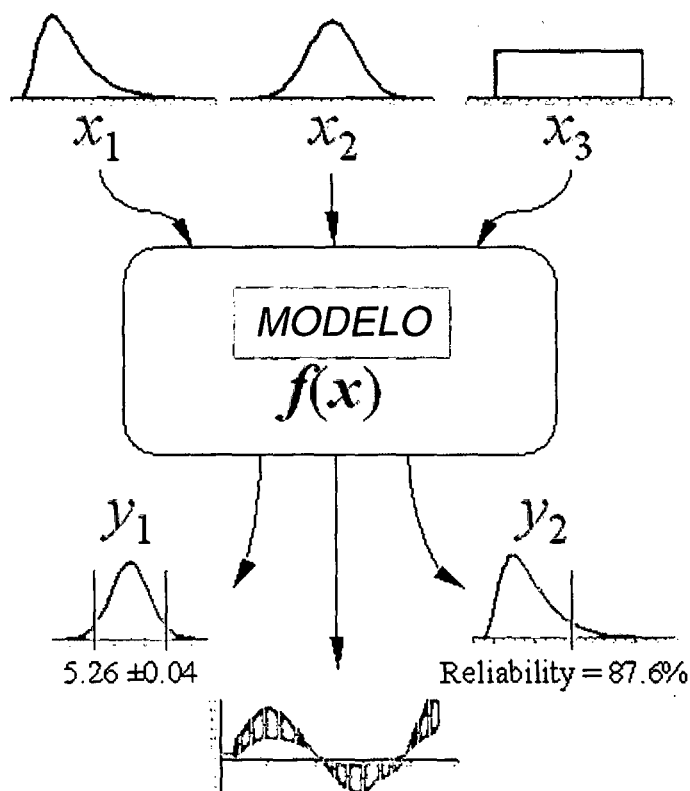


Figura 3-8. WIKIPEDIA

La construcción del modelo será representado en el caso del tiempo al cronograma del proyecto teniendo como variables a las actividades que conforman la ruta crítica, las cuales variaran según un porcentaje calculado como un promedio de los tres proyectos analizados, para el caso del análisis del costo final se procederá a utilizar el presupuesto del proyecto, con utilizando como variables las partidas más incidentes. Para luego considerar el plazo aprobado del proyecto como el tiempo más probable, asumiendo una distribución del tiempo total del proyecto fijando imaginariamente una media probabilística y una desviación estándar. De la misma forma se procederá para el costo del proyecto.

Lo cual nos permitirá obtener un valor más probable y un porcentaje de confiabilidad.

3.4.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos

Desarrolla opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir los riesgos de los objetivos del proyecto.

Se seguirá la siguiente secuencia:

- Analizaremos individualmente cada riesgo alto y moderado, que figura en nuestro ranking de riesgos, y definiremos una o más respuestas planificadas para cada riesgo. Los riesgos bajos no necesitarán respuestas pues ya han sido colocadas en la lista de vigilancia para riesgos de baja prioridad.
- Código: permitirá identificar los distintos riesgos durante todos los procesos de gestión de riesgos.
- Evento de Riesgo: Es el riesgo en sí mismo.
- Elemento del EDT afectado: Es el elemento o grupo de elementos del EDT que son afectados por la ocurrencia del evento de riesgo.
- Propietario del riesgo: Persona que se hace responsable por el monitoreo continuo del riesgo, de los síntomas o avisos tempranos, de las respuestas planificadas, de los planes de contingencia y planes alternativos de ser el caso, (opcional).
- Responsabilidades del propietario: Especificación de las responsabilidades concretas que se le asignan al propietario del riesgo, (opcional).
- Severidad: Igual al producto de la probabilidad por el impacto (opcional)
- Respuesta planificada: Respuesta que se incluye en el diseño del proyecto para enfrentar el riesgo.
- Estrategia de respuesta: Cada respuesta planificada corresponde a una estrategia tal como evitar, mitigar, transferir, o aceptar.
- Acciones de respuesta: Cada respuesta planificada se compone de una o más acciones para implantar la respuesta.
- Presupuesto para la respuesta.
- Plan de contingencia: Son las acciones a tomar que hay que tomar si a pesar de las respuestas planificadas.
- Plan alternativo: Son las acciones a tomar si el plan de contingencia no funciona o no es efectivo.

- Riesgos residuales: Son aquellos que quedan después de aplicar las respuestas planificadas y son los mismos conceptos de riesgo aunque con probabilidad o impacto menor.
- Riesgos secundarios: Son aquellos que surgen a raíz de aplicar las respuestas planificadas, y son conceptos de riesgo totalmente distintos con sus propias probabilidades e impactos.

Los resultados de la metodología seguida, nos permitirán, planificar la respuesta a los riesgos y agruparlos en el siguiente cuadro:

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS – PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS							
<i>Evento de riesgo</i>	<i>Respuesta planificada</i>	<i>Estrategia de respuesta</i>	<i>Acciones de respuestas</i>	<i>Plan de contingencia</i>	<i>Plan alternativo</i>	<i>Riesgos residuales</i>	<i>Riesgos secundarios</i>

Cuadro 3-20. Adaptación de Dharma Consulting

3.4.6 Monitorear y Controlar los Riesgos

Implementa los planes de respuesta a riesgos, rastrea riesgos identificados, monitorea riesgos residuales y evalúa la efectividad de los procesos de riesgos a través del proyecto.

La secuencia de trabajo sería realizar una reunión de monitoreo y control de riesgos, con la siguiente agenda:

- Identificación de nuevos registros.
- Revisión de riesgos actuales.
- Revaluación de riesgos actuales.
- Auditoria de riesgos.

CAPITULO 4

CAPITULO 4: APLICACION DEL MODELO DE GESTION DE RIESGOS A LA REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE UNA CARRETERA EN LA SELVA PERUANA

El análisis de decisión proporciona un soporte cuantitativo a los tomadores de decisiones en todas las áreas tales como ingenieros, analistas en las oficinas de planificación, consultores en proyectos de gerencia, planificadores de procesos de producción, analistas financieros y de economía, expertos en diagnósticos de soportes medico y tecnológicos e infinidad de otras áreas.

El modelado para la toma de decisiones envuelve a dos partes diferentes, una es el tomador de decisiones y la otra es el constructor del modelo, conocido como el analista. El analista debe asistir al tomador de decisiones en el proceso de decidir. Por lo tanto, el analista debe estar equipado con más que un conjunto de métodos analíticos.

Los sistemas están formados por partes que son puestas en funcionamiento juntas de una forma particular para obtener un objetivo. La relación entre las partes determina lo que el sistema hace y como funciona en general. Por lo tanto, las relaciones en el sistema son normalmente más importantes que cada parte individualmente. En general, los sistemas que son construidos como bloques de otros sistemas se llaman subsistemas.

Un sistema que no cambia es un sistema estático (es decir, determinístico) Muchos de los sistemas a los cuales pertenecemos son sistemas dinámicos, los cuales cambian a través del tiempo. Cuando nos referimos a que cambian a través del tiempo es de acuerdo al comportamiento del sistema. Cuando el desarrollo del sistema sigue un patrón típico decimos que el mismo tiene un patrón de comportamiento. El sistema será estático o dinámico dependiendo del horizonte temporal que se escoja y de las variables en las cuales se está concentrado. El horizonte temporal es el periodo de tiempo dentro del cual se estudia el sistema. Las variables son valores cambiables dentro del sistema.

En los modelos determinísticos, una buena decisión es juzgada de acuerdo a los resultados. Sin embargo, en los modelos probabilísticos, no solamente se está interesado por los resultados, sino que también con la cantidad de riesgo que cada decisión acarrea.

El concepto de probabilidad ocupa un lugar importante en el proceso de toma de decisiones, ya sea que el problema es enfrentado en una compañía, en el gobierno, en las ciencias sociales, o simplemente en nuestra vida diaria. En muy pocas situaciones de toma de decisiones existe información perfectamente disponible. La mayoría de las decisiones son hechas de cara a la incertidumbre. La probabilidad entra en el proceso representando como el sustituto de la certeza. Un sustituto para el conocimiento completo.

Los modelos probabilísticos están ampliamente basados en aplicaciones estadísticas para la evaluación de eventos incontrolables (o factores), así como también la evaluación del riesgo de sus decisiones. La idea original de la estadística fue la recolección de información. La palabra estadística no se deriva de ninguna raíz griega o latina, sino de la palabra italiana "state". La probabilidad tiene una historia mucho más larga. La Probabilidad se deriva del verbo probar lo que significa "averiguar" lo que no es tan fácil de obtener o entender. La palabra "prueba" tiene el mismo origen el cual proporciona los detalles necesarios para entender lo que se requiere que sea cierto.

Los modelos probabilísticos son vistos de manera similar que a un juego, las acciones están basadas en los resultados esperados. El centro de interés se mueve desde un modelo determinístico a uno probabilístico usando técnicas estadísticas subjetivas para estimación, prueba y predicción. En los modelos probabilísticos, el riesgo significa incertidumbre para la cual la distribución de probabilidad es conocida. Por lo tanto, la evaluación de riesgo significa un estudio para determinar los resultados de las decisiones junto a sus probabilidades.

Los tomadores de decisiones generalmente se enfrentan a severa escasez de información. La evaluación de riesgo cuantifica la brecha de información entre lo que es conocido y lo que se necesita saber para tomar una decisión óptima. Los modelos probabilístico son utilizados para protegerse de la incertidumbre adversa, y de la explotación de la propia incertidumbre.

La Dificultad en la Evaluación de la Probabilidad se obtiene de la información, la cual es escasa, vaga, inconsistente, o incompleta.

Es una tarea desafiante comparar varios cursos de acción y finalmente seleccionar la acción que se va a realizar. En determinados casos, esta tarea

puede resultar excesivamente desafiante. Las dificultades de la toma de decisiones están representadas por la complejidad de las alternativas de decisión. La capacidad que tiene un decisor de procesar información limitada es un factor de exigencia ya cuando se consideran las implicancias de un solo curso de acción, pero en muchas decisiones se deben visualizar y comparar las implicancias de varios cursos de acción. Además, hay factores desconocidos que se inmiscuyen en la situación problemática, rara vez se conoce con certeza el resultado. La mayoría de las veces, el resultado depende de las reacciones de otras personas que quizás ni siquiera saben qué van a hacer. No es de sorprender entonces que a veces los decisores pospongan la elección lo más posible y que luego decidan sin intentar considerar todas las implicancias de su decisión.

Abordar las decisiones como si fueran apuestas es la base de la teoría de la decisión. Significa que tenemos que compensar el valor de un cierto resultado contra su probabilidad.

Para operar según los cánones de la teoría de la decisión debemos hacer cálculos del valor de un cierto resultado y sus probabilidades, y a partir de allí, las consecuencias de nuestras elecciones.

El origen de la teoría de decisión se deriva de la economía, en el área de la función de la utilidad del pago. Propone que las decisiones deben tomarse calculando la utilidad y la probabilidad de rangos de opciones, y establece estrategias para una buena toma de decisiones.

Este modelo muestra el proceso de análisis de alternativas para la toma de decisiones, usando diferentes criterios de decisión, diferentes tipos de información e información de calidad variable. Describe los elementos usados en el análisis de las alternativas de decisión y elección, así como también las metas y objetivos que guían la toma de decisiones. Se presenta los principales aspectos relacionados a las preferencias de las alternativas en la toma de decisiones, criterios y modos de elección; asimismo, se presenta las herramientas de evaluación de riesgo.

Los objetivos son importantes, tanto para identificar los problemas como para evaluar las soluciones alternativas. En la evaluación de alternativas, los objetivos

del decisor deben expresarse como criterios que reflejen los atributos de las alternativas relevantes para la elección.

El estudio sistemático de la toma de decisiones proporciona el marco para escoger cursos de acción en situaciones complejas, inciertas o dominadas por conflictos. La elección entre acciones posibles y la predicción de resultados esperados resultan del análisis lógico que se haga de la situación de decisión.

A continuación mostramos el desarrollo del modelo para los proyectos estudiados.

4.1 Límites del Problema

4.1.1 Definiendo los límites del problema.

El presente modelo está enmarcado en un proyecto de rehabilitación de una carretera, específicamente en la etapa de revisión del proyecto, según el ciclo de vida del proyecto, tal como se observa en la Figura 3-1, que esta etapa constituye un hito importante, debido a que en base a este modelo, se identificaran diversos riesgos en distintos ámbitos en la cual está enmarcado el proyecto, antes de inicio de la obras.

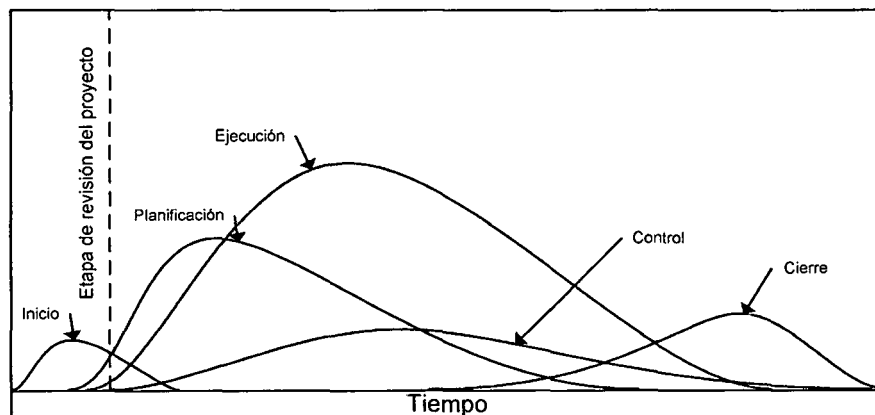


Figura 4-1. PMBOK CUARTA EDICION

Para la realización del modelo, siguiendo la metodología del PMI, hace necesario basarnos en información estadística, para poder cuantificar las diversas variables identificadas y su influencia en los proyectos de rehabilitación de carreteras, entonces teniendo en consideración, que la zona en la cual se desarrolla el proyecto es selva se decidió utilizar los siguientes proyectos (El anexo A contiene un plano de ubicación de los tres proyectos utilizados):

- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera desvío Tocache – Puente Porongo, Tramo 1: desvío Tocache – Puente Pucayacu.
- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Huánuco – Tingo María – Pucallpa, Sector: Aguaytía - Pucallpa, Tramo 2: San Alejandro – Neshuya
- Supervisión de la Obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Tarapoto-Juanjui, Tramo: Caspizapa - Juanjuí

En la etapa de revisión del proyecto contamos con la siguiente información:

- Presupuesto
- Cronograma
- Calendario de recursos
- Expediente técnico del proyecto (Especificaciones técnicas, planos)
- Contratos

Los cuales procederemos a desglosarlos en elementos de entrada, así como utilizar, registros estadísticos basados en los proyectos mencionados anteriormente.

4.2 Identificación de las Variables del Proyecto

4.2.1 Gestión del alcance del proyecto

Definido cada uno de los documentos a utilizar para la identificación de las actividades a realizar y tomando como base los tres proyectos mencionados anteriormente se extrajeron los siguientes requisitos que se visualizan en el Cuadro 4-1.

Estudio	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Estudio de tráfico	Obras preliminares	Revisión del Expediente técnico	Informe de situación de la obra
Topografía y diseño vial	Movimiento de tierras	Entrega del terreno	Resultado estadístico del control de calidad
Señalización	Sub bases y bases	Instalaciones	Metrados post-construcción
Seguridad vial	Pavimentos asfálticos	Diseños de ejecución y métodos de construcción	Memoria descriptiva valorizada
Estudios para la rehabilitación del pavimento	Obras de arte y drenaje	Replanteo general de obra	Recepción de obra
Hidrología e hidráulica	Transporte	Control de los trabajos ejecutados	Levantamiento de observaciones

Estudio	Ejecución	Seguimiento y control	Cierre
Geología y geotecnia	Señalización y seguridad vial	Control ambiental	Informe final
Estructuras y obras de arte	Protección ambiental	Ensayos de laboratorio	Liquidación del contrato
Evaluación económica		Metrados	
Estudio de impacto ambiental		Programación y avance de obra	
Análisis de precios unitarios		Presupuesto contractual	
Formula polinómica		Coordinación Ejecutante – Supervisor	
Especificaciones técnicas		Coordinación Entidad - Supervisor	
Cronogramas:			
Ejecución de obra			
Utilización de equipos			
utilización de materiales			
Calendario de desembolso			
Relación de equipo mínimo			

Cuadro 4-1. Fuente Propia

Los resultados obtenidos de la identificación de requerimientos del proyecto, nos permitirán definir, los trabajos a realizar, las restricciones del proyecto, así como los supuestos. Como requerimientos organizacionales el MTC, a través de sus contratos especifica los siguientes requerimientos (Cuadro 4-2), para las obras que se ejecutan en proyectos de este tipo.

Requisitos organizacionales - MTC
Especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras (EG – 2000).
Manual de ensayo de materiales (EM – 2000)
Manual ambiental para el diseño y construcción de vías del MTC
Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.
Todas las normas aprobadas por el MTC que se encuentren vigentes a las fecha.

Cuadro 4-2. Fuente Propia

Basándonos en los tres proyectos mencionados con anterioridad, elaboramos un EDT, Figura 4-2 para un proyecto de rehabilitación de carreteras el cual se muestra a continuación.

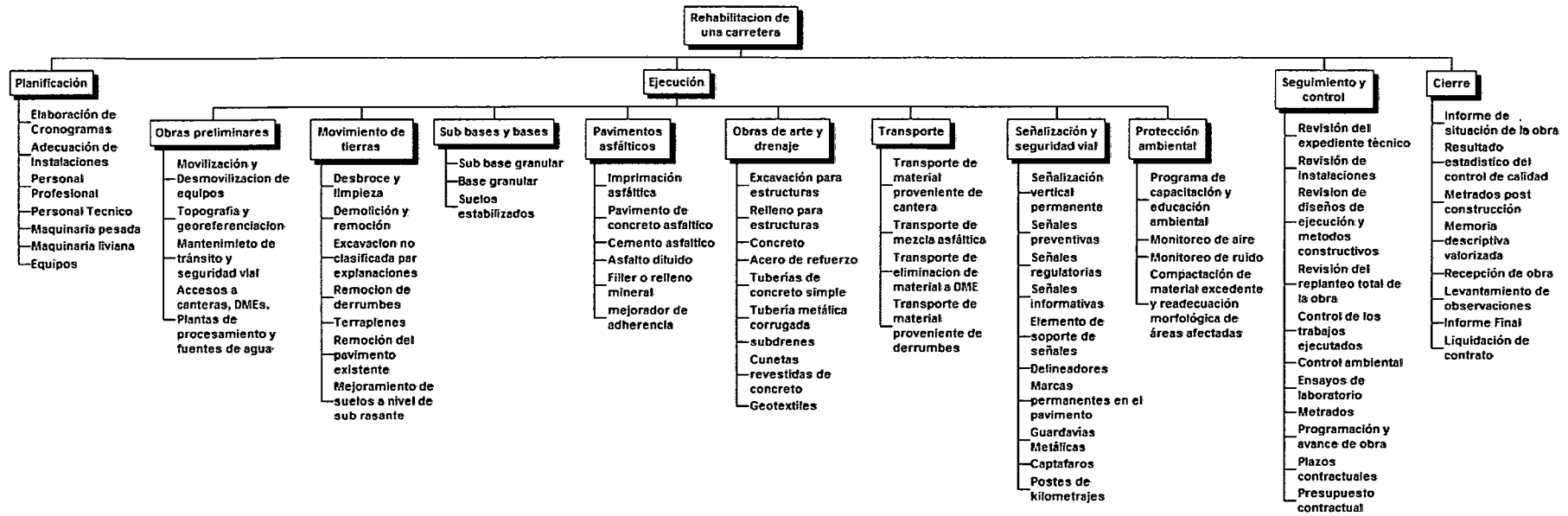


Figura 4-2. Fuente Propia

4.2.2 Gestión del tiempo del proyecto

Se procedió a revisar el cronograma de los tres proyectos mencionados anteriormente, que actualmente se encuentran en ejecución. Se considero partidas incidentes, aquellas que conformaban la ruta crítica (Anexo B) con lo cual se identifico, a las siguientes actividades:

Id	Actividad	Secuencia Lógica
1	Inicio de obra	
2	Movilización y desmovilización de equipo	2
3	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	2
4	Desbroce y limpieza en bosque	2FC – D
5	Excavación no clasificada para explanaciones	4FC – D
6	Terraplenes	5FC – D
7	Sub base granular	5FC – D
8	Base granular	7FC – D
9	Imprimación asfáltica	8FC – D
10	Pavimento de concreto asfáltico	9FC-D
11	Cunetas revestidas	9FC-D
12	Marcas permanentes en el pavimento	10FC-D
13	Fin de obra	

Cuadro 4-3. Fuente Propia

La nomenclatura utilizada en la secuencia lógica, define el tipo de relación que existe entre las actividades, debemos tener presente, que cada proyecto es único y es en ese sentido que esta secuencia lógica es solo referencial.

4.2.3 Gestión del costo del proyecto

Se procedió a revisar el presupuesto de los tres proyectos mencionados anteriormente, que actualmente se encuentran en ejecución. Se considero partidas incidentes, aquellas que superaban o igualaban, el costo directo de la obra en 3,00% con lo cual se identifico a las siguientes partidas:

Id	Actividad	Proyecto 1 % de incidencia	Proyecto 2 % de incidencia	Proyecto 3 % de incidencia
1	Movilización y desmovilización de equipos	3,19%	2,02%	1,75%
2	Excavación en material común	0,44%	0,53%	4,18%
3	Terraplenes	-	1,95%	7,14%
4	Cal viva	-	15,81%	-
5	Sub base granular nivelante	6,43%		

Id	Actividad	Proyecto 1 % de incidencia	Proyecto 2 % de incidencia	Proyecto 3 % de incidencia
6	Sub base granular	3,10%	5,81%	3,56%
7	Base granular	9,08%	10,48%	10,55%
8	Pavimento de concreto asfaltico	9,17%	22,63%	8,47%
9	Cemento pen	13,05%	14,88%	10,37%
10	Asfalto diluido			3,10
11	Transporte de material proveniente de cantera	10,1%	-	10,3%
12	Cunetas revestidas de concreto	2,52%	3,62%	5,38%
	Total	54,02 %	73,23 %	63,05%

Cuadro 4-4. Fuente Propia

Considerando solo las partidas que igualaban o superaban el 3,00%, se llega a un acumulado de:

- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera desvío Tocache – Puente Porongo, Tramo 1: desvío Tocache – Puente Pucayacu. = 51,15%
- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Huánuco – Tingo María – Pucallpa, Sector: Aguaytía - Pucallpa, Tramo 2: San Alejandro – Neshuya = 73,23%
- Supervisión de la Obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Tarapoto-Juanjui, Tramo: Caspizapa – Juanjui = 63,05%

Entonces las partidas mencionadas anteriormente, son las que deberíamos tener especial cuidado, debido a que sus variaciones, en cantidad, etc. tendrían gran incidencia en el costo final de la obra. (En el anexo C se puede observar los resultados del análisis realizado, para la obtención de estas actividades incidentes en los proyectos de rehabilitación de carreteras).

Las posibles fluctuaciones que ocurrirán en el desarrollo del proyecto están contemplados en la formula polinomial del presupuesto base.

El presupuesto nos permitirá medir el desempeño del costo final del proyecto.

Parte importante en la gestión de los costos del proyecto es el control de los costos, lo cual implica registrar cualquier incremento en la línea base y un adecuado control del desempeño de costos.

4.2.4 Gestión de la calidad del proyecto

El proceso de desglosar en base a los entregables los requisitos y controles que se deben cumplir para su aceptación, se visualizan en el Cuadro 4-5, en el cual se tomo la estructura del pavimento, sub base, base y carpeta asfáltica, como partidas representativas, debido a su importancia en el proceso constructivo de una carretera. (En el anexo D, se visualizan las diversas normativas para controles de calidad de los entregables en una vía).

Ejecución	Control de Calidad							
Sub base granular	Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas extra dimensionadas, siempre que ello sea necesario. Este control se realizará en el espesor de capa realmente construido de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.							
	Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.							
	La granulometría deberá cumplir con los siguientes requisitos :							
	Tamiz		Porcentaje que Pasa en Peso					
			Gradación A (1)	Gradación B	Gradación C	Gradación D		
	50 mm (2")	100	100	---	---			
	25 mm (1")	---	75 – 95	100	100			
	9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100			
	4.75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85			
	2.0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70			
4.25 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45				
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15				
Requerimientos de ensayos especiales :								
(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5mm)								
(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)								
Ensayo		Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento			
					< 3000 msnm	≥ 3000 msnm		
Abrasión		MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.		
CBR (1)		MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.		
Límite Líquido		MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.		
Índice de Plasticidad		MTC E 111	D 4318	T 89	6% máx.	4% máx.		
Equivalente de Arena		MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.		
Sales Solubles		MTC E 219			1% máx.	1% máx.		
Partículas Chatas y Alargadas (2)		MTC E 211	D 4791		20% máx.	20% máx.		

Ejecución	Control de Calidad						
Base granular	Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso					
		Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D		
	50 mm (2")	100	100	---	---		
	25 mm (1")	---	75 – 95	100	100		
	9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100		
	4.75 mm (N° 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85		
	2.0 mm (N° 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70		
	4.25 µm (N° 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45		
	75 µm (N° 200)	2 – 8	5 – 15	42125	8 – 15		
	El material de Base Granular deberá cumplir además con las siguientes características físico-mecánicas y químicas que a continuación se indican: (1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1" (2.5 mm).						
Valor Relativo de Soporte, CBR (1)			Tráfico Ligero y Medio		Mín. 80%		
			Tráfico Pesado		Mín. 100%		
Requerimientos Agregado Grueso							
Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos (Altitud)			
				3000 msnm <	3000 msnm >		
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min.	80% min.		
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min.	50% min.		
Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos (Altitud)			
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% máx.	40% máx.		
Partículas Chatas y Alargadas (1)	MTC E 221	D 4791		15% máx.	15% máx.		
Sales Solubles Totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.		
Pérdida con Sulfato de Sodio	MTC E 209	C 88	T 104	--	12% máx.		

Ejecución	Control de Calidad					
Base granular	Pérdida con Sulfato de Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	--	18% máx.
	Requerimientos Agregado Fino					
			Requerimientos			
	Ensayo	Norma	< 3 000 m.s.n.m.	> 3 000 m.s.n.m.		
	Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% máx.		
	Equivalente de arena	MTC E 114	35% mín.	45% mín.		
	Sales solubles totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.		
	Índice de durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.		
	Propiedades y Características	Método de Ensayo	Norma ASTM	Norma AASHTO	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
	Pérdida en Sulfato de Sodio / Magnesio	MTC E 209	C 88	T 104	2000 m ³	Cantera
Densidad – Humedad	MTC E 115	D 1557	T 180	750 m ³	Pista	
Compactación	MTC E 117 MTC E 124	D 1556 D 2922	T 191 T 238	250 m ²	Pista	
Pavimento de concreto asfáltico	Los agregados gruesos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:					
	Ensayos				Primera capa (capa base)	Segunda capa (capa de superficie)
	Abrasión (AASHTO T-96 ó ASTM C-131)				Máx. 50%	Máx. 40%
	Partículas chatas y alargadas (ASTM D-4791)				Máx. 10%	Máx. 10%
	Durabilidad (AASHTO T-104 ó ASTM C-88) sulfato de sodio				Máx. 15%	Máx. 12%
	Porcentaje de dos caras fracturadas en el material retenido en la malla N° 4 (ASTM D-5821)				Min. 75 %	Min 75%
	Porcentaje de una cara fracturada				Min. 90%	Min 90%
	Materia orgánica (arena y piedra) (ASTM – C40)				Aceptable (Nivel 1)	Aceptable (Nivel 1)
	Sales Solubles (ASTM D-1889)				Máx. 0.5%	Máx. 0.5%
	Índice de Durabilidad (AASHTO – T-210)				Mín. 35%	Mín. 35%
Los agregados finos, deben cumplir además con los siguientes requerimientos:						
Ensayos				Primera capa	Segunda capa	

Ejecución	Control de Calidad								
Pavimento de concreto asfáltico			(capa base)	(capa de superficie)					
	Durabilidad (AASHTO –T104 ó ASTM C-88) Sulfato de Sodio		Máx. 12%	Máx. 10%					
	Equivalente de arena (AASHTO – 176)		Mín. 40%	Mín. 50%					
	Índice plástico del material que pasa malla N° 200 (ASTM D4318)		Máx. 4%	Máx. 4%					
	Sales Solubles totales		Máx. 0.5%	Máx. 0.5%					
	Determinación de impurezas orgánicas ASTM C-40		Aceptable (Nivel 1)	Aceptable (Nivel 1)					
	Índice de Durabilidad (AASHTO T-210)		Mín. 35%	Mín. 35%					
	Adhesividad (Riedel Weber)		Mín. Grado "4"	Mín. Grado "4"					
	Relleno Mineral ("Filler"), cumplirá con los siguientes requerimientos mínimos de granulometría: Malla % que pasa (en peso Seco)								

	N° 30	100							
	N° 50	95-100							
	N° 200	80-100							
	La selección del cemento asfáltico será del grado de penetración que corresponda, de acuerdo a lo que se indica en el siguiente cuadro que se utiliza como referencia, En zona con altitud mayor a 3,500 m.s.n.m. es recomendable usar asfaltos de 120 –150.								
	Ejes equivalentes 80 KN	Temperatura Media Anual							
	24° C ó más	15-24° C	15° C ó menos						
5 x 10 ⁶ ó más	40 – 50 ó 60 –70	60 – 70	85 – 100 ó 120 - 150						
0.5 x 10 ⁶ a 5 x 10 ⁶	40 – 50 ó 60 –70	60 – 70 u 85 – 100	85 – 100 ó 120 - 150						
Menos de 0.5 x 10 ⁶	40 – 50 ó 60 –70	60 – 70 u 85 – 100	85 – 100 ó 120 – 150						
Cemento asfáltico clasificado por penetración									
CARACTERÍSTICAS	PEN 40 – 50		PEN 60-70		PEN 85-100		PEN 120-150		
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	
Penetración a 25° C, 100 gr. 5 seg. 0.1 mm (AASHTO-T49) (ASTM-D5)		40	50	60	70	85	100	120	150

Ejecución	Control de Calidad								
Pavimento de concreto asfáltico	Punto de Inflamación, COC. ° C (AASHTO-T48) (ASTM-D92)	232	-	232	-	232	-	218	-
	Ductibilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm (AASHTO-T51) (ASTM-D113)	100	-	100	-	100	-	100	-
	Solubilidad en Tricloroetileno, % masa (AASHTO-T44) (ASTM-D2042)	99	-	99	-	99	-	99	-
	Susceptibilidad Térmica (AASHTO-T240) (ASTM-D2872) Ensayo de Película delgada en Horno, 3.2 mm 163° C, 5 hrs.	-	0.8	-	0.8	-	1.0	-	1.5
	Pérdida de masa %	55	-	52	-	47	-	42	-
	Penetración del residuo, % de la penetración original		-	50	-	75	-	100	-
	Ductibilidad del residuo 25°C, 5 cm/min, cm.								
	Índice de Susceptibilidad Térmica	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0	-1.0	+1.0
	Ensayo de la Mancha con solvente Heptano – Xileno (opcional)	Negativo		Negativo		Negativo		Negativo	
	Porcentaje en peso que pasa (ASTM D3515)								
TAMIZ		Capa asfáltica			Tolerancia				
Tamaño Nominal		¾"			½"				
Máximo					(%)				
1 ½"		-			+/- 5				
1"		100			+ / - 5				
¾"		90-100			+/- 5				
½"		-			90-100				
3/8"		56 –60			+ / - 5				
Nº 4		35 –65			44-74				
Nº 8		23 – 49			28-58				
Nº 30		-			-				
Nº 50		5 –19			may-21				
Nº 100		-			-				
Nº 200		2 –8			02-oct				
I.P. Material que pasa la malla Nº 200 Máx 4%. No aplicable en el caso de la cal hidratada. Variación del contenido de cemento asfáltico en la mezcla de diseño +/- 0.3%.									

Ejecución	Control de Calidad																																										
<p>Pavimento de concreto asfáltico</p>	<p>Las características físico-mecánicas de la mezcla asfáltica en caliente para tráfico pesado, empleando el método ASTM D-1559 "Resistencia al flujo plástico de mezclas bituminosas" y usando el método MARSHALL, serán las señaladas a continuación.</p> <table border="1" data-bbox="629 507 1543 799"> <thead> <tr> <th>Parámetros de diseño marshall</th> <th>Capa de superficie</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de Golpes en cada lado</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>Estabilidad (kg)</td> <td>750 min</td> </tr> <tr> <td>Flujo (mm)</td> <td>2 - 4</td> </tr> <tr> <td>Porcentaje Vacíos de aire</td> <td>3 - 5</td> </tr> <tr> <td>Vacíos en el agregado mineral</td> <td>Ver Tabla</td> </tr> <tr> <th>Parámetros de diseño marshall</th> <th>Capa de superficie</th> </tr> <tr> <td>% de Volumen llenos de asfalto (VFA)</td> <td>65 - 75%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Compactibilidad</td> <td>Mín. 5 (***)</td> </tr> <tr> <td>Índice de Rigidez</td> <td>2000 - 4000</td> </tr> <tr> <td>Estabilidad retenida, 24 horas a 60° C en agua</td> <td>Mín. 75%</td> </tr> </tbody> </table> <p>El índice de compactibilidad se define como:</p> <p>1/ (GEB50 - GEB5) siendo GEB50 y GEB5 las gravedades específicas bulk de las briquetas a 50 y 5 golpes.</p> <table border="1" data-bbox="629 890 1543 1155"> <thead> <tr> <th colspan="2">Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>VMA MARSHALL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2.36 mm (N° 8)</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>4.75 mm (N° 4)</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>9.5 mm (3/8")</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>12.5 mm (1/2")</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>19.0 mm (3/4")</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>25.0 mm (1")</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>37.5 mm (1 1/2")</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>50.0 mm(2")</td> <td>11.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota: Los valores de la tabla serán seleccionados de acuerdo al tamaño máximo de la mezcla.</p> <p>Al ser ensayados los agregados gruesos por el método de ensayo ASTM D-1664 Revestimiento y Desprendimiento en mezclas de agregados-asfalto con el contenido de asfalto diseñado, es recomendable tener en cuenta un porcentaje retenido mayor a 95%; sin embargo, éste no es un valor determinante. Asimismo, el agregado fino, al ser ensayado por el método de Riedel-Weber de la Norma Peruana (E220-1999) deberá tener un índice de adhesividad en su desprendimiento final mayor de 4. De no cumplirse con estos requisitos, se recomienda mejorar la afinidad agregado-asfalto, mediante el uso de un mejorador de adherencia, debiéndose verificar el cumplimiento del requisito de estabilidad retenida. La tolerancia admitida en la mezcla para el contenido de cemento asfáltico será 0.3%.</p>	Parámetros de diseño marshall	Capa de superficie	Número de Golpes en cada lado	75	Estabilidad (kg)	750 min	Flujo (mm)	2 - 4	Porcentaje Vacíos de aire	3 - 5	Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla	Parámetros de diseño marshall	Capa de superficie	% de Volumen llenos de asfalto (VFA)	65 - 75%	Índice de Compactibilidad	Mín. 5 (***)	Índice de Rigidez	2000 - 4000	Estabilidad retenida, 24 horas a 60° C en agua	Mín. 75%	Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)		TAMIZ	VMA MARSHALL	2.36 mm (N° 8)	21	4.75 mm (N° 4)	18	9.5 mm (3/8")	16	12.5 mm (1/2")	15	19.0 mm (3/4")	14	25.0 mm (1")	13	37.5 mm (1 1/2")	12	50.0 mm(2")	11.5
	Parámetros de diseño marshall	Capa de superficie																																									
	Número de Golpes en cada lado	75																																									
	Estabilidad (kg)	750 min																																									
	Flujo (mm)	2 - 4																																									
	Porcentaje Vacíos de aire	3 - 5																																									
	Vacíos en el agregado mineral	Ver Tabla																																									
	Parámetros de diseño marshall	Capa de superficie																																									
	% de Volumen llenos de asfalto (VFA)	65 - 75%																																									
	Índice de Compactibilidad	Mín. 5 (***)																																									
Índice de Rigidez	2000 - 4000																																										
Estabilidad retenida, 24 horas a 60° C en agua	Mín. 75%																																										
Vacíos Mínimos en el Agregado Mineral (VMA)																																											
TAMIZ	VMA MARSHALL																																										
2.36 mm (N° 8)	21																																										
4.75 mm (N° 4)	18																																										
9.5 mm (3/8")	16																																										
12.5 mm (1/2")	15																																										
19.0 mm (3/4")	14																																										
25.0 mm (1")	13																																										
37.5 mm (1 1/2")	12																																										
50.0 mm(2")	11.5																																										

Ejecución	Control de Calidad
<p>Pavimento de concreto asfáltico</p>	<p>Las mezclas se colocarán únicamente cuando la base a tratar se encuentre seca, la temperatura atmosférica a la sombra sea como mínimo 10 °C ascendente y el tiempo no esté nebuloso ni lluvioso; además la base preparada debe estar en condiciones satisfactorias.</p> <p>a. Controles Los establecidos en control de calidad y frecuencias.</p> <p>b. Calidad del cemento asfáltico, El Supervisor exigirá las siguientes actividades de control:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobar que el material cumpla con lo especificado en la partida Cemento Asfáltico, para cada camión termo tanque en relación a la curva viscosidad – temperatura. En todos los casos, guardará una muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Contratista o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales. 2. Efectuar un número igual a la raíz cuadrada de “n” (Ön) para los controles de las características y frecuencias descritas anteriormente; siendo “n” la cantidad de tancadas recibidas en el mes. 3. Efectuar los ensayos necesarios para determinar la cantidad de cemento asfáltico incorporado en las mezclas que haya aceptado a satisfacción. En el desarrollo de las dos primeras actividades citadas, no se admitirá tolerancia alguna en el grado de penetración del asfalto y en cuanto a la tercera, se aplicará la recomendación de la especificación correspondiente a la partida de trabajo que se esté controlado. 4. Calidad de los agregados pétreos y el polvo mineral <p>De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El desgaste en la máquina de Los Úngeles. 2. Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de sodio o de magnesio, de acuerdo con la norma de ensayo. 3. El equivalente de arena, de acuerdo con la norma. 4. La plasticidad, aplicando las normas. <p>Aplicando las normas de ensayos establecidos en las presentes Especificaciones. Asimismo, para cada procedencia del polvo mineral y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y sobre ellas se determinarán:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La densidad aparente <p>c. El coeficiente de emulsibilidad</p> <p>Los resultados de estas pruebas deberán satisfacer las exigencias indicadas en la presente especificación. Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas a los acopios y ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenará acopiar por separado aquellos que presente alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad y vigilará la altura de todas los acopios y el estado de sus elementos separadores. Si existe incorporación independiente de filler mineral, sobre él se efectuarán las siguientes determinaciones:</p> <p>d. Densidades aparente y coeficiente de emulsibilidad al menos una (1) vez a la semana y siempre que se cambie de procedencia del filler. Granulometría y peso específico, una (1) prueba por suministro.</p> <p>e. Composición de la mezcla</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Contenido de asfalto

Ejecución	Control de Calidad
	<p>Por cada jornada de trabajo se tomará un mínimo de dos (2) muestras y se considerará como lote, el tramo constituido por un total de cuando menos seis (6) muestras, las cuales corresponderán a un número entero de jornadas. El porcentaje de asfalto residual promedio del tramo tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3%) respecto a lo establecido en la fórmula de trabajo (ARF %). $ARD \% - 0.3 \% \leq ART \% \leq ARF \% + 0.3 \%$ A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI %), no podrá diferir del valor medio del tramo (ART%) en más de medio por ciento (0.5%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo. $ART \% - 0.5 \% \leq ARI \% \leq ART \% + 0.5 \%$ Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Contratista demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla, ni de inseguridad para los usuarios. Un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del tramo salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Contratista demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla, ni de inseguridad para los usuarios.</p> <p>2. Granulometría de los agregados Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo.</p> <p>3. Resistencia, con un mínimo de dos (2) muestras por cada tipo de mezcla se moldearán probetas (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (ASTM D-1559). La estabilidad media de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et). $em \geq 0.90 Et$ Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior a ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite. $ei \geq 0.8 Em$ El incumplimiento de alguna de estas exigencias acarrea el rechazo del tramo representado por las muestras.</p> <p>4. Flujo, El flujo medio de las probetas sometidas al ensayo (Fm) deberá encontrarse entre el ochenta y cinco por ciento (85%) y el ciento quince por ciento (115%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo. $0.85 Ft \leq Fm \leq 1.15 Ft$ Si el flujo medio se encuentra dentro del rango establecido, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Supervisor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el tramo debe ser rechazado o aceptado.</p> <p>f. Calidad del producto terminado</p> <p>1. La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinación por el Supervisor. La cota de cualquier punto de la mezcla densa compactada en capas de base o rodadura, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.</p> <p>2. La superficie del pavimento será verificada mediante una plantilla coronamiento que tenga la gorma de perfil tipo de obra y una regla de 3 m de longitud, aplicados en ángulos recto y en forma paralela, respectivamente, respecto del eje de la calzada. El Contratista destinará personal para aplicar la citada plantilla y la regla, bajo las órdenes del Supervisor, con el fin de controlar todas las superficies.</p> <p>Además el Supervisor estará obligado a efectuar las siguientes verificaciones:</p> <p>1. Compactación Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos una (1) por cada doscientos cincuenta metros cuadrados. N = Número de ejes estándar de 8. Ton. Acumulados, en millones.</p>

Cuadro 4-5. EG - 2000

4.3 Desarrollo del Modelo de Gestión de Riesgos.

El comportamiento de un sistema está controlado por un conjunto de variables. Identificados los valores de entrada estaremos listos para desarrollar nuestro modelo de gestión de riesgo. Procederemos a seguir la metodología propuesta en el capítulo 3.

4.3.1 Planificar la Gestión de Riesgos

1. METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS			
Proceso	Descripción	Herramientas	Fuentes de Información
Planificación de la Gestión de Riesgos	Es el proceso por el cual definimos como enfocar y realizar las actividades de Gestión de Riesgos para el Proyecto	Reuniones de Estado de Avance	Alcance del Proyecto
		Análisis de Información Disponible	Plan de Gestión de Costos
		Procedimientos Pre-establecidos	Plan de Gestión del Tiempo
		Definiciones de Probabilidad e Impacto	Procedimientos de la Empresa
		Matriz de Probabilidad e Impacto	Lecciones Aprendidas
		Requerimientos del Cliente y Personal Clave involucrado en el Proyecto	Activos de los Procesos de la Organización
		Revisión de Documentación	Plan de Gestión de Riesgos
Identificación de Riesgos	Es el proceso por el cual se determinan los riesgos que pueden afectar el proyecto y documentar sus características, cabe resaltar que es un proceso iterativo debido a que se pueden descubrir nuevos riesgos o pueden evolucionar conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida.	Recopilación de Información:	
		1. Tormenta de Ideas	Revisión de Costos,
		2. Técnica Delphi	Cronograma y
		3. Entrevistas	Línea Base del
		4. Análisis Causal	Alcance

Identificación de Riesgos		Análisis de Listas de Control	Registro de Interesados (Cliente y Personal Clave involucrado en el Proyecto)
		Análisis de Supuestos	Plan de Gestión de Costos, Tiempo y Calidad
		Técnicas de Diagramación:	Información del Proyecto (Documentos)
		1. Diagrama Causa Efecto	
		2. Diagramas de Flujo o Sistemas	
		3. Diagrama de Influencias	
Análisis FODA	Factores Ambientales		
Juicio de Expertos	Registros de la organización		
Análisis Cualitativo de Riesgos	<p>Es el proceso que consiste en priorizar los riesgos, para realizar análisis o acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto de dichos riesgos. Estas evaluaciones reflejan la actitud frente a los riesgos. Este análisis es por lo general un medio rápido de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los riesgos.</p>	Evaluación de Probabilidad e Impacto, mediante entrevistas o reuniones dependiendo del área de aplicación	Registro de Riesgos
		Matriz de Probabilidad e Impacto	Plan de Gestión de Riesgos
		Evaluación de la Calidad de los Datos sobre Riesgos (Grado de utilidad de la Información)	Alcance del Proyecto
		Categorizar Riesgos	
		Evaluación de la urgencia de los Riesgos	Activos de los Procesos de Organización
		Juicio de Expertos	

Análisis Cuantitativo de Riesgos	Es el proceso que consiste en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del Proyecto	Técnicas de Recopilación y Representación de Datos	Registro de Riesgos
		1. Entrevistas	
		2. Distribuciones de Probabilidad	Plan de Gestión de Riesgos
		Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y Modelado	
1. Análisis de Sensibilidad	Plan de Gestión de Costos y tiempo		
2. Análisis de valor monetario esperado			
		3. Modelado y simulación	Activos del Proceso de la Organización
		4. Juicio de Expertos	
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Es el proceso por el cual se desarrollan opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Estas respuestas deben adaptarse a la importancia del riesgo.	Metodología de Gestión de Proyectos	Registro de Riesgos
			Plan de Gestión de Riesgos

Cuadro 4-6. Fuente Propia

2. ROLES Y RESPONSABILIDADES DE GESTIÓN DE RIESGOS			
Proceso	Roles	Personas	Responsabilidades
Planificación de la Gestión de Riesgos	Director del Proyecto		Dirigir Actividades, Responsable, directo
	Equipo de Gestión de Riesgos – Ingenieros Asistentes		Ejecutar Actividad
	Ing. Especialistas		Apoyo
Identificación de Riesgos	Director del Proyecto		Dirigir Actividades, Responsable, directo
	Equipo de Gestión de Riesgos – Ingenieros Asistentes		Ejecutar Actividad
	Ing. Especialistas		Apoyo

Análisis Cualitativo de Riesgos	Director del Proyecto		Dirigir Actividades, Responsable, directo
	Equipo de Gestión de Riesgos – Ingenieros Asistentes		Ejecutar Actividad
	Ing. Especialistas		Apoyo
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Director del Proyecto		Dirigir Actividades, Responsable, directo
	Equipo de Gestión de Riesgos – Ingenieros Asistentes		Ejecutar Actividad
	Ing. Especialistas		Apoyo
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Director del Proyecto		Dirigir Actividades, Responsable, directo
	Equipo de Gestión de Riesgos – Ingenieros Asistentes		Ejecutar Actividad
	Ing. Especialistas		Apoyo

Cuadro 4-7. Fuente Propia

3. PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RIESGOS				
Proceso	Descripción	%	PU	Parcial
Planificación de la Gestión de los Riesgos	Personal			
	Director del Proyecto	5%	S/. 12 000,00	S/. 600,00
	Ing. Especialistas (4p)	5%	S/. 7 500,00	S/. 1 500,00
	Ing. Asistentes (4p)	20%	S/. 4 000,00	S/. 3 200,00
	Materiales			
	Insumos de Oficina	30%	S/. 800,00	S/. 240,00
	Equipos			
	Pcs	30%	S/. 200,00	S/. 60,00
	Total			S/. 5 600,00
	Identificación de Riesgos	Personal		
Director del Proyecto		5%	S/. 12 000,00	S/. 600,00
Ing. Especialistas (4p)		5%	S/. 7 500,00	S/. 1 500,00
Ing. Asistentes (4p)		20%	S/. 4 000,00	S/. 3 200,00
Materiales				
Insumos de Oficina		30%	S/. 800,00	S/. 240,00
Equipos				
Pcs		30%	S/. 200,00	S/. 60,00
Total				S/. 5 600,00

Análisis Cualitativo de Riesgos	Personal				
	Director del Proyecto	5%	S/.	12 000,00 S/.	600,00
	Ing. Especialistas (4p)	5%	S/.	7 500,00 S/.	1 500,00
	Ing. Asistentes (4p)	20%	S/.	4 000,00 S/.	3 200,00
	Materiales				
	Insumos de Oficina	30%	S/.	800,00 S/.	240,00
	Equipos				
	Pcs	30%	S/.	200,00 S/.	60,00
Total				S/.	5 600,00
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Personal				
	Director del Proyecto	5%	S/.	12 000,00 S/.	600,00
	Ing. Especialistas (4p)	5%	S/.	7 500,00 S/.	1 500,00
	Ing. Asistentes (4p)	20%	S/.	4 000,00 S/.	3 200,00
	Materiales				
	Insumos de Oficina	30%	S/.	800,00 S/.	240,00
	Equipos				
	Pcs	30%	S/.	200,00 S/.	60,00
Total				S/.	5 600,00
Planificación de la Respuesta a los Riesgos	Personal				
	Director del Proyecto	5%	S/.	12 000,00 S/.	600,00
	Ing. Especialistas (4p)	5%	S/.	7 500,00 S/.	1 500,00
	Ing. Asistentes (4p)	20%	S/.	4 000,00 S/.	3 200,00
	Materiales				
	Insumos de Oficina	30%	S/.	800,00 S/.	240,00
	Equipos				
	Pcs	30%	S/.	200,00 S/.	60,00
Total				S/.	5 600,00
PRESUPUESTO TOTAL			S/.	28 000,00	

Cuadro 4-8. Fuente Propia

4. PERIODICIDAD DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
Proceso	Momento de Ejecución	Entregable del WBS	Periodicidad de Ejecución
Planificación de la Gestión de los Riesgos	Al inicio de proyecto		Una Vez
Identificación de Riesgos	Al inicio del proyecto en cada reunión de monitoreo y control de riesgos		Una Vez
Análisis Cualitativo de Riesgos	Al inicio del proyecto en cada reunión de monitoreo y control de riesgos		Una Vez

Análisis Cuantitativo de Riesgos	Al inicio del proyecto en cada reunión de monitoreo y control de riesgos		Una Vez
Planificación de la Respuesta a los Riesgos	Al inicio del proyecto en cada reunión de monitoreo y control de riesgos		Una Vez

Cuadro 4-9. Fuente Propia

Probabilidad:

0,1	Poco Probable
0,3	Relativamente Probable
0,5	Probable
0,7	Muy Probable
0,9	Casi Certeza

Cuadro 4-10. Fuente Propia

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto					
Objetivo del Proyecto	Escalas Relativas o Numéricas				
	Muy Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8
Coste	0.00%-1.875%	1.876%-3.75%	3.76%-7.5%	7.51%-15%	15.01%-30%
Tiempo	0.0%-2.5%	2.51%-5%	5.01%-10%	10.01%-25%	25.01%-50%
Calidad	Degradación de la Calidad Apenas Perceptible	Solo Aplicaciones muy exigentes se ven Afectadas	La reducción de la Calidad Requiere la Aprobación del Patrocinador	Reducción de la Calidad Inaceptable para el Patrocinador	El elemento Terminado del Proyecto es efectivamente Inservible

Cuadro 4-11. Fuente Propia

0,9	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72
0,7	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56
0,5	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40
0,3	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24
0,1	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08
Prob/Imp	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Cuadro 4-12. Fuente Propia

Tipos de Riesgos

Amenazas		Oportunidades	
Tipo		Rango de Severidad	
A =	Alto	0,18	a más
B =	Moderado	0,06	0,17
C =	Bajo	0,05	a menos

Cuadro 4-13. Fuente Propia

Tolerancias del Proyecto	
Tolerancia al riesgo para la reserva de contingencia de tiempo	85%
Tolerancia al riesgo para la reserva de contingencia de Costo	85%

Cuadro 4-14. Fuente Propia

4.3.2 Identificación de riesgos

Tal como se menciona en el desarrollo de nuestra metodología se procederá a realizar una interacción entre las variables identificadas y la estructura de desglose de riesgos, para tal fin se utilizara el diagrama de causa – efecto, el cual nos permite la representación de varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema. La naturaleza grafica del diagrama nos permite organizar la información, sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Iniciaremos con el Alcance del proyecto, el cual nos permitirá categorizar nuestros riesgos para luego poder interactuar con nuestro desglose de riesgos y finalmente obtener una matriz que nos permitirá identificar nuestros riesgos:

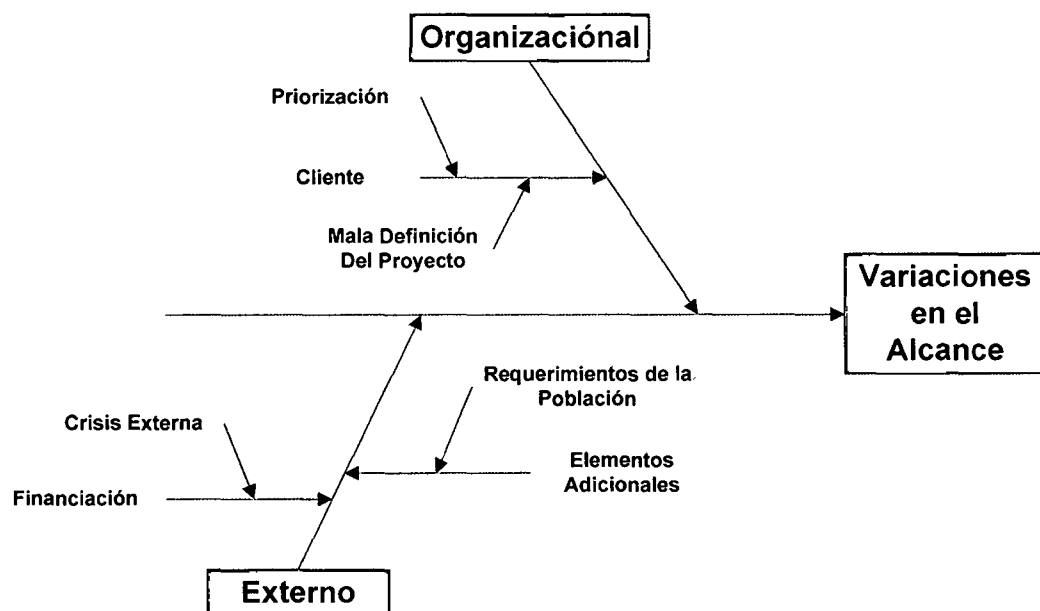


Figura 4-3. Variaciones en el Alcance del Proyecto

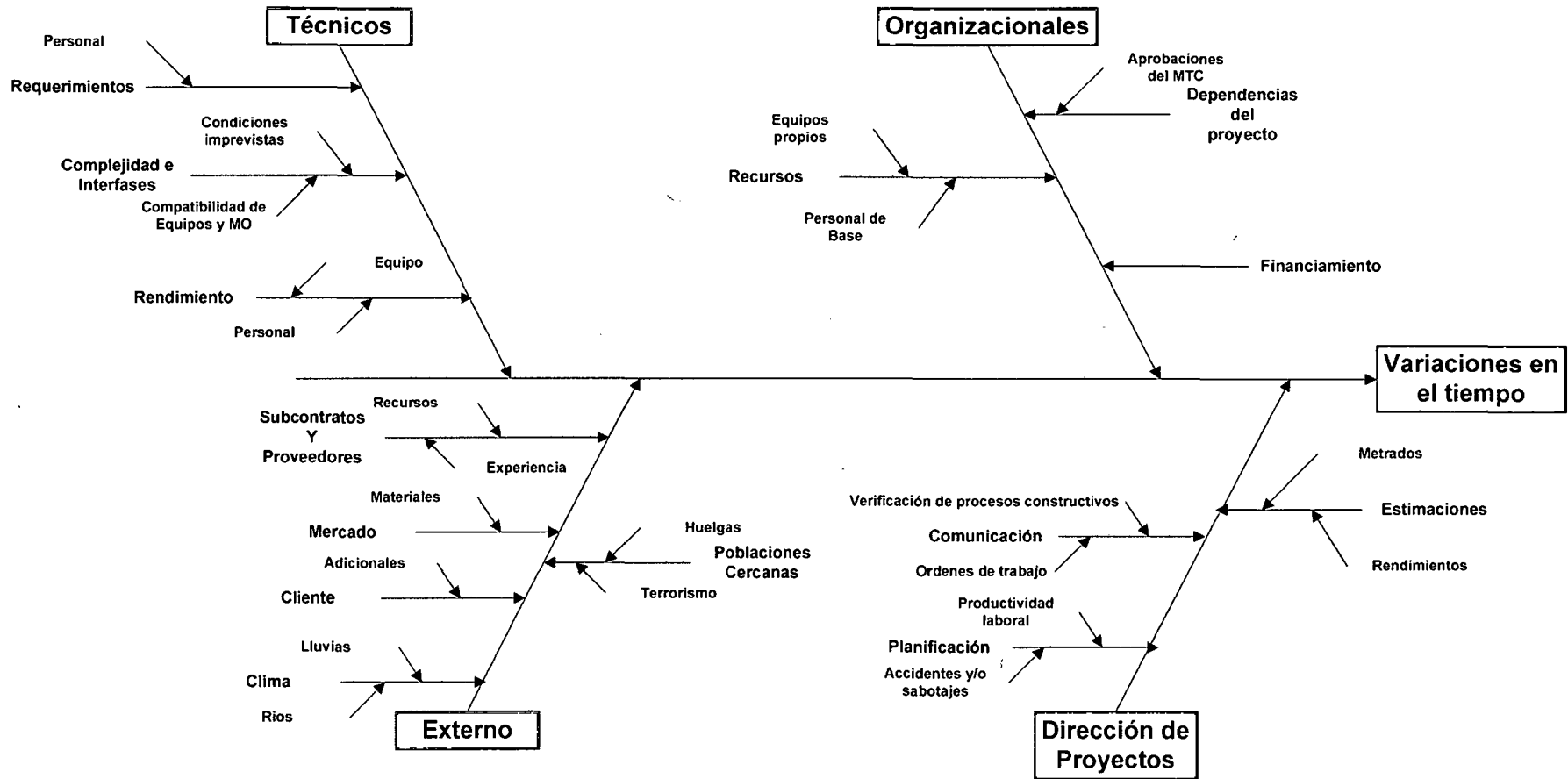


Figura 4-4. Variaciones en el Tiempo del Proyecto

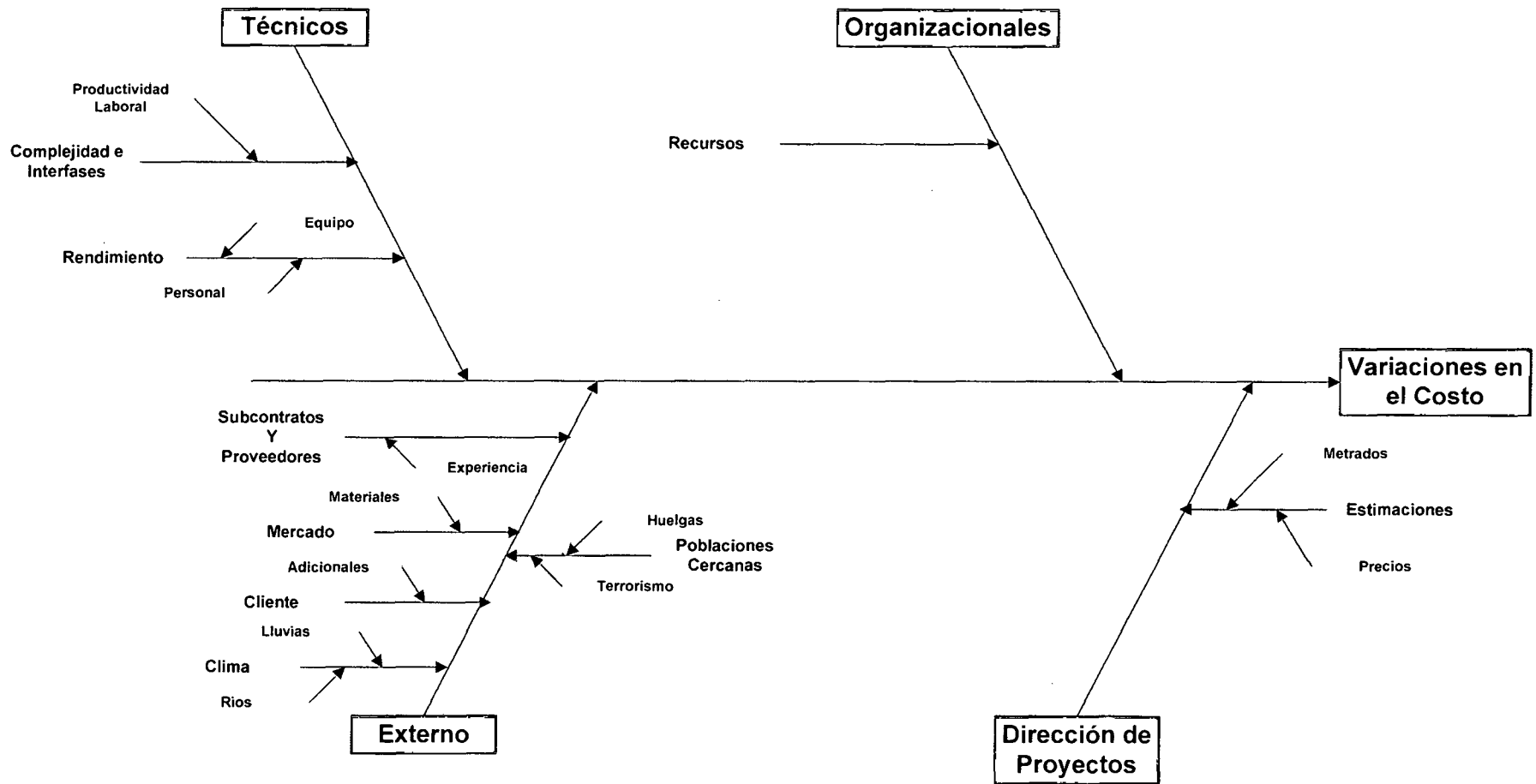


Figura 4-5. Variaciones en el Costo

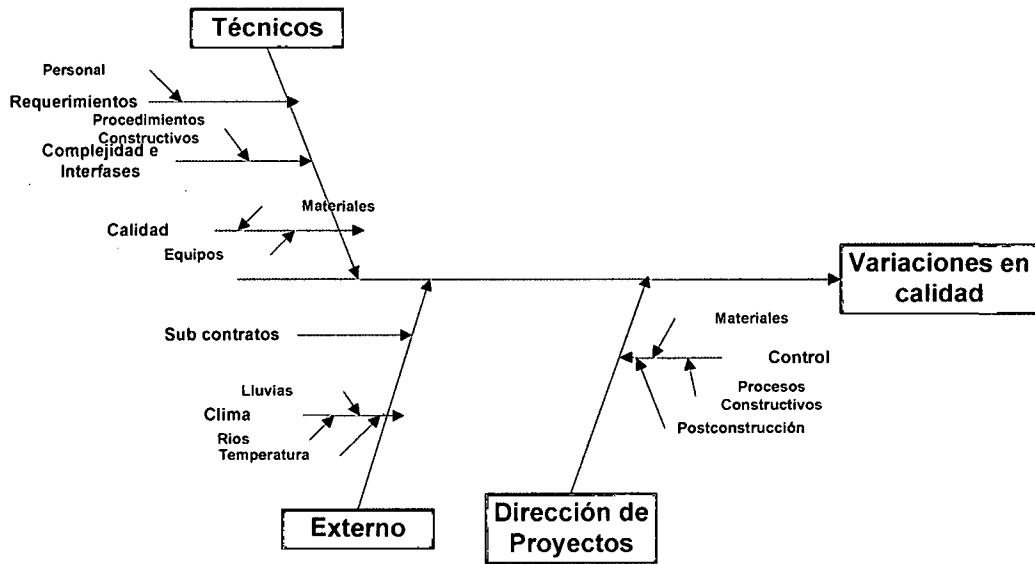


Figura 4-6. Variaciones en la Calidad.

Una vez concluido la categorización de posibles causas en las variaciones de alcance, tiempo, costo y calidad de un proyecto, procederemos a interactuarlo según el desglose de riesgos, del cual resulta el siguiente cuadro:

A continuación se realizará la identificación del riesgo en base al Cuadro 4-15 y el procedimiento descrito en el capítulo 3.

- Identificar el primer evento a analizar.
- Identificar los vínculos que existen con otros eventos de riesgos, primero en la misma categoría, para luego continuar con las demás categorías.
- Identificar la relación entre los eventos de riesgo identificados y definir el evento principal, para luego ordenar los eventos restantes como consecuencia del evento principal.
- Se debe tener en cuenta que es un proceso que tiene como objetivo definir los eventos de riesgos, los eventos identificados en el Cuadro 4-6, se deben considerar referenciales, en ese sentido será usual modificarlos.

Primer paso	Segundo paso	
Técnico - Requerimiento	Técnico - Requerimiento	Gestión de Proyectos - Estimaciones
Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información	Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizarán las actividades	Variación de costos por rendimientos inadecuados
		Incremento de costos por horas muertas de Equipos y MO
	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de la actividad	Falta de liquidez por inadecuada adquisición de materiales
	Retrasos por la no disposición de MO suficientes en la realización de la actividad	Gestión de Proyectos - Planificación
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	Retrasos en los cronogramas por procesos constructivos inadecuados
	Incremento de costos por adquisición de personal adicional para mantener avance de obra	Retrasos en los cronogramas por rendimientos de actividades no reales
	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor	Retrasos en los cronogramas por equipos inadecuados
		Adquisición inadecuada de Equipos
		Adquisición inadecuada de MO
		Adquisición inadecuada de materiales
	Gestión de Proyectos - Control	
	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor	

Cuadro 4-16 Fuente Propia

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa raíz
Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de la actividad	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	
	Retrasos por la no disposición de MO suficientes en la realización de la actividad	Equipos en mal estado por falta de mantenimiento.
	Incremento de costos por adquisición de personal adicional para mantener avance de obra	
	Retrasos en los cronogramas por rendimientos de actividades no reales	
	Variación de costos por rendimientos inadecuados	
Adquisición inadecuada de Recursos	Incremento de costos por horas muertas de Equipos y MO	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información
	Falta de liquidez por inadecuada adquisición de materiales	

Cuadro 4-17 Fuente Propia

(En el anexo E, se visualiza el procedimiento para la identificación de los eventos de riesgos, resultados del Cuadro 4-15).

A continuación mostramos el cuadro resumen de los riesgos identificados:

Riesgos identificados
Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades
Adquisición inadecuada de Recursos
Retrasos por rechazo de entregables
Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos
Rechazo de pedido de entrega de obra
Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades
La no disponibilidad de Profesionales que cumplan los requerimientos del MTC
Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad
Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población

Riesgos identificados
Metrados insuficientes para la ejecución del proyecto
Retrasos en la ejecución de los trabajos adicionales por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC
Cambios de diseño
Ampliaciones de plazo por situaciones en las cuales se requiere opinión del supervisor - proyectista y entidad
Conclusión anticipada
Sabotaje a Equipos
Escasez y/o variación de los costos de materiales
La no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato
Retrasos por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades.
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.
Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.
Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico
Huelgas
Retraso en el inicio de obras
El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas
El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs
El no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización
El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)
Accidentes en el Personal de obra
El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.

Cuadro 4-18

Identificados los riesgos se procederá a agruparlos según el cuadro 3-11, como se muestra a continuación.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS								
Ítem	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
01	Retraso en el cronograma y sobrecostos en las actividades realizadas	Equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades.	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de la actividad	Ejecución	Retraso en la programación diaria	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información	Técnico y Gestión de Proyectos	Replanteo de las labores diarias.
			Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra					Reconformación de las cuadrillas
			Retrasos por la no disposición de EQ suficientes en la realización de la actividad					Equipos en mal estado por falta de mantenimiento.
			Incremento de costos por adquisición de personal adicional para mantener avance de obra					
			Retrasos en los cronogramas por rendimientos de actividades no reales					
			Variación de costos por rendimientos inadecuados					

<i>Código del Riesgo</i>	<i>Causa Detonante</i>	<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/Señal Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Categoría a la que pertenece el riesgo</i>	<i>Respuesta planificada Potencial</i>
02	Sobrecostos en las actividades realizadas	Adquisición inadecuada de Recursos	Incremento de costos por horas muertas de Equipos y MO Falta de liquidez por inadecuada adquisición de materiales	Ejecución	Diferencia entre el presupuesto programado con el real.	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información.	Técnico y Gestión de Proyectos	Evaluación de la adquisición de recursos.
03	La no aceptación por parte de la supervisión.	Retrasos por rechazo de entregables	Retrasos en el cronograma Rehacer trabajos por efectos de lluvias Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones	Ejecución	Comunicaciones de la Supervisión Anotaciones en el cuaderno de obra	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor El no cumplimiento de los requerimientos para materiales y ensayos indicados en las especificaciones. Control deficiente por parte de la supervisión, en los procesos constructivos. Ejecución de actividades en clima no favorable	Técnico, Externo y de Gestión de Proyectos	Levantar las observaciones.

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
04	La no aceptación por parte de la supervisión.	Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos	Retrasos en el cronograma	Ejecución	Comunicaciones de la Supervisión	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor	Técnico, Externo y de Gestión de Proyectos	Levantar las observaciones.
			Rehacer trabajos por efectos de lluvias		Anotaciones en el cuaderno de obra	El no cumplimiento de los requerimientos para materiales y ensayos indicados en las especificaciones.		
			Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones			Control deficiente por parte de la supervisión, en los procesos constructivos.		
						Ejecución de actividades en clima no favorable		
05	La no aceptación por parte de la supervisión de la entrega de obra.	Rechazo de pedido de entrega de obra	Penalizaciones en caso de encontrarse fuera del plazo acordado	Cierre de obra	Comunicaciones de la Supervisión		Técnico y Gestión de Proyectos	Levantamiento de observaciones.
			Ampliar gastos de garantías, seguros, etc.		Anotaciones en el cuaderno de obra			
			Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones.					

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
06	La no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	Retrasos en el cronograma por la no disponibilidad de equipos	Ejecución	Escasez de equipos.	Estrategia de gestión inadecuada para disposición de equipos propios	Técnico, Externo y Organizacional	Subcontratar
			Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra		Costos elevados de alquiler de equipos.			
07	La no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al equipo mínimo	Retrasos en el cronograma por la no disponibilidad de equipos	Ejecución	Escasez de equipos.	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	Técnico, Externo y Organizacional	Subcontratar
			Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra		Costos elevados de alquiler de equipos.			
08	La no disponibilidad de Profesionales que cumplan los requerimientos del MTC	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al personal mínimo en Obra	Retrasos por dirección inadecuada y falta de experiencia del personal a cargo.	Ejecución	Demanda personal	No disponibilidad de personal Especialista en el Medio No disponibilidad de personal propio	Técnico, Externo y Organizacional	Búsqueda de personal en el extranjero
09	Falta de recursos financieros por parte de la entidad	Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad	Conclusión del proyecto	Ejecución	Crisis externa	Cancelación del Proyecto por falta de liquidez por crisis financiera (cliente - MTC - Estado)	Externo y Organizacional	Prestamos
					Crisis Interna			

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
10	Reclamos de la población	Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	Ampliación del plazo por la ejecución de adicionales Incremento de costos por ejecución de adicional	Ejecución	Comunicaciones de la población	Requerimientos de la población	Externo y Gestión de Proyectos	Presentación de Adicionales al MTC
11	Metrados insuficientes para la ejecución del proyecto	Adicionales de obra	Ampliación de plazo por ejecución de adicionales por metrados insuficientes Incremento en los costos por ejecución de adicionales por metrados insuficientes	Ejecución	Valorizaciones de obra	Deficiencias en el proyecto	Externo y Gestión de Proyectos	Presentación de Adicionales al MTC
12	Retrasos en la ejecución de los trabajos adicionales por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	Ampliación de plazo por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	Retrasos en la elaboración de adicionales por falta de personal Aumento en el plazo y cronograma del proyecto	Ejecución		Falta de Personal Falta de comunicación Ejecutor, Supervisor, Proyectista y Entidad Retrasos por la no definición de cambios de diseño en entregables	Externo y Gestión de Proyectos	Contratación de personal por parte de la supervisión Apoyo del contratista
13	Desempeño deficiente de la estructura proyectada	Cambios de diseño	Variación en el Costo por cambios de diseño Variación en el Tiempo por cambios de diseño	Ejecución	Revisión de los diseños	Mejor desempeño del entregable modificado	Técnico y Externo	

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
14	Entrega de obra anticipada	Conclusión anticipada	Incremento de costos por Equipos, MO adicionales	Ejecución	Avance en el cronograma real vs el programado	Clima inseguridad de	Técnico, Externo y de Gestión de Proyectos	Programa de desembolsos por parte de la entidad
			Posible no conclusión de todos los entregables			Sabotaje a Equipos		
			Posible decremento de la calidad por avance acelerado en la ejecución de los entregables					
15		Sabotaje a Equipos	Retrasos en el cronograma	Ejecución	Amenazas	Terrorismo - Narcotráfico	Externo	Contratar seguridad, solicitar apoyo policial
			Impacto social en el personal de obra					
16	Escasez de materiales	La no disponibilidad por escasez de materiales	Retrasos en el cronograma	Ejecución	Especulación en los precios	Inflación	Externo	Buscar materiales alternativos
			Incremento de costos por variación impredecible en los costos de recursos			Crisis		
						Cambio de impuestos		
						Cambios de moneda		

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
17	Insolvencia del subcontrato para adquirir recursos.	La no conclusión de entregables en la fecha programada debido a la no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato	Retrasos en el cronograma	Ejecución	Especulación en los precios	Insolvencia para la adquisición de recursos por parte del subcontrato	Externo	Prestamos
			Incremento de costos por variación impredecible en los costos de recursos			Escasez de materiales		Subsidios de la contrata más grande
18	Inicio de lluvias	Ampliación de plazo por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades	Ampliación de plazo por condiciones extraordinarias en el clima no favorables para la ejecución del proyecto	Ejecución	Llegada al periodo de lluvia.	Clima	Externo	Equipar cobertores para la realización de trabajos
			Incremento en costos por la realización de trabajos afectados por las lluvias					Programar Actividades antes el inicio de temporada de Lluvias
19	Inicio de lluvias y crecida del cauce de ríos	La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	Ampliación de plazo	Ejecución	Llegada al periodo de lluvia.	Cauce errático del río	Externo	Programar Actividades antes el inicio de temporada de Lluvias
			Incremento en los costos por la no disponibilidad de materiales de cantera			No cumplimiento con el cronograma		Programar Actividades de extracción de materiales antes de inicio de temporada de lluvias
			Posible pérdida de calidad			Antigüedad del diseño		

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
20	Inicio de lluvias y crecida del cauce de ríos	Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.	Dificultades en el tránsito de la vía	Ejecución	Llegada al periodo de lluvia.	Cauce errático del río	Externo	Limpieza de acceso y mantenimiento a la vía
						Lluvias extraordinarias		
21	Sismo	Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico	Deterioro de los entregables del proyecto	Ejecución		Sismo	Externo	Evaluación de la vía
22	Inicio de Huelgas	Ampliación de Plazo por Huelgas	Ampliación de plazo	Ejecución	Notificaciones y Comunicaciones por parte de las agrupaciones involucradas	Población	Externo	Elaboración de informe de ampliación de plazo
			Incremento en los costos (Gastos Generales) por la aprobación de ampliación de plazos por huelgas			Decisiones políticas		
23	Carta comunicando el no inicio de obras	Retraso en el inicio de obras	Variación entre el estudio - ejecución del proyecto	Ejecución	Cartas enviadas por el MTC	Decisiones políticas	Organizacional	
						Financiamiento		
24	Vencimiento de Seguros y cartas fianzas	El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas	Resolución de contrato	Ejecución	Fecha de Vencimiento próxima, aviso de departamento contable	Negligencia	Organizacional y Gestión de Proyectos	Pago de seguro y penalización

Código del Riesgo	Causa Detonante	Evento de Riesgo	Efecto sobre el Proyecto	Elemento WBS Afectado	Aviso/Señal Temprana	Causa Raíz	Categoría a la que pertenece el riesgo	Respuesta planificada Potencial
25	El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs	Retrasos y penalidades por el no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs	Retrasos en el cronograma	Ejecución	Inicio de obra	Negligencia	Organizacional y Gestión de Proyectos	Informar a la Entidad los motivos del Retraso
			Penalidades por incumplimientos ambientales					Reuniones con la Población
26	El no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua	Penalidad por el no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua	Decremento de la calidad en el proyecto	Ejecución	Comunicaciones del Supervisor	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Realizar los controles
			Posibles reclamos de la población					
27	Notificaciones de la Supervisión indicando el no cumplimiento de la normativa ambiental	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica	Decremento de la calidad en el proyecto	Ejecución	Avisos en el control en campo por parte de la Supervisión	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Realizar los procedimientos adecuados
			Posibles reclamos de la población		Notificaciones en el cuaderno de obra y/o Informes Mensuales			
28	Notificaciones de la Supervisión indicando el no cumplimiento de la normativa ambiental	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización	Decremento de la calidad en el proyecto	Ejecución	Avisos en el control en campo por parte de la Supervisión	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Realizar los procedimientos adecuados
			Posibles reclamos de la población		Notificaciones en el cuaderno de obra y/o Informes Mensuales			

<i>Código del Riesgo</i>	<i>Causa Detonante</i>	<i>Evento de Riesgo</i>	<i>Efecto sobre el Proyecto</i>	<i>Elemento WBS Afectado</i>	<i>Aviso/Señal Temprana</i>	<i>Causa Raíz</i>	<i>Categoría a la que pertenece el riesgo</i>	<i>Respuesta planificada Potencial</i>
29	Notificaciones de la Supervisión	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	Decremento de la calidad en el proyecto	Ejecución	Avisos en el control en campo por parte de la Supervisión	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Cambio de equipos y/o Mantenimiento
			Posibles reclamos de la población		Notificaciones en el cuaderno de obra y/o Informes Mensuales			
30	Notificaciones de la Supervisión	Accidentes en el Personal de obra	Reclamos del personal obrero	Ejecución	Avisos en el control en campo por parte de la Supervisión	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Realizar procedimientos de trabajo seguro
					Notificaciones en el cuaderno de obra y/o Informes Mensuales			
31	Notificaciones de la Supervisión	El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.	Elevado índice de accidentes	Ejecución	Avisos en el control en campo por parte de la Supervisión	Control de calidad inadecuado	Técnicos y de Gestión de Proyectos	Realizar procedimientos de trabajo seguro
			Reclamos del personal obrero		Notificaciones en el cuaderno de obra y/o Informes Mensuales			

Cuadro 4-19 Fuente Propia

Del proceso seguido se identifico los posibles riesgos que pueden afectar un proyecto de rehabilitación de carreteras en la selva peruana como siguiente paso procederemos a analizar cualitativamente los resultados obtenidos.

4.3.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos

Realizar el análisis cualitativo de riesgos es por lo general un medio rápido de establecer prioridades para la planificación de la respuesta a los riesgos y sienta las bases para realizar el análisis cuantitativo de riesgos.

Es por eso que procederemos a utilizar las diversas plantillas encontradas en el capitulo anterior y priorizar nuestros riesgos en el desarrollo de nuestro modelo.

Lista de riesgos agrupado por categorías

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - AGRUPADO POR CATEGORIAS			
<i>Categoría</i>	<i>Código</i>	<i>Evento de riesgo</i>	<i>Severidad</i>
Técnico	T03	Equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizarán las actividades.	0,015
	T04	Adquisición inadecuada de Recursos	0,01
	T05	Retrasos por rechazo de entregables	0,01
	T02	Rechazo de pedido de entrega de obra	0,025
	T01	Cambios de diseño	0,12
Externo	E09	Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos	0,01
	E10	Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad	0,01
	E03	Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	0,07
	E11	Ampliación de plazo por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	0,01
	E02	Conclusión anticipada	0,14
	E06	Sabotaje a Equipos	0,05
	E12	La no disponibilidad por escasez de materiales	0,01
	E13	La no conclusión de entregables en la fecha programada debido a la no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato	0,01
	E04	Ampliación de plazo por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades	0,07
	E01	La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	0,8
	E07	Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.	0,05
	E05	Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico	0,06
E08	Ampliación de Plazo por Huelgas	0,05	
Organizacional	O01	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	0,01
	O02	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al equipo mínimo	0,01
	O03	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al personal mínimo en Obra	0,01
	O04	Retraso en el inicio de obras	0,01
	O05	El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas	0,01
Gestión de Proyectos	G01	Adicionales de obra	0,72
	G02	Retrasos y penalidades por el no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs	0,01
	G03	Penalidad por el no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua	0,005
Gestión de Proyectos	G04	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica	0,005
	G05	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización	0,005
	G06	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	0,005
	G07	Accidentes en el Personal de obra	0,005
	G08	El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.	0,005

Cuadro 4-21 Fuente Propia

Lista de riesgos para respuesta inmediata

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS – LISTAS DE RIESGOS PARA RESPUESTA INMEDIATA					
<i>Código</i>	<i>Evento de riesgo</i>	<i>Severidad</i>	<i>Motivos de la urgencia</i>	<i>Respuesta potencial</i>	<i>Responsable del riesgo</i>
E01	La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	0,8	Para el correcto abastecimiento de recursos en la ejecución de las obras.	Elaborar un registro de posibles canteras	Jefe de Proyecto
			Se requiere de material para la ejecución de la mayoría de obras en el inicio del proyecto	Realizar ensayos preliminares que verifiquen su posible utilización.	Ing. Especialistas en Costos.
			Variabilidad del cauce del río	Determinar potencia aproximada	Ing. Especialistas distintas áreas.
G01	Adicionales de obra	0,72	Según los Términos de Referencia del Supervisor en su Ítem 1.2.11, menciona lo siguiente: Los Adicionales posibles de confeccionar deben formularse prioritariamente dentro del primer 50% del plazo de Contrato de Obra.	Realizar un base de Datos de informes, planillas según tipos de Adicionales de Obra	Jefe de Proyecto
			Sólo se permitirán adicionales fuera del plazo indicado, por causas de fuerza mayor o aquellos debidamente justificados.	Elaborar el Informe de Presupuesto Adicional de Obra	Ing. Especialistas distintas áreas.
			Elaborar un cronograma acorde al nuevo plazo por ejecución de adicionales	Realizar un base de Datos de informes según tipos de Causales de ampliación de plazo	
			Necesidad de mayores metrados para la ejecución de obras, deberán ser aprobados por la entidad		
			Estimación del costo Final de obra	Elaborar el Informe de Ampliación de Plazo	Ing. Especialistas en Costos.
	Según Artículo, 259 del Reglamento de contrataciones y Adquisiciones del Estado (Plazo de 15 días siguientes concluido el hecho para la presentación de ampliación de plazo, en este caso la aceptación mediante resolución directoral de la aprobación del adicional de obra)				

Cuadro 4-22 Fuente Propia

Lista de riesgos para análisis y respuestas adicionales

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - LISTAS DE RIESGOS PARA ANALISIS Y RESPUESTAS ADICIONALES				
<i>Código</i>	<i>Evento de riesgo</i>	<i>Severidad</i>	<i>Motivos de la necesidad de análisis y respuesta adicional</i>	<i>Acción a tomar</i>
E01	La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	0,8	Siendo estos eventos aislados y producidos por causas fuera de nuestro alcance se requiere un análisis detallado basado en hechos en tiempo real.	Evaluación del verdadero impacto en el desarrollo de las actividades, luego de ocurrido el evento.
E03	Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	0,07	A medida que se va desarrollando la ejecución de la obra se van presentando obras adicionales, en donde es necesario evaluar si estas obras son realmente requeridas.	Análisis constante de la necesidad de ejecutar nuevas obras.
E04	Ampliación de plazo por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades	0,07	Siendo estos eventos aislados y producidos por causas fuera de nuestro alcance se requiere un análisis detallado basado en hechos en tiempo real.	Evaluación del verdadero impacto en el desarrollo de las actividades, luego de ocurrido el evento, y si estos se encuentran enmarcados en un hecho fortuito.
E05	Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico	0,06	Siendo estos eventos aislados y producidos por causas fuera de nuestro alcance se requiere un análisis detallado basado en hechos en tiempo real.	Evaluación de la carretera, funcional y estructural, luego de ocurrido el evento
E06	Sabotaje a Equipos	0,05	Siendo estos eventos aislados y producidos por causas fuera de nuestro alcance se requiere un análisis detallado basado en hechos en tiempo real.	Reunir información estadística del N° de obras en las cuales ha ocurrido y evaluar una posible aproximación de la probabilidad de ocurrencia. A medida que se desarrolle la obra ir evaluando su posible ocurrencia en función a amenazas.

Cuadro 4-23 Fuente Propia

Lista de vigilancia para riesgos de baja prioridad

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS - LISTAS DE VIGILANCIA PARA RIESGOS DE BAJA PRIORIDAD				
<i>Código</i>	<i>Evento de riesgo</i>	<i>Severidad</i>	<i>Plan de Contingencia</i>	<i>Plan Alternativo</i>
E07	Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.	0,05	Destinar mayores recursos en equipos y de personal para superar cualquier bloqueo y restablecer el tránsito.	Crear un acceso.
E08	Ampliación de Plazo por Huelgas	0,05	---	---
T02	Rechazo de pedido de entrega de obra	0,025	Levantar observaciones.	---
T03	Equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizarán las actividades.	0,015	Reconformación de cuadrillas en base a lo observado en campo.	Cambio de equipos y personal.
T04	Adquisición inadecuada de Recursos	0,01	Análisis y actualización de cronograma de adquisiciones.	Cambio de Administrador y/o Responsable.
T05	Retrasos por rechazo de entregables	0,01	Levantar observaciones.	Rehacer entregable.
E09	Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos	0,01	Levantar observaciones.	Rehacer entregable.
E10	Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad	0,01	---	---
E11	Ampliación de plazo por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	0,01	Dividir adicional.	Contratar personal.
E12	La no disponibilidad por escasez de materiales	0,01	Buscar materiales alternativos.	Realizar otra actividad.
E13	La no conclusión de entregables en la fecha programada debido a la no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato	0,01	Facilitar recursos al Subcontrato.	Cambio de Subcontrato
O01	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	0,01	Reconformación de cuadrillas en base a lo observado en campo.	Adquirir más equipos y personal.
O02	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al equipo mínimo	0,01	Adquirir equipo faltante.	---
O03	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al personal mínimo en Obra	0,01	Adquirir personal faltante.	---
O04	Retraso en el inicio de obras	0,01	Actualización del Estudio.	---
O05	El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas	0,01	Pagar seguros y cartas fianzas.	---
G02	Retrasos y penalidades por el no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs	0,01	Adquirir permisos.	Buscar otras canteras y DMEs.
G03	Penalidad por el no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua	0,005	Realizar controles.	--

Cuadro 4-24 Fuente Propia

Código	Evento de riesgo	Severidad	Plan de Contingencia	Plan Alternativo
G04	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica	0,005	Realizar controles y cumplimiento de procedimientos especificados.	--
G05	El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización	0,005	Realizar controles y cumplimiento de procedimientos especificados.	--
G06	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	0,005	Realizar controles y cumplimiento de procedimientos especificados.	--
G07	Accidentes en el Personal de obra	0,005	Realizar controles y cumplimiento de procedimientos especificados.	--
G08	El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.	0,005	Realizar controles y cumplimiento de procedimientos especificados.	--

Cuadro 4-25 Fuente Propia

4.3.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos.

El análisis cuantitativo consistirá en analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto. Este proceso se aplica a los riesgos priorizados que pueden tener un posible impacto significativo sobre las demandas concurrentes del proyecto. El proceso de análisis cuantitativo de riesgos analiza el efecto de esos eventos de riesgo.

Tomando como punto de partida el análisis cualitativo el cual nos brindo una lista de riesgos priorizados iniciaremos el análisis cuantitativo. Es en ese sentido de la lista de riesgos priorizados procederemos a analizar los adicionales, el cual tienen incidencia no solo en el costo del proyecto si no en el tiempo, el primer riesgo priorizado, concluirá finalmente en un adicional de obra es decir se encuentra enmarcado en el riesgo priorizado de adicionales de obra.

Como primer paso iniciaremos con la construcción de nuestro modelo el cual tal como definimos en el capítulo 3 nuestro modelo en el caso del tiempo será el cronograma de obra específicamente la ruta crítica.

Es decir será: $F(t) = \text{Ruta Critica}$, teniendo como variables, las partidas analizadas en los tres proyectos como incidentes.

Del análisis de los tres proyectos se obtuvo:

Id	Actividad		Variación del Tiempo del Proyecto Producto de Adicionales		
			Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
1	Inicio de obra				
2	Movilización y desmovilización de equipo	MDE	21,81%	63,52%	20,50%
3	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	MTS	21,81%	52,96%	20,50%
4	Desbroce y limpieza en bosque	DLB	6,39%	0%	0%
5	Excavación no clasificada para explanaciones	ENCPE	6,53%	28,52%	10,67%
6	Terraplenes	T	44,03%	19,44%	11,17%
7	Sub base granular	SB	0,69%	3,15%	0%
8	Base granular	B	0,42%	0%	16,17%
9	Imprimación asfáltica	IA	0,14%	3,15%	0%
10	Pavimento de concreto asfáltico	PCA	0,28%	0%	0%
11	Cunetas revestidas de Concreto	CR	1,25%	0,56%	0%
12	Marcas permanentes en el pavimento	MPP	0,42%	2,41%	0%
13	Fin de obra				

Cuadro 4-26 Fuente Propia

Id	Actividad		Variación del Costo del Proyecto Producto de Adicionales		
			Proyecto 1	Proyecto 2	Proyecto 3
1	Movilización y desmovilización de equipos	MDE	0%	27%	0%
2	Excavación en material común	EMC	36,01%	1354,43%	15,58%
3	Terraplenes	T	294,85%	338,49%	18,35%
4	Cal viva	CV	0%	10%	0%
5	Sub base granular	SB	0%	899%	0%
6	Base granular	B	0,68%	251,69%	0%
7	Pavimento de concreto asfáltico	PCA	0,20%	106,42%	33,45%
8	Cemento PEN	CP	0%	9%	37%
9	Asfalto diluido	AD	0%	72%	2%
10	Transporte de material proveniente de cantera	TMPC	21,90%	87,06%	44,90%
11	Cunetas revestidas de concreto	CRC	7,97%	206,66%	0%

Cuadro 4-27 Fuente Propia

Con lo cual obtenemos nuestro modelo en función del tiempo y el costo. Se debe tener en cuenta que para este análisis no se ha considerado el Segundo Proyecto debido a considerarse un caso especial, debido a la desaparición de canteras, el cual llevo a un incremento del Presupuesto y Plazo a más del 200% del contractual.

$$\text{Tiempo del Proyecto} = f(\text{Ruta Crítica})$$

$$= MDE + MTSV + DLB + ENCPE + T + SB + B + IA + PCA + CRC + MPP$$

$$\begin{aligned} \text{Costo del Proyecto} &= f(\text{Presupuesto}) \\ &= \text{Costo de actividades no incidentes}(k) \\ &+ \text{Costo de Actividades incidentes (MDE + EMC + T + CV + SB} \\ &+ B + PCA + CP + AD + TMPC + CRC \end{aligned}$$

A. Análisis Cuantitativo del Plazo del Proyecto

Actividad	Impacto	Tiempo	Probabilidad	Rangos	
				L. inferior	L. Superior
Movilización y desmovilización de equipo	21.16%	152.00	12.48%	0	49.94%
Mantenimiento de transito y seguridad vial	21.16%	152.00	12.48%		
Excavación no clasificada para explanaciones	8.60%	62.00	12.48%		
Terraplenes	27.60%	199.00	12.48%	49.94%	91.76%
Sub base granular	0.35%	2.00	8.36%		
Base granular	8.30%	60.00	8.36%		
Imprimación asfáltica	0.07%	1.00	8.36%		
Cunetas revestidas de Concreto	0.63%	5.00	8.36%		
Marcas permanentes en el pavimento	0.21%	2.00	8.36%	91.76%	100.00%
Desbroce y limpieza en bosque	3.20%	23.00	4.12%		
Pavimento de concreto asfáltico	0.14%	1.00	4.12%		

Cuadro 4-28. Fuente Propia

Dependiendo del proyecto y en el rango en el cual nos encontremos determinaremos el impacto sobre el proyecto, considerando en primer lugar si existe la actividad en el proyecto a alguna similar, de la misma forma consideraremos a partidas especiales como Mantenimiento de transito y seguridad vial, como una partida que siempre incrementara en función de otras partidas, es en ese sentido que en el primer rango que va de 0 a 49.94% se considera un análisis previo para cuantificar el verdadero impacto sobre el proyecto, introduciendo el impacto en nuestro cronograma.

Es en ese sentido que en el Proyecto 1, no existe la actividad terraplenes, con lo cual solo se considera la actividad de excavación clasificada para explanaciones como actividad principal, es en ese sentido que para introducir estos datos al modelo consideramos a las partidas Movilización y desmovilización de equipos y Mantenimiento de transito y seguridad vial en la misma proporción.

Movilización y desmovilización de equipo	8.60%	62.00
Mantenimiento de transito y seguridad vial	8.60%	62.00
Excavación no clasificada para explanaciones	8.60%	62.00

Cuadro 4-29. Fuente Propia

Introduciremos estos valores a nuestro cronograma con lo cual obtenemos un incremento en el plazo del proyecto en 62 días.

En el segundo intervalo de la misma forma se considera las actividades que se encuentran en nuestro proyecto, para luego definir el impacto que tendrán en el plazo del proyecto.

Sub base granular	0.35%	2.00
Base granular	8.30%	60.00
Imprimación asfáltica	0.07%	1.00
Cunetas revestidas de Concreto	0.63%	5.00
Marcas permanentes en el pavimento	0.21%	2.00

Cuadro 4-30 Fuente Propia

Introduciremos estos valores a nuestro cronograma con lo cual obtenemos un incremento en el plazo del proyecto en 70 días.

Desbroce y limpieza en bosque	3.20%	23.00
Pavimento de concreto asfáltico	0.14%	1.00

Cuadro 4-31 Fuente Propia

Introduciremos estos valores a nuestro cronograma con lo cual obtenemos un incremento en el plazo del proyecto en 01 día.

Entonces formamos nuestra distribución de frecuencias de la siguiente forma:

Rangos		Variación en el Plazo
Límite Inferior	Límite Superior	
0	49.94	62
49.94	91.76	132
91.76	100	133

Cuadro 4-32 Fuente Propia

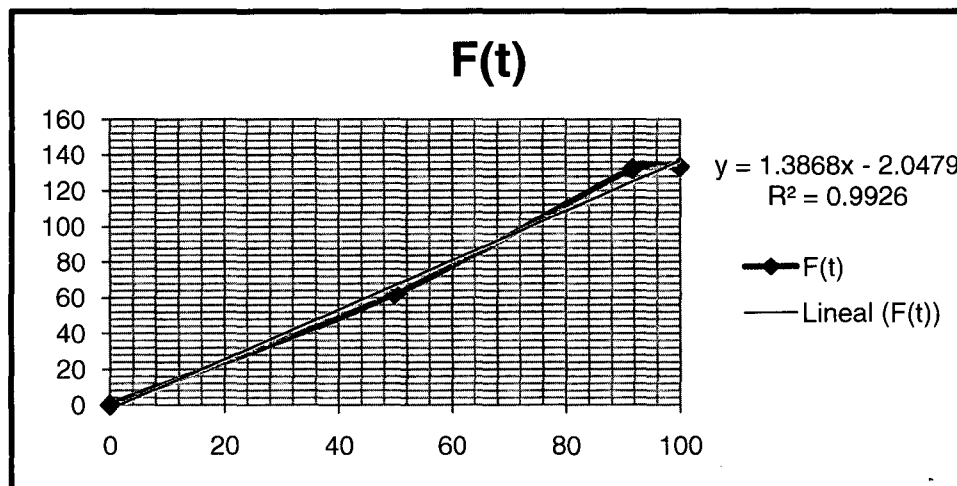


Figura 4-7. Fuente Propia

Para el cálculo del F (t) se procedió a seguir la metodología de monte carlo en el cual obtuvimos una muestra de números aleatorios al azar, para luego evaluarlo en nuestra función y obtuvimos su promedio:

0,67993193	0,11199981	0,19282592	0,93433925	0,63069024	0,32805033	0,82507387
0,69903351	0,80163488	0,06722594	0,95254735	0,07833682	0,56922601	0,86498401
0,01696393	0,47710029	0,88729848	0,58661448	0,03709648	0,26364895	0,8710518
0,08626544	0,59786225	0,10715538	0,55033157	0,97593494	0,735308	0,70600398
0,00758569	0,32225534	0,01374149	0,63602424	0,78411686	0,63426	0,42832719
0,36790181	0,08932754	0,13169491	0,61968604	0,05022104	0,76278647	0,47020327
0,90809618	0,41179495	0,24345571	0,33462494	0,3025395	0,26606311	0,07886489
0,54221546	0,9611074	0,73412979	0,66849513	0,63467501	0,55691206	0,75997538
0,57205537	0,04111229	0,99176997	0,50788478	0,18862884	0,29763777	0,09833394
0,5562921	0,26506127	0,04650635	0,53947231	0,82866659	0,88597504	0,43776027
0,11473882	0,45045999	0,15097613	0,9842061	0,88036629	0,13397117	0,74140062
0,25074011	0,96004328	0,55295739	0,07956268	0,53945583	0,71260831	0,81798086
0,6583046	0,01235146	0,16088791	0,70213851	0,7404242	0,77767704	0,18874192
0,15480171	0,05365001	0,8706069	0,89733303	0,88281035	0,00937487	0,00329577
0,93916594	0,22419221	0,6889072	0,92118278	0,79192606	0,12383962	0,54628044
0,559482	0,39227698	0,5911543	0,29840462	0,20838277	0,58779467	0,8429948
0,96835282	0,99435785	0,61543963	0,94548941	0,55001209	0,04959711	0,29519563
0,80975758	0,49938109	0,27828939	0,94616884	0,97149362	0,0420443	0,33570899
0,34192157	0,86682529	0,57135573	0,0595894	0,50607893	0,54423184	0,94472347
0,37514078	0,90818825	0,9557606	0,83621667	0,83237996	0,46269949	0,6481561
0,56329224	0,76319433	0,79381734	0,91043249	0,65935264	0,33025321	0,50418342
0,87338548	0,65143735	0,36706445	0,07913096	0,36691714	0,76240867	0,07879343
0,79995788	0,30568457	0,86068912	0,51023429	0,40829089	0,89109556	0,79360242
0,51027231	0,98442833	0,87989192	0,37380703	0,75522556	0,95737794	0,06833495
0,05994963	0,13207074	0,88486508	0,25373338	0,42871822	0,77612416	0,83768782
0,68094944	0,84019486	0,03072263	0,68020214	0,10159206	0,04668409	0,05038094
0,45851271	0,21665855	0,12918642	0,71373936	0,75511314	0,39594157	0,69313851
0,62473218	0,86573806	0,84485303	0,6017769	0,8395626	0,34053654	0,7870419
0,57609783	0,41500272	0,03837857	0,29650516	0,83927534	0,77257807	0,90264052
0,43900815	0,28360266	0,16901013	0,57420641	0,43076029	0,09838825	0,05821957
0,31077417	0,41528992	0,25227756	0,83987794	0,94368742	0,0533091	0,56832587
0,60599206	0,23491778	0,82495027	0,49012681	0,22201619	0,94348464	0,21536141
0,70612331	0,3731551	0,98133597	0,0324323	0,36568559	0,98556159	0,84414006
0,73352962	0,66029341	0,05508116	0,30308236	0,45960923	0,62559981	0,44474134
0,98513447	0,43542929	0,37907422	0,73063919	0,49319512	0,06916248	0,36483705
0,79524195	0,71166224	0,78270266	0,97757804	0,28939983	0,35960828	0,77633826
0,33141191	0,59446768	0,2177754	0,67121035	0,01524538	0,52624846	0,01529316
0,76580771	0,3118637	0,43714667	0,12532067	0,92206576	0,40872669	0,19349512

Cuadro 4-33 * En el presente cuadro solo se visualiza una parte de la muestra. Fuente Propia

Con lo cual se procedió a evaluar cada uno de estos valores en nuestra función

$$y = 1,3868x - 2,0479..... (1)$$

Y obtuvimos:

63,4266561	117,644577	128,483451	81,7647994	20,4929556	67,7164715	19,5855991
103,990221	100,822075	48,0230315	32,9389636	129,843903	31,2419625	61,7149539
71,2146889	116,781783	105,809814	95,2768764	91,3257301	14,7977284	108,163252
86,4640482	42,4712354	114,530566	102,760137	38,9980083	8,69481654	75,1402803
46,8621418	74,0340781	27,050447	-1,72864245	77,1444743	63,9914985	67,8224664
76,5423662	123,115756	91,1313424	51,6048658	95,734072	111,21982	88,2362126
84,7335043	50,4708973	78,7366227	132,045223	68,7235698	47,6273975	109,790502
8,0032686	118,870694	42,6590151	1,93895606	107,645411	27,972067	1,83164288
106,905027	128,800703	42,4717495	51,3226063	17,5923481	25,6014227	56,3215605
-1,90042964	-0,28701042	60,4880235	116,808542	88,3439398	15,1151976	45,3685527
95,5413989	133,544558	62,1185604	39,1091748	41,4900617	96,3781558	-1,33995169
46,1883733	20,1496201	53,7226897	90,0059072	115,891542	52,2976524	35,7062649
32,1302327	56,4241304	121,726534	134,015174	103,037303	135,94423	71,5168541
96,8932167	-0,30564381	114,461493	81,5254008	43,3771433	17,6386026	9,83000955
75,4131596	122,657449	-0,95159121	13,2579622	124,494637	45,35546	102,184229
43,931957	126,543069	101,767524	-0,88254361	64,8658044	20,2244577	-0,38010943
58,95811	20,5420727	104,182812	37,5829466	16,0606525	111,47557	131,302362
51,3915954	69,9629477	31,4115269	40,4106935	7,50765714	86,4319745	59,7185091
80,1222287	15,8625404	47,1040358	45,3319996	92,4111335	44,2524292	62,8328753
116,013679	106,79739	76,0601725	21,0674108	49,8328721	130,397264	69,5882199
110,044374	85,014306	116,698176	13,898118	26,0324611	88,6734891	5,63307153
125,352564	6,03985148	32,1174374	62,003597	117,892507	24,5159021	57,3546126
28,3043032	45,6581442	24,289337	55,0126888	10,3841919	2,56329034	127,069561
123,982383	89,0884581	115,753314	52,8319366	62,5454804	116,67182	95,6163936
51,6509709	69,6631444	3,62286543	133,767555	82,7660056	125,26542	47,9035472
123,248307	89,3936593	-0,39616852	105,171387	54,3188913	111,862473	54,2073036
8,74434977	21,7520926	99,0556979	-1,09626698	9,26774018	83,4750261	55,444451
51,0306502	119,03313	93,184188	57,7999858	56,2480747	68,7672582	35,7694648
130,612444	-1,05698742	130,84253	90,5882785	126,877693	72,0084152	55,3977072
83,3169131	126,265023	56,0589376	15,7722442	124,387459	27,7905729	13,6579367
97,2986817	134,008796	35,7831419	33,3207334	80,5538861	-0,89116979	81,6843175
92,7262202	31,0082751	13,5294239	32,5762201	30,0777091	116,83627	35,7742972
5,66796829	89,506615	40,4759353	24,9749702	34,3880177	87,1676766	68,1066056
-0,57934122	20,2670208	43,1900719	81,2709442	55,5601353	108,519112	36,9052206
60,23284	52,3685713	104,7222	1,80377407	118,27836	29,5752963	62,4423318
111,21346	58,3771063	97,1060031	131,959048	22,8128723	2,40095987	122,639849
38,2668362	20,9678684	120,687175	74,2045132	-0,22635961	96,2309477	108,764344
42,5709093	9,02359129	127,116454	48,9686723	103,313252	49,8859691	15,764828

Cuadro 4-34 * En el presente cuadro solo se visualiza una parte de la muestra. Fuente Propia

Numero de Datos *:	421520
Sumatoria :	28392544,3
Promedio :	67,34
Desviación Estándar :	40,06

Cuadro 4-35. Fuente Propia

$F(t) = 67.00$ días, debido a adicionales de obra.

Plazo de Obra: 787 días

Ahora consideraremos que el plazo del proyecto sigue una Función de distribución Normal en la cual utilizamos los siguientes datos para graficarla:

Media	:	784
Desviación Estándar	:	11,53
Numero de Datos	:	150000
Valor Optimista (Vop)	:	720 días (plazo contractual de obra)
Valor Probable (Vpro)	:	720 + 62 = 782 días
Valor Pesimista (Vpe)	:	720+133 = 853 días
Obtenemos el Valor esperado	:	784 días
$\frac{Vop + 4 * Vpro + Vpes}{6}$		
Obtenemos la Desviación Estándar	:	11.53 días
$\sqrt{\frac{(pe - op)}{6}}$		

Cuadro 4-36. Fuente Propia

Utilizando la función de distribución normal:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots(2), \text{ obtuvimos:}$$

783	778	787	771	781	786	794
773	782	774	791	770	801	783
783	808	783	782	780	769	779
789	786	786	791	760	796	778
766	825	788	790	792	771	784
761	787	799	778	785	790	805
770	809	784	795	791	805	789
802	776	793	784	805	773	777
773	783	776	776	773	784	797
770	794	772	796	811	792	779
784	772	783	779	790	790	795
787	780	800	772	810	772	778
772	780	783	802	775	788	780
789	763	783	769	801	786	759
786	791	765	785	810	767	789
778	791	781	775	779	783	779
786	779	794	777	788	799	779
787	766	802	774	779	782	776
784	798	805	787	778	798	770
792	793	785	783	798	778	769
786	799	788	796	776	784	790
796	786	781	783	781	778	757
775	786	782	790	787	781	801
789	791	793	787	792	791	776

Cuadro 4-37 * En el presente cuadro solo se visualiza una parte de la muestra. Fuente Propia

Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia
720	0	0	745	18	0	770	2486	0,017	795	3097	0,021	820	29	0
721	0	0	746	22	0	771	2812	0,019	796	3058	0,02	821	32	0
722	0	0	747	23	0	772	3015	0,02	797	2858	0,019	822	24	0
723	1	0	748	37	0	773	3309	0,022	798	2533	0,017	823	18	0
724	0	0	749	59	0	774	3523	0,023	799	2166	0,014	824	11	0
725	0	0	750	83	0,001	775	3816	0,025	800	1993	0,013	825	18	0
726	0	0	751	81	0,001	776	4103	0,027	801	1772	0,012	826	7	0
727	0	0	752	114	0,001	777	4303	0,029	802	1511	0,01	827	5	0
728	0	0	753	146	0,001	778	4491	0,03	803	1298	0,009	828	5	0
729	0	0	754	166	0,001	779	4777	0,032	804	1152	0,008	829	5	0
730	0	0	755	196	0,001	780	4873	0,032	805	1040	0,007	830	3	0
731	0	0	756	304	0,002	781	5019	0,033	806	855	0,006	831	1	0
732	0	0	757	326	0,002	782	5050	0,034	807	700	0,005	832	2	0
733	1	0	758	398	0,003	783	5117	0,034	808	604	0,004			
734	1	0	759	510	0,003	784	5274	0,035	809	435	0,003			
735	1	0	760	565	0,004	785	5288	0,035	810	407	0,003			
736	1	0	761	683	0,005	786	5042	0,034	811	335	0,002			
737	2	0	762	835	0,006	787	4989	0,033	812	283	0,002			
738	0	0	763	979	0,007	788	4886	0,033	813	217	0,001			
739	4	0	764	1177	0,008	789	4788	0,032	814	166	0,001			
740	5	0	765	1327	0,009	790	4541	0,03	815	137	0,001			
741	2	0	766	1581	0,011	791	4289	0,029	816	112	0,001			
742	9	0	767	1767	0,012	792	4179	0,028	817	111	0,001			
743	10	0	768	1853	0,012	793	3826	0,026	818	64	0			
744	9	0	769	2241	0,015	794	3537	0,024	819	66	0			

Cuadro 4-38 *Cuadro de Distribución de Frecuencias para Graficar Nuestra Función. Fuente Propia

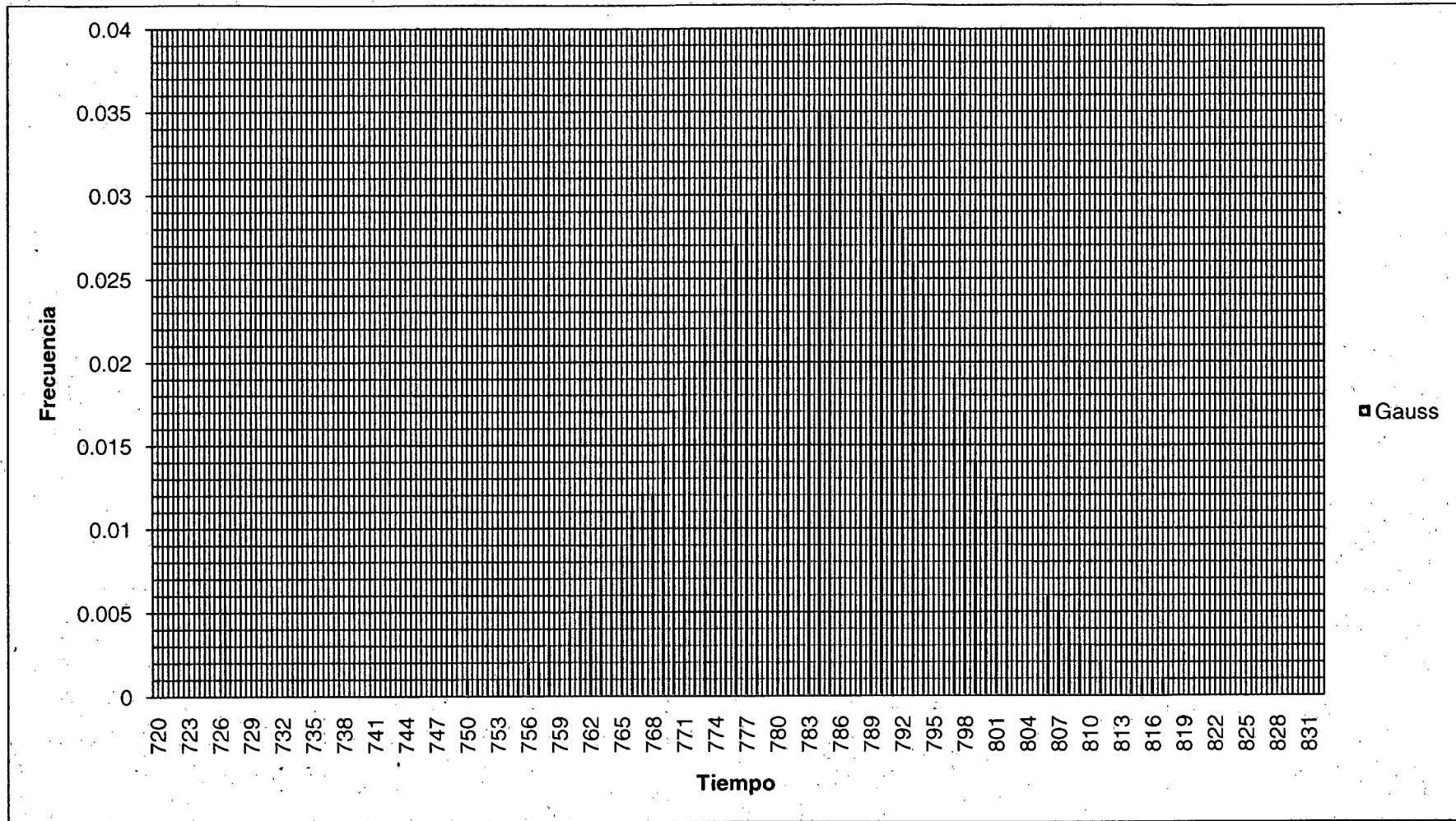


Figura 4-8, Histograma de Frecuencias, para el plazo del proyecto. Fuente Propia

Con lo cual para un 85 % de confianza $Z=1.03652$ entonces: $1.03652 \times 11.53 + 784 = 796$ Días. Que sería el plazo con una confianza del 85%.

B. Análisis Cuantitativo para el Costo del Proyecto

Del análisis de variación de los costos, producto de los adicionales, se observa una gran variación entre sí, por lo cual, calcular el promedio no sería representativo, en ese sentido se, tendrá en consideración al proyecto 3, y en el caso en el cual no exista un porcentaje de variación se considerará al proyecto 1 y proyecto 3, entonces obtenemos:

Id	Actividad	Impacto	Variación del Costo	Probabilidad	Rangos	
					Inferior	Superior
1	Transporte de material proveniente de cantera	44.90%	S/. 4 286 571.93	13.04%	0	52.16%
2	Excavación en material común	15.58%	S/. 603 084.45	13.04%		
3	Pavimento de concreto asfáltico	33.45%	S/. 2 624 028.14	13.04%		
4	Terraplenes	18.35%	S/. 1 212 736.87	13.04%		
5	Cemento PEN	37.00%	S/. 3 554 341.36	8.74%	52.16%	78.38%
6	Asfalto diluido	2.00%	S/. 57 327.91	8.74%		
7	Cunetas revestidas de concreto	7.97%	S/. 397 317.64	8.74%		
8	Base granular	0.68%	S/. 70 325.48	8.74%		
9	Movilización y desmovilización de equipos	27.00%	S/. 437 670.00	4.30%	78.38%	100.00%
10	Cal viva	10.00%	S/. -	4.30%		
11	Sub base granular	899.00%	S/. 30 364 529.25	4.30%		

Cuadro 4-39. Fuente Propia

Con lo cual obtenemos nuestra distribución de frecuencias

Rangos		Variación en el Costo
Límite Inferior	Límite Superior	
	0	0
0	52.16	S/. 8 726 421.39
52.16	78.38	S/. 12 805 733.78
78.38	100	S/. 43 607 933.02

Cuadro 4-40. Fuente Propia

Dependiendo del proyecto y en el rango en el cual nos encontremos determinaremos el impacto sobre el proyecto, considerando en primer lugar si existe la actividad en el proyecto o alguna similar. Se debe tener en cuenta que se obtuvieron dos curvas de tendencias las cuales son:

Rango de 0 a 52.16 = $y = 167301.x$

Y para el resto, $y = 266.78x^3 - 34975x^2 + 1E+06x + 9E-07$

Para el cálculo del $F(t)$ se procedió a seguir la metodología de monte carlo en el cual obtuvimos una muestra de números aleatorios al azar, para luego evaluarlo en nuestra función y obtuvimos su promedio:

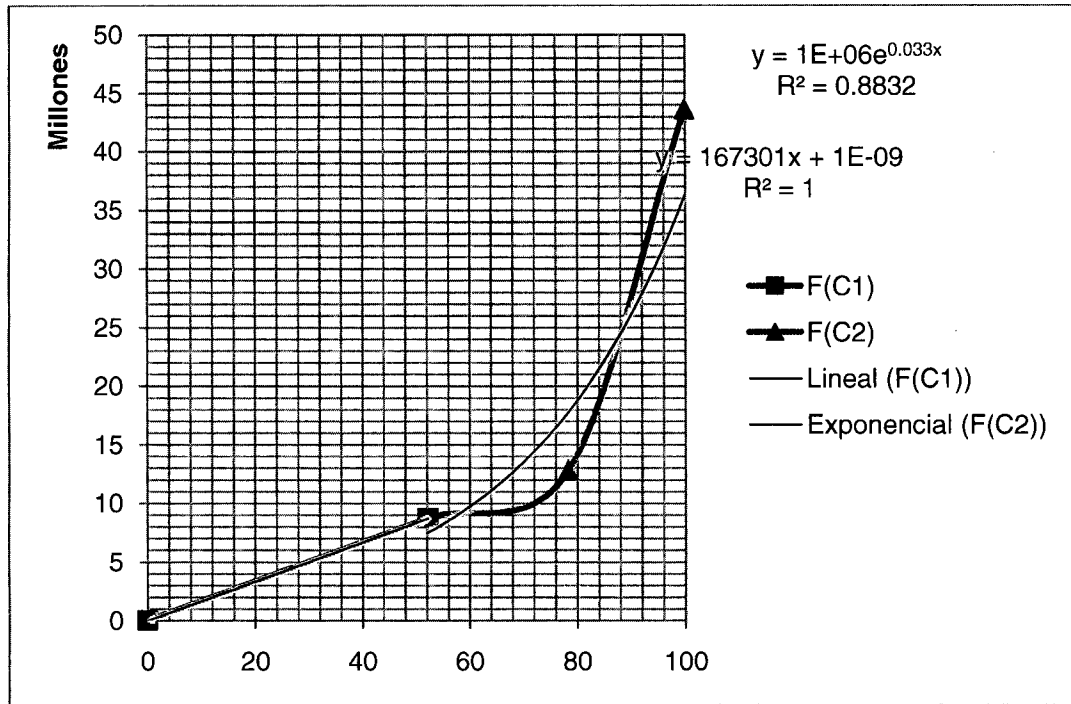


Figura 4-9, Fuente Propia

0.02146908	0.31529032	0.73432889	0.7625799	0.04996282	0.73158775	0.70786512
0.30380364	0.81433877	0.03477515	0.29193735	0.6637056	0.58546711	0.29824201
0.56722971	0.07777864	0.9742125	0.82240119	0.57422683	0.74834331	0.64008166
0.72458705	0.44220649	0.4849375	0.09543041	0.17090877	0.70038214	0.86853174
0.19593548	0.68406861	0.92877871	0.24237331	0.21956348	0.5689376	0.4471431
0.60637851	0.06894446	0.92084069	0.68629698	0.11388751	0.59413322	0.85450161
0.95046971	0.20076911	0.85992095	0.26572826	0.34110765	0.79788013	0.20203173
0.73350927	0.7626105	0.17504313	0.92179365	0.83897534	0.94027561	0.86402805
0.70194249	0.48329783	0.46849554	0.92174087	0.8080688	0.36338967	0.07663172
0.02733894	0.40766352	0.81544488	0.83254768	0.80333048	0.01404296	0.6074185
0.15251729	0.61946814	0.68587657	0.02855002	0.95093911	0.00193476	0.61116789
0.17632616	0.1509445	0.01181703	0.904478	0.51579952	0.47860126	0.41979388
0.5913341	0.69967518	0.40685614	0.84653451	0.99695766	0.25576567	0.73532524
0.62470619	0.03355527	0.47657964	0.01070034	0.86956715	0.15064226	0.89069876
0.05455039	0.02051551	0.50175739	0.86376471	0.41832225	0.51800038	0.90272615
0.01956817	0.28045269	0.86958556	0.74712179	0.2257129	0.19069613	0.81553402
0.56856078	0.94202309	0.91144592	0.89446452	0.56521873	0.62299261	0.94043577
0.57700712	0.69973804	0.80737449	0.64108078	0.34863797	0.75947019	0.93436834
0.38872842	0.60194475	0.40762927	0.45596663	0.56883144	0.42030944	0.36181008
0.10007423	0.5881153	0.17950284	0.35197102	0.44486033	0.02530825	0.87003506
0.14474991	0.80845274	0.49024654	0.13400399	0.59486526	0.39514997	0.12975596
0.38245894	0.58313511	0.1117942	0.47877284	0.2920669	0.10651406	0.95715406
0.33105154	0.40954501	0.98211851	0.23056727	0.35930316	0.22551452	0.36061103

0.5895454	0.68084746	0.41843893	0.83171409	0.18854134	0.87706648	0.81688064
0.77855956	0.08093614	0.91739733	0.97015821	0.48895391	0.26172697	0.83914789
0.03280651	0.12473402	0.22154921	0.74085845	0.2300973	0.37184609	0.94102367
0.1558778	0.10846906	0.33920579	0.71012104	0.92018577	0.81882288	0.95901463
0.30646549	0.6212675	0.2362338	0.59079723	0.87425932	0.5058013	0.69256158
0.28504885	0.19108469	0.37646497	0.89709991	0.67330421	0.28111551	0.42655058
0.26857284	0.76591808	0.06861669	0.3934189	0.76378631	0.25931968	0.22586089
0.25922603	0.39616503	0.42661567	0.21716577	0.31782998	0.53666991	0.97361525
0.13164116	0.82583946	0.42938974	0.16585751	0.63830577	0.57632348	0.01107431
0.98098176	0.15492297	0.83734582	0.66856921	0.1062583	0.94016994	0.5575741
0.70122058	0.42299999	0.07235066	0.03270789	0.73270294	0.43226831	0.66056891
0.79742366	0.1498775	0.89188937	0.38589377	0.77110455	0.8899944	0.66090076
0.37335048	0.80515769	0.81007851	0.1836167	0.88299983	0.72686843	0.09021349
0.91280622	0.36193787	0.37788467	0.89264142	0.70709653	0.12800651	0.80746891
0.22067319	0.91311806	0.92403589	0.17049901	0.51283456	0.25157615	0.96821015
0.03355433	0.10938228	0.69474746	0.06057615	0.03308571	0.37027394	0.06844985

Cuadro 4-41 * En el presente cuadro solo se visualiza una parte de la muestra. Fuente Propia

Con lo cual se procedió a evaluar cada uno de estos valores en nuestras funciones:

$$y = 167301x \dots (1)$$

$$y = 1E+06e^{0.033x} \dots (2)$$

Y obtuvimos:

S/. 3 591.80	S/. 8 358.83	S/. 11 181 264.76	S/. 10 339 328.18
S/. 50 826.65	S/. 8 937 254.81	S/. 6 903 589.21	S/. 49 896.19
S/. 94 898.10	S/. 6 652 205.96	S/. 11 816 925.99	S/. 8 266 981.72
S/. 10 925 912.43	S/. 28 593.21	S/. 10 087 137.17	S/. 17 569 329.61
S/. 32 780.20	S/. 36 733.19	S/. 95 183.83	S/. 74 807.49
S/. 7 396 811.92	S/. 19 053.49	S/. 7 103 869.35	S/. 16 774 423.33
S/. 23 024 297.03	S/. 57 067.65	S/. 13 915 515.20	S/. 33 800.11
S/. 11 252 390.40	S/. 15 936 604.21	S/. 22 262 630.52	S/. 17 310 142.06
S/. 10 139 211.19	S/. 14 391 346.00	S/. 60 795.46	S/. 12 820.56
S/. 4 573.83	S/. 14 168 066.28	S/. 2 349.40	S/. 7 422 241.04
S/. 25 516.30	S/. 23 059 989.95	S/. 323.69	S/. 7 514 646.92
S/. 29 499.54	S/. 86 293.78	S/. 80 070.47	S/. 70 231.94
S/. 7 038 552.38	S/. 26 841 797.48	S/. 42 789.85	S/. 11 320 025.30
S/. 7 857 986.62	S/. 17 629 464.01	S/. 25 202.60	S/. 18 902 721.23
S/. 9 126.34	S/. 69 985.73	S/. 86 661.98	S/. 19 668 065.49
S/. 3 273.77	S/. 37 761.99	S/. 31 903.65	S/. 14 750 282.90
S/. 95 120.79	S/. 94 561.66	S/. 7 813 676.62	S/. 22 274 400.27
S/. 6 713 520.66	S/. 58 327.48	S/. 12 258 892.85	S/. 21 832 845.71
S/. 65 034.65	S/. 95 166.07	S/. 70 318.19	S/. 60 531.19
S/. 16 742.52	S/. 74 425.58	S/. 4 234.10	S/. 17 656 706.50
S/. 24 216.80	S/. 7 121 051.31	S/. 66 108.99	S/. 21 708.30
S/. 63 985.76	S/. 48 863.08	S/. 17 819.91	S/. 23 537 817.75
S/. 55 385.25	S/. 60 111.78	S/. 37 728.80	S/. 60 330.59

S/. 6 997 128.23	S/. 31 543.15	S/. 18 071 197.77	S/. 14 815 976.81
S/. 13 055 983.67	S/. 81 802.48	S/. 43 787.18	S/. 15 945 681.37
S/. 5 488.56	S/. 38 495.51	S/. 62 210.22	S/. 22 317 656.12
S/. 26 078.51	S/. 20 834 557.49	S/. 14 911 242.94	S/. 23 682 781.49
S/. 51 271.98	S/. 17 904 566.10	S/. 84 621.06	S/. 9 830 140.48
S/. 47 688.96	S/. 9 224 877.41	S/. 47 030.91	S/. 71 362.34
S/. 44 932.51	S/. 12 434 748.22	S/. 43 384.44	S/. 37 786.75
S/. 43 368.77	S/. 53 173.27	S/. 89 785.41	S/. 24 851 803.83
S/. 22 023.70	S/. 8 218 675.42	S/. 6 698 391.93	S/. 1 852.74
S/. 25 463 340.82	S/. 17 777.12	S/. 22 254 868.87	S/. 93 282.71
S/. 10 115 085.34	S/. 11 222 489.01	S/. 72 318.92	S/. 8 845 221.78
S/. 13 894 569.50	S/. 12 738 705.19	S/. 18 858 835.58	S/. 8 854 913.41
S/. 62 461.91	S/. 18 428 519.76	S/. 11 008 479.41	S/. 15 092.81
S/. 20 333 311.75	S/. 10 313 137.13	S/. 21 415.62	S/. 14 362 884.46
S/. 36 918.85	S/. 85 797.73	S/. 42 088.94	S/. 24 412 456.33

Cuadro 4-42 * En el presente cuadro solo se visualiza una parte de la muestra. Fuente Propia

Numero de Datos *:	150000
Sumatoria :	9.36E+11
Promedio :	S/. 6 242 652.07
Desviación Estándar :	S/. 8 111 647.03

Cuadro 4-43. Fuente Propia

$F(C) = 6\ 242\ 652.07$ Soles, debido a adicionales de obra.

Presupuesto Total de obra será: S/. 62 602 641.26** + 6 242 652.07

** Se está considerando el Presupuesto del Proyecto 1 como referencial

Presupuesto Total de obra: S/. 68 845 293.33

La incidencia: 9.97 %

Ahora consideraremos que el Costo del proyecto sigue una Función de distribución Normal en la cual utilizamos los siguientes datos para graficarla:

Media	:	62 602 641.26
Desviación Estándar	:	11,53
Numero de Datos	:	150000
Valor Optimista (Vop)	:	S/. 62 602 641.26 (Costo contractual de obra)
Valor Probable (Vpro)	:	$62\ 602\ 641.26 + 6\ 242\ 652.07 =$ S/. 68 845 293.33
Valor Pesimista (Vpe)	:	$62\ 602\ 641.26 + 43\ 607\ 933.02 =$ S/. 106 210 574.28
Obtenemos el Valor esperado	:	74 032 398.14
$\frac{Vop + 4 * Vpro + Vpes}{6}$:	
Obtenemos la Desviación Estándar	:	S/. 2 695.92

$\sqrt{\frac{(pe - op)}{6}}$		
------------------------------	--	--

Cuadro 4-44. Fuente Propia

Utilizando la función de distribución normal:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots(2), \text{ obtuvimos:}$$

74026941	74031102	74034086	74034325	74027963	74034063	74033873
74031014	74034808	74027506	74030921	74033537	74032980	74030971
74032855	74028569	74037646	74034891	74032903	74034202	74033365
74034006	74032006	74032296	74028872	74029835	74033815	74035416
74030090	74033690	74036352	74030515	74030312	74032866	74032040
74033126	74028398	74036201	74033707	74029147	74033040	74035245
74036845	74030137	74035310	74030711	74031294	74034647	74030149
74034079	74034325	74029879	74036219	74035068	74036596	74035360
74033827	74032285	74032185	74036218	74034746	74031456	74028548
74027218	74031768	74034819	74034998	74034699	74026478	74033133
74029633	74033218	74033703	74027269	74036857	74024611	74033159
74029892	74029615	74026297	74035923	74032505	74032253	74031852
74033021	74033809	74031763	74035153	74039794	74030628	74034094
74033255	74027462	74032240	74026195	74035429	74029611	74035715
74028079	74026890	74032410	74035357	74031842	74032520	74035895
74026837	74030830	74035430	74034192	74030368	74030038	74034820
74032864	74036636	74036037	74035770	74032841	74033243	74036600
74032922	74033810	74034739	74033372	74031349	74034298	74036467
74031636	74033095	74031768	74032100	74032866	74031856	74031445
74028944	74032999	74029925	74031374	74032024	74027128	74035435

Cuadro 4-45. Fuente Propia

Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia	Valor	Número de repeticiones	Frecuencia
S/. 74,027,817.00	11	0.00007336	S/. 74,027,837.00	5	0.00003334	S/. 74,027,857.00	6	0.00004001
S/. 74,027,818.00	5	0.00003334	S/. 74,027,838.00	9	0.00006002	S/. 74,027,858.00	4	0.00002668
S/. 74,027,819.00	5	0.00003334	S/. 74,027,839.00	7	0.00004668	S/. 74,027,859.00	5	0.00003334
S/. 74,027,820.00	3	0.00002001	S/. 74,027,840.00	6	0.00004001	S/. 74,027,860.00	5	0.00003334
S/. 74,027,821.00	5	0.00003334	S/. 74,027,841.00	9	0.00006002	S/. 74,027,861.00	6	0.00004001
S/. 74,027,822.00	4	0.00002668	S/. 74,027,842.00	2	0.00001334	S/. 74,027,862.00	6	0.00004001
S/. 74,027,823.00	4	0.00002668	S/. 74,027,843.00	5	0.00003334	S/. 74,027,863.00	3	0.00002001
S/. 74,027,824.00	2	0.00001334	S/. 74,027,844.00	3	0.00002001	S/. 74,027,864.00	5	0.00003334
S/. 74,027,825.00	5	0.00003334	S/. 74,027,845.00	9	0.00006002	S/. 74,027,865.00	9	0.00006002
S/. 74,027,826.00	9	0.00006002	S/. 74,027,846.00	3	0.00002001	S/. 74,027,866.00	4	0.00002668
S/. 74,027,827.00	5	0.00003334	S/. 74,027,847.00	5	0.00003334	S/. 74,027,867.00	1	0.00000667
S/. 74,027,828.00	6	0.00004001	S/. 74,027,848.00	4	0.00002668	S/. 74,027,868.00	4	0.00002668
S/. 74,027,829.00	2	0.00001334	S/. 74,027,849.00	3	0.00002001	S/. 74,027,869.00	7	0.00004668
S/. 74,027,830.00	3	0.00002001	S/. 74,027,850.00	6	0.00004001	S/. 74,027,870.00	3	0.00002001
S/. 74,027,831.00	8	0.00005335	S/. 74,027,851.00	6	0.00004001	S/. 74,027,871.00	5	0.00003334
S/. 74,027,833.00	3	0.00002001	S/. 74,027,853.00	4	0.00002668	S/. 74,027,873.00	5	0.00003334

Cuadro 4-46. Fuente Propia

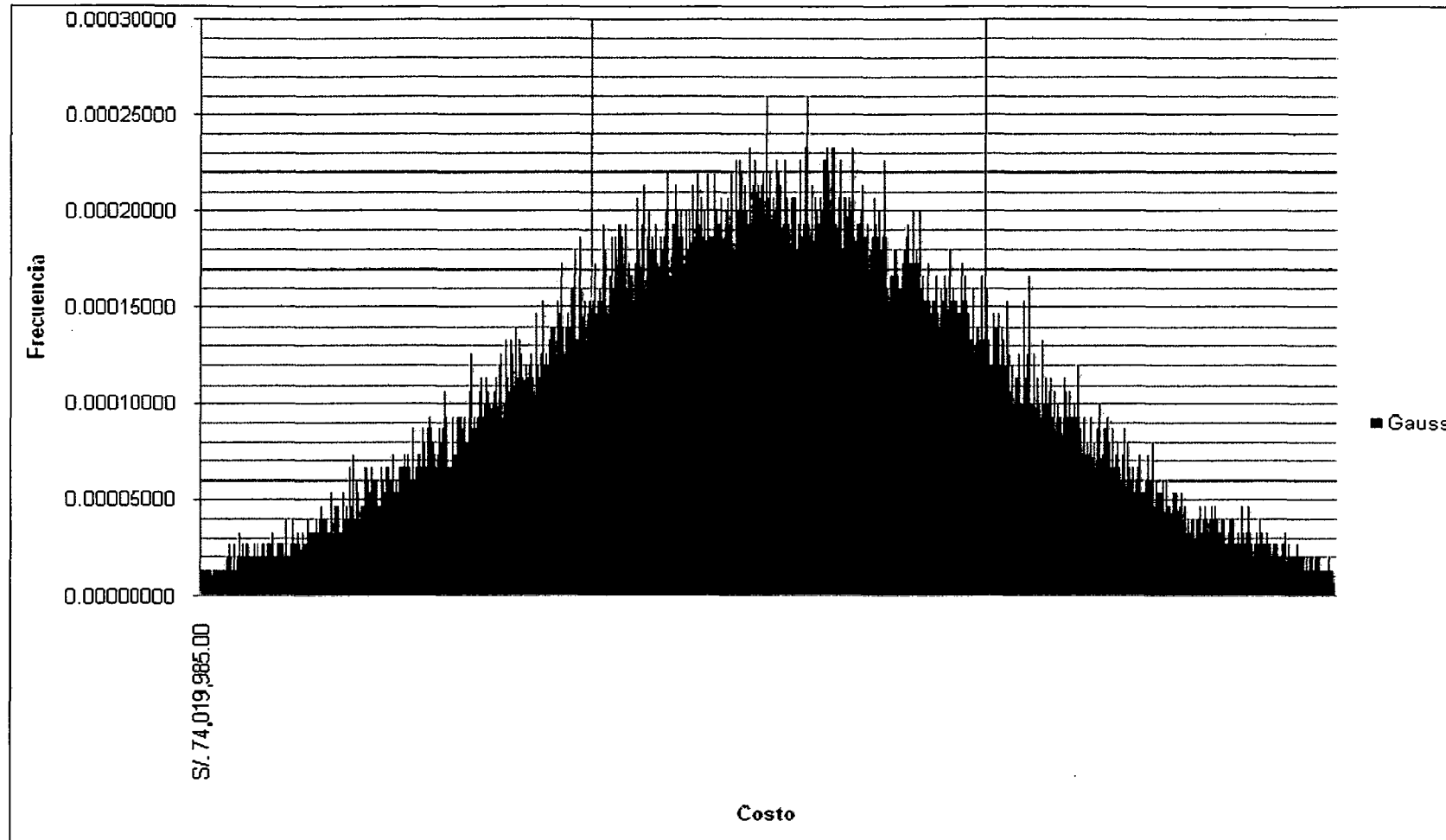


Figura 4-10, Histograma de Frecuencias, para el Costo del proyecto, Fuente Propia. Fuente Propia

Con lo cual para un 85 % de confianza $Z=1.03652$ entonces: $1.03652 \times 2695.92 + 74\,032\,398.14 = S/. 74\,035\,192.51$. Que sería el Costo de Obra con una confianza del 85%.

4.3.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos

El proceso de planificar la respuesta a los riesgos aborda los riesgos en función de su prioridad. Las respuestas a los riesgos planificadas deben adaptarse a la importancia del riesgo, ser rentables con relación al desafío por cumplir, realistas dentro del contexto del proyecto.

Existen varias estrategias de respuesta a los riesgos. Para cada riesgo, se debe seleccionar la estrategia o la combinación de estrategias con mayor probabilidad de eficacia.

Las tres estrategias siguientes abordan normalmente las amenazas o los riesgos que pueden tener impactos negativos sobre los objetivos del proyecto en caso de ocurrir. La cuarta estrategia, aceptar, puede utilizarse tanto para riesgos negativos o amenazas como para riesgos positivos u oportunidades. Estas estrategias, descritas a continuación, consisten en evitar, transferir, mitigar o aceptar.

Dependiendo del tipo de riesgo y de la experiencia se procederá a realizar una estrategia para cada riesgo. Considerando que si es un riesgo Alto y Medio se elaborara un plan de respuesta y en el caso de ser riesgos de baja prioridad no se considerará una respuesta de planificación.

Es decir se trabajara con el cuadro de lista de registro para respuestas inmediatas y la lista de riesgos para análisis y respuestas adicionales.

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS – PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS

<i>Evento de riesgo</i>	<i>Respuesta planificada</i>	<i>Estrategia de respuesta</i>	<i>Acciones de respuestas</i>	<i>Plan de contingencia</i>	<i>Plan alternativo</i>	<i>Riesgos residuales</i>	<i>Riesgos secundarios</i>
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	Elaborar un registro de posibles canteras	Aceptar	Recorrido de la carretera y documentar ubicación de posibles canteras	Cambio de cantera, fuera del trazo de la vía		Disponibilidad de nueva cantera	Costo del Proyecto
	Realizar ensayos preliminares que verifiquen su posible utilización.		Recolección de muestras			Cantidad suficiente de nueva cantera	Tiempo del Proyecto
	Determinar potencia aproximada		Levantamiento con GPS				
Adicionales de obra	Realizar un base de Datos de informes, planillas según tipos de Adicionales de Obra	Aceptar	Solicitar informes pasados	Solicitar apoyo		Falta de sustento	Plazo del Proyecto
	Elaborar el Informe de Presupuesto Adicional de Obra						
	Realizar un base de Datos de informes según tipos de Causales de ampliación de plazo						
	Elaborar el Informe de Ampliación de Plazo						

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS – PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS							
<i>Evento de riesgo</i>	<i>Respuesta planificada</i>	<i>Estrategia de respuesta</i>	<i>Acciones de respuestas</i>	<i>Plan de contingencia</i>	<i>Plan alternativo</i>	<i>Riesgos residuales</i>	<i>Riesgos secundarios</i>
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	Control semanal de los cauces de río	Aceptar	Recorrido de la carretera y documentar ubicación de posibles canteras	Cambio de cantera, fuera del trazo de la vía		Disponibilidad de nueva cantera	Costo del Proyecto
	Realizar ensayos preliminares que verifiquen su posible utilización.		Recolección de muestras			Cantidad suficiente de nueva cantera	Plazo del Proyecto
	Determinar potencia aproximada		Levantamiento con GPS				
Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	Documentar requerimientos	Aceptar	Diseñar, en base a los requerimientos y dentro del alcance del proyecto	Acuerdo con pobladores			Reclamos de pobladores por no cumplimiento
	Presentar adicionales		Ejecutar adicionales				
Ampliación de plazo por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades	Documentar, causales de ampliación de plazo.	Aceptar	Elaboración de ampliación de plazo				Costo del Proyecto

REGISTRO DE IDENTIFICACION DE RIESGOS – PLAN DE RESPUESTA A RIESGOS							
<i>Evento de riesgo</i>	<i>Respuesta planificada</i>	<i>Estrategia de respuesta</i>	<i>Acciones de respuestas</i>	<i>Plan de contingencia</i>	<i>Plan alternativo</i>	<i>Riesgos residuales</i>	<i>Riesgos secundarios</i>
Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico.	Documentar, causales.	<i>Transferir</i>	Elaborar informe y presentarlo a la aseguradora				<i>Plazo del Proyecto</i>
Sabotaje a Equipos	Documentar, causales.	<i>Transferir</i>	Elaborar informe y presentarlo a la aseguradora				<i>Plazo del Proyecto</i>

Cuadro 4-47. Fuente Propia

4.3.6 Monitorear y Controlar los Riesgos

La secuencia de trabajo seria realizar una reunión de monitoreo y control de riesgos, con la siguiente agenda:

- Identificación de nuevos registros.
- Revisión de riesgos actuales.
- Revaluación de riesgos actuales.
- Auditoria de riesgos.

4.4 Resultados Obtenidos

Dependiendo del tipo de análisis que se requiera, el resultado del análisis cualitativo, en muchos casos puede resultar suficiente, para el manejo de la gestión de riesgos en un proyecto.

Del análisis cuantitativo realizado, se puede observar que existe demasiada variabilidad en los distintos proyectos analizados, los cuales suponen, incertidumbre, en la ejecución de los proyectos dependiendo del proyecto, la empresa que lo ejecute y de las condiciones del medio.

En el caso del Plazo, el proyecto analizado, Desvío Tocache – Puente Porongo, Tramo 1: Desvío Tocache – Puente Pucayacu. El plazo total real fue de 900 días. Pero considerando solo adicionales de Obra, fueron 157 días los cuales darían como resultado 877, frente a los 796 días obtenidos, asumiendo que la el tiempo sigue distribución normal. Lo cual es un 10 % mayor al calculado.

En el caso del Costo, el proyecto analizado, Desvío Tocache – Puente Porongo, Tramo 1: Desvío Tocache – Puente Pucayacu.

	COSTO INICIAL	COSTO PROGRAMADO	COSTO REAL
COSTO DIRECTO	S/. 62 353 509.99	74 032 398.14	
VALOR REFERENCIAL CD X FR	62 602 641.26	74 328 192.00	
GASTOS GENERALES FIJOS	813 834.34	966 266.50	
GASTOS GENERALES VARIABLES	13 828 923.45	16 419 097.61	
UTILIDAD	10 154 148.41	12 056 032.74	
SUB-TOTAL	87 399 547.46	103 769 588.85	
IMPUESTO IGV 19%	16 605 914.02	19 716 221.88	
TOTAL PRESUPUESTO	104 005 461.48	123 485 810.73	128 446 188.76

Cuadro 4-48. Fuente Propia

El Costo total real fue de 128 446 188.76 Soles. Pero considerando solo adicionales de Obra, fueron 125 819 523.15 Soles, incluyendo reajustes los cuales frente a los 123 485 810.73 Soles obtenidos, asumiendo que la el tiempo sigue distribución normal. Lo cual es un 2% mayor al calculado.

De los resultados obtenidos, debemos considerar que solo, se han tomado como muestra tres proyectos de los cuales uno está concluido y dos a puertas de concluir, a medida que se siga recopilando mayor información, permitirá obtener

modelos más realistas, esto teniendo en consideración solo los resultados cuantitativos.

Los resultados cualitativos, nos permitirán llevar un manejo de la obra, a un nivel de mayor detalle, es decir en ejecución, los cuales nos permitirán tener un avance continuo y prepararnos ante posibles dificultades.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se observa que en los proyectos de Rehabilitación y Mejoramiento de Carreteras, los riesgos más incidentes y comunes, son los producidos por los adicionales, los cuales generan variaciones en el costo y plazo de obra. Los cuales, son derivados de una etapa anterior, la ejecución del estudio, en la cual considerando, el presupuesto y de manera incidente el corto tiempo para realizarlo (Cuadro 3-2), tanto en la etapa de recolección de información (30 días, según la mayoría de TDR, para la entrega del 100% de datos recolectados de campo, dependiendo la longitud de la carretera), análisis para luego tener como resultado diseños finales, todo esto en un tiempo aproximado de 180 días. Son los principales causantes de generar variaciones entre el 10 y 15 % del costo total de obra.

Los eventos inciertos, presentes en todos los proyectos, sismos, huelgas, etc. En su mayoría son riesgos transferidos a una empresa aseguradora. Pero existen riesgos de origen climático, como lluvias, crecidas de ríos, propias de la zona de ejecución del proyecto (selva), que tienen un efecto en la ejecución del proyecto, que no están incluidas en los contratos, (aparecen riesgos climáticos, orientados a daños que puedan originar propiamente a la carretera, mas no a la ejecución del proyecto). Los cuales dependiendo de la magnitud pueden ser de gran incidencia, en el costo y plazo del proyecto. Teniendo como principal ejemplo al proyecto 2: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Huánuco – Tingo María – Pucallpa, Sector: Aguaytía - Pucallpa, Tramo 2: San Alejandro – Neshuya, el cual actualmente se encuentra a un 80% del costo total de obra. Debido a la no existencia de canteras. Son riesgos que siempre están latentes y que merecen un análisis continuo a medida que se avance la ejecución del proyecto.

Existen riesgos, que se encuentran en una lista de control, debido a su impacto, poco significativo, a nivel global (Gerencial). Los cuales son necesarios en el día a día, es decir en un nivel de ejecución, y se requiere un análisis y seguimiento más detallado, los cuales nos permitirán, un avance según lo programado, optimizando recursos y procedimientos.

Debemos tener en cuenta que a partir de un análisis cualitativo, se puede generar un plan de gestión de riesgos, el cual desde el punto de vista de gestión, nos permitirá manejar el proyecto, de forma ordenada y sencilla.

Del análisis de los tres proyectos se obtuvieron, funciones de tiempo y costos, estas curvas (modelo), nos permitirán, predecir estas variables, a través del método de Monte Carlo un valor aproximado del resultado final del costo y plazo de la obra.

Debemos tener presente, que para la obtención de estos modelos solo se consideraron, tres proyectos, es un modelo bastante sencillo y obtenido empíricamente, a través de datos reales y teniendo como premisa de que “siempre hay que partir de algo”, nos permitirá luego, apuntar a un re cálculo el cual nos permita un mayor grado de confianza.

La planificación del los proyectos debe estar afectada de un alto grado de agilidad y dinamismo, no es razonable planificar un proyecto y pensar que esa planificación es definitiva. En casi todos los casos, la realidad no coincide con lo previsto, por lo que es necesario realizar ajustes periódicos.

RECOMENDACIONES

Considerando las principales causas, de las variaciones en el proyecto y observando que en la mayoría de los mismos, se derivan de la etapa anterior, (la ejecución del diseño final del proyecto). Nos hace suponer, que se requiere, en primer instante, un mayor nivel de detalle, en la elaboración de los expedientes técnicos del proyecto, los cuales nos permitirán una mejor caracterización de lo que se pretende obtener como resultado. Definiendo claramente plazos, costos y mejores diseños, los cuales nos permitirán optimizar recursos en la ejecución del Proyecto.

Profundizando, en las posibles causas de esta deficiencia en la ejecución de los diseños finales de los proyectos, Definimos en los plazos y costos, como las principales fuentes, debiendo realizar, la toma de datos de campo, análisis de los mismos, en tiempos demasiado cortos, para los recursos previstos en el presupuesto del proyecto. Entonces se hace necesario, definir de una mejor manera, estas dos variables, con la cual se consiga un punto de equilibrio, en la cual se obtengan mejores resultados, en etapas posteriores.

En el caso, de riesgos con un impacto poco significativo, en la mayoría de casos con un adecuado control, se pueden evitar. Para un mejor control, es recomendable utilizar mapas temáticos, que nos permitirán agrupar diversos riesgos, sobre un mismo entregable.

Dependiendo del tamaño del proyecto y de los recursos, en caso no se pueda realizar un análisis cuantitativo, un análisis cualitativo, puede resultar suficiente para generar un plan de gestión de riesgos.

Uno de los errores más comunes, es querer arrancar con excesiva premura la obra, sin haber prestado la atención debida a una serie de tareas previas de preparación, organización y planificación, que son imprescindibles para garantizar el éxito posterior.

BIBLIOGRAFÍA

Heldman Kim, Project Manager's Spotlight on Risk Management, Editorial Sybex, Incorporated, 2005, EE.UU.

Project Management Institute, Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®), Editorial PMI Publications, 2004, EE.UU.

Project Management Institute, Risk Management, Editorial PMI Publications, 2004, EE.UU.

Pellicer Armiñana, Eugenio, Sanz Benlloch, Amalia Catalá Alis, Joaquín El Proceso Proyecto-Construcción, Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2004, Valencia

Vílchez Chuman Willy Rafael, Modelo de Gestión de Riesgos para Proyectos de Construcción en el Perú. Tesis UNI FIC, 2006, Perú.

Wideman, Max, The Project and Program Risk Management, Editorial PMI Publications, 1992, EE.UU.

ANEXOS

ANEXO A

ANEXO B

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. TOCACHE –
 PUENTE PORONGO, TRAMO 1: DV. TOCACHE – PUENTE PUCAYACU.**

RUTA CRITICA			
Ítem	Actividad	Duración (Días)	Relación Lógica
2	Entrega de terreno / entrega de adelanto en efectivo	0	
7	Permisos y licencias para explotación de cantera (supervisión)	15	2
8	Recepción de botaderos con libre disponibilidad (supervisión)	20	2
9	Accesos a canteras	30	4CC+5,7
10	Explotación de cantera	160	4CC+10,9FC-15
11	Procesamiento de agregados	250	4CC+15,10FC-155
12	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial 500	720	2
16	Excavación no clasificada para explanaciones	105	8
20	Perfilado y compactado en zonas de corte	192	16FC-86
21	Ejecución de banquetas para relleno	226	20FC-170
25	Sub base granular	434	26FC-380,44FC-406
26	Sub base granular nivelante	404	11FC-193,21FC-195
27	Base granular	469	25FC-414
31	Imprimación asfáltica	312	27FC-287
32	Pavimento de concreto asfáltico	301	31FC-246,41FC-266
36	Alcantarillas tipo TMC	280	11FC-200
37	Alcantarillas tipo marco MC	252	36FC-250
38	Alcantarillas tipo marco especiales MCA	110	37
41	Cunetas revestidas	285	31FC-265
44	Reubicación de tuberías	90	38FC-45
47	Marcas permanentes en el pavimento	45	32FC-10
77	Fin de obra	0	47

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUÁNUCO –
TINGO MARÍA – PUCALLPA, SECTOR: AGUAYTÍA - PUCALLPA, TRAMO 2:
SAN ALEJANDRO – NESHUYA.**

RUTA CRITICA			
Ítem	Actividad	Duración (Días)	Relación Lógica
4	Movilización y desmovilización de equipo	540	2
5	Topografía y georeferenciación	540	2
6	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	540	2
13	Desbroce y limpieza en bosque	80	4CC,5CC
18	Excavación en explanaciones sin clasificar	237	13CC+63 días,8FC+2 días
19	Terraplenes	257	18CC+9 días,13FC-8 días
20	Recuperación del pavimento existente	252	19CC+62 días
22	Sub-rasante estabilizada suelo - cal	303	20CC-27 días
23	Cal viva	303	4CC+87 días,20CC-35 días
29	Sub-base granular	301	23CC,19FF,22CC
30	Base granular	249	19FF,29CC+10 días
36	Imprimación asfáltica	212	65FF+60 días,66FF+60 días,67FF+90 días,30CC+3 días
37	Riego de liga	181	69FF,70FF,71FF,22CC
38	Sello "FOG-SEAL"	122	40CC
39	Pavimento de concreto asfáltico en caliente MAC - b	185	36CC,30FF+1 día,59FF-90 días,14FF,15FF,16FF
40	Pavimento de concreto asfáltico en caliente MAC- 2	144	43FF,37FF+2 días,36FF+3 días,31CC+15 días,39CC+1 día
53	Concreto clase d 20.6 MPA (210 kg/cm ²)	350	49CC+1 día,47FC+1 día
59	Cunetas triangulares revestidas de concreto	360	30CC+30 días
73	Señal preventiva (0.75 m x 0.75 m)	56	78FF+14 días,38FC-53 días
76	Señal de servicios auxiliares (0.80 m x 1.20 m)	56	78FF+17 días,38FC-53 días
77	Señal informativa	56	79FF+1 día,38FC-53 días
78	Postes de soporte de señales	41	40FC-54 días
81	Tacha retroreflectiva	28	82CC+10 días
82	Marcas en el pavimento continuas	38	38FC-35 días
83	Marcas en el pavimento discontinuas	38	38FC-35 días
85	Guardavía nuevos (incluye terminal)	68	38FC-65 días

**REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA TARAPOTO -
JUANJUI, TRAMO: CAZPIZAPA – JUANJUI**

Ítem	RUTA CRITICA		
	Actividad	Duración (Días)	Relación Lógica
4	Movilización de equipos	210 días	2CC
5	Desmovilización equipos	60 días	4CC+540 días
6	Topografía y georeferenciación	600 días	2CC
7	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	600 días	6CC
9	Desbroce y limpieza en bosque	224 días	4FC-180 días
14	Excavación en material común	410 días	9FC-193 días
20	Terraplenes	493 días	14FC-396 días
24	Sub base granular (e = 0.35 m)	344 días	20FC-446 días
29	Base granular (e = 0.30 m)	445 días	24FC-338 días
33	Imprimación asfáltica	448 días	29FC-442 días
35	Pavimento de concreto asfáltico en caliente (e=0.075 m)	327 días	33FC-321 días
89	Marcas retroreflectivas con pintura de tránsito convencional	15 días	35,61FF,62FF

Se procedió a comparar los distintos cronogramas, luego se identifico aquellas actividades que se encontraban en dos o más cronogramas (fondo amarillo), con lo cual se obtuvo:

Id	Actividad	Secuencia Lógica
1	Inicio de obra	
2	Movilización y desmovilización de equipo	2
3	Mantenimiento de tránsito y seguridad vial	2
4	Desbroce y limpieza en bosque	2FC - D
5	Excavación no clasificada para explanaciones	4FC - D
6	Terraplenes	5FC - D
7	Sub base granular	5FC - D
8	Base granular	7FC - D
9	Imprimación asfáltica	8FC - D
10	Pavimento de concreto asfáltico	9FC-D
11	Cunetas revestidas	9FC-D
12	Marcas permanentes en el pavimento	10FC-D
13	Fin de obra	

ANEXO C

Calcularemos la incidencia de cada una de las partidas en el presupuesto, lo cual nos permitirá concentrarnos y analizar con más detalle la influencia de cada una de estas partidas en el proyecto. Las variables a utilizar son:

- Partidas incidentes en el presupuesto
- Revisión de cantidades (metrados)

Se considero partidas incidentes, aquellas que superaban o igualaban, el costo directo de la obra en 3,00% (partidas sombreadas en amarillo) con lo cual se identifico a las siguientes partidas:

Id	Actividad	Proyecto 1 % de incidencia	Proyecto 2 % de incidencia	Proyecto 3 % de incidencia
1	Movilización y desmovilización de equipos	3,19%	2,02%	1,75%
2	Excavación en material común	0,44%	0,53%	4,18%
3	Terraplenes	-	1,95%	7,14%
4	Cal viva	-	15,81%	-
5	Sub base granular nivelante	6,43%		
6	Sub base granular	3,10%	5,81%	3,56%
7	Base granular	9,08%	10,48%	10,55%
8	Pavimento de concreto asfáltico	9,17%	22,63%	8,47%
9	Cemento pen	13,05%	14,88%	10,37%
10	Asfalto diluido			3,10
11	Transporte de material proveniente de cantera	10,1%	-	10,3%
12	Cunetas revestidas de concreto	2,52%	3,62%	5,38%
	Total	54,02 %	73,23 %	63,05%

Cuadro 3-8.

Considerando solo las partidas que igualaban o superaban el 3,00%, se llega a un acumulado de:

- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera desvío Tocache – Puente Porongo, Tramo 1: desvío Tocache – Puente Pucayacu. = 51,15%
- Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Huánuco – Tingo María – Pucallpa, Sector: Aguaytía - Pucallpa, Tramo 2: San Alejandro – Neshuya = 73,23%

- Supervisión de la Obra de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Tarapoto-Juanjui, Tramo: Caspizapa – Juanjuí = 63,05%

Entonces las partidas mencionadas anteriormente, son las que deberíamos tener especial cuidado, debido a que sus variaciones, en cantidad, etc. tendrían gran incidencia en el costo final de la obra. Se puede observar los resultados del análisis realizado, para la obtención de estas actividades incidentes en los proyectos de rehabilitación de carreteras.

Las posibles fluctuaciones que ocurrirán en el desarrollo del proyecto están contemplados en la formula polinomial del presupuesto base.

El presupuesto nos permitirá medir el desempeño del costo final del proyecto.

Parte importante en la gestión de los costos del proyecto es el control de los costos, lo cual implica registrar cualquier incremento en la línea base y un adecuado control del desempeño de costos.

ANEXO D

Normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones:

- Reglamento Nacional de Gestión de infraestructura
- Jerarquización vial
- Manuales para la gestión vial :
 - DG Normas de diseño geométrico
 - EG Especificaciones Generales
 - EM Ensayos de materiales
 - Suelos, geología y pavimentos (en proceso)
 - Puentes
 - Túneles, muros y obras complementarias (en proceso)
 - Hidrología, hidráulica y drenaje (en proceso)
 - Estudios Socio ambientales
 - Seguridad vial
 - Diseño de carreteras no pavimentadas de bajo tráfico
 - Diseño de carreteras pavimentadas de bajo tráfico
- Mantenimiento y conservación vial
 - Mantenimiento rutinario
 - Mantenimiento periódico
 - Conservación de carreteras de bajo volumen de tránsito
 - Especificaciones generales para conservación vial
- Clasificador de rutas
 - Inventarios viales
 - Mapas viales
 - Manual de inventarios viales
 - Registro nacional de carreteras
- Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial
- Costos referenciales en estudios y obras
- Términos de referencia modelo (servicios de consultoría)
- Guía para la ejecución de diseños viales
- Reglamento nacional de cobro por usos de la infraestructura vial.
- Normas en carreteras
 - Normas de diseño de pavimentos urbanos (aceras y pavimentos)
 - Manual de diseño geométrico de vías urbanas
 - Normas ASTM
 - Normas AASHTO

Vincular eventos de riesgos

- Como primer paso procederemos a identificar el primer evento a analizar.
- El segundo paso será identificar los vínculos que existen con otros eventos de riesgo, primero en la misma categoría, para luego proseguir con las demás categorías.
- El tercer paso será identificar la relación entre los eventos de riesgo identificados y definir el evento principal.
- Como cuarto paso será ordenar los eventos restantes como consecuencia del evento principal observación.

Se procederá a definir eventos de riesgos que incluyan los eventos identificados, cambiando en algunos casos y/o aumentando términos para la inclusión de estos, se iniciara con el primer riesgo identificado en el Cuadro 3-20.

Primer paso	Segundo paso	
Técnico - Requerimiento	Técnico - Requerimiento	Gestión de Proyectos - Estimaciones
Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información	Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades	Variación de costos por rendimientos inadecuados Incremento de costos por horas muertas de Equipos y MO
	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de la actividad	Falta de liquidez por inadecuada adquisición de materiales
	Retrasos por la no disposición de MO suficientes en la realización de la actividad	Gestión de Proyectos - Planificación
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	Retrasos en los cronogramas por procesos constructivos inadecuados
	Incremento de costos por adquisición de personal adicional para mantener avance de obra	Retrasos en los cronogramas por rendimientos de actividades no reales
	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor	Retrasos en los cronogramas por equipos inadecuados
		Adquisición inadecuada de Equipos
		Adquisición inadecuada de MO
		Adquisición inadecuada de materiales
		Gestión de Proyectos - Control
		El no cumplimiento de los requerimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa raíz
Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de la actividad	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	
	Retrasos por la no disposición de MO suficientes en la realización de la actividad	Equipos en mal estado por falta de mantenimiento.
	Incremento de costos por adquisición de personal adicional para mantener avance de obra	
	Retrasos en los cronogramas por rendimientos de actividades no reales	
	Variación de costos por rendimientos inadecuados	
Adquisición inadecuada de Recursos	Incremento de costos por horas muertas de Equipos y MO	Mala definición de las actividades de trabajo, por inadecuada revisión de la información
	Falta de liquidez por inadecuada adquisición de materiales	

2.-

Primer paso	Segundo paso	
Técnico - Requerimiento	Técnico - Calidad	Externos - Subcontratos
Definición inadecuada de los requerimientos de calidad	Retrasos por rechazo de entregables	Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos
Definición inadecuada en los procesos de control	Técnico - Complejidad e interfase	
	Rehacer trabajos por efectos de lluvias	El no cumplimiento de los procedimientos de las especificaciones y/o supervisor por la falta de experiencia de subcontratos
	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor	
	El no cumplimiento de los procedimientos de las especificaciones y/o supervisor - sobre las tolerancias en los entregables- (Estructura del Pavimento, concreto, etc.)	Externos - Clima
		Ejecución de actividades en clima no favorable
		Organizacionales - Cliente
		Definición inadecuada de los requerimientos de calidad por parte del cliente (MTC)
		Gestión de Proyectos - Control
		La no realización del control estadístico en materiales y ensayos requeridos
		El no cumplimiento de los requerimientos para materiales y ensayos indicados en las especificaciones.

		El no cumplimiento de los procedimientos de las especificaciones y/o supervisor - sobre las tolerancias en los principales entregables- (Estructura del Pavimento)
		Control deficiente por parte de la supervisión, en los procesos constructivos.
		Rechazo de entrega de obra por no cumplimiento de la deflexión
		Rechazo de entrega de obra por no cumplimiento de la rugosidad

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Retrasos por rechazo de entregables	Retrasos en el cronograma	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor
	Rehacer trabajos por efectos de lluvias	
	Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones	El no cumplimiento de los requerimientos para materiales y ensayos indicados en las especificaciones.
		Control deficiente por parte de la supervisión, en los procesos constructivos.
		Ejecución de actividades en clima no favorable
Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos	Retrasos en el cronograma	El no cumplimiento de los procedimientos especificados por las especificaciones y/o supervisor
	Rehacer trabajos por efectos de lluvias	
	Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones	El no cumplimiento de los requerimientos para materiales y ensayos indicados en las especificaciones.
		Control deficiente por parte de la supervisión, en los procesos constructivos.
		Ejecución de actividades en clima no favorable
Rechazo de pedido de entrega de obra	Penalizaciones en caso de encontrarse fuera del plazo acordado	Rechazo de entrega de obra por no cumplimiento de la deflexión
	Ampliar gastos de garantías, seguros, etc.	Rechazo de entrega de obra por no cumplimiento de la rugosidad
	Sobre costos en realizar las medidas adecuadas para subsanar las observaciones	

3.-

Primer paso	Segundo paso	
Técnico - Requerimiento	Técnico - Rendimiento	Externo - Mercado
Retraso en actividades por incumplimiento de equipo mínimo	Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	Retrasos por la no disponibilidad de equipos
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	Organizacionales - Recursos
		Estrategia de gestión inadecuada para disposición de equipos propios
	Técnico - Calidad	
	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades	Retrasos en el cronograma por la no disponibilidad de equipos	El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)
	Incremento de costos por adquisición de equipos adicionales para mantener avance de obra	
	Penalidad por incumplimiento de requerimiento contractual con respecto al equipo mínimo	Estrategia de gestión inadecuada para disposición de equipos propios

4.-

Primer paso	Segundo paso	
Técnico - Requerimientos		Organizacionales - Recursos
La no disponibilidad de Profesionales que cumplan los requerimientos del MTC		No disponibilidad de personal propio
Técnico - Complejidad e interface		
Retrasos por dirección inadecuada y falta de experiencia del personal a cargo		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
La no disponibilidad de Profesionales que cumplan los requerimientos del MTC	Retrasos por dirección inadecuada y falta de experiencia del personal a cargo	No disponibilidad de personal Especialista en el Medio
		No disponibilidad de personal propio

5.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo - Financiación	Organizacionales - Financiamiento	
Cancelación del Proyecto por falta de liquidez por crisis financiera (cliente - MTC - Estado)	Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad	

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad	Conclusión del proyecto	Cancelación del Proyecto por falta de liquidez por crisis financiera (cliente - MTC - Estado)

6.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo - Financiación	Externo - Cliente	Gestión de Proyectos - Estimaciones
Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	Ampliación del plazo por la ejecución de adicionales	Metrados insuficientes para la ejecución del proyecto
	Retrasos en la elaboración de adicionales por falta de personal	Ampliación de plazo por ejecución de adicionales por metrados insuficientes
	Retrasos en la ejecución de los trabajos adicionales por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	Incremento en los costos por ejecución de adicionales por metrados insuficientes
	Incremento de costos por ejecución de adicional	

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población	Ampliación del plazo por la ejecución de adicionales	Requerimientos de la población
	Incremento de costos por ejecución de adicional	
Metrados insuficientes para la ejecución del proyecto	Ampliación de plazo por ejecución de adicionales por metrados insuficientes	Deficiencias en el proyecto
	Incremento en los costos por ejecución de adicionales por metrados insuficientes	
Retrasos en la ejecución de los trabajos adicionales por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC	Retrasos en la elaboración de adicionales por falta de personal	Falta de Persona
	Aumento en el plazo y cronograma del proyecto	Falta de comunicación Ejecutor, Supervisor, Proyectista y Entidad

7.-

Primer paso	Segundo paso	
Externos - Regulatorios		Gestión de Proyectos - Comunicación
Variación en el Costo por cambios de diseño		Retrasos por la no definición de cambios de diseño en entregables
Variación en el Tiempo por cambios de diseño		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Cambios de diseño	Variación en el Costo por cambios de diseño	Mejor desempeño del entregable modificado
	Variación en el Tiempo por cambios de diseño	
Ampliaciones de plazo por situaciones en las cuales se requiere opinión del supervisor - proyectista y entidad	Aumento en el plazo y cronograma del proyecto	Retrasos por la no definición de cambios de diseño en entregables

8.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo - Conclusión anticipada	Externo - medio	
La no conclusión de todos los entregables	Clima de inseguridad	
	Sabotaje a Equipos	
	Incremento de costos por Equipos, MO adicionales	
	Externo - Conclusión anticipada	
	Decremento de la calidad por avance acelerado en la ejecución de los entregables	

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Conclusión anticipada	Incremento de costos por Equipos, MO adicionales	Clima de inseguridad
	Posible no conclusión de todos los entregables	Sabotaje a Equipos
	Posible decremento de la calidad por avance acelerado en la ejecución de los entregables	
Sabotaje a Equipos	Retrasos en el cronograma	Terrorismo - Narcotráfico
	Impacto social en el personal de obra	

9.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo -Subcontratos y proveedores	Externo - medio	Técnicos - Rendimiento
La no disponibilidad de equipos y MO	Retrasos po la no disponibilidad de materiales	Incremento de costos por variación impredecible de alquiler de equipos
La no disponibilidad de materiales	Retrasos por la no disponibilidad de personal	Incremento de costos por variación impredecible salarios de MO
Insolvencia para la adquisición de recursos por parte del subcontrato	Retrasos por la no disponibilidad de equipos	
	Incremento de costos por variación impredecible en los costos de materiales (inflación)	
	Variación de los costos, por cambio en los impuestos	
	Variación de los costos por cambios de moneda	

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Escasez y/o variación de los costos de materiales	Retrasos en el cronograma	Inflación
	Incremento de costos por variación impredecible en los costos de recursos	Crisis
		Cambio de impuestos
		Cambios de moneda
La no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato	Retrasos en el cronograma	Insolvencia para la adquisición de recursos por parte del subcontrato
	Incremento de costos por variación impredecible en los costos de recursos	Escasez de materiales

10.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo -Clima		
Retrasos por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades		
Incremento en costos por la realización de trabajos afectados por las lluvias		
Ejecución de actividades en clima no favorable		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Retrasos por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades	Ampliación de plazo por condiciones extraordinarias en el clima no favorables para la ejecución del proyecto	Clima
	Incremento en costos por la realización de trabajos afectados por las lluvias	

11.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo -Clima		
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.		
Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.		
Incremento en los costos por la no disponibilidad de materiales de cantera		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.	Ampliación de plazo	Cauce errático del río
	Incremento en los costos por la no disponibilidad de materiales de cantera	No cumplimiento con el cronograma
	Posible pérdida de calidad	Antigüedad del diseño
Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.	Dificultades en el tránsito de la vía	Cauce errático del río
		Lluvias extraordinarias
Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico	Deterioro de los entregables del proyecto	Sismo

12.-

Primer paso	Segundo paso	
Externo - medio		
Ampliación de plazo por huelgas		
Incremento en los costos (Gastos Generales) por la aprobación de ampliación de plazos por huelgas		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Huelgas	Ampliación de plazo por huelgas	Población
	Incremento en los costos (Gastos Generales) por la aprobación de ampliación de plazos por huelgas	Decisiones políticas

13.-

Primer paso	Segundo paso	
Organizacionales - Cliente		
Retraso en el inicio de obras		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Retraso en el inicio de obras	Variación entre el estudio y la ejecución del proyecto	Decisiones políticas
		Financiamiento

14.-

Primer paso	Segundo paso	
Organizacionales - Dependencias del proyecto		Gestión de Proyectos - Control
El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas		El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas
El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs		El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas	Resolución de contrato	
El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs	Retrasos en el cronograma	

15.-

Primer paso	Segundo paso	
Técnicos - Calidad		
El no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua		
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica		
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización		
El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
El no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua	Decremento de la calidad en el proyecto	Control de calidad inadecuado
	Posibles reclamos de la población	
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica	Decremento de la calidad en el proyecto	Control de calidad inadecuado
	Posibles reclamos de la población	

El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización	Decremento de la calidad en el proyecto	Control de calidad inadecuado
	Posibles reclamos de la población	
El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)	Decremento de la calidad en el proyecto	Control de calidad inadecuado
	Posibles reclamos de la población	

16.-

Primer paso	Segundo paso	
Gestión de Proyectos - Control		
Accidentes en el Personal de obra		
El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.		

Tercer y cuarto paso

ID	Efectos sobre el proyecto	Causa Raíz
Accidentes en el Personal de obra	Reclamos del personal obrero	Control de calidad inadecuado
El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.	Elevado índice de accidentes	Control de calidad inadecuado
	Reclamos del personal obrero	

A continuación mostramos el cuadro resumen de los riesgos identificados:

Riesgos identificados
Retrasos e incrementos en costos por equipos y cuadrillas inadecuados para el medio donde se realizaran las actividades
Adquisición inadecuada de Recursos
Retrasos por rechazo de entregables
Retrasos por rechazo de entregables realizados por subcontratos
Rechazo de pedido de entrega de obra
Retrasos por la no disposición de equipos suficientes en la realización de actividades
La no disponibilidad de Profesionales que cumplan los requerimientos del MTC
Resolución de contrato por falta de recursos financieros por parte de la entidad
Ejecución de elementos adicionales por requerimientos de la población
Metrados insuficientes para la ejecución del proyecto
Retrasos en la ejecución de los trabajos adicionales por demoras en trámite y aprobación de adicionales por parte del ejecutor, supervisor, proyectista y MTC
Cambios de diseño
Ampliaciones de plazo por situaciones en las cuales se requiere opinión del supervisor - proyectista y entidad
Conclusión anticipada
Sabotaje a Equipos
Escasez y/o variación de los costos de materiales
La no disponibilidad de recursos por parte del subcontrato
Retrasos por condiciones no favorables en el clima para la ejecución de actividades
La no disponibilidad de materiales extraídos de canteras próximas a cauces de ríos, por su crecida.
Bloqueos en accesos (mantenimiento del tránsito de la vía), próximos a cauces de ríos.
Daños a los entregables, producidos por movimiento sísmico
Huelgas
Retraso en el inicio de obras

Riesgos identificados
El no cumplimiento del pago de los seguros y renovación de cartas fianzas
El no cumplimiento de permisos para explotación de canteras y disposición de material excedente en DMEs
El no cumplimiento de los controles de Aire, ruido y agua
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la acumulación de material excedente y su readecuación morfológica
El no cumplimiento de los procedimientos especificados en la normativa ambiental para realizar la extracción de material y su readecuación morfológica en su finalización
El no cumplimiento de los requerimientos especificados por el cliente MTC (sobre el estado de los equipos - Contaminación)
Accidentes en el Personal de obra
El no cumplimiento de los requerimientos de seguridad de obra indicados por las especificaciones y/o supervisor.