



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Trabajo Especial de Grado

**PROPUESTA DE CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE RESERVAS DE  
CONTINGENCIA EN EL PRESUPUESTO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE RIESGOS  
DEL PROYECTO**

Caso de estudio: Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita

Presentado por:

**Lemoine Soto, Frederic Michel**

para optar al título de:

**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Asesora:

**Prof. Guillén Guédez, Ana Julia**

Caracas, Junio de 2018

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Trabajo Especial de Grado

**PROPUESTA DE CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE RESERVAS DE  
CONTINGENCIA EN EL PRESUPUESTO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE RIESGOS  
DEL PROYECTO**

Caso de estudio: Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita

Presentado por:

**Lemoine Soto, Frederic Michel**

para optar al título de:

**ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS**

Asesora:

**Prof. Guillén Guédez, Ana Julia**

Caracas, Junio de 2018

Señores:

Universidad Católica Andrés Bello  
Vicerrectorado Académico  
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales  
Postgrado en Gerencia de Proyectos

Atención: Profesora Janett Mora de Torres

Referencia: **Aprobación de Asesoría de Trabajo Especial de Grado**

Por la presente hago constar que he leído el borrador final del Proyecto del Trabajo Especial de Grado, presentado por el ciudadano Frederic Michel Lemoine Soto, titular de la Cédula de Identidad N° 14958019, para optar al grado de Especialista en Gerencia de Proyectos, cuyo título tentativo es “Propuesta de cálculo de integración de reservas de contingencia en el presupuesto, mediante el análisis de riesgos del proyecto”; y manifiesto que cumple con los requisitos exigidos por los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, y que, por lo tanto, lo considero apto para ser evaluado por el jurado que se decida designar a tal fin.

En la ciudad de Caracas, a los 15 días del mes de Junio de 2018.

---

Ana Julia Guillén Guédez  
C.I N°:



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
POSTGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS

Trabajo Especial de Grado

**PROPUESTA DE CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE RESERVAS DE CONTINGENCIA EN EL  
PRESUPUESTO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE RIESGOS DE PROYECTO**

Caso de estudio: Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita

**Autor:** Lemoine Soto Frederic Michel

**Asesora:** Guillén Guédez, Ana Julia

**Año:** 2018

La Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, fundada en 1976 por decreto real, es la corporación más grande del medio oriente en términos de capitalización y la cuarta más grande a nivel mundial, segunda mayor productora de etileno glicol y mayor productor mundial de *Methyl tert-butyl ether* (MTBE), urea granulada, policarbonato, polipropileno y termoplástico *polieter imide*. Los proyectos de capital de esta empresa, se encuentran orientados a la construcción y expansión de nuevas plantas petroquímicas, y son controlados por un equipo de gerencia de proyectos, el cual asegura el exitoso cumplimiento y culminación en termino de costos, tiempo y calidad. El proceso de aprobación del presupuesto de cada fase de los proyectos, comienza con la elaboración del estimado de costos, el cual cubre cada una de las actividades a ser realizadas, tomando en cuenta los posibles riesgos e inconvenientes que se puedan presentar mediante la adición de un monto de contingencia. En la actualidad, no se ha implantado una metodología para cuantificar en termino de costos estos factores de riesgo y así calcular los niveles de contingencia necesarios a ser sumados a los estimados. De manera general, el proceso adiciona porcentajes de contingencia predeterminados basados en el grado de avance, diseño y madurez de la ingeniería, además de datos históricos, lo cual trae como consecuencia, la no consideración objetiva de los riesgos presentes en el proyecto. En el siguiente trabajo se analizó la data estadística existente de los proyectos de capital concluidos, su estructura de costos en cuanto a sus recursos, así como los principales riesgos evaluados cualitativamente en los análisis de riesgo, estimando su impacto económico en los recursos del proyecto. Durante la fase de investigación, toda la información se obtuvo directamente de la base de datos de la gerencia de proyectos de la empresa mediante el análisis de los trabajos culminados en el periodo 2000 al 2015. El objetivo de esta investigación fue desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios para cubrir los imprevistos y ubicar los estimados dentro del rango de precisión esperado en los proyectos de capital de la industria petroquímica Arabia Saudita.

**Palabras Clave:** Contingencia, Gerencia de riesgos, Estimación de Costos

**Línea de Trabajo:** Planificación y Gestión de Costos en Proyectos

## **LISTA DE ACRONIMOS Y SIGLAS**

AACE : American Association for Cost Engineering

ANP: Analytical Network Process

COBIT: Control Objectives for Information and Related Technologies

E&PM: Engineering and project management

FEED: Front End Engineering Design.

FCM: Fuzzy Cognitive Map

IPC: Ingeniería, procura y construcción

LSTK: Lump Sum Turnkey

KSA: Kingdom of Saudi Arabia

KTA: Kilo Tons per annum

PMBOK: Guía para los fundamentos de la dirección de proyectos del Instituto de Gerencia de Proyectos

PMI: Project Management Institute

RBS: Risk breakdown structure

## INDICE GENERAL

LISTA DE ACRONIMOS Y SIGLAS .....	v
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	viii
INDICE DE TABLAS .....	ix
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. Planteamiento de la investigación.....	4
1.2. Interrogante y Sistemización de la Investigación. ....	7
1.3. Objetivos de la investigación .....	7
1.4. Justificación de la Investigación.....	8
1.5. Alcance de la Investigación .....	9
1.6. Limitaciones .....	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO .....	11
2.1. Antecedentes.....	11
2.2. BASES TEÓRICAS .....	17
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.....	33
3.1. Tipo de investigación.....	33
3.2. Diseño de la investigación .....	33
3.3. Unidad de análisis .....	34
3.4. Recolección, procesamiento y análisis de datos .....	34
3.5. Fases de la Investigación.....	34
3.6. Estructura de División del Trabajo (EDT).....	36
3.7. Operacionalización de las variables .....	37
3.8. Aspectos éticos.....	38
CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL.....	42
4.1. Reseña institucional de la Empresa .....	42
4.2. Visión de la empresa .....	42
4.3. Misión de la empresa .....	42
4.4. Visión estratégica 2030.....	43
CAPITULO V: DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS .....	45
5.1. Identificar los principales recursos económicos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita.....	45

5.2. Caracterizar los riesgos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita .....	51
5.3. Analizar el impacto de los riesgos identificados en los principales recursos económicos de los proyectos .....	55
5.4. Formular una propuesta de cálculo de niveles de contingencia de acuerdo a los riesgos identificados en los proyectos y los márgenes de aceptación de gerentes y otros socios. ....	60
CAPITULO VI: ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	70
CAPITULO VII. LECCIONES APRENDIDAS .....	79
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	85

## INDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración</b>	<b>Página</b>
1- CALCULO DE FACTORES DE RIESGO .....	5
2- CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO .....	18
3- CICLO DE VIDA DE LOS RECURSOS .....	19
4- COSTO DE CAMBIO VS TIEMPO .....	24
5- ESCALAS DE IMPACTO VS. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	28
6- DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA ACUMULATIVA DE CONTINGENCIA .....	31
7- ESTRUCTURA DE DIVISIÓN DEL TRABAJO .....	36
8- DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE COSTOS – NIVEL 1 .....	47
9- DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE COSTOS – NIVEL 2 .....	48
10- HISTOGRAMA DE COSTO DEL PROYECTO .....	66
11- DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA DE COSTOS (CURVA S) .....	67
12- DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CONTRIBUCIÓN DE RIESGOS .....	69

## INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	37
2. PLANTAS PETROQUÍMICAS ESTUDIADAS .....	45
3. DISTRIBUCIÓN TOTAL DE COSTOS - NIVEL 1 .....	46
4. DISTRIBUCIÓN TOTAL DE COSTOS - NIVEL 2 .....	48
5. MONTO PROMEDIO DE INGENIERÍA BÁSICA (FEED).....	49
6. DISTRIBUCIÓN DE RECURSOS .....	49
7. ASIGNACIÓN DE RECURSOS A ACTIVIDADES .....	50
8. CATEGORÍA DE RIESGOS.....	52
9. RIESGOS POR CATEGORÍAS.....	53
10. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS .....	56
11. DISTRIBUCIÓN PROBABILIDAD X CONSECUENCIA.....	57
12. RIESGOS CRÍTICOS EN LOS PROYECTOS .....	58
13. RIESGOS SIGNIFICANTES EN LOS PROYECTOS.....	59
14. IMPACTO EN DÍAS DE RIESGOS .....	60
15. RIESGOS MAYORES VS ACTIVIDADES AFECTADAS.....	61
16. RIESGOS SIGNIFICANTES VS ACTIVIDADES AFECTADAS .....	62
17. ESTUDIO DE IMPACTO PARA RIESGOS MAYORES .....	63
18. ESTUDIO DE IMPACTO PARA RIESGOS SIGNIFICANTES .....	64
19. COSTO DIARIO DE LOS RECURSOS.....	65
20. IMPACTO DE RIESGOS MAYORES SOBRE EL PROYECTO .....	65
21. IMPACTO DE RIESGOS SIGNIFICANTES SOBRE EL PROYECTO .....	66
22. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE COSTOS DEL PROYECTO (USD X 1000) ....	68
23. RESUMEN DE VALORES ESTADÍSTICOS DE SIMULACIÓN MONTE CARLO ....	68
24. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE CONTRIBUCIÓN DE RIESGOS .....	69
25. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PLANIFICADO VS EJECUTADO .....	81

## INTRODUCCION

La Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, es una corporación diversificada de químicos, con producción a escala global en América, Europa, Medio Oriente y Asia, elaborando diferentes tipos de productos químicos, plásticos de alto desempeño y agro nutrientes. La compañía actualmente cuenta con más de 35 mil empleados en todo el mundo y operaciones en más de 50 países.

Fundada en el año 1976, ya para 1985 su producción superaba los 6,5 millones de toneladas, cinco años luego, se ubicaba en 13 millones de toneladas, y para el 2012 más de 60 millones de toneladas.

Con la finalidad de aumentar la precisión de los estimados de costos, los cuales son utilizados para pedir los fondos monetarios del presupuesto previo al inicio de la contratación de la ingeniería, procura y construcción de los proyectos de instalación y ampliación de las plantas petroquímicas, se analizaron de forma preliminar los proyectos ejecutados e identificaron algunas situaciones desfavorables y sus posibles causas, entre las que se encuentran: necesidad de incremento del presupuesto previamente aprobado, desviación del estimado de costos en comparación con las ofertas de contratistas, devolución de fondos monetarios a los clientes, retrasos en la fecha de finalización de los proyectos, e insatisfacción de los *stakeholders*.

Es así como surge la necesidad de realizar un estudio detallado de los aspectos relacionados con la gerencia de proyectos, especialmente en referencia a la elaboración de los estimados de costos, como se cubre la contingencia durante la elaboración de los mismos, y desarrollar una propuesta para analizar de manera cuantitativa los riesgos presentes mediante la integración de reservas de contingencia en el presupuesto, y así aumentar el nivel de confiabilidad, y de esta forma, minimizar todas las posibles consecuencias un cálculo no preciso del estimado de costos, tales como, pérdida de tiempos por aprobación de fondos adicionales, daño de la imagen de la gerencia de proyectos, problemas de pagos a contratistas, proveedores y sobre estimación del presupuesto.

Para ello, se realizó un análisis de costos de proyectos culminados desde el año 2010 al 2015, comparando los montos finales al momento del cierre con el estimado de costos. Seguido de este análisis se identificaron los riesgos presentes y como afectaron los recursos del proyecto, luego se determinó el impacto económico de estos riesgos, se comparó con el porcentaje de contingencia inicialmente adicionado, y se elaboró una propuesta de mejora de cálculo de niveles de contingencia.

Durante la fase de investigación, toda la información fue obtenida utilizando la base de datos de la gerencia de proyectos, específicamente de la sección de riesgos y costos.

El presente documento que describe el trabajo de investigación realizado, se encuentra dividido en cinco capítulos, descritos brevemente a continuación:

CAPITULO I. Planteamiento de la investigación: En él se describe el problema, su justificación, los objetivos, las limitaciones y el alcance del trabajo de investigación realizado, así como los resultados esperados y los códigos de ética seguidos por el investigador.

CAPITULO II. Marco teórico: Se exponen en este capítulo los antecedentes, las referencias teóricas que apoyan la investigación y las herramientas que se utilizaron en el desarrollo del trabajo.

CAPITULO III. Marco metodológico: En este capítulo se describe el tipo de investigación realizado y la unidad de análisis.

CAPITULO IV. Marco organizacional: En este capítulo se describe la organización donde se desarrolló el trabajo de investigación, incluyendo una breve reseña histórica de la empresa, su misión, visión y valores.

CAPITULO V. Desarrollo de los objetivos: Este capítulo muestra todo el trabajo realizado para cumplir con los objetivos planteados en el capítulo I

CAPITULO VI. Análisis de los resultados: En este capítulo se realizó un análisis del cumplimiento del objetivo general de la investigación

CAPITULO VII. Lecciones aprendidas: En este capítulo se realizó un análisis de las lecciones aprendidas durante la investigación.

CAPITULO VIII. Conclusiones y recomendaciones: Como resultado final de la investigación, se presentan conclusiones de cada uno de los objetivos específicos planteados, así como conclusiones generales de la investigación, además de recomendaciones y acciones de mejoras.

Por último, las referencias bibliográficas de las fuentes consultadas en la investigación.

# CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Todo proyecto cuenta con un ciclo de vida, los cuales están estandarizados según lo establecido por el Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI por sus siglas en ingles) en 5 grupos de procesos: Inicio, Plan, ejecución, control y cierre.

En cada una de estas fases, se establecen metodologías para coordinar los recursos y el personal necesario para ejecutar las actividades. Además, se deben cumplir con ciertos requerimientos que van determinando el nivel de madurez y definición del mismo, y una vez cumplidos, permiten avanzar a la siguiente fase.

Uno de los requisitos en cada una de las etapas del proyecto es el estimado de costos, el cual es utilizado como soporte de decisión para determinar su factibilidad, evaluar entre otras alternativas, realizar estudios financieros, hacer el apartado presupuestario además de proveer las bases para el control de costos y tiempo y decidir si avanzar y asignar más recursos que garanticen la exitosa ejecución del proyecto mediante el pago a contratistas, y gastos internos del cliente, gastos pre operativos, licencias, sistemas de información, etc.

Una de las fases críticas de todo proyecto es la correcta y precisa estimación del monto necesario a ser apartado en el presupuesto antes de la ejecución del mismo, presupuesto que luego será utilizado para cubrir los gastos de las empresas de ingeniería seleccionadas para elaborar la ingeniería básica (Front End Engineering Process, FEED), vendedores aprobados para suministrar los equipos mayores requeridos, empresas de Ingeniería de detalle y construcción y los costos del cliente, necesarios para la supervisión y asesoría de la obra.

En este orden de ideas, Bredehoeft (2012), señala lo siguiente:

La precisión en los estimados de costos depende de la información técnica de los entregables del proyecto, así como de los riesgos asociados. De acuerdo a estas variables, se espera que cada estimado entre dentro de los rangos identificados previamente de acuerdo a la fase en que se encuentre. ( p.4)

La clave en el estudio de los riesgos de un proyecto, radica en la identificación de aquellos factores críticos de acuerdo al análisis riesgo, que pueden tener un impacto significativo en el tiempo de ejecución y costos, y aplicar rangos de contingencia calculados de acuerdo a estos análisis.

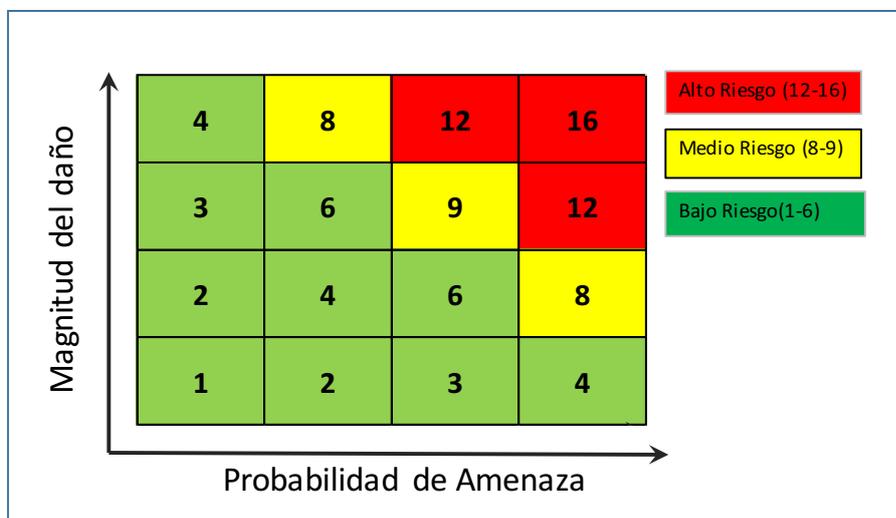


Ilustración 1 Cálculo de factores de riesgo  
 Fuente: Proyecto de planificación de la gestión de riesgos, Empresa Petroquímica (2018)

Actualmente, en los grandes proyectos manejados en el Medio Oriente, específicamente en la Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, ha sido un gran reto para ejecutivos, gerentes y sus equipos responsables de estimación y control de costos, producir estimados que tomen en consideración las incertidumbres que durante la ejecución llevan a la necesidad de adicionar alcance de trabajo o retrasar el cronograma del proyecto y por consiguiente, trae como consecuencia la creación de cambios de orden para suplementar el presupuesto previamente aprobado.

Dado el nivel de complejidad de los proyectos manejados en esta empresa petroquímica nacional, se ha creado la organización de Ingeniería y Gerencia de Proyectos (*Engineering and Project Management, E&PM*), dedicada a prestar asesoría en términos de estimación y control de costos, cálculo de presupuesto, cronograma de trabajo, gestión de riesgos para detectar las incertidumbres y magnitud del daño en caso de ocurrencia de un evento y desarrollar planes de acción, aseguramiento de construcción y calidad en relación a los requerimientos del

proyecto, auditoria de fases de acuerdo al ciclo de vida del proyecto en concordancia con los entregables, así como elaboración y revisión de ingeniería básica.

Durante años, a pesar de contar con esta organización de gerencia de proyectos encargada de garantizar la exitosa ejecución y culminación de las obras de las distintas plantas que conforman la Petroquímica Nacional, no se ha implantado una metodología para cuantificar estos factores en termino de costos y así calcular los niveles de contingencia necesarios a ser sumados a los estimados y por consecuencia al presupuesto. De manera general, el proceso de estimación adiciona porcentajes de contingencia predeterminados basados en el grado de avance de diseño, madurez de la ingeniería y datos históricos.

Esta práctica, ha traído como consecuencia 2 escenarios. El primero, es la consideración de un monto muy bajo de contingencia incluido al estimado en relación a los factores de riesgo del proyecto, lo que genera que los costos de Ingeniería, Procura y Construcción(IPC) en caso de ocurrencia de los incidentes previamente detectados en el análisis de riesgo, excedan el apartado presupuestario inicialmente aprobado por el cliente, por lo que la Organización de Gerencia de Proyectos, se ve en la obligación de cumplir con todos los pasos necesarios establecidos en los procedimientos para pedir fondos adicionales, además de proveer la justificación necesaria a los niveles de autoridad. El segundo escenario, es el cálculo de un monto de contingencia superior al realmente necesario de acuerdo a los niveles de riesgo previamente detectados, lo cual trae como consecuencia que el presupuesto aprobado y apartado supere los costos de Ingeniería, procura y construcción(IPC), bloqueando de esta manera por un tiempo determinado una cantidad de dinero que pudiera ser aprovechado para otros fines.

Es por ello, que la presente investigación, se orienta al estudio del impacto económico de los riesgos en relación al cronograma de trabajo presentes en los proyectos de capital de la industria petroquímica de Arabia Saudita, con el objetivo de desarrollar una metodología de cálculo cuantitativo del nivel de contingencia a ser integrado en el estimado de costos de acuerdo a los riesgos previamente identificados que impactan los tiempos de ejecución, con la finalidad de considerar niveles óptimos de contingencia en el estimado de costos del proyecto.

En el presente trabajo, se combinarán métodos de análisis de riesgo, tiempo y costo de proyectos y se implementarán técnicas de análisis probabilístico (Método de Monte Carlo) para calcular los costos de labor en relación al tiempo de duración de las actividades, así como generar distintos valores de contingencia en relación a la precisión esperada del estimado de costos.

## **1.2. INTERROGANTE Y SISTEMIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.**

Interrogante de la investigación

- ¿Puede ser integrado el análisis del tiempo de ejecución del proyecto con el análisis de riesgo desarrollado luego de la elaboración de la Ingeniería Básica?

Esta interrogante da otras más específicas que se plantean a continuación:

- ¿Cuáles son los principales riesgos en los proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita?
- ¿Cuáles son los niveles de contingencia que deben ser considerados para satisfacer los límites de riesgo aceptados por los gerentes de proyectos y otros socios de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita?
- ¿Cuáles son los beneficios en termino de tiempo y costos de una adecuada determinación de los niveles de contingencia en el estimado de costos?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios mediante la evaluación del impacto de los riesgos presentes en proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar los principales recursos económicos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita
- Caracterizar los riesgos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita
- Analizar el impacto de los riesgos identificados en los principales recursos económicos de los proyectos
- Formular una propuesta de cálculo de niveles de contingencia de acuerdo a los riesgos identificados en los proyectos y los márgenes de aceptación de gerentes y otros socios.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El cálculo del valor monetario del proyecto en sus diferentes etapas, permite inicialmente tomar decisiones sobre la continuación o no del mismo, y finalmente, destinar los fondos necesarios para honrar los compromisos de pagos y así culminar de manera exitosa los proyectos para su posterior arranque.

Es responsabilidad del cliente, contar con las herramientas necesarias de análisis económico que permitan tomar estas decisiones, así como una vez iniciada la construcción, garantizar la disponibilidad monetaria, así evitar contratiempos con contratistas, proveedores y licenciantes.

En este sentido, esta investigación aporta información relevante sobre el impacto económico de los riesgos presentes en los proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, y plantea el desarrollo de una propuesta de cálculo de niveles de contingencia que permita evaluar los riesgos presentes, con el objetivo de garantizar el presupuesto.

Desde el punto de vista académico, la presente investigación permite fortalecer el conocimiento en el área de Gerencia de costos, la cual de manera directa aportaría

bases para la toma de decisión gerencial en cuanto a la continuidad de los proyectos, así como la optimización del presupuesto.

Desde el punto de vista personal, esta investigación permite profundizar el conocimiento relacionado con la Gerencia de Proyectos e Ingeniería de Costos, área en la que me desempeño, y en la que planeo continuar mi labor como profesional y especializarme.

### **1.5. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación forma parte de una propuesta para mejorar la precisión de los estimados de costos de proyecto futuros a ser realizados en la organización de ingeniería y gerencia de proyectos (EPM), específicamente en la sección de Ingeniería de Costos, mediante la incorporación de análisis cuantitativo y cualitativo de riesgos e incorporación de resultados como parte de la contingencia obtenida. Dicha propuesta formará parte de las iniciativas que cada una de las secciones pertenecientes a la organización presentan anualmente a los directores, y de ser aprobada, será aplicada por la empresa.

### **1.6. LIMITACIONES**

La evaluación de costos y riesgos en la presente investigación, se realizó tomando en consideración los proyectos ejecutados y terminados en el periodo comprendido entre el año 2010 al 2015, realizando comparaciones de los montos finales al momento del cierre con el estimado de costos.

La empresa petroquímica de Arabia Saudita, está comprendida por un total de 35 filiales, cada una con su respectiva organización gerencial y porcentaje de distribución de asociación variable entre diferentes propietarios nacionales e internacionales.

Los proyectos analizados pertenecen a los que fueron gerenciados en relación a tiempo, costo, riesgo e ingeniería por la organización EPM "*Engineering and Project*

*Management*” que es parte de la administración de la empresa petroquímica nacional.

Por esta razón, además de la dificultad en relación al conocimiento de los procesos burocráticos del país debido a diferencias culturales e idioma, no se mencionan específicamente los nombres de cada una de las filiales, debido a la no posibilidad de obtener aprobación de cada una de las filiales involucradas. Además, se manejó los costos en base porcentuales, con el objetivo de preservar la confidencialidad de la información.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

En el presente capítulo se establecen los fundamentos teóricos necesarios para sustentar este estudio. Se definen las fases de los proyectos, gestión de riesgos, bases de aplicación de las reservas de contingencia, su importancia e interpretación, con el fin de orientar la presente investigación, situando el problema anteriormente planteado dentro de un conjunto de teorías, las cuales permitirán de manera sistemática, ubicar el trabajo bajo una serie de conceptos técnicos adecuados al tema objeto de estudio.

### 2.1. ANTECEDENTES

El siguiente punto comprende una síntesis de investigaciones o antecedentes, que sustentan el estudio.

Humphreys (2008) en su publicación de la AACE, RP-41R-08 titulada “*risk analysis and contingency determination using range estimating*” [Análisis de riesgo y determinación de contingencia utilizando rangos de estimados], se planteó describir una metodología de análisis y cálculo de la probabilidad de que el presupuesto destinado no cubra los costos totales del proyecto, o que el presupuesto establecido, supere el valor total de ingeniería, procura y construcción, por encima del nivel aceptable de acuerdo a los criterios establecidos por el cliente, además de calcular en base a los montos directos e indirectos y utilizando técnicas probabilísticas como el Análisis de Monte Carlo, un nivel aceptable de contingencia a ser adicionado en el estimado de costos para lograr obtener un estimado final dentro de los niveles de precisión pre establecidos.

Humphreys concluye que un cálculo exitoso de la contingencia, depende de una precisa identificación de aquellos factores críticos que pueden afectar el desarrollo del proyecto, y en la aplicación de niveles de contingencia solo a estos factores.

La referida investigación soporta la tesis de la importancia de una adecuada identificación de los factores críticos de riesgo del proyecto, y de su análisis e

inclusión durante el cálculo de los niveles de contingencia. Palabras claves: Análisis de riesgo, contingencia, estimación de costos.

Villalba (2009), en su trabajo de especialización titulado “Desarrollo de un plan de gestión de riesgos para el proyecto: Construcción de una planta de extracción de sílice”, propuso el desarrollo de un plan de gestión de riesgos, en el cual se identifiquen oportunamente distintos factores que afectan la producción de la planta, relacionados con la planificación, evaluación, prevención y control de riesgos, así evaluar estos elementos, determinar su nivel de impacto en las operaciones, priorizar las acciones de mitigación de acuerdo al nivel de criticidad, y garantizar el éxito de los proyectos durante las etapas de ejecución, y cierre. Con el plan desarrollado, se planea identificar los riesgos, así aumentar el control y prevención sobre estos, aumentando la confianza de los involucrados y disminuir la incertidumbre.

Villalba, culmina la investigación con el desarrollo de un plan de gestión de riesgos que ofrece herramientas que permiten la mejor toma de decisiones por parte de la gerencia, y el establecimiento de estrategias de ejecución que garantizan el cumplimiento de los objetivos de calidad, tiempo y costo del proyecto.

El presente trabajo de investigación, aporta información importante al presente tema de estudio, ya que aborda aspectos relacionados con la detección y análisis de los riesgos en el proyecto durante el cronograma de trabajo. Palabras claves: Gestión de riesgos, factores críticos, gerencia de riesgos.

Torres (2009), en su trabajo especial de grado titulado: Plan de gestión de riesgos para el proyecto “Reactivación de astilleros en PDVSA Occidente” se plantea diagnosticar la situación de la gestión de riesgos en los proyectos culminados, las causas principales de desviaciones en termino de avance y costos en las obras o servicios de la actividad petrolera, así como analizar los riesgos previamente identificados en relación a los eventos presentados, su impacto actual en relación a los mismos en caso de haber tomado las acciones preventivas necesarias de acuerdo al plan de riesgos, para proponer planes de acción mediante la definición de los elementos de gestión de riesgo de los proyectos futuros en base a los lineamientos del PMI y las normas PDVSA.

Torres en el marco de su investigación, presentó el procedimiento y una propuesta para el modelo de gestión de riesgo que se adaptara a otros proyectos existentes y futuros, estableció categorías de riesgo y listados de eventos que sirven de punto de inicio a la identificación y análisis de riesgo, así como sugirió la necesidad de registrar y documentar las experiencias en la gestión de riesgo de los proyectos, tanto mejores prácticas como lecciones aprendidas para conformar la memoria técnica de la corporación.

Esta investigación aporta información valiosa al presente estudio, ya que se determinaron elementos de gestión de riesgo a ser mejorados, y se utilizó una metodología basada en la teoría científica para su análisis. Palabras claves: Gestión de riesgos, factores críticos, plan de acción.

Villamizar (2010). En su Trabajo Especial de Grado: Herramientas para la medición de riesgos en proyectos de implementación del sistema ERP Business one”, para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyecto de la Universidad Católica Andrés Bello, desarrolló un prototipo de una herramienta que permite realizar la medición de riesgos e interpretación cualitativa de los mismos, en proyectos de implementación del sistema ERP SAP Business One. Utilizó las mejores prácticas de gerencia de proyectos y riesgos establecidas en el PMBOK, COBIT y RISKIT como base para su desarrollo, lo cual le permitió la identificación, organización, codificación y análisis de las variables de entrada, así como la determinación de requerimientos de la herramienta, que le permitieron seguir una metodología ordenada para la recolección de datos y determinación de los factores críticos, en relación con las actividades de mitigación.

Villamizar con su investigación, definió el funcionamiento de la herramienta para la medición de riesgo, considerando los elementos necesarios de acuerdo al método científico establecido, obteniendo una herramienta informática que integra un conjunto de funciones que permiten reconocer el nivel de riesgo presente en un proyecto de implementación del sistema ERP SAP Business One, con la idea de minimizar el impacto negativo de los riesgos presentes en los mismos.

La referida investigación, aporta fundamentos importantes relativos a las metodologías de análisis de riesgo, en relación a las estrategias de recolección de

datos, considerando métodos científicos preestablecidos que permiten su correcta determinación, análisis y estudio. Palabras claves: Medición de riesgos, análisis cuantitativo, factores críticos, mitigación.

Sadeghi (2010) en su trabajo de investigación titulado “Fuzzy Monte Carlo Simulation and Risk Assessment in Construction” [Simulación difusa Monte Carlo y estudio de riesgo en construcción] realizado en la Universidad de Alberta de Canadá, presenta las deficiencias de las técnicas actualmente disponibles para el estudio de riesgos de los proyectos de construcción, que agregan factores de incertidumbre utilizando métodos probabilísticos generales, y propone la aplicación de simulaciones mediante el método de Monte Carlo para el análisis de riesgo en los proyectos de construcción, mediante la elaboración de distribuciones acumulativas para representar las incertidumbres. El autor elaboró una serie de modelos que considera el análisis ‘FMCS” (Fuzzy Monte Carlo Simulation) y el método probabilístico de incertidumbres, adecuados al grado de complejidad, características y monto de los proyectos, utilizando data histórica y juicio de expertos.

Esta investigación aporta valiosa información al presente trabajo, ya que aborda el cálculo y evaluación de factores de riesgo en proyectos mediante el método de Monte Carlo. Palabras claves: Simulación Monte Carlo, estudio de riesgo, incertidumbre.

Seyed (2013), en la investigación titulada “Determining the Most Significant Contributing Risk Factors to Petrochemical Project Failure” [Determinación de los factores de riesgo que contribuyen de manera más significativa a las fallas de los proyectos petroquímicos], propone desarrollar un método de identificación de los factores de riesgo de proyectos petroquímicos mediante un enfoque combinado basado en técnicas analíticas que permiten luego de identificar las dimensiones y elementos de los factores de riesgo, aplicar la metodología FCM (Fuzzy Cognitive Map), para establecer la interrelación entre los criterios, luego su peso ser obtenido mediante la metodología ANP (Analytical Network Process). El autor concluye que la utilización de estos dos métodos combinados, es una opción conveniente de utilizar como herramienta en el campo

de medición de criterios de riesgo, y la considera como un método híbrido adecuado en proyectos petroquímicos.

La referida investigación, aporta información referente a los riesgos a ser considerados en proyectos petroquímicos, que es el área en la que se centra el presente trabajo.

Uzulāns (2015) Project Risk Register Analysis Based on the Theoretical Analysis of Project Management Notion of Risk [Análisis del registro de riesgos basado en el análisis teórico de la noción de riesgo de gestión de proyectos], examina registros de riesgo de proyectos públicamente disponibles para encontrar correlaciones entre la teoría de la gestión del proyecto, especialmente el riesgo de gestión del proyecto y resultados prácticos del riesgo real de gestión de proyecto.

En la investigación, el autor analizó el cumplimiento entre las teorías de la gestión del riesgo del proyecto descrita en los "Métodos de entrega de ayuda". Volumen I. Ciclo del proyecto Directrices de gestión "y" Riesgo del proyecto Caltrans Manual de Gestión, Amenazas y Oportunidades, Segundo Edición, Revisión 0" y los registros de riesgos del proyecto. En los estudios el autor concluyó luego del análisis de 30 registros de riesgo, podrían existir diferencias significativas entre el registro de riesgos descrito en la teoría y el riesgo registros de proyectos reales.

Este estudio nos brinda información en relación a la importancia de contar con registros de riesgos fiables, además de la necesidad de realizar estudios de análisis de datos previos a estos ser incorporados a la investigación.

Horne (2017), en su artículo titulado "Project risks. a multidimensional perspective" [Riesgos de proyectos, una perspectiva multidimensional], examina el estado actual de los estudios de gerencia de riesgos, y extiende el proceso de evaluación a un nivel multi dimensional de escrutinio. Realiza este estudio combinando una serie de perspectivas de gerencia de riesgo. Mediante esta práctica, la evaluación provee información adicional asociada con cada proyecto en particular.

El autor propone la expansión de las metodologías actuales utilizadas para analizar y gerenciar los riesgos, mediante la evaluación de cuatro dimensiones (Alcance-

costo-cronograma, fuente de incertidumbre, marco de ubicación e impacto de incertidumbre), justificando este enfoque a que muchos proyectos, dado a su complejidad, pueden estar sujetos a una gran variedad de riesgos, muchos de los cuales pueden no ser familiares al gerente de proyectos.

El autor expone que la metodología planteada aporta beneficios durante la evaluación y ejecución de los proyectos, mediante organización, simplificación, mejora en los tiempos de análisis, simplicidad y mejora de la calidad del proceso de análisis de riesgos

Esta investigación, provee información importante al presente estudio, ya que la metodología planteada permite obtener listados de riesgos potenciales a ser utilizados por gerentes de proyectos como punto inicial en la evaluación de riesgos

Jamshidia (2017) "An Advance Dynamic Risk Modeling And Analysis" [ Un Análisis y Modelado De Riesgo Dinámico Avanzado], proponen una herramienta de apoyo a la decisión avanzada que utiliza los mapas cognitivos difusos (FCM) para la evaluación dinámica de riesgos en el proyecto como metodología para minimizar las pérdidas y mejorar la rentabilidad.

Los autores plantean que los riesgos están inherentemente presentes en todos los proyectos. Afirman que muchos proyectos no logran sus objetivos de tiempo, calidad y presupuesto, y que la gestión de riesgos sigue siendo uno de los temas de investigación menos desarrollados. Por lo tanto, la evaluación de riesgos avanzada es esencial para minimizar las pérdidas y mejorando la rentabilidad.

La herramienta propuesta predice el impacto de cada riesgo sobre los otros riesgos o los resultados de los proyectos al considerar las incertidumbres e interdependencias complejas entre los factores de riesgo.

La investigación está relacionada con la actual, ya que herramienta propuesta podría ayudar a los gerentes de proyectos a gestionar los riesgos de una manera más efectiva y precisa y ofrecer mejores soluciones de mitigación de riesgos, además, de poderse aplicar como una herramienta avanzada de soporte de decisiones en una variedad de problemas tales como priorización, análisis de fallas, etc.

## **2.2 BASES TEÓRICAS**

Con el objetivo de facilitar la comprensión de la presente investigación, a continuación, se presentarán las bases teóricas necesarias que permitirán abordar y comprender los conceptos presentados. En este orden de ideas, Balestrini (2002, P.91), explica lo siguiente: “Las bases teóricas son el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio, se construye en base a la información obtenida tras la búsqueda, ubicación y consulta bibliográfica”.

### **Proyecto**

El Instituto de Gerencia de Proyectos, PMI por sus siglas en inglés, es una organización sin fines de lucro que asocia profesionales relacionados con la gestión de proyectos. Actualmente es la más reconocida a nivel mundial e integra aproximadamente 500.000 miembros en casi 100 países.

El Instituto de Gerencia de Proyectos en su guía de los fundamentos para la dirección de proyectos PMBok, titulado “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos” (2017, p3), define un proyecto de la siguiente manera:

“Un proyecto es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único, el cual tiene objetivos bien definidos y culmina cuando estos son alcanzados, o cuando no puedan ser cumplidos o no exista la necesidad que dio origen al proyecto”.

Los proyectos de manera general están integrados al proceso de planificación, que consiste en la toma de decisiones anticipadas, con el objetivo de alcanzar una meta futura.

Hay muchos tipos de proyectos, todos son instrumentos de planificación que pueden ser sociales, políticos, históricos, que expresan escenarios futuros y tienen métodos distintos de evaluación. Vivallo (1999) señala lo siguiente:

“En economía, cuando se habla de un proyecto se refiere a una operación relacionada con un compromiso de recursos para obtener beneficios, en tiempo futuro durante un periodo definido. En otros términos, estamos refiriéndonos a una inversión que deseamos optimizar en un tiempo determinado. Un proyecto corresponde a un conjunto de informaciones internas y externas a la empresa que permite estimar las ventajas y desventajas económicas futuras que se generan al destinar recursos para producir un producto o servicio. Por los tanto el producto económico obtenido debe superar el valor de los insumos consumidos”. p.19

La ejecución de un proyecto es un proceso genérico y universal, aunque cada compañía en su ambiente de trabajo es diferente y emplea estrategias de ejecución distintas que se adaptan de la mejor manera al tamaño, tipo, complejidad, entorno, exigencias del dueño y del momento. Sin embargo, bajo cualquier esquema de trabajo, existen dos fases en la vida de un proyecto, claramente definidas y marcadas por un evento de importancia trascendental que es la “aprobación de los fondos para la ejecución”. Este hito, con diferentes nombres y con procesos aprobatorios distintos en cada empresa, más o menos complicado según la estructura y definición jurídica (privada, estatal, de accionista), demarca las dos etapas básicas de un proyecto: la de “Definición y Desarrollo”, antes de la aprobación mencionada, y la de “Implantación y Operación”, después de la misma.

De manera general, todo proyecto cuenta con un ciclo de vida, el cual está definido por 5 fases tal como se muestra en la ilustración 2. La primera fase de Visualización se puede describir como aquella donde se planifica el negocio. Se pasa luego a las fases de conceptualización, donde se pre-planifica el proyecto, y la definición, donde se planifica en detalle la ejecución del proyecto. Se finaliza con la implantación, donde se materializa el proyecto y la operación, donde se pone en marcha y se opera por el tiempo previsto de vida útil.



Ilustración 2 Ciclo de vida de un proyecto  
GGPIC – PDVSA 1997

## Costos De Proyectos

Uno de los aspectos más importantes durante la vida del proyecto, es el manejo, distribución y gerencia de los costos.

Los costos de un proyecto, son la base fundamental con la cual las actividades y activos son medidos y comparados. De manera general, la palabra costos tiende a relacionarse solamente con valor monetario, perdiendo de esta manera su verdadera importancia y significado. La Asociación Americana de Ingeniería de Costos - AACE (2015) en este orden de ideas explica:

“Los costos son uno de los tres atributos fundamentales asociados con el desempeño y actividades de adquisición de activos. Estos tres atributos son: (1) precio (costo), (2) características (rendimiento) y (3) disponibilidad (cronograma)”. p23

De manera general, la AACE International (2015) en su publicación titulada Skills & Knowledge of Cost Engineering. [Habilidades y conocimientos de la ingeniería de costos], define costos, como “el valor de una actividad o activo, generalmente determinado por el costo de los recursos que son utilizados para completar la actividad que produce el activo.”

De acuerdo con lo establecido por La Asociación Americana de Ingeniería de Costos (AACE), los costos de un proyecto están determinados por sus recursos, los cuales son los materiales, equipos y la mano de obra utilizados durante todo el proceso de desarrollo hasta el cierre.

La transformación de recursos que son convertidos en activos mediante la ejecución de un proyecto se muestra en la ilustración 3 a continuación:



Ilustración 3 Ciclo de vida de los recursos  
Fuente AACE (2015)

## **Elementos de Costos de los Proyectos**

La Asociación Americana de Ingeniería de Costos - AACE (2015, p17) define el costo en el control y la contabilidad del proyecto como “el monto medido en dinero, efectivo gastado o pasivo incurridos, en comparación de los bienes y/o servicios recibidos. Desde una perspectiva de administración de costos totales, el costo puede incluir cualquier inversión de recursos en activos estratégicos, incluidos el tiempo, dinero, recursos humanos y físicos”.

Los elementos de costo incluyen ingeniería, diseño, mano de obra, material, equipo y cualquier otro costo necesario para culminar el alcance del trabajo a un precio acordado.

Otros dos elementos de costo que entran dentro del tratamiento contable en una empresa son la demolición y valor de salvamento. Al final de la vida de un proyecto, el equipo y construcciones temporales a menudo se elimina. El costo de eliminarlo es costo de demolición. Cualquier pieza que se vende como chatarra o usada por otros se considera valor de salvamento.

## **Estimación de Costos**

La Asociación Americana de Ingeniería de Costos (AACE) en su publicación 10S-90, define estimación de Costos como:

“El proceso predictivo utilizado para cuantificar, asignar costo y valorar los recursos requeridos por el alcance de una opción de inversión, actividad o proyecto. La estimación de costos es un proceso utilizado para predecir incertidumbre costos futuros”. p30

En ese sentido, un objetivo de la estimación de costos es minimizar la incertidumbre a estimar dado el nivel y la calidad de la definición del alcance. El resultado de la estimación de costos idealmente incluye tanto un costo esperado como una distribución de costos probabilísticos. Como un proceso predictivo, los datos históricos de referencia (cuando correspondan) mejoran la confiabilidad de la

estimación. Los estimados de costos proporcionan la base para los presupuestos y comparten junto con el control de costos el objetivo de maximizar la probabilidad de que el resultado del costo real sea el mismo que el pronosticado.

### **Distribución de costos**

La estructura de control de un proyecto es el desglose del trabajo total en unidades manejables o paquetes a los fines de estimar y controlar el costo y el cronograma. La estructura variará según el tamaño y la complejidad del proyecto, así como los requisitos de información. La estructuración adecuada de un proyecto para fines de control contribuye en gran medida a la implementación efectiva de los procedimientos de control del proyecto y el éxito del proyecto en sí.

Para mantener el orden en la estimación (y más tarde en la ejecución del proyecto), es necesario segregar los costos en varias categorías:

- Material, labor, Subcontratistas
- Costos directos, costos indirectos, costos de la oficina central
- Concreto, Acero estructural, Tubería, Otras disciplinas de construcción

La estructura de control debe establecerse tan pronto como sea posible en el ciclo de vida del proyecto, ya que establece el patrón de acumulación de los costos del proyecto y es la base para la estructuración de la estimación

### **Costos directos**

Los costos directos son aquellos recursos que se gastan únicamente para completar la actividad o el activo (AACE,2015).

La (AACE, 2015), define estimación de Costos Directos como:

Cualquier costo que sea identificado específicamente con un objetivo de costo final en particular, pero no necesariamente limitado a artículos que se incorporan al final producto como material, equipo o trabajo. P11

Por lo tanto, el costo directo de una fundación para una casa incluye la zanja de los cimientos, las formas de madera (si no son reutilizables), el concreto y el trabajo para colocar y terminar el concreto. Costos directos para hacer un plato de metal sería el material y el costo de mano de obra para el operador de la máquina de estampado. El costo del material para la fabricación del plato incluiría la chatarra del proceso de estampado, menos cualquier valor de rescate.

### **Costos indirectos**

Los costos indirectos son aquellos recursos que se deben gastar para respaldar la actividad o el activo, pero también se asocian a otras actividades y activos (AACE,2015).

La (AACE, 2015), define estimación de Costos Directos como:

Cualquier costo no identificado directamente con un objetivo de costo final único, pero identificado con dos o más objetivos de costo final.  
P11

Los costos indirectos se asignan a una actividad o activo en función de algún elemento de costo directo, como horas de trabajo, materiales y costo del equipo, o los tres. Los costos indirectos también pueden denominarse "overhead cost" o "burden cost"

Los costos indirectos incluyen las actividades administrativas generales asociadas con la operación del negocio, los costos de proporcionar y mantener los equipos de campo o instalaciones de fabricación, y gastos de servicios públicos, impuestos, servicios legales, etc. En algunos círculos de la industria el costo indirecto y el fijo se denominan "costos de hotel", que representan los elementos de costo necesarios para realizar negocios.

## **Costos fijos**

Los costos fijos son aquellos elementos de costo que deben proporcionarse independientemente del volumen de actividad de trabajo o producción de activos al que están relacionados. Estos pueden ser costos directos o indirectos. La herramienta utilizada para estampar la taza de metal es un costo directo fijo en el que se incurre si se producen 100 o 1,000 artículos. Las herramientas utilizadas para terminar la base de hormigón son un costo indirecto fijo o consumible, ya que pueden reutilizarse en otros trabajos de acabado de concreto. Las herramientas son un costo indirecto fijo solo si son propiedad de la empresa (AACE,2015).

## **Costos variables**

Los costos variables son aquellos elementos de costo que deben proporcionarse y dependen del volumen de actividad de trabajo o producción de activos que ellos apoyan. De nuevo, estos pueden ser costos directos o indirectos. Un ejemplo de un costo variable directo es el material utilizado para formar la taza de metal, ya que la cantidad varía con la cantidad producida. Un costo variable indirecto podría ser el transporte / distribución utilizado para operar la máquina de estampado, ya que también varía con la cantidad producida, pero se considera como un costo "Overhead" (AACE,2015).

## **Gerencia De Costos De Proyectos**

La gerencia de costos, se encarga del manejo de los gastos económicos que representan la fabricación de un producto o la prestación de un servicio de un proyecto durante todo su ciclo de vida, asegurando su cumplimiento, control de costos, cambios y presupuesto PMI (2017)

En ese sentido, el PMI (2017) define lo siguiente:

“La gerencia de costos de proyectos, incluye los procesos de estimación, presupuesto, financiamiento, gerencia y control de los

costos, de manera que el proyecto pueda ser completado dentro del presupuesto aprobado”. p192

La gerencia de costos incluye los siguientes procesos PMI (2017):

**Gerencia de planificación de costos:** Los procesos que establecen las políticas, procedimientos, y documentación necesaria para planificar, gerenciar, utilizar fondos y controlar el costo total del proyecto.

**Estimación de costos:** Es el proceso de elaboración de una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto.

**Determinación de presupuesto:** Es el proceso en el cual se le asigna valor monetario estimado a los paquetes individuales de trabajo para así establecer puntos iniciales de costos (Cost Baseline).

**Control de costos:** Consiste en el proceso de monitoreo del estatus del proyecto para actualizar sus costos y generar posibles cambios a los costos base.

La detección oportuna de los riesgos presentes en los proyectos, la toma de medidas y cambios durante las etapas iniciales de todo proyecto es crítica, debido a que durante estas etapas las consecuencias monetarias son menores, y la habilidad de influenciar los costos es mayor.

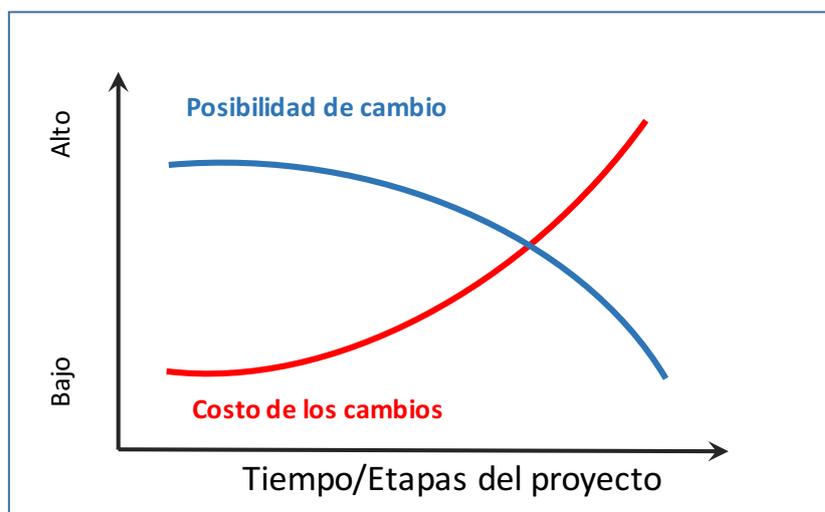


Ilustración 4 Costo de cambio Vs Tiempo  
Fuente: AACE, 2015

## Gestión De Riesgos

El riesgo de un proyecto es un evento o condición incierta que, de producirse, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de sus objetivos, tales como el alcance, el cronograma, el costo y la calidad.

La gestión de los riesgos es una parte integral de la dirección del proyecto, siendo un elemento clave en el proceso de toma de decisiones. Cualquier empresa que vaya a comenzar un nuevo proyecto se enfrenta al reto de invertir dinero en personal, equipamiento e instalaciones, formación, suministros y gastos financieros. El mejor modo de evitar el fracaso del proyecto, que en ocasiones puede llegar a originar la ruina de la organización, es la utilización de ciertas herramientas que permiten gestionar los riesgos PMI (2017)

El PMI (2017) define la gestión de riesgo de la siguiente manera:

“La Gestión de los Riesgos del 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 los riesgos del proyecto son aumentar la probabilidad y el impacto de eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de eventos negativos para el proyecto” p309

Los procesos de Gestión de los Riesgos del Proyecto son los siguientes PMI (2017):

Planificar la Gestión de los Riesgos: Definir como realizar las actividades de gestión de riesgos de un proyecto.

Identificar los Riesgos: Determinar los riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características.

Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos: Priorizar riesgos para su análisis o acción posterior, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia e impacto de dichos riesgos.

Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos: Analizar numéricamente el efecto de los riesgos identificados sobre los objetivos generales del proyecto.

Planificar la Respuesta a los Riesgos: Desarrollar opciones y acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Controlar los Riesgos: Implementar los planes de respuesta, seguimiento, y monitoreo de los riesgos residuales, identificar nuevos posibles eventos y evaluar la efectividad del proceso de gestión a través del proyecto.

### **Tipos de análisis de riesgo**

Análisis estratégico de riesgo: Evalúa el nivel de definición del proyecto, así como la complejidad técnica del mismo, con el fin de determinar el promedio de riesgo presente asociados a los costos

Análisis detallado de riesgo: Evalúa el rango de precisión para componentes individuales o grupos, y así posteriormente generan un modelo de riesgo. PMI (2017)

### **Plan de gestión de riesgos**

Uno de los principales componentes de la gestión de riesgo es el modo en que se estructuran y se llevan a cabo las actividades del mismo. El plan de gestión de los riesgos incluye lo siguiente PMI (2017):

- Metodología: Define los enfoques, las herramientas y las fuentes de datos que se utilizarán para llevar a cabo la gestión de riesgos en el proyecto.
- Roles y responsabilidades: Define el líder, el apoyo y los miembros del equipo de gestión de riesgos para cada tipo de actividad, y explica sus responsabilidades.
- Presupuesto: Estima, sobre la base de los recursos asignados, los fondos necesarios para su inclusión en la línea base de costos, y establece los

protocolos para la aplicación de la reserva para contingencias y la reserva de gestión.

- **Calendario:** Define cuando y con qué frecuencia se llevarán a cabo los procesos de gestión de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto, establece los protocolos para la utilización de las reservas para contingencias del cronograma y establece las actividades de gestión de riesgos a incluir en el cronograma del proyecto.
- **Categorías de riesgo:** Proporcionan un medio para agrupar las causas potenciales de riesgo. Se pueden utilizar diversos enfoques, por ejemplo, una estructura basada en los objetivos del proyecto por categoría. Una estructura de desglose de riesgos (RBS) ayuda al equipo del proyecto a tener en cuenta las numerosas fuentes que pueden dar lugar a riesgos del proyecto en un ejercicio de identificación de riesgos.
- **Definiciones de la probabilidad e impacto de los riesgos:** La calidad y la credibilidad del análisis de riesgos requieren que se definan distintos niveles de probabilidad e impacto de los riesgos, específicos para el contexto del proyecto. Las definiciones generales de los niveles de probabilidad e impacto se adaptan a cada proyecto individual durante el proceso Planificar la Gestión de los Riesgos para su uso en procesos subsiguientes.
- **Matriz de probabilidad e impacto:** Una matriz de probabilidad e impacto es una cuadrícula para vincular la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo con su impacto sobre los objetivos del proyecto en caso de que ocurra dicho riesgo. Los riesgos se priorizan de acuerdo con sus implicaciones potenciales de tener un efecto sobre los objetivos del proyecto.

<b>Condiciones Definidas para las Escalas de Impacto de un Riesgo sobre los Principales Objetivos del Proyecto</b> (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
<b>Objetivo del Proyecto</b>	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo /0,05	Bajo /0,10	Moderado /0,20	Alto /0,40	Muy alto /0,80
<b>Costo</b>	Aumento del costo insignificante	Aumento del costo < 10%	Aumento del costo del 10 - 20%	Aumento del costo del 20 - 40%	Aumento del costo > 40%
<b>Tiempo</b>	Aumento del tiempo insignificante	Aumento del tiempo < 5%	Aumento del tiempo del 5 - 10%	Aumento del tiempo del 10 - 20%	Aumento del tiempo > 20%
<b>Alcance</b>	Disminución del alcance apenas perceptible	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance afectadas	Reducción del alcance inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
<b>Calidad</b>	Degradación de la calidad apenas perceptible	Sólo se ven afectadas las aplicaciones muy exigentes	La reducción de la calidad requiere la aprobación del patrocinador	Reducción de la calidad inaceptable para el patrocinador	El elemento final del proyecto es efectivamente inservible
Esta tabla muestra ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos diferentes del proyecto. Deben adaptarse al proyecto individual y a los umbrales de riesgo de la organización durante el proceso de Planificación de la Gestión de los Riesgos. De forma similar, pueden desarrollarse definiciones del impacto para las oportunidades.					

Ilustración 5 Escalas de Impacto Vs. Objetivos del Proyecto  
Fuente: PMI (2017)

- **Revisión de las tolerancias de los interesados:** Las tolerancias de los interesados, según se aplican al proyecto específico, se pueden revisar en el marco del proceso Planificar la Gestión de los Riesgos.
- **Formatos de los informes:** Los formatos de los informes definen como se documentarán, analizarán y comunicarán los resultados del proceso de gestión de riesgos. Describen el contenido y el formato del registro de riesgos, así como de cualquier otro informe de riesgos requerido.
- **Seguimiento:** Documenta como se registrarán las actividades de gestión de riesgos para beneficio del proyecto en curso y como se auditarán los procesos de gestión de riesgos.

## Contingencia

La contingencia contemplada en los proyectos, es uno de los elementos menos comprendidos en el estimado. Esto se debe principalmente a como la contingencia es vista dentro de los distintos miembros del equipo de proyecto AACE (2015)

El gerente de proyecto de manera general quiere que el presupuesto incluya la mayor cantidad de fondos posibles para cubrir imprevistos, por esta razón, mayores niveles de contingencia en los estimados de costo.

El gerente de ingeniería, querrá fondos suficientes para cubrir los costos e imprevistos relacionados con la ingeniería, mientras que el gerente de construcción, le conviene que el gerente de ingeniería no utilice los fondos de contingencia, para así el poder utilizarlos en sobre costos de construcción.

Desde otro punto de vista, el gerente corporativo puede pensar que toda contingencia requerida se debe a un pobre manejo gerencial, ya sea por deficiencia en ingeniería, especificaciones, o un mal estimado de costos.

El ingeniero de costos considera que los montos de contingencia son utilizados para cubrir las incertidumbres inherentes del proceso de estimación. El estimador de costos utiliza la contingencia como fondos adicionales al estimado original para disminuir las probabilidades de que el estimado quede por debajo del monto del proyecto, dándole de esta manera estabilidad al alcance del proyecto.

La contingencia en los estimados es necesaria, debido a que el proceso de estimación no es una ciencia exacta. El estimado de costos es el valor esperado de una serie de complejos elementos probabilísticos. Dado a que cada valor asignado a cada componente del estimado está sujeto a variación, el estimado también está sujeto a variación AACE (2015).

El PMI (2017) define la contingencia de la siguiente manera:

Contingencia o reservas de contingencia, es el presupuesto sobre el estimado de costos base que es agregado para mitigar los riesgos identificados, que son aceptados y para lo cual planes de mitigación y respuesta son desarrollados. La contingencia es generalmente vista como parte del presupuesto destinado a cubrir aquellos eventos no vistos que pueden afectar el proyecto. Por ejemplo, repetición de trabajos p342

La estimación de la duración puede incluir reservas de contingencias en el cronograma global del proyecto, denominadas en ocasiones reservas de tiempo o colchones, para tener en cuenta la incertidumbre del cronograma. Las reservas de contingencias consisten en la duración estimada dentro de la línea base del cronograma que se asigna a los riesgos identificados y asumidos por la

organización, para los cuales se han desarrollado respuestas de contingencia o mitigación.

La contingencia típica en los estimados de costos de los proyectos, cubre lo siguiente AACE (2015):

- Errores y omisión durante el proceso de estimación
- Variación en cantidades y cálculos métricos
- Diseño que puede no estar completamente terminado para determinar con exactitud las cantidades finales
- Elementos que no están debidamente cuantificados, pero son necesarios en el proyecto
- Elementos calculados mediante factorización u otros métodos conceptuales
- Variación de factores de productividad
- Disponibilidad, destreza y conocimiento del personal a ejecutar las labores de construcción que puede ser distinta a la asumida durante la estimación
- Utilización de promedios durante la estimación
- Factores climáticos
- Variación de salarios, factores de sobre costo.
- Condiciones del mercado.
- Precio de equipos y materiales
- Materiales que pueden sustituir a los asumidos en el estimado
- Tiempos de ejecución

### **Plan de Contingencia**

El plan de contingencia, se define como la manera en la que se estructura y se adiciona las reservas de contingencia al estimado, y luego de acuerdo al plan de riesgo y la ocurrencia de los eventos, como serán distribuidas estos montos adicionales

El plan de contingencia, está directamente relacionado con el plan de riesgos del proyecto, ya que este proporciona información sobre los montos a ser adicionados

sobre el estimado base para cubrir los posibles eventos de llegar a presentarse, eventos detectados previamente en el análisis de riesgo.

El propósito principal de la contingencia, es mejorar la precisión de la evaluación del proyecto

Dependiendo del tipo de análisis realizado en el plan de riesgo, se generan modelos de probabilidad para el costo final del proyecto, y tablas de con valores de confianza de acuerdo a la precisión esperada del estimado, con valores de costos finales. El resultado puede ser utilizado para determinar el monto a ser incluido en el estimado como valor de contingencia. AACE (2015)

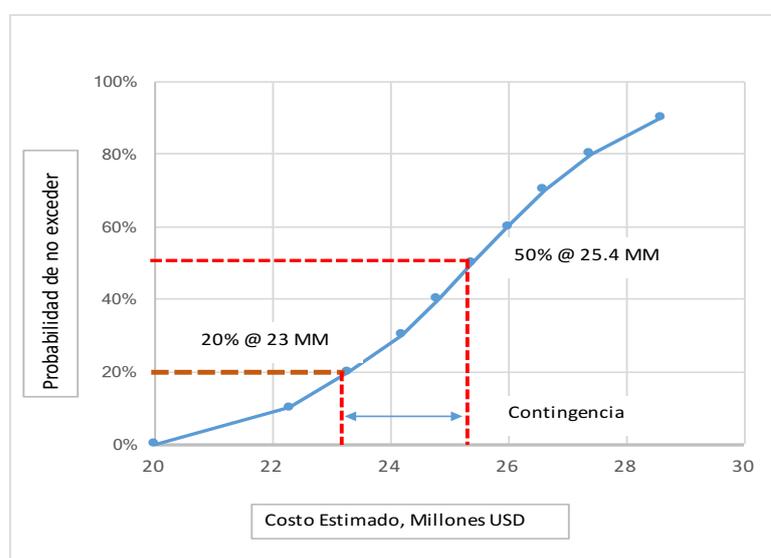


Ilustración 6 Distribución probabilística acumulativa de contingencia  
Fuente: Cálculos propios, como ejercicio académico

De acuerdo a la ilustración 6, el estimado base (sin contingencia) es de 20 millones de dólares. Si se toma la decisión asumir un 50% de probabilidad de que el proyecto no exceda el presupuesto, se necesitará asignar un total de 25,4 millones de dólares, lo que implica un monto de 5,4 millones de dólares de contingencia. De igual forma, si se decide asumir solo un 23% de probabilidad de que el proyecto no exceda el presupuesto, el monto a ser aprobado ha de ser 23 millones de dólares, o lo que es igual a 3 millones de dólares de contingencia.

Básicamente, los gerentes toman esta decisión en base al nivel de riesgo que están dispuestos a aceptar. La diferencia entre el monto aprobado en el presupuesto y el estimado base, es el monto de contingencia calculado y aceptado.

## **CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO**

En la investigación científica, es necesario delimitar los procedimientos y técnicas utilizadas en orden metodológico con el fin de dar respuestas organizadas a las interrogantes planteadas, verificando de esta manera que los hechos estudiados estén debidamente relacionados entre sí y se orienten a resolver las incógnitas del problema investigado.

De esta manera, el Marco Metodológico de la presente investigación donde se propone desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios mediante la evaluación del impacto de los riesgos presentes en proyectos de capital de la industria petroquímica de Arabia Saudita, pretende detallar las técnicas, métodos e instrumentos utilizados en el proceso de estudio de los factores que influyen los costos de los proyectos, los riesgos presentes, y finalmente la estimación de porcentajes de contingencia.

### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo corresponde al tipo investigación aplicada de acción, ya que está destinada a encontrar una solución a un problema actual presente en la empresa petroquímica nacional de Arabia Saudita, y los afectados participan en la búsqueda de soluciones en la cual se enmarca el presente estudio. Según Arias (2006), la investigación aplicada de acción, es aquella en la cual “se produce un nuevo conocimiento que puede tener una aplicación inmediata en la solución de problemas prácticos”. (p.22)

### **3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

En relación al diseño de la investigación, Balestrini (2006) lo define como “el plan global de investigación que integra de un modo coherente y adecuadamente correcto técnicas de recogida de datos a utilizar, análisis previstos y objetivos (p.131)

El presente diseño de la investigación es de campo y documental, y La metodología que se utilizó en esta investigación cubre las siguientes etapas:

### **3.3. UNIDAD DE ANÁLISIS**

La unidad de análisis del presente estudio, comprende las principales filiales de empresa petroquímica de Arabia Saudita, las cuales manejan proyectos de capital relacionados con el estudio, planeación, ejecución, construcción y arranque de plantas de generación de productos petro-químicos.

### **3.4. RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

La recolección de datos se realizó mediante la investigación y análisis de tres fuentes:

**Análisis documental:** con el cual se obtendrá información estadística de proyectos de capital en el área petroquímica de trabajos de investigación realizados por grupos gremiales y organizaciones especializadas en el análisis de costos de proyectos industriales.

**Data estadística:** Obtenida mediante el análisis de gestión y resultados obtenidos de proyectos ejecutados en plantas petroquímicas Arabia Saudita durante el periodo 2000 - 2015.

**Juicio de expertos:** Se recurrirá a la opinión de grupos del equipo de la Gerencia de proyectos involucrados en los proyectos a ser analizados, para determinar de manera más precisa la subdivisión de las etapas de los proyectos, así como los recursos utilizados.

### **3.5. FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se llevó a cabo cumpliendo con las etapas identificadas de acuerdo a Tamayo y Tamayo, 2009

### **3.5.1. Selección del tema:**

- Definición del campo de conocimientos sobre el que piensa trabajar
- Delimitación del campo de conocimientos

### **3.5.2. Identificación y definición del problema:**

- Detección del problema de investigación
- Descripción el problema de investigación
- Identificación y definición de las variables

### **3.5.3. Diseño del plan de investigación**

- Determinación de población y muestra
- Selección de instrumentos de medición
- Elaboración de procedimientos para obtención de datos
- Realización de experimentos
- Tratamiento de datos

### **3.5.4. Elaborar propuesta**

### **3.5.5. Presentar conclusiones y recomendaciones**

### 3.6. ESTRUCTURA DE DIVISIÓN DEL TRABAJO (EDT)

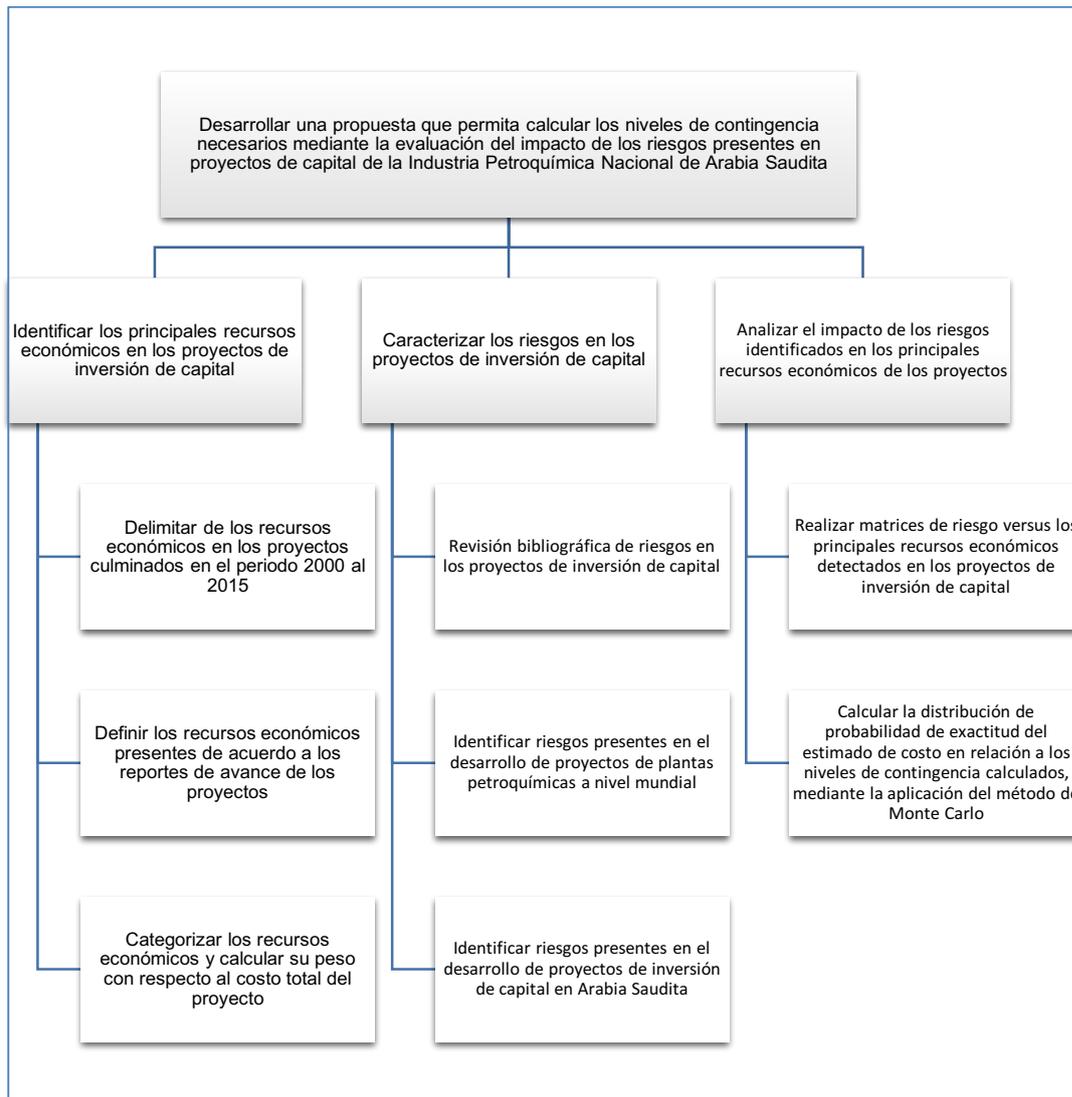


Ilustración 7 Estructura de División del Trabajo

La estructura de división de trabajo (EDT), presenta los pasos a seguir para cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, el cual el resultado de categorizar el conjunto de actividades y presentarlas por niveles.

### 3.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1 Operacionalización de las variables

Objetivo General	Objetivos Específicos	Variables	Técnicas	Instrumentos	Fuentes de información
Desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios mediante la evaluación del impacto de los riesgos presentes en proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita	Identificar los principales recursos económicos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita	Recursos económicos de los proyectos de Arabia Saudita	Revisión de estructura de costos de los proyectos culminados	Formatos para toma de datos, Hojas de calculo	Base de datos de proyectos culminados
	Caracterizar los riesgos en los proyectos de inversión de capital en la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita	Riesgos presentes en los proyectos de Arabia Saudita de acuerdo al PMI	Revisión de estructura de costos de los proyectos culminados	Formatos para toma de datos, Hojas de calculo	Base de datos de proyectos culminados
	Analizar el impacto de los riesgos identificados en los principales recursos económicos de los proyectos	Riesgos presentes en los proyectos de Arabia Saudita de acuerdo al PMI	Estimación de costos de riesgos de acuerdo a su impacto en los recursos del proyecto	Software de análisis de riesgo	Bases académicas, AACE , PMI, CII, Juicio de expertos
	Formular una propuesta de cálculo de niveles de contingencia de acuerdo a los riesgos identificados en los proyectos y los márgenes de aceptación de gerentes y otros socios	Riesgos presentes en los proyectos de Arabia Saudita de acuerdo al PMI	Calculo y comparación de contingencia en relación a la precisión del estimado de costos	Software de análisis de riesgo	Bases académicas, AACE , PMI, CII, Juicio de expertos

### **3.8. ASPECTOS ÉTICOS**

#### **3.8.1. Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV)**

El CIV 1996, expone como contrario a la ética e incompatible con el digno ejercicio de la profesión para un miembro del Colegio de Ingenieros de Venezuela, una serie de consideraciones a las cuales el presente trabajo se apega. entre las mismas se encuentra:

2do. (ilegalidad): Violar o permitir que se violen las leyes, ordenanzas y reglamentaciones relacionadas con el cabal ejercicio profesional.

7mo. (remuneración): Elaborar proyectos o preparar informes, con negligencia o ligereza manifiestas, o con criterio indebidamente optimista.

18vo. (autoría): Utilizar estudios, proyectos, planos, informes u otros documentos, que no sean el dominio público, sin la autorización de sus autores y/o propietarios.

19no. (secreto): Revelar datos reservados de índole técnico, financiero o profesionales, así como divulgar sin la debida autorización, procedimientos, procesos o características de equipos protegido por patentes o contratos que establezcan las obligaciones de guardas de secreto profesional. Así como utilizar programas, discos, cintas u otros medios de información, que no sea de dominio público, sin la debida autorización de sus autores y/o propietarios, o utilizar sin autorización de códigos de acceso de otras personas, en provecho propio.

22do. (actuación gremial): Incumplir con lo dispuesto en las “Normas de Actuación Gremial del CIV”

#### **3.8.2. Instituto de Gerencia de Proyectos (PMI)**

El PMI en su código de ética y conducta profesional (2006), describe las expectativas que los practicantes de gerencia de proyectos deben mantener con

ellos mismos y con terceros. Especifica las obligaciones de responsabilidad, respeto, justicia y honestidad para demostrar el compromiso a la ética y conducta profesional. Las describe de la siguiente manera:

“El propósito del código de ética es infundir confianza en el ámbito de la dirección de proyectos y ayudar a las personas a ser mejores profesionales. Para ello, establecemos el marco para entender los comportamientos apropiados en la profesión. Creemos que la credibilidad y reputación de la dirección de proyectos como profesión que se forjan sobre la base de la conducta colectiva de cada profesional”.

**Responsabilidad:** Obligación de hacerse cargo de las decisiones y medidas tomadas y de las no tomadas y de las consecuencias resultantes.

**Respeto:** Consideración propia, a terceros y a los recursos que fueran confiados, sean personas, dinero, reputación, seguridad de terceros y recursos naturales o medioambientales.

**Equidad:** Deber de tomar decisiones y actuar de manera imparcial y objetiva. La conducta no debe presentar intereses personales en conflicto, prejuicios o favoritismos.

**Honestidad:** Deber de comprender la verdad y actuar con sinceridad.

### **3.8.3. Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita**

La Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita dentro de su código de ética, expone las reglas de conducta a ser seguidas por cada empleado en cada una de sus operaciones diarias en cada lugar de trabajo.

El código de ética se compone de 12 políticas sobre integridad, que cubren los mayores campos de riesgo:

1. Manejar honestamente a la Corporación y aplicar los más altos métodos y ética en la administración, y abstenerse de realizar cualquier acto que ponga en riesgo la honestidad e integridad de la Corporación dentro y fuera de la Corporación.
2. Dedicar todo el tiempo y esfuerzos para realizar los deberes, y evitar perder el tiempo de otros colegas.
3. Cooperar con compañeros de trabajo para realizar el trabajo de acuerdo con los mejores intereses de la Corporación.
4. La lealtad a la Corporación es un rasgo muy deseable tanto para la gerencia como para los empleados. Todos deben demostrar su lealtad y actuar siempre en el mejor interés de la Corporación en todas las relaciones de trabajo, para incluir a clientes, autoridades gubernamentales, presidentes de corporaciones y colegas, e informar a la gerencia ejecutiva cualquier acción de impacto negativo en la Corporación.
5. Comprender, y actuar en consecuencia, que todos los empleados son conjuntamente responsables de apoyar los objetivos de la Corporación con respecto al control administrativo y financiero interno, y cumplir con tales objetivos.
6. Abstenerse de utilizar cualquier información o elementos divulgados confidencialmente al empleado, como empleado de la Corporación, para sus fines o intereses personales; y evitar divulgar confidencialidad, información técnica o administrativa a cualquier entidad no autorizada.
7. Abstenerse de participar, de forma gratuita o en contra de dinero, en cualquier actividad de los medios de comunicación, tales como la publicación de comunicados de prensa de artículos anunciados sin la autorización previa por escrito del funcionario autorizado de la corporación.
8. Abstenerse de aceptar cualquier obsequio o beneficio de un organismo interno o externo que pueda tener un impacto en la decisión del empleado o en el desempeño de sus funciones, o en el incumplimiento de los intereses de dichos organismos.

9. Bajo ninguna circunstancia, el empleado debe ofrecer o intentar ofrecer un soborno o cualquier otro artículo para tentar a un cliente probable por promocionar productos o servicios de la Corporación o influir en su decisión.

10. Abstenerse de aceptar cualquier soborno o cualquier otra tentación, para lograr cualquier propósito, como: adjudicar un contrato o una orden de compra a un vendedor probable, o darle información.

11. Abstenerse de usar la autoridad de su puesto para obtener ganancias personales.

12. El empleado no debe revelar ningún secreto de trabajo ni información que haya llegado a su conocimiento en virtud de su cargo, y se abstenga de transportar cualquier información no anunciada a un tercero, a menos que dicha acción forme parte del desempeño normal de sus funciones o sea aprobada por La corporación.

## **CAPITULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL**

### **4.1. RESEÑA INSTITUCIONAL DE LA EMPRESA**

La empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, fue fundada en el año 1976 por decreto real, con la finalidad de convertir en productos petroquímicos, polímeros, además de fertilizantes los productos provenientes de la extracción petrolera.

La empresa fue instalada en el pequeño pueblo pesquero de Jubail, localizada en el Golfo Pérsico, y en la ciudad de Yanbu, en el mar rojo, transformando estos pueblos en modernas ciudades industriales.

La Empresa Petroquímica de Arabia Saudita produjo un total de 6,5 millones de toneladas en el año 1985. Cinco años luego su producción era aproximadamente 13 millones de toneladas de químicos. Para el año 2012, su producción se encontraba encima de los 60 millones de toneladas.

A la fecha, la empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita emplea más de 40.000 profesionales a nivel mundial, y tiene 60 plantas alrededor de 40 países.

### **4.2. VISIÓN DE LA EMPRESA**

Ser líderes mundiales en producción de químicos.

### **4.3. MISIÓN DE LA EMPRESA**

Ser responsables de proveer productos de calidad, y servicios a través de innovación, aprendizaje y excelencia operacional, al mismo tiempo de entregar el máximo valor a sus socios

Entre sus objetivos se puede mencionar:

- Continuar con el desarrollo de tecnologías y productos innovadores de alta calidad, para proveer a los clientes y sean utilizados para crear el futuro.
- Optimizar el portafolio actual, y hacer las inversiones en investigación e innovación para el crecimiento futuro
- Promover la producción eficiente, disminuyendo los desperdicios y protegiendo el medio ambiente.
- Promover crecimiento del talento humano, fomentando las capacidades del personal para que jueguen un papel protagónico en el futuro del país, fortaleciendo la competitividad, y construyendo las fundaciones del éxito comercial
- Hacer las reestructuraciones necesarias en la organización, con la finalidad de entregar a los clientes los productos y servicios adaptados a sus necesidades
- Inspirar a los empleados, brindándoles confianza y capacidad de decisión, con un claro entendimiento del código de ética bajo el cual se debe operar
- Comprometer la diversa fuerza laborar al crecimiento de la empresa, asegurando un ambiente de trabajo respetuoso y acogedor
- Crear y mantener la integridad necesaria para promover la innovación, y búsqueda de soluciones.

#### **4.4. VISIÓN ESTRATÉGICA 2030**

La Empresa Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, está completamente comprometida con la visión y planes de transformación del país para el 2030, programa anunciado por el príncipe Mohammed Bin Nayef, y el príncipe Mohammed Bin Salman.

La visión 2030, representa el mayor cambio político económico en décadas, designado para reducir la dependencia en la exportación de hidrocarburos, y promover la creación de puestos de trabajo que beneficiaran al reino.

La Empresa Petroquímica Nacional lidera la realización de esta visión, para lo cual, es necesaria innovación tecnológica y fuerza de trabajo talentosa y motivada, la cual actualmente ya posee.

Parte de la misión se encuentra en la creación de pequeñas y medianas empresas y negocios enfocados a producir fuentes de trabajo en el área de la conversión de productos petroquímicos.

La visión 2030, abre un abanico de vistas y posibilidades para el fortalecimiento de la economía local, así como sus negocios y capacidades de cada sector.

El contenido del programa de la Empresa Petroquímica Nacional, será punto focal para atraer inversión interna e innovación, tecnología, manufactura, procura, además de crear miles de puestos de trabajos especializados para la población, promoviendo su espíritu innovador.

## CAPITULO V: DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

El Presente capitulo presenta el resultado de la investigación de acuerdo a los objetivos planteados.

### 5.1.IDENTIFICAR LOS PRINCIPALES RECURSOS ECONÓMICOS EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA NACIONAL DE ARABIA SAUDITA

#### 5.1.1. Selección de proyectos a estudiar

La Empresa Petroquímica de Arabia Saudita, durante el periodo comprendido entre los años 2010 al 2015, abordó un total de 48 mega proyectos destinados a la construcción de nuevas plantas ubicadas en los 16 principales complejos petroquímicos. Luego de analizar la data disponible, así como la similitud de su estructura de costos y riesgos presentes, se seleccionó un total de 32 proyectos de construcción de plantas petroquímicas con montos totales entre 50 y 300 millones de dólares, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 2 Plantas Petroquímicas Estudiadas

AREA	PLANTAS						
Complejo Petroquímico 1	Tereftalato de polietileno 420 KTA	Acido tereftálico purificado 700 KTA					
Complejo Petroquímico 2	Halobutyl 110 KTA	Methyl tert-butyl ether 102 KTA	Mallenated Ethylene Propylene Diene Monomer 100 KTA	Polybutadiene 110 KT			
Complejo Petroquímico 3	Urea	Ammonia 1223 KTA					
Complejo Petroquímico 4	Benzeno	Ethylene 230 KTA					
Complejo Petroquímico 5	Ammonia 433 KTA						
Complejo Petroquímico 6	Ethylenglycol 525 KTA	Oxido de etileno					
Complejo Petroquímico 7	Polioximetileno 50 KTA	Polimetacrilato de metilo 290 KTA					
Complejo Petroquímico 8	Oxido de Etileno	Oxido de Etileno	CO2 450 KTA	Etileno 200 KTA			
Complejo Petroquímico 9	Polipropileno 43 KTA	Tri-etil Aluminio (TEA) 6 KTA					
Complejo Petroquímico 10	Aminas 100 KTA	Polietileno de baja densidad 300 KTA	N. Butanol 330 KTA	Polietileno de alta densidad 400 KTA	Alcohol C12-C14 50 KTA	Oxido de etileno / etilenglicol 702 KTA	Etileno 200 KTA
Complejo Petroquímico 11	Olefinas 50000 BPD	Acrolinirilo butadieno estireno 140 KTA	Benzeno 185 KTA				
Complejo Petroquímico 12	Oxido de Etileno						

### 5.1.2. Distribución de actividades

La distribución de los costos de las actividades de los proyectos, se realizó mediante el estudio de la estructura de costos de los estimados realizados durante la etapa de ingeniería básica (FEED) por la empresa consultora de ingeniería contratada, y revisado por Sección de Ingeniería de Costos de la Empresa Petroquímica como cliente. montos que fueron utilizados para realizar el apartado presupuestario antes de convocar a las contratistas a el proceso de licitación abierta. Los recursos económicos seleccionados han sido los de mayor impacto en el costo total del proyecto, y dado a que el análisis de riesgo calcula la probabilidad de que el estimado de costo y las reservas de contingencia cubran el costo del proyecto, los costos seleccionados se encuentran libres de reservas de contingencia.

Debido a la normativa interna de la empresa, y con el objetivo de preservar la confidencialidad de la información, la data presentada estará en base a 100 millones de dólares para cada uno de los proyectos, lo cual corresponde con el promedio general de los proyectos seleccionados.

En la tabla 5, se muestra la distribución promedio de costos (nivel 1) de los 32 proyectos petroquímicos estudiados en sus 3 principales divisiones: Ingeniería, Procura y Construcción. En la ilustración 7, se observa la distribución de costos porcentual de los mismos.

Tabla 3 Distribución total de costos - Nivel 1  
Fuente: Cálculos propios

<b><i>Disciplina</i></b>	<b><i>Costo (USD)</i></b>
<b><i>Ingeniería</i></b>	<b><i>\$18,505,780.74</i></b>
<b><i>Procura</i></b>	<b><i>\$50,039,951.98</i></b>
<b><i>Construcción</i></b>	<b><i>\$31,041,802.16</i></b>

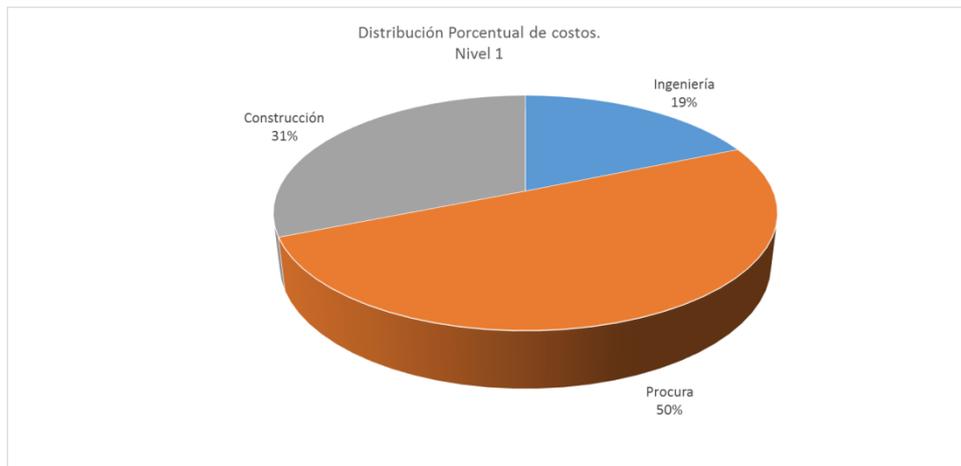


Ilustración 8 Distribución porcentual de costos – Nivel 1  
Fuente: Cálculos propios

El costo total del promedio de los proyectos estudiados, está distribuido en un 19% por costos de ingeniería, 50% por costos de procura, y 31% por costos de construcción. Estos a su vez se dividen como se explica a continuación:

**Ingeniería:** Conformada por la ingeniería de detalle elaborada en la sede de la contratista fuera del país (Arabia Saudita), ingeniera de procura foránea, que abarca la elaboración de las especificaciones técnicas de los equipos mayores a ser comprados, Ingeniería de campo, procura de campo, gerencia de proyectos y gerencia de construcción de campo.

**Procura:** Costo de los equipos mayores, incluyendo, transporté, gastos de aduana, impuestos, transporte interno en el país y gastos de representación de los vendedores.

**Construcción:** Pago de contratistas y subcontratistas, encargadas de la instalación, construcción de obras y arranque de la planta.

La tabla 6, muestra la distribución promedio estos costos mencionados:

Tabla 4 Distribución total de costos - Nivel 2  
Fuente: Cálculos propios

<b>Disciplina</b>	<b>Costo</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Procura Equipos Mayores</b>	<b>\$44,832,172.64</b>	<b>45.21%</b>
<b>Procura Materiales</b>	<b>\$5,207,779.34</b>	<b>5.25%</b>
<b>Construcción</b>	<b>\$31,041,802.16</b>	<b>31.30%</b>
<b>Ingeniería de Detalle Foránea</b>	<b>\$7,989,395.58</b>	<b>8.06%</b>
<b>Ingeniería de Procura Foránea</b>	<b>\$1,965,445.86</b>	<b>1.98%</b>
<b>Gerencia de proyectos</b>	<b>\$2,457,953.27</b>	<b>2.48%</b>
<b>Ingeniería de Campo</b>	<b>\$452,292.16</b>	<b>0.46%</b>
<b>Gerencia de Construcción de Campo</b>	<b>\$4,889,586.37</b>	<b>4.93%</b>
<b>Procura de Campo</b>	<b>\$332,977.17</b>	<b>0.34%</b>

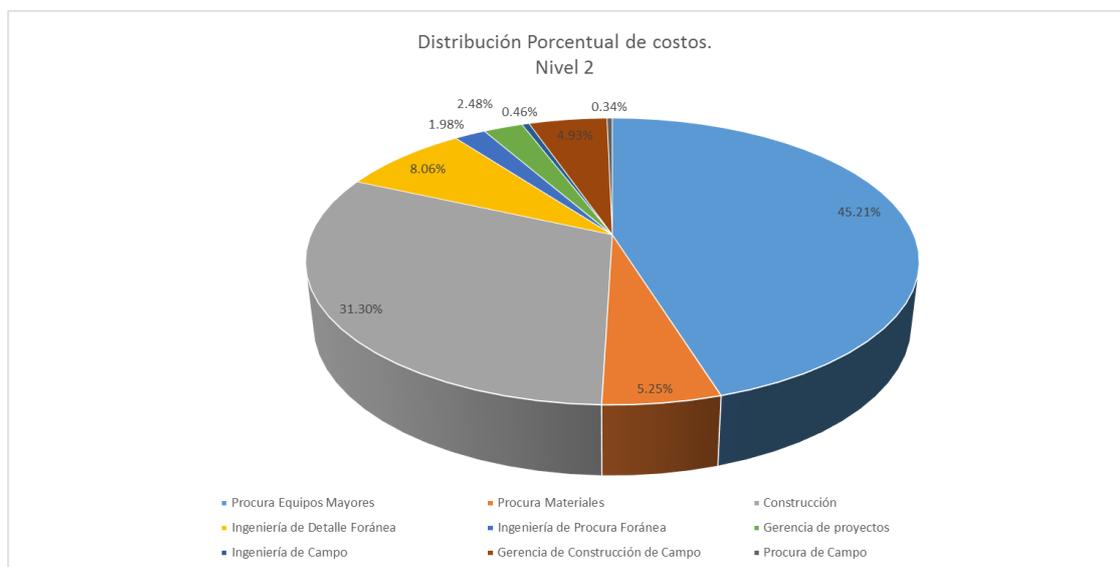


Ilustración 9 Distribución porcentual de costos – Nivel 2  
Fuente: Cálculos propios

Se consideró un 6% del costo IPC (estudio interno realizado en la empresa) como base de cálculo para el monto de Ingeniería Básica (FEED).

Tabla 5. Monto promedio de Ingeniería Básica (FEED)

<i>Disciplina</i>	<i>Costo</i>
<b><i>Ingenieria Basica (FEED)</i></b>	<b><i>\$5,950,164.27</i></b>

Adicionalmente, se calculó los costos del equipo de proyecto de la empresa (PMT) que están relacionados con la supervisión y gerencia de proyecto a través de su ciclo de vida.

Los costos PMT totales del proyecto son 11,633,000 USD.

### 5.1.3. Identificación de recursos económicos de los proyectos

De acuerdo a la distribución de costos realizada, se procedió a identificar y categorizar los principales recursos económicos presentes en las actividades.

Las categorías seleccionadas fueron de tipo “labor” y “materiales” de acuerdo al siguiente criterio:

- Tipo Labor: Recursos cuyo costo se incrementa si el tiempo de la actividad de extiende.
- Tipo Materiales: Recursos con costo que puede variar, pero no necesariamente en relación al tiempo.

Los recursos de costos identificados se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 6. Distribución de recursos

<b>ID</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Tipo</b>
<b>PMT</b>	<b>Equipo de proyectos</b>	Labor
<b>GER</b>	<b>Gerencia</b>	Labor
<b>ING</b>	<b>Ingenieria</b>	Labor
<b>PROC</b>	<b>Procura</b>	Materiales
<b>CONS</b>	<b>Construccion</b>	Labor
<b>COMM</b>	<b>Arranque</b>	Labor

### 5.1.4. La asignación de los recursos económicos a actividades

La asignación de los recursos económicos a las actividades individuales, distribuye el presupuesto en su totalidad a las actividades seleccionadas del cronograma sin contingencia, lo cual permite realizar análisis probabilísticos de acuerdo con la variación en tiempo de las actividades.

La asignación se realizó de acuerdo a un estudio interno de distribución de costos realizado internamente en la empresa (*Benchmark*)

Los cálculos de la tabla 7 que se muestran a continuación fueron realizados por medio de analogías con los porcentajes de distribución internos de la empresa, y muestra el resultado de la asignación de recursos económicos:

Tabla 7. Asignación de recursos a actividades

Estimado de Costos por Recursos y Actividades (\$ x 1000)							
Actividades	PMT	GER	ING	PROC	CONST	COMM	Total
Ingeniería Basica (FE)	2,975		5,950				8,925
Ingeniería de Detalle Foránea	625		7,989				8,614
Ingeniería de Procura Foránea	357		1,965				2,322
Procura Equipos Mayores	1,785			44,832			46,617
Gerencia de proyectos	625	2,458					3,083
Ingeniería de Campo	89		452				542
Procura Materiales	1,339			5,208			6,547
Procura de Campo	89			333			422
Gerencia de Construcción de Campo	536	4,890					5,425
Construcción	2,678				31,042		33,719
Arranque	536					4,958	5,494
<b>Total</b>	<b>11,633</b>	<b>7,348</b>	<b>16,357</b>	<b>50,373</b>	<b>31,042</b>	<b>4,958</b>	<b>121,711</b>

## **5.2. CARACTERIZAR LOS RIESGOS EN LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN DE CAPITAL EN LA INDUSTRIA PETROQUÍMICA NACIONAL DE ARABIA SAUDITA**

La detección de riesgos fue realizada por un equipo multidisciplinario compuesto por personal de la empresa Petroquímica de Arabia Saudita (Secciones de Riesgos, Planificación, Costos, Construcción e Ingeniería), y la contratista encargada IPC.

El análisis de riesgo de los proyectos fue realizado durante la etapa de estudio de viabilidad, y actualizado durante la fase de elaboración de la ingeniería básica, donde se elaboró el plan de respuesta y mitigación de riesgos.

Los principales puntos estudiados durante el análisis de riesgo fueron los siguientes:

- Revisión del cronograma IPC
- Revisión de los procesos de construcción durante la etapa previa a la construcción
- Riesgos de operación de equipos funcionales
- Estudio cualitativo de riesgos
- Estudio cuantitativo de riesgos
- Plan de respuesta

Los riesgos presentes en los proyectos fueron identificados y caracterizados como se presenta a continuación:

### **5.2.1. Categorías de riesgos:**

Las categorías de riesgos se enumeran de acuerdo a las áreas comunes de fuentes de riesgo experimentadas en los proyectos para proyectos similares.

El enfoque de la identificación consiste en clasificar los tipos de riesgos del proyecto de acuerdo con la fuente primaria, más que en sus efectos.

Tabla 8. Categoría de riesgos

<b>Categoría de Riesgo</b>	<b>Descripción</b>
<b>01-Mercado / Comercial</b>	Volatilidad del mercado , propicia destrucción de valor
<b>02-Ubicación</b>	Condiciones especiales de ubicaciones, retrasa el proyecto
<b>03-Financiamiento / Economía</b>	Asunciones económicas y financieras del proyecto afectan juicios de viabilidad
<b>04-Socios</b>	Acciones de socios o de entes estatales impiden el logro de los objetivos del proyecto
<b>05-Técnica / Tecnología</b>	Proyecto falla en lograr objetivos de especificaciones técnicas
<b>06-Higiene/Ambiente</b>	Riesgos a personas, propiedades, interrupciones de ambiente afectan la imagen de la corporación
<b>07-Aprobaciones de partes interesadas</b>	Proceso de aprobación afecta el progreso del proyecto
<b>08-Contrato</b>	Contratistas no cubren las expectativas de los contratantes
<b>09-Gestión de proyectos</b>	Capacidad de gerencia del proyecto inadecuada para manejar el mismo
<b>10-Tiempo</b>	Hitos del proyecto no cumplidos
<b>11-Calidad</b>	Equipos, material, servicios, ejecución no adecuada a las especificaciones/requerimientos

### 5.2.2. Identificación de riesgos

Basado en el plan de gerencia de riesgos de los proyectos, se identificaron los riesgos durante las reuniones o talleres con la colaboración de todos los participantes.

Se procedió a ubicar los registros de riesgos de cada uno de los 13 complejos petroquímicos estudiados, y los siguientes riesgos fueron detectados durante las reuniones y talleres efectuados en las fases previas al desarrollo de la ingeniería básica.

La información inicial obtenida, es la base del registro de riesgos, el cual contiene el estudio y recomendaciones finales de acuerdo al plan de gerencia de riesgos del proyecto.

*Tabla 9 – Riesgos por categorías*

01-Mercado / Commercial	02-Ubicación	03-Financiamiento / Economía	04-Partner / Venture	05-Técnica / Tecnología	06-Seguridad y Ambiente
El costo del proyecto puede aumentar	No disponibilidad de area para repuestos	retrasar la entrega de Costo estimado +/- 10	No disponibilidad de datos técnicos de SD	Instalación subterránea desconocida	Posibles incidentes se seguridad y ambiente
No disponibilidad de material de alimentación	Instalaciones del taller del sitio del contratista no disponible	Estimación de Costo no precisa +/- 10		Posibilidad de perder algún alcance y especificaciones en el EPC (pliego de licitacion)	Empleados puede atrapar el virus MERS-co durante visitas o en el sitio
	Falta de entrada especifica para contratista	Contratista EPC puede obtener el costo estimado del contratista FEED		No entrega un modelo 3D durante FEED que puede afectar la precisión de las cantidades de MTO	
	No disponibilidad de servicios públicos	Licitacion abierta para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC		Cambios para documentaciones civiles por EPC	
	problema de congestión y accesibilidad para el movimiento de equipos pesados	Retraso en el pago a los contratistas		El contratista de FEED no puede liberar el alcance que necesita la aprobación del Licenciente	
	La ubicación de la caldera no está finalizada			Daño en instrumentacion de campo existente por trabajos mecánicos	
	Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores			Algunos de los equipos existentes no se pueden modificar y necesitan reemplazo	
	Planos de construcción no se actualicen con precisión			Retraso de finalización de Ingeniería durante la fase EPC	
	Retraso en la prueba de lazo			Dificultades en la integración de nuevos sistemas de control con el existente	
	Demora en la emisión de permisos de trabajo			La fundación existente se derrumba mientras el trabajo se lleva a cabo junto a ella	
	Dificultades en la movilización de recursos humanos durante la construcción				
	Retraso en la finalización de la investigación del suelo				
	Daño al nuevo equipo debido al asentamiento				
	Daño a las instalaciones subterráneas existentes				
	En OSBL, el espacio entre tanques no cumple con los requisitos de Seguridad, Ambiente				

Tabla 9 – Riesgos por categorías (Continuación)

07-Aprobaciones de partes interesadas	08-Contrato	09-Gestión de proyectos	10-Tiempo	11-Calidad
No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC)	entrega tardía del equipos mayores	Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	conexiones con los equipos de planta existentes durante Turn Around	Baja calidad para los entregables de FEED
Retraso de aprobación de presupuesto	Falta de interés por parte de los licitantes EPC para participar	Retraso en la asignación de recursos PMT	Retraso de cronograma durante FEED	
retrasar la aprobación de organismos publicos	Retraso en la entrega de de equipos mayores		Entrega de equipos mayores con duración superior a la estimada	
incapacidad para cumplir requisitos de seguridad y ambiente afectando fecha de FEED	dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas		Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	
retrasar la aprobación de ministerio de energia			El contratista EPC (Requisición unica) no puede enviar su propuesta a tiempo	
Demora en la aprobación permisos de la comision Real			El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	
			EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	
			Tiempo extra para la etapa EPC	
			La entrega de equipo mayor puede retrasarse	
			La puesta en servicio del equipo / equipo no se puede realizar a tiempo	
			Retraso en la aprobación de las impresiones del proveedor	
			Demora en la finalización de las actividades de construcción	
			El trabajo de construcción no se puede completar dentro de la duración planificada de la ventana SD	

### **5.3. ANALIZAR EL IMPACTO DE LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LOS PRINCIPALES RECURSOS ECONÓMICOS DE LOS PROYECTOS**

Luego de finalizada la fase de identificación de riesgos, se llevó a cabo el análisis cualitativo como parte del plan de gerencia de riesgos de todos los proyectos. Basado en este ejercicio, los proyectos fueron clasificados de acuerdo a su impacto en *Mayor, Significante, Menor e insignificante*.

El análisis cualitativo incluye métodos de priorización de los riesgos identificados para luego realizar el análisis cuantitativo y plan de respuesta.

El análisis de riesgo cuantitativo estudia la prioridad de los riesgos identificados de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y la consecuencia en los objetivos del proyecto en caso de que este ocurra. La probabilidad de ocurrencia fue clasificada como *muy probable, probable, posible, poco probable, muy poco probable*.

El estudio de riesgos fue realizado durante las etapas de estudio de factibilidad y estudio de estrategias, luego durante la fase de diseño del paquete de procesos, y actualizado durante la fase de ingeniería básica.

#### **5.3.1. Análisis cualitativo de riesgos**

La siguiente tabla, muestra un riesgo detectado por cada categoría de riesgos con su respectiva causa, consecuencia y fase de ocurrencia.

Tabla 10 – Análisis cualitativo de riesgos

Categoría de Riesgo	Nombre de Riesgo	Causa	Consecuencia	Fase de ocurrencia
01-Mercado / Comercial	El costo del proyecto puede aumentar	el alcance aún no está finalizado	costo	Decisión de Estrategias
02-Ubicacion	No disponibilidad de area para repuestos	El área de distribución todavía no está aprobada	Cronograma	Fase de Diseño
03-Financiero / Económico	retrasar la entrega de Costo estimado +/- 10	Debido a un Cronograma muy comprimido para FEED, el contratista FEED puede no ser capaz de entregarlo a tiempo	costo	Durante Ingeniería Básica
04-Partner / Venture	No disponibilidad de datos técnicos de SD	El PDP comenzó a fines de junio de 2015	Cronograma	Estudio de Factibilidad
05-Tecnica / Tecnología	Instalación subterránea desconocida	Los dibujos construidos no son actualizados / no coinciden con la condición física	Cronograma	Durante Construcción
06-Seguridad y Ambiente	Posibles incidentes de seguridad y ambiente	1. El proyecto se construirá mientras la planta está funcionando 2. el proceso de planta (EO), es arriesgado (inflamable y tóxico)	Ambiente y Cronograma	Durante Construcción
07-Aprobacion de socios	No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC)	1. La estrategia normal de ejecución del proyecto 2. Probabilidad baja del programa (la probabilidad de alcanzar la fecha MC es del 44%)	Cronograma	Decisión de Estrategias
08-Contrato	entrega tardía del equipos mayores	El tiempo de espera de la fabricación del refrigerador de absorción de STEAM es de 9 meses para la entrega en el sitio	Cronograma	Durante Ingeniería Básica
09-Gerencia de Proyectos	Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	NO participar de la operación EOEI durante la ejecución del proyecto	Cronograma y calidad	Durante Ingeniería Básica
10-Tiempo	conexiones con los equipos de planta existentes durante Turn Around	el cronograma del proyecto y el cronograma de TA se alinean	Cronograma	Durante diseño de paquete de proceso
11-Calidad	Baja calidad para los entregables de FEED	Debido a un Cronograma muy comprimido para FEED, el contratista FEED puede reducir la calidad de los entregables de FEED.	Calidad y Cronograma	Durante Ingeniería Básica

### 5.3.2. Análisis cuantitativo de riesgos

El análisis cuantitativo, fue realizado evaluando la probabilidad de ocurrencia de los eventos detectados y su consecuencia en el proyecto, ubicando valor de riesgo (Probabilidad x Consecuencia), de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 11 - Distribución probabilidad x Consecuencia

		PROBABILIDAD				
		Muy poco probable	Poco probable	Posible	Probable	Muy probable
CONSECUENCIA	Muy alta	2	2	1	1	1
	Alta	3	2	2	1	1
	Moderada	4	3	2	2	1
	Baja	4	4	3	2	2
	Muy Baja	4	4	4	3	3

Luego de realizar la evaluación de cada uno de los riesgos, se obtuvo el siguiente resultado el cual muestra los eventos mayores y significativos encontrados.

Tabla 12 – Riesgos críticos en los proyectos

Categoría de Riesgo	Nombre de Riesgo	Causa	Consecuencia	Fase de ocurrencia	Nivel de Riesgo
10-Tiempo	Retrazo de cronograma durante FEED	Cronograma comprimido (el periodo FEED es solo de tres meses)	Cronograma	Durante Ingeniería Básica	Mayor
03-Financiero / Económico	Licitación abierta para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	El costo de EPC de fuente única es alto	Cronograma y costo	Durante contratación	Mayor
02-Ubicacion	Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadoras	La línea de agua contra incendios se está ejecutando en la ubicación propuesta de la enfriadora	Cronograma	Durante Construcción	Mayor
09-Gerencia de Proyectos	Retraso en la asignación de recursos PMT	La falta de disponibilidad de mano de obra requerida	Cronograma y calidad	Antes de Contratación de Ingeniería Básica	Mayor
10-Tiempo	El trabajo de construcción no se puede completar dentro de la duración planificada de la ventana SD	SAUDI KAYAN planeó SD por 30 días solamente mientras que la ventana SD estimada por más de 30 días	Impacto de costo significativo con posible pérdida de producción	Durante Construcción	Mayor

Tabla 13 – Riesgos significantes en los proyectos

Categoría de Riesgo	Nombre de Riesgo	Causa	Consecuencia	Fase de ocurrencia	Nivel de Riesgo
09-Gerencia de Proyectos	Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	NO participar de la operación EOEK durante la ejecución del proyecto	Cronograma y calidad	Durante Ingeniería Básica	Significante
03-Financiero / Económico	retrasar la entrega de Costo estimado +/- 10	Debido a un Cronograma muy comprimido para FEED, el contratista FEED puede no ser capaz de entregarlo a tiempo	costo	Durante Ingeniería Básica	Significante
03-Financiero / Económico	Estimación de Costo no precisa +/- 10	Debido a un cronograma muy comprimido para FEED, el contratista de FEED puede no ser capaz de proporcionar una estimación de costos precisa, ya que utilizará más los datos internos para tratar de cumplir con	costo	Durante Ingeniería Básica	Significante
07-Aprovacion de socios	Retraso de aprobación de presupuesto	Demora en la preparación para los entregables del C5 a medida que el cronograma se comprime	Cronograma	Durante aprobación de presupuesto	Significante
07-Aprovacion de socios	incapacidad para cumplir requisitos de seguridad y ambiente afectando fecha de FEED	Espacio limitado que se puede utilizar dentro de la planta existente	Cronograma y costo	Durante Ingeniería Básica	Significante
07-Aprovacion de socios	retrasar la aprobación de ministerio de energía	nuevos requisitos no considerados porque el Cronograma comprimido	Cronograma	Durante Ingeniería de Detalle	Significante
10-Tiempo	La entrega de equipo mayor puede retrasarse	Envío y despacho de aduana	Cronograma	Durante Procura	Significante
02-Ubicacion	En OSBL, el espacio entre tanques no cumple con los requisitos de Seguridad Ambiente	exención planteada ubicación adicional disponible, sin embargo, se espera la aprobación de HCIS	Calendario significativo e impacto en los costos	Antes de Construcción	Significante

## 5.4. FORMULAR UNA PROPUESTA DE CÁLCULO DE NIVELES DE CONTINGENCIA DE ACUERDO A LOS RIESGOS IDENTIFICADOS EN LOS PROYECTOS Y LOS MÁRGENES DE ACEPTACIÓN DE GERENTES Y OTROS SOCIOS.

Para el cálculo de los niveles de contingencia, se siguió la siguiente metodología: Establecer impacto en tiempo (días) de los riesgos detectados.

Luego de desglosadas las actividades de acuerdo al ciclo de vida del proyecto, tal como se muestra en la Tabla 8. *Distribución de recursos*, se procedió a obtener de los cronogramas de los proyectos (Project Schedule), la duración en días de cada una de las actividades, y se estableció un nivel de impacto en días de acuerdo a la evaluación de cada uno de los riesgos, tal como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 14 – Impacto en días de riesgos

Actividades	Duración original (Días)	Optimista (Menor tiempo posible) (Días)	Mas Probable (Tiempo mas probable) (Días)	Pesimista (Mayor Tiempo) (Días)
Ingeniería Basica (FEED)	120	106	120	134
Ingeniería de Detalle Foránea	200	170	200	230
Ingeniería de Procura Foránea	200	186	200	214
Procura Equipos Mayores	150	135	150	165
Gerencia de proyectos	1440	1224	1440	1656
Ingeniería de Campo	440	405	440	475
Procura Materiales	300	270	300	330
Procura de Campo	440	396	440	484
Gerencia de Construcción de Campo	440	396	440	484
Construcción	440	352	440	528
Arranque	60	57	60	63

### 5.4.1. Determinación de impacto en actividades afectadas

Cada una de los riesgos detectados y analizados, es estudio con el apoyo del personal de la gerencia de riesgos de la empresa, y se elaboró una matriz de riesgos versus actividades, la cual fue posteriormente utilizada para evaluar el impacto en tiempo.

Tabla 15 - Riesgos mayores Vs Actividades afectadas

Nombre de riesgo	Fase de ocurrencia	ACTIVIDADES AFECTADAS				
		1	2	3	4	5
No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC); La fecha objetivo es Q2: 2017	Aprobacion Fase Plan Ejecucion	Arranque	Gerencia de proyectos			
Cronograma puede retrasarse a los dos meses FEED Fecha de finalización	Durante FEED	Ingeniería Basica (FEED)				
Baja calidad para los entregables de FEED	Durante FEED	Ingeniería de Detalle Foránea				
Open Biding para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	Antes contrato IPC	Ingeniería de Detalle Foránea	Ingeniería de Procura Foránea	Ingeniería de Campo	Construcción	
Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores	Durante Construccion	Construcción	Construcción			
Retraso en la asignación de recursos PMT	Before BDP Contract Award	Ingeniería Basica (FEED)	Gerencia de proyectos			

Tabla 16 – Riesgos significantes Vs Actividades afectadas

Nombre de riesgo	Fase de ocurrencia	ACTIVIDADES AFECTADAS				
		1	2	3	4	5
Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	Durante FEED	Ingeniería Basica (FEED)	Gerencia de proyectos			
retrasar la entrega del costo Estimación +/- 10 por dos meses	Durante FEED	Gerencia de proyectos	Ingeniería Basica (FEED)			
Costo no exacto Estimación +/- 10	Durante FEED	Ingeniería de Detalle Foránea	Ingeniería de Procura Foránea	Procura Equipos Mayores	Procura Materiales	Construcción
Equipos de plomo largo que toman una duración superior a la estimada (10.5 M)	During Detailed Engineering	Procura Equipos Mayores	Ingeniería de Procura Foránea			
El contratista de EPC puede obtener información sobre el costo estimado del contratista de FEED, lo que podría generar un aumento en el costo de EPC.	Antes contrato IPC	Construcción				
Retraso de aprobación G5 por dos meses	Gate 5 Approval	Ingeniería Basica (FEED)	Gerencia de proyectos			
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	Durante FEED	Ingeniería Basica (FEED)	Gerencia de proyectos			
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	Durante Construcción	Construcción	Gerencia de proyectos			
retrasar la aprobación de SEEC	During Detailed Engineering	Ingeniería de Detalle Foránea	Ingeniería de Campo	Procura Materiales	Construcción	
El contratista EPC de una sola fuente no puede enviar su propuesta a tiempo	Antes contrato IPC	Gerencia de proyectos				
El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	Antes contrato IPC	Gerencia de proyectos				
EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	Antes contrato IPC	Gerencia de proyectos	Gerencia de Construcción de Campo			
dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas	During Procurement	Procura Equipos Mayores	Procura Materiales			

## 5.4.2. Estudio de impacto de riesgos sobre actividades:

De acuerdo al desglose de riesgos y su impacto sobre las actividades específicas del proyecto, se procedió a obtener del registro de riesgos, el nivel de impacto y la probabilidad de ocurrencia del mismo tal como se muestra en las tablas a continuación:

El siguiente criterio fue utilizado para la evaluación:

	Impacto del evento ( % )
Muy alto	20%
Alto	15%
Moderado	10%
Bajo	5%

	Probabilidad de ocurrencia
Muy probable	98%
Probable	80%
Posible	50%
Poco probable	30%

Tabla 17 – Estudio de impacto para Riesgos mayores

Nombre de riesgo	Fase de ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia	Impacto del evento	Rango de impacto en el Costo		
				Optimista (Menor tiempo posible)	Mas Probable (Tiempo mas probable)	Pesimista (Mayor Tiempo)
No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC); La fecha objetivo es Q2: 2017	Aprobacion Fase Plan Ejecucion	80%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
Cronograma puede retrasarse a los dos meses FEED Fecha de finalización	Durante FEED	98%	20%	0.40%	2.00%	4.00%
Baja calidad para los entregables de FEED	Durante FEED	98%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
Open Biding para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	Antes contrato IPC	50%	20%	0.40%	2.00%	4.00%
Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores	Durante Construccion	98%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
Retraso en la asignación de recursos PMT	Before BDP Contract Award	98%	20%	0.40%	2.00%	4.00%

Tabla 18 - Estudio de impacto para riesgos significantes

Nombre de riesgo	Fase de ocurrencia	Probabilidad de ocurrencia	Impacto del evento	Rango de impacto en el Costo		
				Optimista (Menor tiempo posible)	Mas Probable (Tiempo mas probable)	Pesimista (Mayor Tiempo)
Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	Durante FEED	50%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
retrasar la entrega del costo Estimación +/- 10 por dos meses	Durante FEED	80%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
Costo no exacto Estimación +/- 10	Durante FEED	80%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
Equipos de plomo largo que toman una duración superior a la estimada (10.5 M)	During Detailed Engineering	30%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
El contratista de EPC puede obtener información sobre el costo estimado del contratista de FEED, lo que podría generar un aumento en el costo de EPC.	Antes contrato IPC	30%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
Retraso de aprobación G5 por dos meses	Gate 5 Approval	50%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	Durante FEED	80%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	Durante Construccion	30%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
retrasar la aprobación de SEEC	During Detailed Engineering	50%	15%	0.30%	1.50%	3.00%
El contratista EPC de una sola fuente no puede enviar su propuesta a tiempo	Antes contrato IPC	98%	5%	0.10%	0.50%	1.00%
El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	Antes contrato IPC	80%	5%	0.10%	0.50%	1.00%
EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	Antes contrato IPC	50%	10%	0.20%	1.00%	2.00%
dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas	During Procurement	80%	5%	0.10%	0.50%	1.00%

### 5.4.3. Calculo de costo unitario de recursos del proyecto en relación al cronograma de ejecución

Con la información obtenida del cronograma de ejecución del proyecto y el análisis de costos de los recursos, se determinó el costo diario de los recursos detectados utilizando la información obtenida en la tabla 7, Asignación de recursos a actividades, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 19 - costo diario de los recursos

Costo diario de recursos por actividades (\$ x 1000)							
Actividades	PMT	GER	ING	PROC	CONST	COMM	Dias
Ingeniería Basica (FEED)	24.79	-	49.58	-	-	-	120
Ingeniería de Detalle Foránea	3.12	-	39.95	-	-	-	200
Ingeniería de Procura Foránea	1.79	-	9.83	-	-	-	200
Procura Equipos Mayores	11.90	-	-	298.88	-	-	150
Gerencia de proyectos	0.43	1.71	-	-	-	-	1440
Ingeniería de Campo	0.20	-	1.03	-	-	-	440
Procura Materiales	4.46	-	-	17.36	-	-	300
Procura de Campo	0.20	-	-	0.76	-	-	440
Gerencia de Construcción de Campo	1.22	11.11	-	-	-	-	440
Construcción	6.09	-	-	-	70.55	-	440
Arranque	8.93	-	-	-	-	82.64	60

#### 5.4.4. Simulación de Monte Carlo

Cada uno de los riesgos mayores significativos fueron analizados de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia y se determinó la variación estándar, datos que fueron utilizados para cargar los datos necesarios para realizar la simulación tal como se muestra en la tabla a continuación

La simulación fue realizada en la aplicación Crystal Ball (Oracle™)

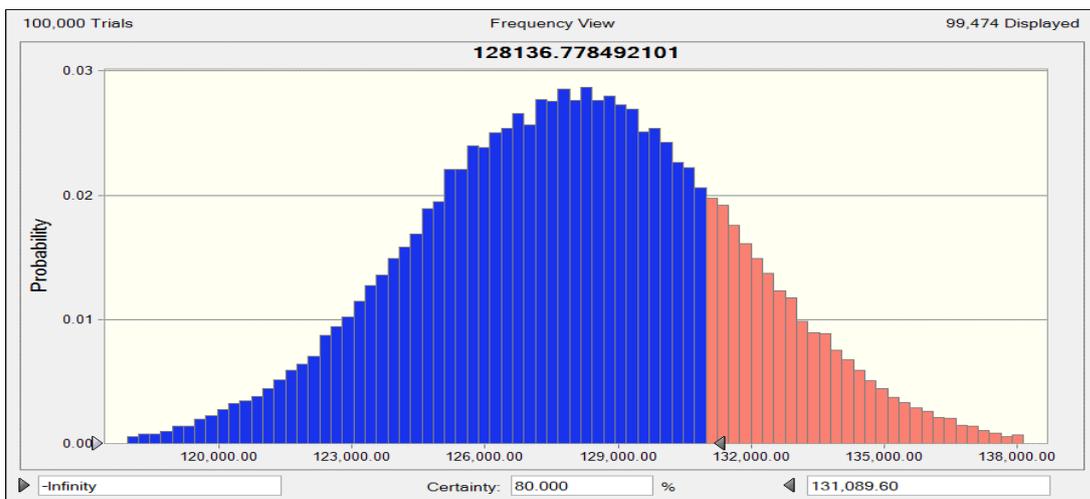
Tabla 20 – Impacto de riesgos mayores sobre el proyecto

Nombre de riesgo	Optimista USD X 1000	Mas probable USD X 1000	Pesimista USD X 1000	Desviacion Estándar USD X 1000
No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC); La fecha objetivo es Q2: 2017	25.73	128.65	257.30	116.02
Cronograma puede retrasarse a los dos meses FEED Fecha de finalización	12.33	61.65	123.31	55.60
Baja calidad para los entregables de FEED	17.23	86.14	172.28	77.69
Open Biding para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	178.62	893.12	1,786.24	805.46
Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores	67.44	337.19	674.39	304.10
Retraso en la asignación de recursos PMT	48.03	240.16	480.32	216.59

Tabla 21 – Impacto de riesgos significantes sobre el proyecto

Nombre de riesgo	Optimista USD X 1000	Mas probable USD X 1000	Pesimista USD X 1000	Desviacion Estándar USD X 1000
Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	36.02	180.12	360.24	162.44
retrasar la entrega del costo Estimación +/- 10 por dos meses	24.02	120.08	240.16	108.29
Costo no exacto Estimación +/- 10	102.41	512.03	1,024.05	461.77
Equipos de plomo largo que toman una duración superior a la estimada (10.5 M)	146.82	734.10	1,468.19	662.04
El contratista de EPC puede obtener información sobre el costo estimado del contratista de FEED, lo que podría generar un aumento en el costo de EPC.	101.16	505.79	1,011.58	456.15
Retraso de aprobación G5 por dos meses	36.02	180.12	360.24	162.44
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	24.02	120.08	240.16	108.29
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	110.41	552.03	1,104.06	497.85
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	24.02	120.08	240.16	108.29
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	110.41	552.03	1,104.06	497.85
retrasar la aprobación de SEEC	128.63	643.13	1,286.25	580.00
El contratista EPC de una sola fuente no puede enviar su propuesta a tiempo	3.08	15.41	30.83	13.90
El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	3.08	15.41	30.83	13.90
EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	17.02	85.08	170.16	76.73
dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas	53.16	265.82	531.64	239.73

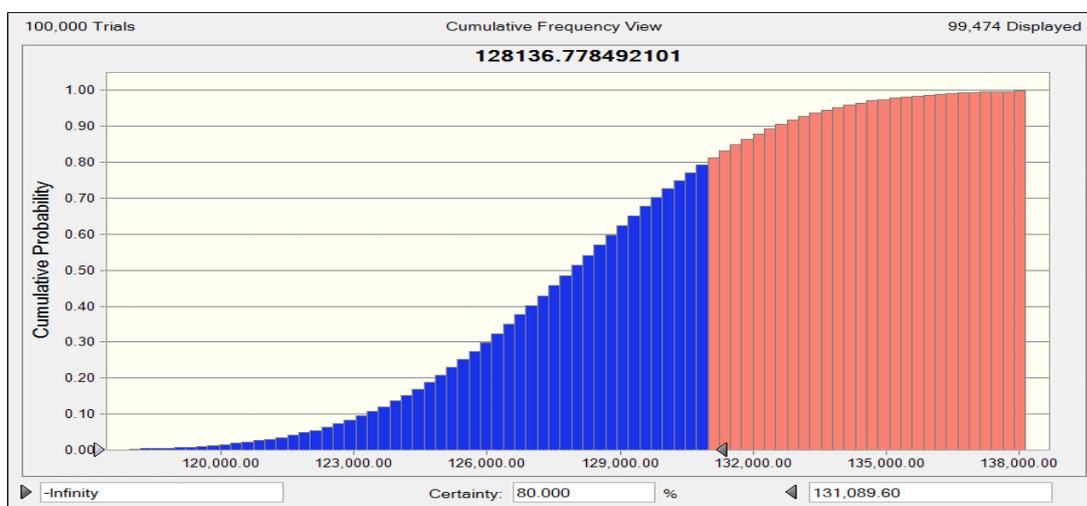
Ilustración 10 - Histograma de costo del proyecto (USD x 1000)



De acuerdo al análisis monte Carlo realizado con los riesgos mayores y , significativos, se puede observar en el histograma, que se tiene un 80% de certeza que de asumir un presupuesto de 131 millones de Dólares, se cubrirán los costos necesarios para culminar el proyecto.

Dado a que el monto total del proyecto incluyendo ingeniería Básica, es de 121,7 millones de Dólares, el porcentaje de contingencia obtenido para un nivel de certeza de 80%, es de 7.7%

Ilustración 11 – Distribución acumulativa de costos (Curva S) (USD x 1000)



La ilustración 10 (Distribución acumulativa de costos) muestra la relación entre la probabilidad acumulativa y el costo probabilístico del proyecto. En la simulación se ha asumido que un nivel de confianza al percentil 80% es aceptable.

En P-80, el proyecto necesita 9.3 millones de dólares de contingencia sobre la base de 127.7 Millones de dólares. En el punto seleccionado, hay un 80% de probabilidad de que el proyecto con todos los riesgos seleccionados, será terminado en un monto igual o menor a 131 millones de Dólares, y una probabilidad de 20% de que el proyecto termine por encima del monto calculado.

Tabla 22 – Distribución porcentual de costos del proyecto (USD x 1000)

Forecast: 128136.778492101

Edit View Forecast Preferences Help

100,000 Trials Percentiles View 99,474 Displayed

Percentile	Forecast values
0%	112,289.51
10%	123,410.67
20%	125,002.69
30%	126,129.00
40%	127,124.93
50%	128,043.32
60%	128,958.76
70%	129,933.79
80%	131,089.60
90%	132,660.11
100%	144,116.69

Tabla 23 – Resumen de valores estadísticos de simulación Monte Carlo

Forecast: 128136.778492101

Edit View Forecast Preferences Help

100,000 Trials Statistics View 99,474 Displayed

Statistic	Forecast values
Trials	100,000
Mean	128,037.02
Median	128,043.38
Mode	---
Standard Deviation	3,613.98
Variance	13,060,838.70
Skewness	2.5261e-04
Kurtosis	3.01
Coeff. of Variability	0.0282
Minimum	112,289.51
Maximum	144,116.69
Mean Std. Error	11.43

## Ilustración 12 – Distribución porcentual de contribución de riesgos

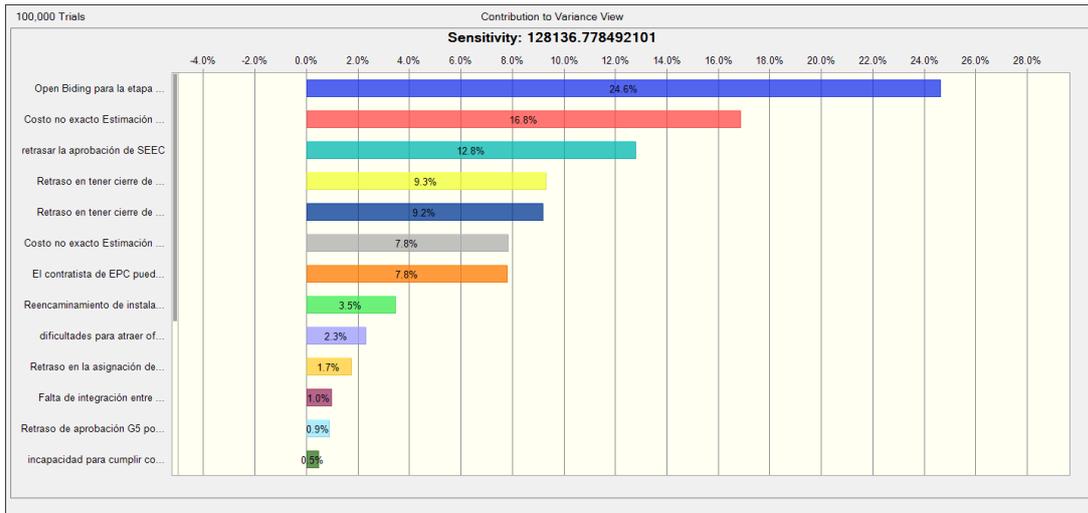


Tabla 24 - Distribución porcentual de contribución de riesgos

Sensitivity: 128136.778492101

Edit View Sensitivity Preferences Help

Assumptions	Contribution to Variance	Rank Correlation
Open Biding para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	24.6%	0.48
Costo no exacto Estimación +/- 10 (AH484)	16.8%	0.39
retrasar la aprobación de SEEC	12.8%	0.34
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	9.3%	0.29
Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	9.2%	0.29
Costo no exacto Estimación +/- 10	7.8%	0.27
El contratista de EPC puede obtener información sobre el costo estimado del contratista de FEED, lo que podría generar un aumento en el costo de EPC.	7.8%	0.27
Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores	3.5%	0.18
dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas	2.3%	0.15
Retraso en la asignación de recursos PMT	1.7%	0.13
Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	1.0%	0.09
Retraso de aprobación G5 por dos meses	0.9%	0.09
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	0.5%	0.07
No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC). La fecha objetivo es Q2: 2017	0.4%	0.06
retrasar la entrega del costo Estimación +/- 10 por dos meses	0.4%	0.06
incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	0.4%	0.06
EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	0.2%	0.05
Baja calidad para los entregables de FEED	0.2%	0.05
Cronograma puede retrasarse a los dos meses FEED Fecha de finalización	0.0%	0.02
El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	0.0%	0.01
El contratista EPC de una sola fuente no puede enviar su propuesta a tiempo	0.0%	0.01

## CAPITULO VI: ANALISIS DE LOS RESULTADOS

El presente trabajo de investigación, tiene como propósito presentar una propuesta para realizar el cálculo reservas de contingencia en proyectos de construcción de plantas petroquímicas, mediante el análisis de los riesgos del proyecto y estudio del cronograma del mismo, con la finalidad de asegurar la disposición del presupuesto necesario para la ejecución del mismo.

Para realizar la investigación y presentar la propuesta, se realizó en análisis de costos y riesgos de una selección de proyectos culminados en la Empresa Petroquímica de Arabia Saudita entre los años 2010 al 2015, comparando los montos finales al momento del cierre con el estimado de costos

Parte de las responsabilidades del gerente de proyecto, es la realización del proyecto con el presupuesto asignado, lo cual es un gran desafío debido a la dificultad de producir estimados de costos precisos que tomen en consideración los riesgos e incertidumbres que pueden llevar al costo proyecto a sobrepasar el monto presupuestado asignado.

Un enfoque que cada día es más utilizado para el cálculo de los niveles de contingencia, es la adición de un porcentaje sobre el costo del proyecto, calculado de acuerdo al nivel de avance de la ingeniería del mismo, práctica que no analiza de manera individual los riesgos e incertidumbres presentes.

La presente investigación, tiene como objetivo desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios mediante la evaluación del impacto de los riesgos presentes en proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, y utilizar los resultados para analizar los futuros proyectos en la industria, lo cual promoverá la discusión entre los integrantes del equipo de proyectos sobre las incertidumbres y riesgos presentes, obtener un rango de valores de contingencia de acuerdo a la confiabilidad aceptada, tener un mejor entendimiento de los riesgos del proyecto y su probabilidad de ocurrencia, además de realizar análisis de sensibilidad de áreas y recursos de los proyectos.

La empresa petroquímica de Arabia Saudita, cuenta con un equipo de Gerencia de Proyectos, así como de Estimación de costos con conocimiento en el área de riesgos, además de contar con la asesoría de la sección de riesgos de la organización, por lo cual, utilizar la propuesta de la presente investigación, es una opción viable y económicamente rentable.

La presente metodología tiene la ventaja de permitir identificar y categorizar los riesgos para un conjunto de plantas o proyectos de la misma naturaleza, y una vez detectados, poder hacer el estudio de riesgos e impacto en los costos de proyectos futuros de una manera rápida, mediante la utilización de herramientas accesibles como es el análisis monte Carlo. La metodología puede ser aplicada directamente por las secciones de estimación de costos, y adaptada a proyectos de bajo costo, en los cuales por regla general, no se involucra a la gerencia de riesgos debido a que no es económicamente rentable, y se utilizan porcentajes de contingencia fijos de acuerdo al nivel de avance de la ingeniería del proyecto.

A manera de ejemplo, se presenta a continuación la propuesta desarrollada, en uno de los proyectos de construcción de una planta petroquímica en Saudi Arabia:

Los datos presentados pertenecen a un proyecto de construcción de una planta de LDPE (Low Density polyethylene) (Polietileno de baja densidad), de 300 Kilo-toneladas por año, completada en el año 2012 bajo la modalidad de contratación EPC-LSTK.

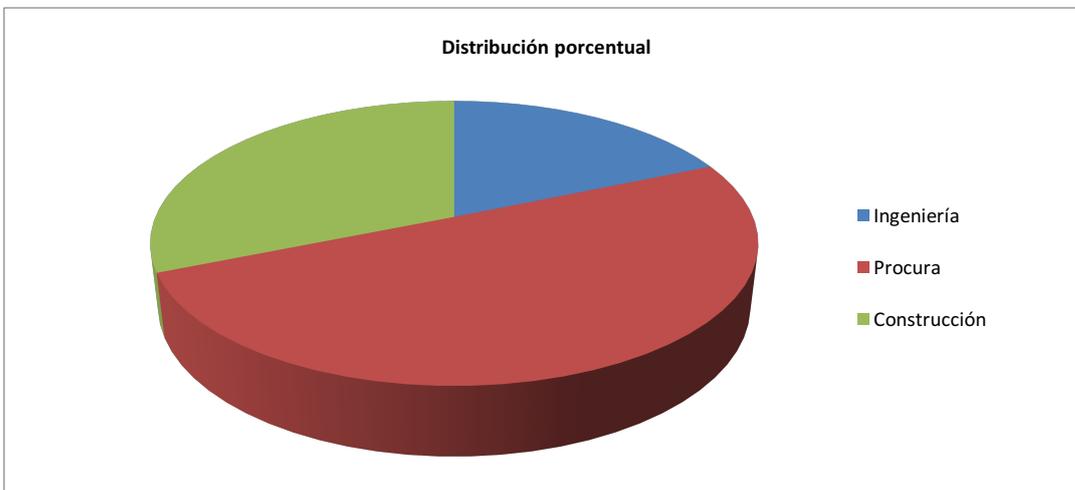
Los datos presentados fueron redondeados, y el nombre de la afiliada, contratista y licenciante del producto fueron eliminados para preservar la confidencialidad de la información.

<b>Datos del Proyecto</b>	
Afiliada:	
Contratista (EPC)	
Licenciante	
Tipo de Contrato	EPC LSTK
Proceso	LDPE
Capacidad (KTA)	300
Año del contrato	2009
Completación mecánica	2012
Estatus	Completed
Nombre del proyecto	LDPE Project
Presupuesto original	380 millones USD
Costo final	402 Millones USD

### Distribución de actividades Nivel 1

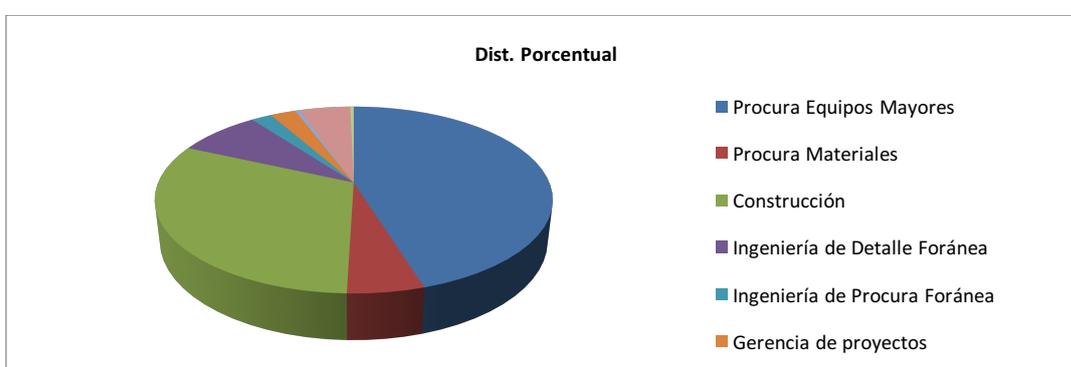
<i>Estimado libre de contingencia Millones USD</i>	<b>380</b>
--	------------

<i>Disciplina</i>	<i>Distribución porcentual</i>	<i>Costo (Millones USD)</i>
<i>Ingeniería</i>	<i>19%</i>	<i>\$70.61</i>
<i>Procura</i>	<i>50%</i>	<i>\$190.94</i>
<i>Construcción</i>	<i>31%</i>	<i>\$118.45</i>



## Distribución de actividades Nivel 2

Disciplina	Dist. Porcentual	Costo (Millones USD)
<i>Procura Equipos Mayores</i>	45.21%	\$171.79
<i>Procura Materiales</i>	5.25%	\$19.96
<i>Construcción</i>	31.30%	\$118.95
<i>Ingeniería de Detalle Foránea</i>	8.06%	\$30.61
<i>Ingeniería de Procura Foránea</i>	1.98%	\$7.53
<i>Gerencia de proyectos</i>	2.48%	\$9.42
<i>Ingeniería de Campo</i>	0.46%	\$1.73
<i>Gerencia de Construcción de Campo</i>	4.93%	\$18.74
<i>Procura de Campo</i>	0.34%	\$1.28



Debido a la modalidad de contratación, la ingeniería básica FEED, esta bajo la responsabilidad del contratista principal, y el costo esta incluido en el costo de ingeniería de detalle.

Los costos PMT para este proyecto fueron estimados en 15 millones de dólares de acuerdo el cronograma de recursos. El costo de arranque de la planta fue estimado en 19 millones.

## Asignación de recursos

Estimado de Costos por Recursos y Actividades (\$ x 1000)								
Distribución de costos PMT	Actividades	PMT	GER	ING	PROC	CONST	COMM	Total
7%	Ingeniería de Detalle Foránea	1,064		30,614				31,678
4%	Ingeniería de Procura Foránea	608		7,531				8,139
20%	Procura Equipos Mayores	3,040			171,789			174,829
7%	Gerencia de proyectos	1,064	9,418					10,482
1%	Ingeniería de Campo	152		1,733				1,885
15%	Procura Materiales	2,280			19,955			22,235
1%	Procura de Campo	152			1,276			1,428
6%	Gerencia de Construcción de Campo	912	18,736					19,648
30%	Construcción	4,560				118,947		123,507
6%	Arranque	912					19,000	19,912
100%	<b>Total</b>	<b>14,744</b>	<b>28,155</b>	<b>39,878</b>	<b>193,020</b>	<b>118,947</b>	<b>19,000</b>	<b>413,744</b>

### Identificación de los riesgos:

Se seleccionan los riesgos detectados durante la investigación, debido la misma naturaleza del proyecto. Los riesgos se pueden observar en las tablas 12 – Riesgos críticos en los proyectos y Tabla 13 – Riesgos significantes en los proyectos

### Calculo del Impacto en días de riesgos

La duración en días de las actividades es tomada del cronograma del proyecto, y se utiliza la distribución de riesgos (Pesimista, mas probable y optimista) del presente trabajo de investigación, como se observa en la Tabla 14 – Impacto en días de riesgos

Actividades	Duración original (Días)	Optimista (Menor tiempo posible) (Días)	Mas Probable (Tiempo mas probable) (Días)	Pesimista (Mayor Tiempo) (Días)
Ingeniería de Detalle Foránea	250	213	250	288
Ingeniería de Procura Foránea	240	223	240	257
Procura Equipos Mayores	200	180	200	220
Gerencia de proyectos	730	621	730	840
Ingeniería de Campo	300	276	300	324
Procura Materiales	250	225	250	275
Procura de Campo	300	270	300	330
Gerencia de Construcción de Campo	300	270	300	330
Construcción	400	320	400	480
Arranque	60	57	60	63

## Estudio de impacto de riesgos sobre actividades

De acuerdo a lo establecido en el capítulo 5.4.2 Estudio de impacto de riesgos sobre actividades, se utiliza el siguiente criterio para la evaluación

	Impacto del evento (%)
Muy alto	20%
Alto	15%
Moderado	10%
Bajo	5%

	Probabilidad de ocurrencia
Muy probable	98%
Probable	80%
Posible	50%
Poco probable	30%

## Calculo de costo unitario de recursos del proyecto en relación al cronograma de ejecución

Costo diario de recursos por actividades (\$ x 1000)							
Actividades	PMT	GER	ING	PROC	CONST	COMM	Días
Ingeniería de Detalle Foránea	4.26	-	122.46	-	-	-	250
Ingeniería de Procura Foránea	2.53	-	31.38	-	-	-	240
Procura Equipos Mayores	15.20	-	-	858.95	-	-	200
Gerencia de proyectos	1.46	12.90	-	-	-	-	730
Ingeniería de Campo	0.51	-	5.78	-	-	-	300
Procura Materiales	9.12	-	-	79.82	-	-	250
Procura de Campo	0.51	-	-	4.25	-	-	300
Gerencia de Construcción de Campo	3.04	62.45	-	-	-	-	300
Construcción	11.40	-	-	-	297.37	-	400
Arranque	15.20	-	-	-	-	316.67	60

## Simulación de Monte Carlo

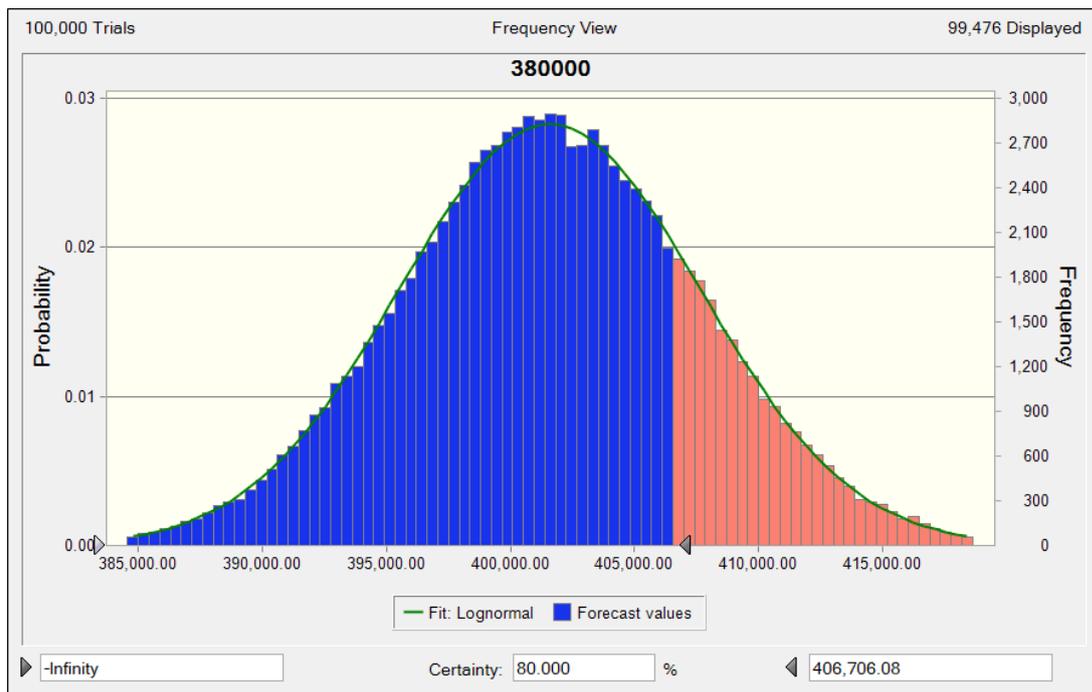
### Impacto de riesgos Mayores

Categoría	Nombre de riesgo	Optimista USD X 1000	Mas probable USD X 1000	Pesimista USD X 1000	Desviación Estándar USD X 1000
Mayor	No cumplir la fecha objetivo de MINPET para la finalización del proyecto (MC); La fecha objetivo es Q2: 2017	98.59	492.97	985.93	444.58
Mayor	Cronograma puede retrasarse a los dos meses FEED Fecha de finalización	47.25	236.25	472.50	213.06
Mayor	Baja calidad para los entregables de FEED	66.02	330.08	660.16	297.68
Mayor	Open Biding para la etapa EPC puede retrasar la adjudicación de EPC	684.46	3,422.28	6,844.56	3,086.38
Mayor	Reencaminamiento de instalaciones subterráneas para acomodar enfriadores	258.41	1,292.07	2,584.14	1,165.25
Mayor	Retraso en la asignación de recursos PMT	47.25	236.25	472.50	213.06

### Impacto de riesgos significantes

Categoría	Nombre de riesgo	Optimista USD X 1000	Mas probable USD X 1000	Pesimista USD X 1000	Desviación Estándar USD X 1000
Significante	Falta de integración entre PMT y operación durante el diseño del proyecto y la ejecución.	35.44	177.19	354.37	159.80
Significante	retrasar la entrega del costo Estimación +/- 10 por dos meses	23.62	118.12	236.25	106.53
Significante	Costo no exacto Estimación +/- 10	392.40	1,961.99	3,923.99	1,769.42
Significante	Equipos de plomo largo que toman una duración superior a la estimada (10.5 M)	562.59	2,812.93	5,625.85	2,536.84
Significante	El contratista de EPC puede obtener información sobre el costo estimado del contratista de FEED, lo que podría generar un aumento en el costo de EPC.	387.62	1,938.10	3,876.20	1,747.88
Significante	Retraso de aprobación G5 por dos meses	35.44	177.19	354.37	159.80
Significante	incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	23.62	118.12	236.25	106.53
Significante	Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	423.06	2,115.29	4,230.58	1,907.67
Significante	incapacidad para cumplir con los requisitos de HCIS que podrían retrasar la fecha de finalización de FEED	23.62	118.12	236.25	106.53
Significante	Retraso en tener cierre de la planta desde el lado del propietario	423.06	2,115.29	4,230.58	1,907.67
Significante	retrasar la aprobación de SEEC	492.87	2,464.35	4,928.70	2,222.47
Significante	El contratista EPC de una sola fuente no puede enviar su propuesta a tiempo	11.81	59.06	118.12	53.27
Significante	El ciclo de revisión de propuestas de EPC toma más tiempo	11.81	59.06	118.12	53.27
Significante	EPC necesita una mayor duración de parada de la planta en su propuesta	65.20	326.01	652.01	294.01
Significante	dificultades para atraer ofertas de proveedores y subcontratistas	203.71	1,018.57	2,037.14	918.60

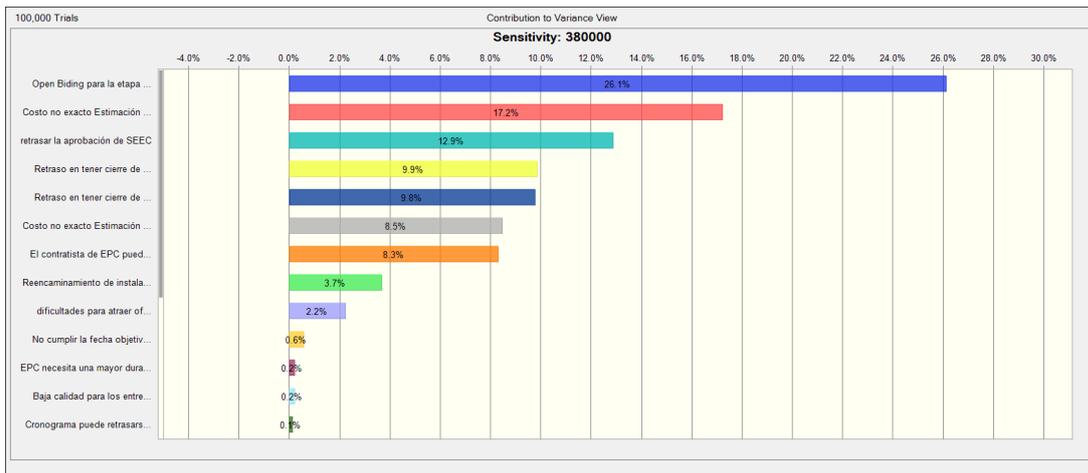
## Resultados



 Forecast: 380000

Edit View Forecast Preferences Help

100,000 Trials		Statistics
Statistic	Fit: Lognormal	Forecast values
Trials	---	100,000
Mean	401,589.39	401,589.39
Median	401,584.87	401,556.56
Mode	401,575.83	---
Standard	6,078.39	6,078.39
Variance	36,946,788.65	36,946,789.52
Skewness	0.0045	0.0045
Kurtosis	3.00	3.02
Coeff. of V	0.0151	0.0151
Minimum	(3,684,685.63)	374,273.39
Maximum	Infinity	427,161.07
Mean Std.	---	19.22



Resultados	Millones USD
Estimado libre de contingencia	380.00
Contingencia estimada	27.00
Estimado con contingencia	407.00
Confianza del estimado con contingencia	0.80
Costos PMT	15.00
Costos de Arranque	19.00

El costo final del proyecto reflejado en los reportes de control de costo es de 402 Millones de dólares. Se puede observar que el estimado de costos con la contingencia estimada mediante la utilización de la metodología propuesta, cubre el costo del proyecto.

## CAPITULO VII. LECCIONES APRENDIDAS

La realización de la presente investigación, fue llevada a cabo de manera exitosa, gracias a la disponibilidad de data histórica de costos, cronograma y riesgos, además contar con una estructura organizacional por disciplinas lo cual permitió avanzar rápidamente durante el desarrollo de la investigación.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se observa la gran importancia de los procesos de documentación y archivo de los proyectos, así como la preservación de datos en el tiempo.

Se seleccionaron 32 proyectos de la Empresa Petroquímica de Arabia Saudita llevados a cabo durante los años 2010 al 2015, destinados a la construcción de nuevas plantas con montos comprendidos entre 50 y 300 millones de dólares, y sus actividades, y recursos económicos fueron analizados. Se calculó el promedio ponderado, lo cual permitió eliminar errores de distribución de proyectos puntuales.

El costo total del promedio de los proyectos estudiados, está distribuido en un 19% por costos de ingeniería, 50% por costos de procura, y 31% por costos de construcción

La distribución porcentual de las disciplinas identificadas en los proyectos fue la siguiente:

Procura Equipos Mayores: 45.21%, Procura Materiales: 5.25%, Construcción: 31.30%, Ingeniería de Detalle Foránea: 8.06%, Ingeniería de Procura Foránea:1.98%, Gerencia de proyectos:2.48%, Ingeniería de Campo: 0.46% Gerencia de Construcción de Campo: 4.93%, Procura de Campo: 0.34%

La identificación y evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos como parte de los resultados de la investigación, se realizó mediante el análisis del registro de cada uno de los proyectos, comenzando con la categorización de los mismos, permitiendo establecer categorías de acuerdo a la descripción de los eventos, así como el impacto de cada uno de ellos.

Se formuló paso a paso una metodología para el cálculo de los niveles de contingencia, utilizando como datos los riesgos previamente detectados, así como los datos económicos de los 32 proyectos, obteniendo como resultado final, las variables necesarias para realizar el análisis de Monte Carlo y así obtener los niveles de contingencia necesarios para lograr un grado de confianza aceptable que permita cubrir los costos necesarios para culminar el proyecto.

En resumen, se completaron cada uno de los objetivos definidos en la investigación, mediante la utilización de herramientas y técnicas originalmente planteadas. Los resultados obtenidos fueron congruentes con los productos esperados.

Con el desarrollo de la investigación se obtuvo los siguientes productos:

- Lista de distribución de costos nivel 1
- Lista de distribución de costos nivel 2
- Lista de recursos económicos
- Distribuciones porcentuales de recursos económicos
- Lista de riesgos
- Lista de categorías de riesgos
- Metodología de cálculo de contingencia basada en duración de actividades

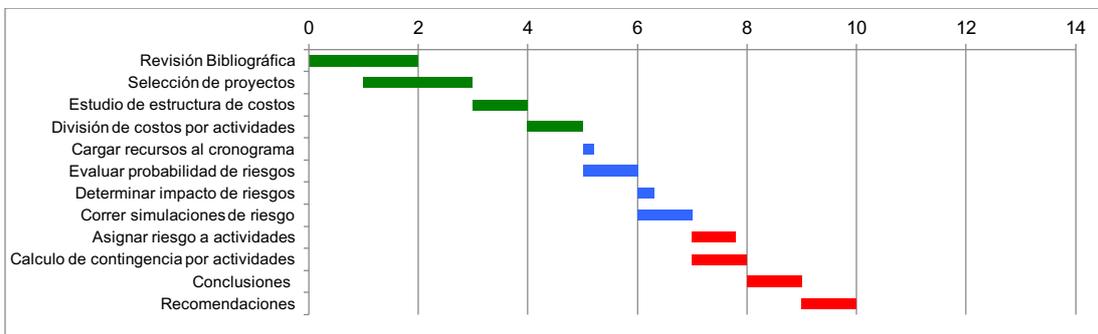
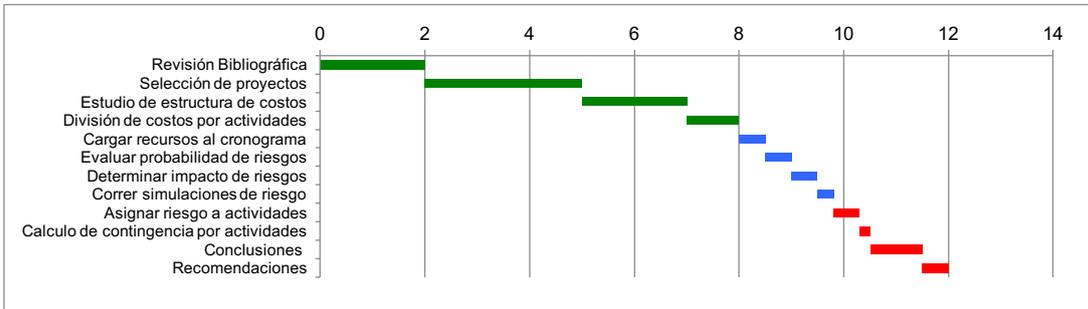
Se observa la necesidad de asumir un enfoque gerencial donde se preste importancia a la dirección y organización de la data, para permitir su futuro análisis y comparación. Las organizaciones deben asignar puntos focales dedicados exclusivamente al manejo de la información con la finalidad de salvaguardar el conocimiento.

En otro orden de ideas, se observa que el cálculo de contingencia de los proyectos, puede ser adecuado al nivel de la información disponible, y así evitar la asignación de porcentajes predeterminados de contingencia a aquellos proyectos que, debido a su bajo monto, no es rentable involucrar a las secciones especialistas en riesgos.

En el siguiente diagrama de Gantt, se presenta una comparación en semanas del cronograma de ejecución planificado para la realización del presente trabajo de investigación y el cronograma efectivamente ejecutado con el cual se cumplió con

los objetivos planteados. El cronograma presentado inicialmente es de 12 semanas. Se observa que la ejecución del proyecto se cubrió en un periodo de 10 semanas.

Tabla 25 - Cronograma de actividades planificado Vs ejecutado



## **CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **8.1. Conclusiones**

Los objetivos específicos de la investigación se cumplieron a cabalidad, lo cual soportan el exitoso cumplimiento del objetivo general, que establecía desarrollar una propuesta que permita calcular los niveles de contingencia necesarios mediante la evaluación del impacto de los riesgos presentes en proyectos de capital de la Industria Petroquímica Nacional de Arabia Saudita, mismo que fue consolidado en el capítulo 5 de la presente investigación.

En este sentido, y de acuerdo a lo planteado en los objetivos específicos que se lograron en el trabajo de investigación, se obtienen las siguientes conclusiones:

Mediante la identificación de los principales recursos económicos de los proyectos de inversión de capital en la industria petroquímica nacional de Arabia Saudita, se pudo realizar la distribución de costos inicial por actividades. Se observa que 50% del presupuesto de los proyectos fue destinado a la procura de equipos mayores, materiales y equipos especiales, 19% por costos de ingeniería y 31% por costos de construcción.

La caracterización de los riesgos permitió identificar y categorizar los mismos, con lo cual se observó que las principales áreas de riesgo están relacionadas con la volatilidad del mercado, ubicación del proyecto, asunciones económicas durante las etapas iniciales, permisos del estado, factores tecnológicos y técnicos, riesgos ambientales, tramites aprobatorios internos de la empresa, falta de experiencia de contratistas, falta de experiencia en gestión de proyectos, tiempo y calidad.

Se analizó el impacto de los riesgos previamente detectados en los proyectos de manera cualitativa y cuantitativamente, dando como resultado información sobre la cauda, consecuencia y fase de ocurrencia, así como observar que los factores de riesgo críticos tienen mayormente consecuencias sobre el cronograma del proyecto.

La formulación de la propuesta de cálculo de los niveles de contingencia de acuerdo a los riesgos identificados, nos ha permitido agregar valor a las metodologías de establecimiento del presupuesto, incrementando el nivel de confiabilidad del equipo de proyectos y gerentes durante el proceso de contratación.

Se observa durante el desarrollo de la investigación, que los tiempos de duración de las actividades son un factor de gran importancia para la determinación del análisis de riesgo, además de su impacto sobre los recursos económicos de los proyectos

Los resultados obtenidos en esta investigación, así como la metodología y procedimientos, pueden ser utilizados como punto de partida para homologar el cálculo de niveles de contingencia de proyectos de construcción de plantas petroquímicas, así como para tener un mejor entendimiento de la distribución de costos por actividades y recursos, dato que es de gran utilidad durante las etapas tempranas de desarrollo de los proyectos, estudio de factibilidad y decisión de la estrategia de ejecución.

Mediante la utilización de la metodología de simulación de Monte Carlo, se pudo analizar el costo posible del proyecto que puede resultar dado el impacto individual de cada riesgo. Permitted determinar la probabilidad de culminar el proyecto con el presupuesto definido dado los niveles de contingencia seleccionados, además de proveer niveles aceptables de confianza a ser analizados por gerentes de proyectos y socios.

Con la simulación de Monte Carlo, se utilizó la data de riesgo para crear 100,000 posibles escenarios y el impacto económico de cada uno. Cada una de las 100,000 combinaciones pueden estar basadas en diferentes combinaciones de riesgos los cuales pueden ocurrir en caso de ejecutarse el proyecto. Estas diferentes combinaciones dieron como resultado múltiples costos de culminación de proyectos, con los cuales se construyó un histograma y distribución acumulativa.

Debido a que el valor esperado proporciona una estimación del impacto en el costo de cada riesgo si se produce, la aplicación de la metodología permite a los gerentes de proyectos evaluar más a fondo la adecuación de reservas de contingencia. La

contingencia es necesaria para financiar los impactos de riesgos que representan una porción limitada del financiamiento de la contingencia general.

## **8.2. Recomendaciones**

Se recomienda efectuar evaluación de riesgos a los proyectos, involucrando un equipo de estimación de costos desde las etapas iniciales del proyecto, así poder tener un mejor control además de conocimiento de cada uno de los aspectos involucrados en el mismo.

En análisis de riesgo de todo proyecto, involucra un consumo de recursos económicos, por lo cual, se ha tomado como regla en muchas empresas, evaluar la consideración de un porcentaje fijo de contingencia sin la evaluación de riesgos respectiva para proyectos de bajo costo. A través de estudios como los realizados en esta investigación, se puede estandarizar los factores de riesgos de mayor impacto, así reducir los recursos económicos requeridos por las secciones de riesgos encargadas de realizar la detección de los mismos, lo cual permitiría al ingeniero de costos encargado de hacer el estimado, hacer una correcta evaluación de contingencia a los proyectos de bajo monto.

Se recomienda capacitar al personal de las secciones de estimación de costos en materia de análisis estadístico y evaluación de la técnica de Monte Carlo, con la finalidad de aprovechar las bondades económicas que este brinda, y así alinearse con la aplicación de las mejores prácticas internacionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AACE. (2015). *Certified Estimating Professional Certification Study Guide [Guia de Estudio para Certificacion en Estimacion Profesional]*.
- AACE. (2015). *Skills & Knowledge of Cost Engineering. [Habilidades y conocimientos de la ingeniería de costos]* (Quinta edición ed.).
- AACE. (2017). *Cost Engineering Terminology [Terminologia de Ingenieria de Costos, Publicacion 10S-90]*.
- Arias, G. (2006). *El proyecto de investigación*. (E. E. Quinta edición, Ed.)
- Balestrini Acuña, M. (2006). *Cómo se elabora el proyecto de investigación: para los estudios formularios o exploratorios, descriptivos, diagnósticos, evaluativos, formulación de hipótesis causales, experimentales y los proyectos factibles* (Séptima edición ed.). (E. C. Asociados, Ed.)
- Bredehoeft, P. (2012). *Cost estimate classification system – as applied for the building and general construction industries [Sistema de clasificación de estimados de costos – como son aplicados en edificaciones e industria de la construcción en general ]*. *RP-56R-08, Publicación AACE*.
- Empresa Petroquimica, K. (2018). *Proect Risk Assessment [Evaluación de riesgo del proyecto]*. Jubail.
- Empresa Petroquimica, K. (2018). *Project Risk Management Planning [ Proyecto de planificación de la gestión de riesgos]*. Jubail.
- Empresa Petroquimica, K. (2018). *Project Risk Monitoring and Control [supervisión y control del riesgo del proyecto]*. Jubail.
- Horne, R. J. (2017). *Project risks. a multidimensional perspective” [Riesgos de proyectos, una perspectiva multidimensional]*. Nova Southeastern University.

- Humphreys, K. (2008). Risk analysis and contingency determination using range estimating. [Análisis de riesgo y determinación de contingencia utilizando rangos de estimados]. *RP-41R-08 Publicación AACE*.
- Institute, P. M. (s.f.). Obtenido de PMI Web Site: [http://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/ethics/pmi-code-of-ethics.pdf?sc\\_lang\\_temp=es-ES](http://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/ethics/pmi-code-of-ethics.pdf?sc_lang_temp=es-ES)
- Institute, P. M. (2017). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) [Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos]*. (N. Square, Ed.) Project Management Institute.
- Jamshidia, D. A., & Ruizc, A. (2017). *An Advance Dynamic Risk Modeling And Analysis [ Un Análisis Y Modelado De Riesgo Dinámico Avanzado]*,. Laval University, Quebec, Canada. University, Quebec, Canada.
- Khalafi, S. (2013). Determining the Most Significant Contributing Risk Factors to Petrochemical Project Failure [ Determinación de los factores de riesgo que contribuyen de manera más significativa a las fallas de los proyectos petroquímicos].
- PDVSA. (1997). *Manual De Proyectos De Inversión De Capital*.
- Sadeghi, N. (2010). *Fuzzy Monte Carlo Simulation and Risk Assessment in Construction [Simulación difusa Monte Carlo y estudio de riesgo en construcción]*. Canadá : Universidad de Alberta.
- Syed. (2013). "Determining the Most Significant Contributing Risk Factors to Petrochemical Project Failure" [Determinación de los factores de riesgo que contribuyen de manera más significativa a las fallas de los proyectos petroquímicos].
- Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. (LImusa, Ed.)
- Torres. (2009). *Plan de gestion de riesgos para el proyecto " Reactivacion de astilleros en PDVSA Occidente"*. Maracaibo.

- Uzulans, J. (2015). *Project Risk Register Analysis Based on the Theoretical Analysis of Project Management Notion of Risk [Análisis del registro de riesgos basado en el análisis teórico de la noción de riesgo de gestión de proyectos]*. University of Latvia.
- Villalba, L. (2009). *Desarrollo de un plan de gestión de riesgos para el proyecto: "Construcción de una planta de extracción de sílice"*. Obtenido de UCAB Web Site: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAR8296.pdf>
- Villamizar, P., & Armado, G. (2010). *Herramientas para la medición de riesgos en proyectos de implementación del sistema ERP Business one*. Obtenido de UCAB Web Site: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AA6292.pdf>
- Vivallo, P. (1999). *Formulación y evaluación de proyectos - Manual para estudiantes*.