



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA EN MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

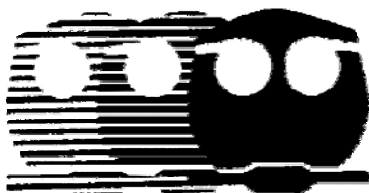
FACULTAD DE QUÍMICA

"ANÁLISIS DE RIESGOS PARA REALIZAR MÚLTIPLES  
PROYECTOS CON RECURSOS COMPARTIDOS."

T E S I S  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

P R E S E N T A  
ING. MARTHA ELSA SOLÍS CHAVARRÍA



TUTOR: M. en A. FERNANDO JOSÉ BÁEZ RAMOS

MÉXICO, D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

**Presidente:** M. en C. Leticia Lozano Ríos

**Secretario:** M. en C. Jorge Luis Aguilar González

**Vocal:** M. en A. Fernando José Báez Ramos

**1<sup>er</sup> Suplente:** M. en C. Alejandro Anaya Durand

**2<sup>do</sup> Suplente:** M. en C. Ezequiel Millán Velasco

## **Lugares donde se realizó la tesis:**

Instituto Mexicano del Petróleo  
Instituto de Ingeniería de la UNAM

**TUTOR DE TESIS:**

**SUSTENTANTE:**

---

M. en A. Fernando José Báez Ramos

---

Ing. Martha Elsa Solís Chavarría

## DEDICATORIAS.

*A Dios por el maravilloso don de la vida, por iluminar el camino a seguir, sin su luz no podría alcanzar este sueño, por que siempre está conmigo en todos los momentos de mi vida.*

*A Diego por ser la luz y motor de mi vida, la razón de querer ser cada vez mejor para no fallarte, gracias por tu paciencia y amor, ser tu mamá es el regalo más maravilloso que Dios me dio, te amo mucho mi hijito precioso, eres todo para mí.*

*A mis papitos Veva y Jesús, se que comparten esta meta como propia, les quiero agradecer por el mejor regalo que me brindaron y es el poder vivir esta hermosa vida con ustedes, son los mejores papas de este mundo me enseñaron todo lo que soy, por que se que cuento con ustedes para todo, muchas gracias por todo el apoyo que me brindan día a día y por la confianza que me brindaron para llegar a esta parte de mi vida, los amo mucho.*

*A mi hermano Lalo por tu ejemplo de ser cada día mejor que nadie y por dar siempre lo mejor, por estar conmigo siempre y darme tu apoyo incondicional.*

*A mi cuñada Viry por ser el pilar de la hermosa familia que forman, eres una persona muy valiosa que da lo mejor a su familia, un ejemplo a seguir.*

*A mis sobrinos Lalito, Efren y Daniela por ser parte de esta hermosa familia.*

*A Gilberto A. García, llegaste cuando no te esperaba, cambiaste mi vida por completo, apareciste con tu luz, el sol que llena mi vida, espero que este sentimiento crezca cada día más, por que no despertemos de este maravilloso sueño, y continúe toda la vida, Te amo BB!*

*A mis abuelitos Lola y Miguel, donde quiera que estén se que comparten este sueño alcanzado, los extraño mucho, me dejaron el mejor ejemplo de amor, siempre están en mi corazón.*

*A mi prima Jandy por todas esas pláticas que últimamente hemos tenido, por que nos hemos acercado más, por tu apoyo para todo y por ser la hermana que no tuve.*

*Al Ing. Heladio Gómez más que un jefe lo considero mi amigo, sus consejos me han servido de mucho para mi formación profesional y personal, sin el apoyo recibido no hubiera podido alcanzar una meta más, por su paciencia para mi carácter.*

---

*Al M. en I. Vicente López por las largas pláticas, consejos y apoyo para sacar adelante las tareas (no sólo escolares) y dar siempre lo mejor de ti, siempre con las palabras precisas para cada situación, siempre habrá una solución para todo por más dura y drástica que pueda ser, contar con tu apoyo incondicional es un regalo que Dios y la vida me brindaron, te quiero mucho!*

*A Erika Batalla y Julieta Rodríguez, por esa amistad y complicidad tan valiosa que nació en la escuela y ha ido creciendo con el tiempo, espero contar con esta amistad por miles de años, por compartir las tristezas y alegrías en esos cafecitos de sinceridad y chismecito sabroso, las quiero mucho amigas!*

---

## AGRADECIMIENTOS

A la **UNAM**, por brindarme nuevamente la oportunidad de alcanzar un peldaño mas en mi formación académica, es un orgullo ser universitaria.

Al Ing. **José Antonio Ortiz** por el tiempo y compromiso dedicado a este trabajo, por compartir conmigo sus conocimientos y toda su experiencia, sin su valiosa ayuda este trabajo no sería una realidad. Muchas, muchas gracias!.

Al Ing. **Heladio Gómez Murat** por el todo apoyo y consejos recibidos para que esta meta se haya alcanzado.

Al M. en I. **Vicente López García** por todo el apoyo, consejos y ayuda a lo largo de este camino.

Al M. en A. **Fernando Báez Ramos** por el tiempo dedicado a este trabajo.

A todos mis **maestros** ya que de cada uno de ellos aprendí cosas muy valiosas, no sólo a nivel profesional.

A mis **compañeros** por todos los momentos compartidos.

Al H. **Jurado** por sus valiosas aportaciones para el presente trabajo.

---

---

---

*“Para mi sólo recorrer los caminos que tienen corazón, cualquier camino que tenga corazón. Por ahí yo recorro, y la única prueba que vale es atravesar todo su largo. Y por ahí yo recorro mirando, mirando, sin aliento”*

---

---

---

---

# ÍNDICE

Introducción	i
Capítulo 1 Marco Conceptual	1
1.1 Análisis de Riesgo en Proyectos	1
1.1.1 Definición de Riesgo e Incertidumbre	1
1.1.2 Componentes del Riesgo	1
1.1.3 Tolerancia al Riesgo	3
1.1.4 Administración del Riesgo en Proyectos	4
1.2 Probabilidad y Estadística	30
1.2.1 Ecuaciones de Distribución de Probabilidad	31
1.2.1.1 Función de Distribución Acumulada	31
1.2.1.2 Función de Probabilidad Masa	31
1.2.1.3 Función Densidad de Probabilidad	32
1.2.1.3.1 Distribución Normal	32
1.2.1.3.2 Distribución Uniforme	33
1.2.1.3.3 Distribución Triangular	33
1.2.1.3.4 Distribución Beta	33
1.2.2 Medidas Estadísticas	34
1.2.2.1 Medidas de Tendencia Central	34
1.2.2.1.1 Media	34
1.2.2.1.2 Mediana	34
1.2.2.1.3 Moda	34
1.2.2.2 Medidas de Dispersión	35
1.2.2.2.1 Varianza	35
1.2.2.2.2 Desviación Estándar	35
1.2.3 Reglas de Probabilidad y Diagramas de Venn	35
1.2.3.1 Probabilidad Condicional	35
1.2.3.2 Diagramas de Venn	36
1.2.4 Teoremas de Probabilidad	36
1.2.4.1 Ley de los Grandes Números	36
1.2.4.2 Teorema del Valor Central	36

---

---



---

---

1.2.4.3 Teorema del Binomio	37
1.2.4.4 Teorema de Bayes	37
1.3 Análisis de Sensibilidad	38
<b>Capítulo 2 Métodos para Afrontar el Riesgo y la Incertidumbre en la Evaluación de Proyectos</b>	<b>41</b>
2.1 Proceso de la Toma de Decisiones	41
2.1.1 Etapas en un Proceso de Decisión	41
2.1.2 Parámetros de la Decisión	42
2.2 Decisión en Condiciones de Riesgo	44
2.2.1 Esperanza Matemática	44
2.2.2 El Criterio del Valor Monetario Esperado	44
2.2.3 LA Adopción de Decisiones Múltiples o Secuenciales: Árboles de Decisión	44
2.3 Decisión en Condiciones de Incertidumbre	46
2.3.1 El Criterio de Wald	47
2.3.2 El Criterio de Maximax	47
2.3.3 El Criterio de Hurwicz	47
2.3.4 El Criterio de Laplace	48
2.3.5 El Criterio de Savage	48
2.4 Los Métodos Montecarlo en la Toma de Decisiones	49
2.4.1 Método Montecarlo en la Administración de Proyectos	50
<b>Capítulo 3 Metodología para el Análisis del Problema</b>	<b>52</b>
3.1 Marco de Referencia	52
3.1.1 Tipos de Organizaciones	52
3.1.2 Organización Funcional o Departamental	52
3.1.3 Organización por Grupo Especial de Proyectos o Task-Force	55
3.1.4 Organización Matricial	58
3.2 Selección de la Mejor Organización	61
3.3 Outsourcing	61
3.4 Escenarios	62
3.5 Metodología	63
<b>Capítulo 4 Caso de Estudio</b>	<b>65</b>
4.1 Proyectos	65
4.1.1 Compresor Alterno para el manejo de Gas de B.N.	65

---

---

4.1.2 Ingeniería para una Estación de Compresión de Gas Amargo	66
4.1.3 Ingeniería y Bases Técnicas para la Rehabilitación de Dos Módulos de Compresión en Plataforma	68
4.2 Aplicación de la Metodología	70
4.2.1 Análisis de Horas – Hombre de los Proyectos	70
4.2.2 Análisis de los Costos de Venta y Costo Interno de los Proyectos	94
4.2.3 Planteamiento de los posibles Escenarios para la Contratación de Recursos	100
4.2.4 Selección de los Escenarios más viables para la Ejecución de los Proyectos	102
4.2.5 Análisis Cualitativo de Riesgos para los Escenarios Seleccionados en la Ejecución de los Proyectos	103
4.2.6 Análisis de Resultados y Toma de Decisiones	104
<b>Capitulo 5 Conclusiones</b>	<b>106</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>108</b>
<b>Anexos</b>	

---

---

---

# INTRODUCCIÓN

El análisis de riesgo en proyectos ha cobrado mucha importancia durante los últimos años, debido a que el riesgo queda inevitablemente ligado a la incertidumbre sobre eventos futuros que existen fuera del control del grupo de proyectos, y que puede tener un impacto negativo sobre el resultado de los proyectos si se llega a dar la condición para que ocurra, pero el riesgo en sí resulta imposible eliminarlo. Ante esta situación, la única forma de enfrentarlo es administrándolo, distinguiendo las fuentes de donde proviene, midiendo el grado de exposición que se asume y eligiendo las mejores estrategias disponibles para controlarlo. Dentro de la administración de riesgos podemos encontrar a los administradores reactivos, quienes esperan resolver la situación en cuanto esta suceda y a los administradores proactivos que tratan de identificar y resolver problemas potenciales antes de que ocurran.

Los proyectos pequeños, por su corta duración, no dan mucha cabida al surgimiento de problemas. Por el contrario, los proyectos grandes están propensos a problemas esperando a aparecer. Y lo más recomendable para llevar a cabo los proyectos es una administración proactiva, por lo que la administración de riesgos entonces la podemos definir como la identificación de todos los riesgos posibles, determinando qué tan certero es que se presente el riesgo, y entender el impacto en el proyecto si ocurren.

Dentro de la administración general de los proyectos, no hay nada malo en que existan riesgos en los proyectos. No se pretende que los proyectos no tengan riesgos, lo que importa es la respuesta que de la administración del proyecto al riesgo. Si se ignoran los riesgos, se convertirán en situaciones y se tendrán para ese entonces, menos opciones para su solución.

La investigación realizada en el presente trabajo tuvo su principal enfoque en encontrar el mayor beneficio para el administrador de proyectos tomando en cuenta que el objetivo de todo inversionista es obtener el más alto rendimiento al más bajo riesgo, sin embargo se sabe que a mayor riesgo se obtiene el mayor rendimiento. Con una visión de análisis de riesgos queda claro que los resultados de un estudio de factibilidad no es suficiente para determinar si se realizan o no los proyectos. Por lo que los riesgos en los proyectos son, también, la posibilidad de que el rendimiento esperado por la implementación de un proyecto no se realice, o si se realiza, sea inferior al esperado.

En la actualidad las principales fuentes de riesgo en los proyectos son su elevado costo de realización, los plazos cada vez más cortos en los que se requiere el trabajo, las indefiniciones por parte del dueño del proyecto o bien un cambio de alcance que implique un cambio sustancial en el trabajo realizado o que se requiera mucho más tiempo o mano de obra para concluirlo.

Esta situación complica el objetivo que se trata de encontrar, por una parte tenemos que aumentar lo más posible el rendimiento al mismo tiempo tenemos que disminuir el riesgo. Esto nos coloca en una situación intermedia, por lo que se debe buscar una metodología para lograr tal objetivo.

El rendimiento de un proyecto ya no lo podemos pensar como un valor determinístico sino que ahora lo debemos pensar como un valor probabilístico, esto es, existe cierta incertidumbre para encontrar el rendimiento de un proyecto que esta íntimamente relacionada con el riesgo inherente para cada proyecto.

## OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo general demostrar que se pueden reducir costos en la ejecución de los proyectos si estos se ejecutan de manera simultánea y compartiendo recursos; para complementar este análisis se realizará un análisis de riesgo en la administración de los proyectos.

Como objetivos particulares podemos mencionar:

Análisis de recursos en cada proyecto con la finalidad de compartirlos en los diferentes proyectos.

Análisis de las posibles alternativas de la obtención de los recursos para la ejecución de los proyectos.

Análisis de los costos internos y costos de venta de los proyectos para obtener la mayor rentabilidad posible.

Realizar un análisis cualitativo de riesgos en la ejecución simultánea de proyectos compartiendo recursos.

## HIPÓTESIS

Con una adecuada distribución de recursos humanos en la ejecución simultánea de multiproyectos nos es posible, mediante la optimización de dichos recursos, obtener una disminución en los costos internos de los proyectos. Esta optimización la podemos llevar a cabo si consideramos diferentes escenarios de contratación de personal.

Además si consideramos que la venta se realizará de manera independiente para cada proyecto se podrá obtener la mayor utilidad marginal posible en la ejecución de los proyectos si éstos se realizan de manera simultánea. Para una mejor toma de decisiones se complementa el estudio con un análisis cualitativo de riesgos.

Es importante mencionar que este estudio sólo considerará los costos internos de los recursos humanos, los costos que se generen por la ejecución de los proyectos mismos que pueda considerar la firma de ingeniería (costos indirectos), no se están considerando en este estudio.

---

---

# CAPITULO 1

## MARCO CONCEPTUAL

### 1.1 ANÁLISIS DE RIESGO EN PROYECTOS.

#### 1.1.1 Definición de Riesgo e Incertidumbre.

Para poder entender mejor lo que implica el análisis de riesgo, debemos definir lo que es riesgo. La palabra riesgo tiene dos interpretaciones: La palabra árabe *risq* significa cualquier cosa beneficiosa que ha sido dada por Dios y tiene connotaciones de fortuito y consecuencia favorable. La palabra del latín *riscum* tiene una connotación de fortuito pero de consecuencia desfavorable.

La palabra del francés moderno *risque* que tiene connotaciones principalmente negativas pero ocasionalmente positivas; la palabra del inglés *risk* tiene una connotación definitivamente negativa, de exposición a un daño.

Por lo que podemos concluir que el riesgo dentro de un proyecto es una condición o evento incierto que en el caso de ocurrir, tiene un efecto positivo o negativo sobre el objetivo del proyecto, dicho evento tiene cierta probabilidad de que ocurra y, dicha probabilidad puede ser medible.

El término riesgo suele utilizarse incluso en los casos en los que la probabilidad no sea medible, por lo que se confunde con el concepto de incertidumbre; para lo cual definimos a la incertidumbre como el desconocimiento o conocimiento de las consecuencias de una decisión tomada. Toda la acción resultante de una decisión tomada comprende consecuencias cuyas distribuciones de probabilidad pueden conocerse objetivamente. Para este caso no se considera incertidumbre sino riesgo. La diferencia tiene un sentido económico, puesto que una probabilidad cuantitativamente determinada puede ser reducida a certidumbre mediante la agrupación de los casos.

#### 1.1.2 Componentes del Riesgo.

El riesgo tiene tres componentes primarios:

- a) Un evento, es decir un cambio inesperado.
- b) Una probabilidad de ocurrencia de dicho evento.
- c) Impacto del evento.

La figura 1.1 nos muestra el riesgo como función de sus componentes

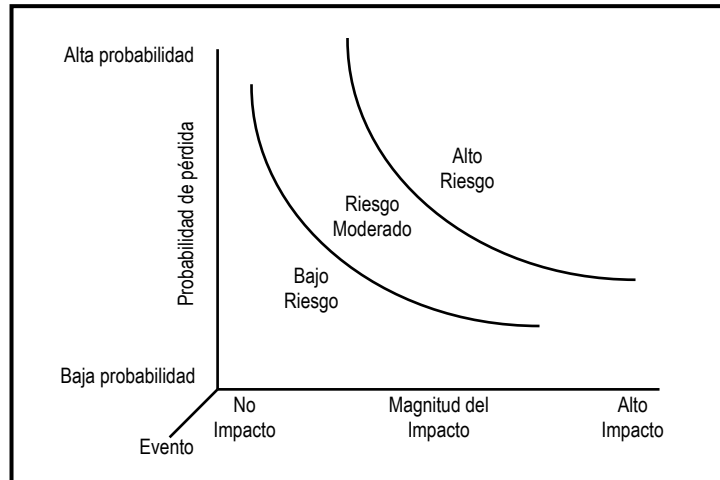


FIGURA 1.1 Riesgo visto como función de sus componentes.

Conceptualmente el riesgo para cada evento puede ser definido como una función de incertidumbre e impacto como sigue:

$$\text{Riesgo} = f(\text{incertidumbre}, \text{impacto})$$

Las condiciones de riesgo pueden considerar aspectos del ambiente del proyecto que contribuyen al riesgo tales como una deficiente Administración o la dependencia de participantes externos que no pueden ser controlados.

Los riesgos que se desconocen no pueden administrarse, sin embargo, los administradores de proyectos pueden sortearlos aplicando medidas generales de contingencia basadas en su experiencia pasada o de proyectos similares.

Otro elemento de riesgo es la causa, esta fuente de riesgo se denomina azar. El administrador de proyectos puede prever ciertos eventos y actuar para contrarrestar los efectos adversos que pueden derivarse de ellos; donde el riesgo se incrementa con el azar pero decrece con la seguridad, lo cual se puede representar por la relación:

$$\text{Riesgo} = f(\text{azar}, \text{seguridad}).$$

### 1.1.3 Tolerancia al Riesgo.

En la Administración de Riesgos no existe una metodología que indique como se deben manejar los riesgos, por lo que el administrador de proyectos debe confiar en la sensatez de su juicio y el uso de herramientas apropiadas para enfrentarse al riesgo. La ultima decisión de cómo tratar los riesgos esta supeditada a la tolerancia al riesgo que tenga el administrador del proyecto y los participantes. De acuerdo a lo anterior existen tres patrones de tolerancia al riesgo:

- El que "evita" el riesgo. En este patrón el administrador prefiere un resultado seguro y demandara un premio o incentivo para aceptar el riesgo.
- El que "busca" el riesgo. Dentro de este patrón el Administrador de riesgo no requerirá tanta certidumbre acerca del resultado.
- El que busca una posición normal. En este patrón el Administrador adopta una posición intermedia entre los dos anteriores.

En la Fig. 1.2 muestra como se representan de manera gráfica los patrones de tolerancia al riesgo, donde el eje x representa la cantidad de dinero en juego al aceptar un riesgo y el eje de las y representa la utilidad que puede obtenerse si el resultado resulta favorable.

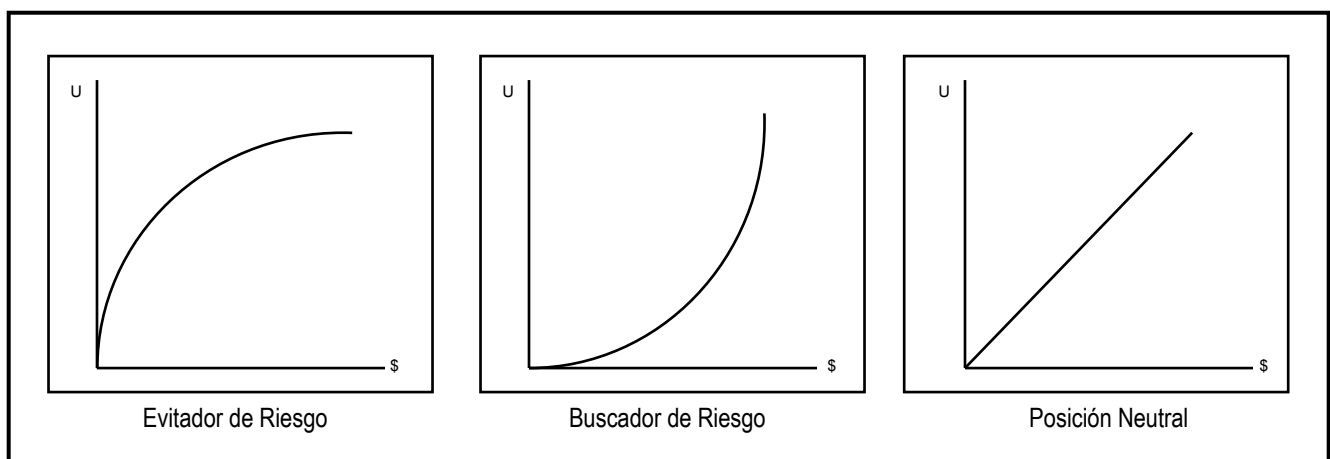


FIGURA 1.2 Graficas de Patrones de Riesgo.

Las gráficas se pueden interpretar de la siguiente forma:

Para el "evitador" de riesgo la satisfacción del administrador disminuye cuando hay más dinero en juego. Un administrador que "busca" el riesgo incrementa su satisfacción cuando existe más dinero en juego; y en la posición neutral es una situación de equilibrio entre el riesgo y la ganancia.



#### 1.1.4 Administración de Riesgo en Proyectos. <sup>(1)</sup>

Una de las áreas del conocimiento de la Administración de proyectos es la Administración del riesgo la cual se define como el arte y la ciencia de identificar, analizar, evaluar y responder a los riesgos del proyecto a lo largo de su ciclo de vida en beneficio de sus objetivos. Esta Administración no es exclusiva al inicio de un proyecto, sino que forma parte integral del proceso de planeación y esta sujeta al principio de progresividad y tiene como meta maximizar el resultado de los eventos positivos y minimizar las consecuencias de los eventos adversos.

La Fig. 1.3 nos describe de forma general los procesos implicados en la Administración de Riesgo (los cuales serán tratados más adelante).

Los propósitos de la Administración del Riesgo son:

- ✓ Identificar los factores específicos que pueden tener influencia considerable sobre los resultados del proyecto.
- ✓ Determinar la probabilidad de ocurrencia y estimar el impacto desfavorable de cada uno de los eventos de riesgo previamente identificados.
- ✓ Descartar los riesgos intrascendentes y establecer prioridades de los riesgos por considerar.
- ✓ Fijar estrategias para evitar o mitigar los riesgos, aprovechar al máximo las oportunidades y, en lo posible, convertir los riesgos en oportunidades.
- ✓ Adoptar una actitud proactiva, más que reactiva, ante los riesgos, sin lo cual no es posible lograr ninguno de los propósitos anteriores.

Administrar el riesgo dentro de un proyecto implica seis procesos los cuales son:

1. Plan de la Administración del Riesgo: Es el proceso mediante el cual se define como enfocar, planear y llevar a cabo las actividades de administración de riesgo del proyecto.
2. Identificación del Riesgo: Este proceso implica determinar aquellos riesgos que pueden afectar al proyecto y documentar sus características. Es un proceso iterativo donde participan todos los involucrados directamente en el proyecto en diferentes iteraciones. Es posible que se encuentren formas simples de responder a un riesgo después de su identificación.
3. Análisis Cuantitativo del Riesgo: Es el proceso de evaluar el impacto y la posibilidad de ocurrencia de los riesgos identificados. En este proceso se priorizan los riesgos de acuerdo a su efecto potencial sobre los objetivos del proyecto, evaluando y combinando su probabilidad de ocurrencia y su impacto; este punto

---

<sup>(1)</sup> A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third edition.

puede extenderse hacia el análisis cualitativo de riesgos o generar directamente información para el plan de respuesta al riesgo.

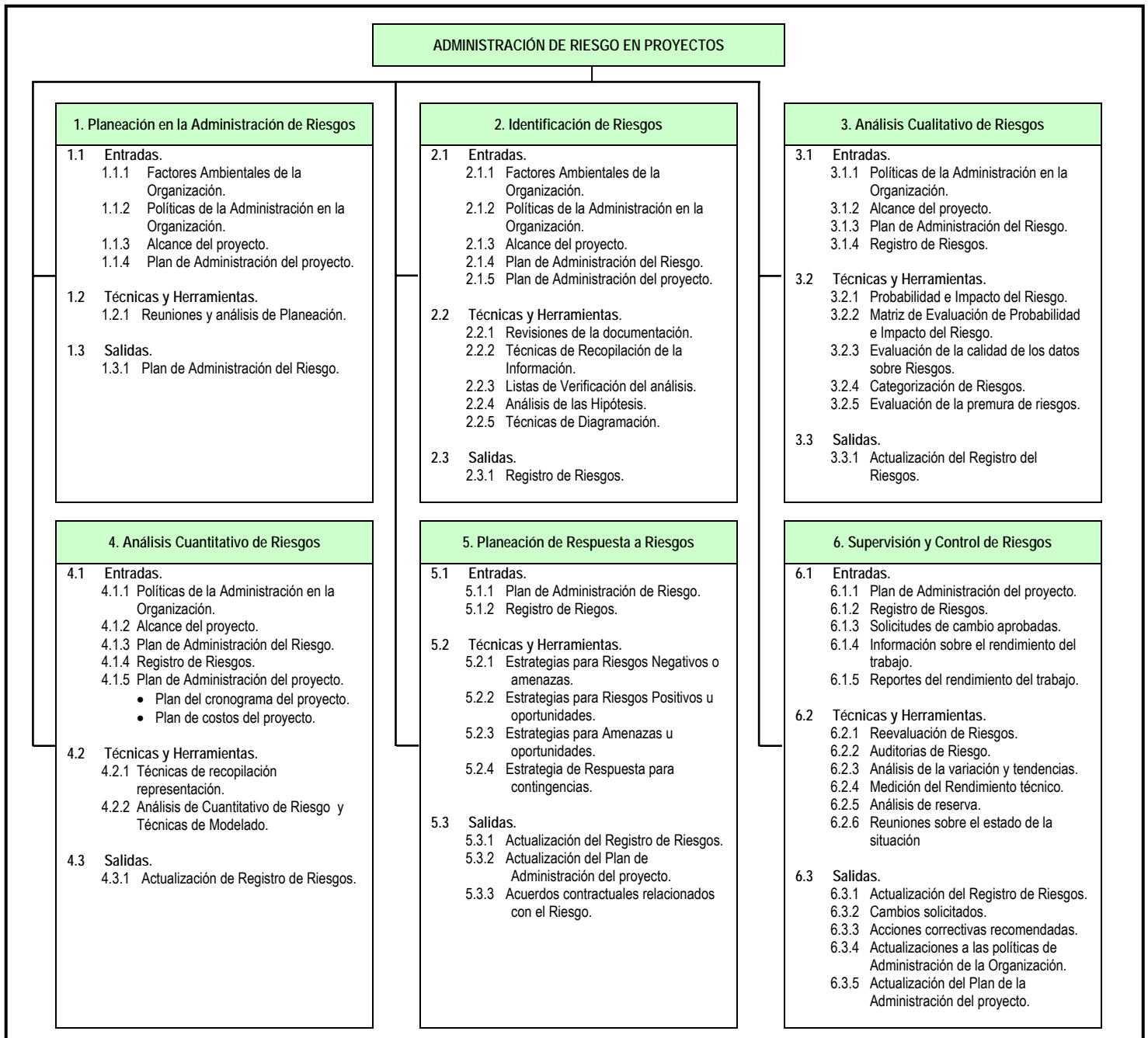


FIGURA 1.3 Procesos de la Administración de Riesgo.

4. Análisis Cualitativo del Riesgo: A través de este proceso se analiza numéricamente la probabilidad de cada riesgo y sus consecuencias sobre los objetivos del proyecto, buscando:
  - ❖ Determinar la probabilidad de lograr un objetivo en específico del proyecto.
  - ❖ Determinar el tamaño de las reservas de contingencia en tiempo y costo necesarias.
  - ❖ Identificar los riesgos que requieren mayor atención al cuantificar su contribución relativa en el proyecto.
  - ❖ Identificar las metas realistas de costo, programa y alcance.
5. Planeación de la respuesta al Riesgo: Es el proceso de desarrollar opciones y de determinar acciones para maximizar las oportunidades y minimizar las amenazas sobre los objetivos del proyecto. Incluye la identificación y asignación de responsables o grupos de responsables para llevar a cabo cada respuesta al riesgo definida.

La respuesta al riesgo debe ser:

  - ❖ Apropiada para cada riesgo dependiendo de su severidad / impacto.
  - ❖ De costo efectivo para lograr su cometido
  - ❖ Oportuna para ser exitosa.
  - ❖ Realista dentro del contexto del proyecto.
  - ❖ Acordada entre todos los involucrados.
  - ❖ Asignada a un responsable.
6. Control y Monitoreo del Riesgo: En este proceso se mantiene el seguimiento a los riesgos identificados, se monitorean los riesgos residuales e identifican nuevos riesgos, se asegura la ejecución de los planes de respuesta al riesgo y se evalúa su efectividad sobre los riesgos.

Estos procesos interactúan entre si y con los procesos de otras áreas de conocimiento; cada proceso se presenta por lo menos una vez en cada una de las fases de los proyectos, la Fig. 1.4 nos muestra un diagrama de flujo de estos procesos y su relación con otras áreas del conocimiento.

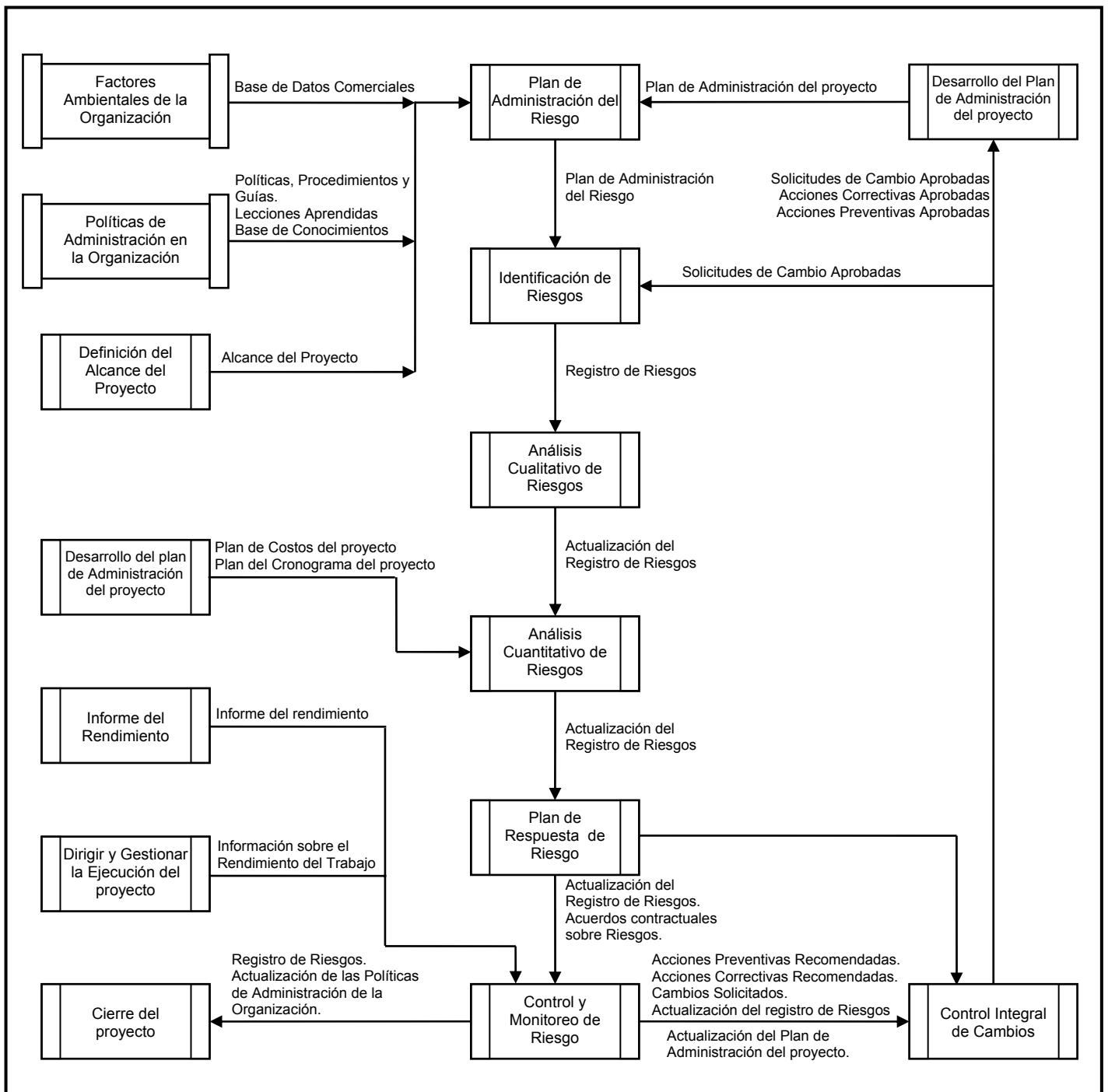


FIGURA 1.4 Diagrama de Flujo de Procesos en la Administración de Riesgo.

Dentro del análisis de riesgo en los proyectos podemos encontrar riesgos conocidos y desconocidos. Los riesgos conocidos son aquellos que tienen origen en la incertidumbre inherente en cada proyecto y que no podemos planificar, pero si los podemos identificar y analizar. Los riesgos desconocidos son aquellos que no pueden ser manejados, aunque se deben de tomar en cuenta mediante la constitución de una contingencia general basada en la experiencia adquirida con proyectos similares.

Cada proceso de la Administración de Riesgo cuenta con su propia estructura como lo son sus entradas, salidas y herramientas, a continuación se dará una explicación para cada proceso según la estructura.

*Plan de la Administración del Riesgo:* Es importante realizar una planeación cuidadosa y explícita ya que con ello podemos elevar la probabilidad de éxito de los siguientes 5 procesos en la Administración de Riesgos. La planeación en la Administración de Riesgos es muy importante, para asegurar que el nivel, tipo y visión de la planeación de riesgos estén en proporción a los riesgos y la importancia del proyecto.

Las entradas del Plan de Administración de Riesgo son:

- ❖ Factores Ambientales de la Organización: Las actitudes y la tolerancia al riesgo en las organizaciones y en las personas influirán en el plan de Administración del proyecto. Las actitudes y tolerancia respecto al riesgo pueden ser la base para los enunciados de política de las empresas o bien transformarse en acciones.
- ❖ Políticas de Administración en la Organización: Algunas organizaciones pueden tener enfoques predefinidos para la Administración de riesgo tales como categorías de riesgos, definiciones comunes de concepto y términos, plantillas, roles, estándares, responsabilidades y niveles de autoridad para la toma de decisiones.
- ❖ Alcance del proyecto: En el se describe a detalle los productos entregables del proyecto y los trabajos necesarios para crear tales productos. Permite al equipo de trabajo realizar una planeación detallada que será la guía en la ejecución del proyecto y proporciona la base para evaluar si las solicitudes de cambio o trabajo adicional están dentro de los límites del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto detallado deberá contener de forma directa o referida a otros documentos lo siguiente:
  - ✓ Objetivos del proyecto.
  - ✓ Descripción del alcance del producto.
  - ✓ Requisitos del proyecto.
  - ✓ Límites del proyecto.
  - ✓ Productos entregables del proyecto.
  - ✓ Criterios de aceptación del producto.

- ✓ Restricciones del proyecto.
- ✓ Suposiciones del proyecto.
- ✓ Organización inicial del proyecto.
- ✓ Riesgos iniciales definidos del proyecto.
- ✓ Hitos del cronograma.
- ✓ Limitación de fondos.
- ✓ Estimación del coste.
- ✓ Requisitos de gestión de la configuración del proyecto.
- ✓ Especificaciones del proyecto.
- ✓ Requisitos de aprobación.
- ❖ Plan de Administración del proyecto: Es el documento en el cual se define cómo se ejecuta, supervisa, controla y se cierra el proyecto, y debe incluir:
  - ✓ Los procesos de dirección del proyecto seleccionados por el equipo de dirección del proyecto.
  - ✓ Nivel de implementación de cada proceso seleccionado.
  - ✓ Descripción de las técnicas y herramientas que se utilizarán para llevar a cabo los procesos.
  - ✓ Cómo se utilizaran los procesos seleccionados para dirigir el proyecto específico, incluidas las dependencias y las interrelaciones entre los procesos, las entradas y salidas esenciales.
  - ✓ Cómo se ejecutará el trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto.
  - ✓ Cómo se supervisarán y controlarán los cambios.
  - ✓ Cómo se realizará la gestión de la configuración.
  - ✓ Cómo se actualizará y se usará la integridad de las líneas base para la medición del rendimiento.
  - ✓ La necesidad y las técnicas para la comunicación entre los interesados.
  - ✓ El ciclo de vida del proyecto seleccionado, y para los proyectos de múltiples fases, las fases del proyecto relacionadas.
  - ✓ Las revisiones clave de dirección acerca del contenido, la extensión y la oportunidad para facilitar la gestión de problemas sin resolver y decisiones pendientes.

El plan de Administración del proyecto puede ser resumido o detallado y puede constar de uno o más planes subsidiarios y otros componentes. Cada uno de los planes subsidiarios y componentes se detallan en la medida que el proyecto específico lo requiera. Dentro de los planes subsidiarios que puede incluir se encuentran:

- ✓ Plan de la gestión del alcance del proyecto.
- ✓ Plan de gestión del cronograma.
- ✓ Plan de gestión de costes.
- ✓ Plan de gestión de la calidad.
- ✓ Plan de mejoras al proceso.
- ✓ Plan de gestión de personal.
- ✓ Plan de gestión de las comunicaciones.
- ✓ Plan de gestión de Riesgos.
- ✓ Plan de gestión de las adquisiciones.

Entre los componentes que se pueden incluir se encuentran:

- ✓ Lista de hitos.
- ✓ Calendario de recursos.
- ✓ Línea base del cronograma.
- ✓ Línea base de costes.
- ✓ Línea base de calidad.
- ✓ Lista de riesgos.

Las técnicas y herramientas para la planeación de la Administración del Riesgo son:

- ❖ Reuniones de planeación y análisis: Se dan con la finalidad de elaborar el plan para afrontar los Riesgos del proyecto. Los participantes de las reuniones son todas la personas dentro de la organización con responsabilidad de llevar a cabo actividades de planeación y control de riesgos.

La salida del Plan de Administración de Riesgo es el Plan de Administración de Riesgo, en el cual describe como se estructura y se lleva a cabo la administración de riesgos en el proyecto. Pasa a ser un subconjunto del plan de Administración del proyecto. El plan de Administración de Riesgos debe incluir:

- ✓ Metodología: En la cual se definen los métodos, herramientas y fuentes de información que pueden ser útiles en la planeación de riesgo en el proyecto.
- ✓ Roles y responsabilidades: En este punto es donde se define el líder, el apoyo y los miembros del equipo para la Administración de Riesgos para cada tipo de actividad del plan, asigna personas a estos roles y define sus responsabilidades.

- ✓ Asignación de presupuesto: Asigna recursos y estima el costo necesario para la administración de riesgos a fin de incluirlo en la línea base de costos del proyecto.
- ✓ Periodicidad: Aquí se define la frecuencia con la que se realizara el proceso de planeación de Administración de Riesgos a través de la vida del proyecto y establece las actividades de administración de riesgos que se incluirán en el cronograma del proyecto.
- ✓ Categorías de Riesgo: Proporciona una estructura que garantiza un proceso completo en la identificación de riesgos. Una organización puede utilizar una categorización de riesgos típicos preparada con anterioridad. Una estructura de desglose de riesgos (RBS) es mostrada en la Fig. 1.5, la cual es uno de los métodos para proporcionar dicha estructura. Una buena práctica consiste en revisar las categorías de riesgo, pudiéndose adaptar, ajustar o extender basándonos en proyectos anteriores.

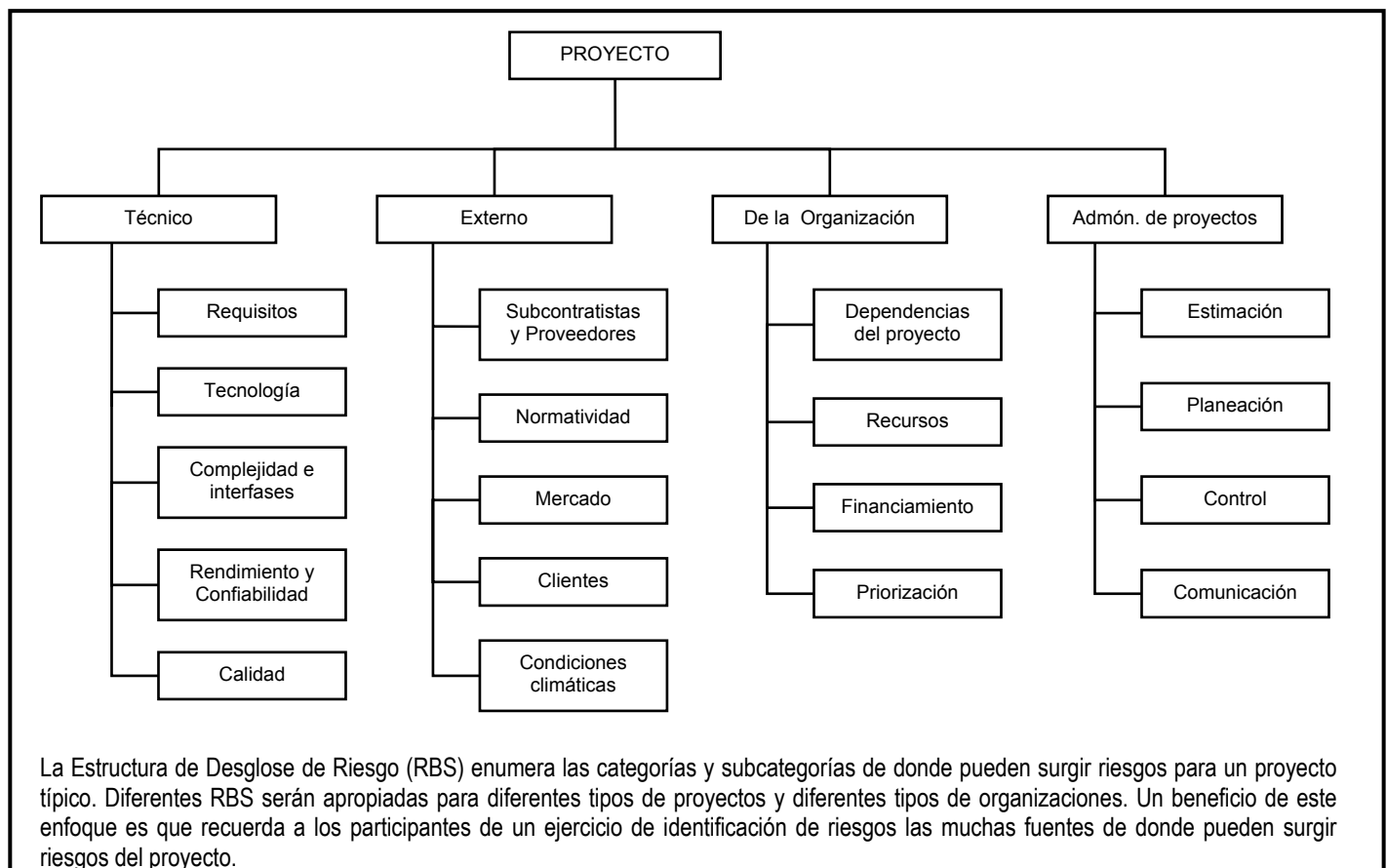


FIGURA 1.5 Ejemplo de una Estructura de Desglose de Riesgo.



- √ Definiciones de probabilidad e impacto de los riesgos: La calidad y credibilidad del proceso de Análisis Cualitativo de Riesgo requiere de la definición de diferentes niveles de probabilidades e impacto de los riesgos. La definición de estos niveles se adaptan a cada proyecto durante el proceso de la Planeación de Administración de Riesgos para poder utilizarla en el proceso de Análisis Cualitativo de Riesgos. La escala del impacto refleja la importancia del mismo, ya sea negativo por las amenazas que implica o positivo por las oportunidades que genera.

La Fig. 1.6 nos muestra un ejemplo de los impactos negativos de las definiciones que pueden utilizarse al evaluar los impactos de los riesgos en relación con cuatro objetivos del proyecto.

Condiciones Definidas para Escalas de Impacto de un Riesgo en los Objetivos Principales del Proyecto (Sólo se muestran ejemplos para impactos negativos)					
Objetivo del proyecto	Se muestran escalas relativas o numéricas				
	Muy bajo 0.05	Bajo 0.1	Moderado 0.2	Alto 0.4	Muy alto 0.8
Costo	Incremento del costo insignificante	Incremento en el costo <10%	Incremento en el costo del 10-20%	Incremento en el costo del 20-40%	Incremento en el costo >40%
Tiempo	Incremento insignificante de tiempo	Incremento en el tiempo <5%	Atraso general en el proyecto 5-10%	Atraso general en el proyecto del 10-20%	El cronograma del proyecto se atrasa >20%
Alcance	Disminución del alcance apenas apreciable	Áreas secundarias del alcance afectadas	Áreas principales del alcance son afectadas	La reducción del alcance es inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es totalmente inútil
Calidad	Disminución de la calidad apenas apreciable	Sólo aplicaciones muy exigentes son afectadas	La reducción de la calidad requiere aprobación del cliente	La reducción de la calidad es inaceptable para el cliente	El producto final del proyecto es totalmente inútil

Esta tabla presenta ejemplos de definiciones del impacto de los riesgos para cuatro objetivos del proyecto diferentes. Estos deben adaptarse a cada proyecto específico y a los umbrales de riesgo de la organización en el proceso de Planeación de Administración de Riesgos. Las definiciones del impacto pueden desarrollarse para las oportunidades de manera similar.

**FIGURA 1.6 Definición de las Escalas de Impacto para Cuatro Objetivos del Proyecto**

De acuerdo a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third edition

- √ Matriz de probabilidad e impacto: Este método se utiliza para priorizar los riesgos de acuerdo a los posibles impactos que puedan tener para lograr los objetivos del proyecto. Cada organización crea sus combinaciones específicas de probabilidad e impacto de los riesgos.

Un ejemplo de matriz de probabilidad e impacto se ilustra en la Fig. 1.7.

Probabilidad	Amenazas					Oportunidades				
0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05
0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04
0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03
0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02
0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01
	0.05	0.10	0.20	0.40	0.80	0.80	0.40	0.20	0.10	0.05

Impacto (escala de relación) sobre un objetivo (por ejemplo costo, tiempo, alcance o calidad)

Cada riesgo es clasificado de acuerdo con su probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre un objetivo en caso de que ocurra. Los umbrales de la organización para riesgos bajos, moderados o altos se muestran en la matriz y determinan si el riesgo es clasificado como alto, moderado o bajo para ese objetivo.

**FIGURA 1.7 Matriz de Probabilidad e Impacto.**

De acuerdo a Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third edition

- ✓ Tolerancias revisadas por los Stakeholders: Las tolerancias deben revisarse en el proceso de Planeación de Riesgos, ya que se aplican en el proyecto específico.
- ✓ Formatos de Reporte: Describe como se documentan, analizan y comunican los resultados del proceso de Administración de Riesgos.
- ✓ Seguimiento: Documenta como se registrarán las facetas de las actividades de riesgo para beneficio del proyecto en ejecución, para necesidades futuras y lecciones aprendidas. Documenta si se realizará y como se hará una auditoria al proceso de Administración de Riesgos.

**Identificación de Riesgos:** La identificación de riesgos determina cuales de los riesgos pueden afectar al proyecto y documenta sus características. Es un proceso iterativo ya que se pueden identificar nuevos riesgos durante el ciclo de vida del proyecto, la frecuencia de iteración y quien participa en cada ciclo varia de un caso a otro. El equipo del proyecto deberá participar en el proceso para poder desarrollar y mantener un sentido de pertenencia y responsabilidad por los riesgos y las acciones asociadas con la respuesta a los riesgos. El proceso de Identificación de riesgos lleva al Proceso de Análisis Cualitativo de Riesgos, aunque alternativamente se puede llevar al proceso de Análisis Cuantitativo de Riesgos, cuando quien lo lleva es un Administrador de Riesgos experimentado. En algunas ocasiones, la simple identificación del riesgo nos sugiere su respuesta, lo cual debe registrarse para análisis posteriores y su implementación en el proceso de Planeación de Respuesta al los Riesgos.

Las entradas de la identificación de Riesgo son:

- ❖ Factores Ambientales de la Organización: La información publicada, incluyendo base de datos comerciales, estudios académicos, estudios comparativos y otros estudios industriales, pueden ser útiles para la identificación de riesgos.
- ❖ Políticas de la Administración en la Organización: información proveniente de proyectos realizados anteriormente, incluyendo datos actuales y lecciones aprendidas.
- ❖ Alcance del proyecto: Las suposiciones del proyecto se encuentran en el alcance del proyecto. La incertidumbre de suponer en el proyecto debe evaluarse como una posible causa de riesgo en el proyecto.
- ❖ Plan de Administración de Riesgo: Las entradas clave del Plan de Administración de Riesgo al proceso de Identificación de Riesgos son las asignaciones de roles y responsabilidades, así como su consideración en el presupuesto y cronograma en el proyecto y las categorías de riesgo, que a veces se expresan en una RBS.
- ❖ Plan de Administración del Proyecto: El proceso de Administración de Riesgo también requiere de un entendimiento del cronograma, costo y plan de administración de la calidad, los cuales se encuentran en el Plan de Administración del proyecto. Las salidas de los procesos de otras áreas del conocimiento deberían ser revisadas para identificar posibles riesgos en todo el proyecto.

Las técnicas y herramientas para la identificación del Riesgo son:

- ❖ Revisión de documentos: Se debe realizar una revisión estructurada del proyecto, incluyendo planes e hipótesis de proyectos anteriores y otra información. La calidad de los planes, así como su consistencia entre los planes, los requerimientos y suposiciones del proyecto pueden ser indicadores de riesgos en el proyecto.
- ❖ Técnicas de recopilación de información: Entre las más comunes para la identificación de riesgos se encuentran
  - ✓ Tormentas de ideas, donde su objetivo principal es obtener una amplia gama de identificación de riesgos para que más tarde sean identificados y clasificados por tipo de riesgo.
  - ✓ Técnica Delphi, en donde un grupo de expertos participan de manera anónima en la identificación de riesgos de un proyecto, las respuestas resultantes se enviando manera cruzada a los expertos para comentarios adicionales; los riesgos principales se obtienen después de algunas vueltas a este proceso. Esta técnica ayuda a educir ciertos prejuicios relacionados con los datos y evita que los participantes ejerzan influencias impropias en los resultados.
  - ✓ Entrevistas, las cuales se realizan a directores de proyectos, stakeholders, personal participante en proyectos donde identifican los riesgos basados en su experiencia.

- ✓ Identificación de la causa, es una investigación de las causas esenciales de los riesgos en proyectos. Afina la definición de riesgo y permite agrupar los riesgos por causas. Se pueden desarrollar respuestas efectivas a los riesgos si se conocen sus causas.
- ✓ Análisis de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (SWOT), en la que se realiza un examen al proyecto desde cada una de las perspectivas del SWOT para incrementar el espectro de riesgos considerados.
- ❖ Listas de verificación: Las cuales se realizan basándose en información histórica que se ha acumulado en proyectos similares y de otras fuentes de información. El nivel más bajo de la RBS puede utilizarse como lista de control de riesgos, la cual puede resultar sencilla y rápida, resultando imposible realizar una de modo exhaustivo. Debe tenerse cuidado de explorar elementos que no aparecen en la lista de control. La lista de control debe revisarse durante el cierre del proyecto para mejorar su uso en proyectos futuros.
- ❖ Análisis de hipótesis: Es una técnica que explora la validez de las hipótesis de las cuales fue desarrollado un proyecto. Identifica los riesgos originados en la inexactitud, inconsistencia o imperfección de las hipótesis.
- ❖ Técnicas de diagramación en las cuales podemos mencionar:
  - ✓ Diagramas de causa – efecto (también se conocen como Ishikawa o de espina de pescado) los cuales son útiles para identificar la causa de los riesgos.
  - ✓ Diagramas de flujo de sistemas o procesos donde muestran como se relacionan los diferentes elementos de un sistema y el mecanismo de causalidad.
  - ✓ Diagramas de influencia la cuales una representación gráfica de un problema donde muestra las influencias causales, el orden en el tiempo de sucesos y otras relaciones entre variables y resultados.

Las salidas de la Identificación de Riesgo se encuentran contenidas en un documento llamado registro de riesgos.

- ❖ Registro de Riesgos: Este registro contiene los resultados de los demás procesos de Administración de riesgo a medida que se van llevando a cabo. La preparación del registro de riesgos comienza con el proceso de identificación de riesgos con la siguiente información y después se pone disponible para otras Administraciones de proyecto y otros procesos de Administración de Riesgos del proyecto.
  - ✓ Lista de Identificación de riesgos: Se describen los riesgos identificados, incluyendo sus causas e hipótesis inciertas del proyecto.
  - ✓ Lista de respuestas potenciales: Se pueden identificar posibles respuestas a un riesgo durante el proceso de identificación de riesgos. Estas respuestas, si son identificadas, pueden ser útiles como entradas en el proceso de planeación e respuesta al Riesgo.

- ✓ Causas de los riesgos: Son las causas o eventos fundamentales que pueden dar lugar al riesgo identificado.
- ✓ Actualización de las categorías de riesgos: El proceso de identificar riesgos puede llevar a que se añadan nuevas categorías de riesgos. Es posible que la RBS que se elaboró en el proceso de Planeación de Administración de riesgos tenga que ser mejorada o modificada basándose en el proceso de Identificación de Riesgos.

*Análisis Cualitativo de Riesgos:* Este proceso incluye los métodos para priorizar los riesgos identificados para realizar otras acciones como el Análisis Cuantitativo o la Planeación de la Respuesta a los Riesgos. Las Organizaciones pueden mejorar el rendimiento de los proyectos si se centran de manera efectiva en los riesgos de alta prioridad.

El Análisis Cualitativo evalúa la prioridad de los riesgos identificados usando la probabilidad de ocurrencia, el impacto correspondiente sobre los objetivos del proyecto si los riesgos verdaderamente ocurren, así como otros factores como el tiempo y la tolerancia al riesgo de las restricciones del proyecto como son costo, programa, alcance y calidad.

El Análisis Cualitativo es una forma rápida y rentable de establecer prioridades para la planeación de Respuesta al Riesgo y es la base para el Análisis Cuantitativo, si éste fuera necesario. El análisis cualitativo de riesgos es un proceso que se debe revisar continuamente a lo largo de la vida del proyecto, con la finalidad de actualizar los cambios en los riesgos del proyecto.

Las entradas del Análisis Cualitativo de riesgo son:

- ❖ Activos en los Procesos de la Organización: Los datos acerca de riesgos de proyectos anteriores y la base de conocimientos de lecciones aprendidas son útiles en el proceso de analizar cualitativamente los riesgos.
- ❖ Alcance del proyecto: Los proyectos de tipo común o recurrente tienden a tener riesgos más comprendidos. Los proyectos que utilizan tecnología de punta o primera en su clase, así como los proyectos altamente complejos, tienden a tener mayor incertidumbre. Lo anteriormente mencionado puede ser evaluado examinando el alcance del proyecto.

- ❖ Plan de Administración de Riesgos: Algunos de los elementos clave para el Análisis Cualitativo son los roles y responsabilidades para la planeación de riesgos, presupuestos y actividades de planeación de riesgos en el programa, categorías de riesgo, la RBS y las tolerancias al riesgo de revisadas de los interesados.
- ❖ Registro de Riesgos: Un elemento clave del registro de riesgos para el Análisis Cualitativo de riesgos es la lista de riesgos identificados.

Entre las técnicas y herramientas para el análisis cualitativo de riesgo podemos encontrar:

- ❖ Evaluación de Probabilidad e impacto de los riesgos: La evaluación de probabilidad de ocurrencia de cada riesgo en específico. La evaluación del impacto de riesgos investiga el posible efecto sobre un objetivo del proyecto, tanto efectos negativos por las amenazas que implican, como los efectos positivos por las oportunidades que generan.

Los riesgos pueden ser evaluados en reuniones con participantes seleccionados por su familiaridad con las categorías de riesgo.

El nivel de probabilidad de cada riesgo y su impacto se califican de acuerdo con las definiciones dadas en el plan de Administración de Riesgos. A veces, los riesgos con calificaciones evidentemente bajas en cuanto a probabilidad e impacto no se califican, pero se incluyen en una lista de supervisión para su seguimiento futuro.

- ❖ Matriz de probabilidad e impacto: Los riesgos pueden ser priorizados para un análisis cuantitativo posterior y sus posibles respuestas, basándose en la calificación. Las calificaciones son asignadas a los riesgos basadas en la probabilidad e impacto evaluados. La evaluación de la importancia de cada riesgo y, por consiguiente, su prioridad, generalmente se realiza utilizando una tabla de búsqueda o matriz de probabilidad e impacto (Fig. 1.7), en la cual se especifican las combinaciones de probabilidad e impacto que llevan a la calificación de los riesgos como prioridad baja, moderada o alta.

La organización debe determinar las combinaciones de probabilidad e impacto que resulten en una clasificación de riesgo alto (“estado rojo”), moderado (“estado amarillo”) o bajo (“estado verde”). Las reglas para calificar los riesgos son especificadas por la organización de antemano, antes de iniciar el proyecto, y se incluyen en los activos de los procesos de la organización. Las reglas para calificar los riesgos pueden adaptarse a un proyecto específico en el proceso Planeación de la Administración de Riesgos.

- ❖ Evaluación de la Calidad de los datos sobre riesgos: Un análisis cualitativo de riesgos requiere datos exactos y sin sesgos para que sea creíble. El análisis de la calidad de los datos sobre riesgos es una técnica para

evaluar el grado de utilidad de los datos sobre los riesgos para la planeación de riesgos. Implica examinar el grado de entendimiento del riesgo, la exactitud, calidad, credibilidad e integridad de los datos sobre el riesgo. El uso de datos sobre riesgo de baja calidad puede llevar a un análisis cualitativo de riesgos de poca utilidad para el proyecto. A menudo, la recopilación de información acerca de los riesgos es difícil y consume tiempo y recursos que exceden lo planeado originalmente.

- ❖ **Categorización de Riesgos:** Los riesgos se pueden categorizar de acuerdo a las fuentes de riesgo, área del proyecto afectada u otra categoría útil para determinar las áreas del proyecto que están más expuestas a los efectos de la incertidumbre. Agrupar los riesgos por causas comunes puede contribuir a desarrollar respuestas afectivas a los mismos acerca de los riesgos para poder realizar la administración de los mismos, para lo cual debemos de considerar.
- ❖ **Evaluación de la urgencia de los riesgos:** los riesgos que requieren respuesta a corto plazo pueden ser considerados como más urgentes. Entre los indicadores de prioridad pueden incluirse el tiempo para dar respuesta a los riesgos, los síntomas y señales de advertencia y la calificación del riesgo.

Dentro de las salidas del Análisis Cualitativo de Riesgos podemos mencionar:

- ❖ **Registro de riesgos (actualizaciones):** El registro de riesgos se inicia durante el proceso de identificación de riesgos y se actualiza con la información del análisis cualitativo de riesgos, y se debe incluir en el plan de administración del proyecto. Las actualizaciones del registro de riesgos que nace en el análisis cualitativo de riesgos incluye:
  - ✓ Lista de prioridades o clasificaciones relativas de los riesgos del proyecto: la matriz de probabilidad e impacto puede utilizarse para clasificar los riesgos según su importancia individual, después se debe dar una prioridad a los riesgos, la cual se puede establecer de acuerdo a tiempo, costo, alcance y calidad por separado, ya que cada organización puede valorar un objetivo mas que otro. En esta lista de prioridades se debe incluir la descripción de los fundamentos con los que se evaluaron la probabilidad e impacto respecto de los riesgos considerados como importantes para el proyecto.
  - ✓ Riesgos agrupados por categorías: esta categorización puede revelar causas comunes de riesgos o áreas del proyecto que requieran particular atención. Descubrir las concentraciones de riesgos puede mejorar la efectividad de las respuestas a los riesgos.
  - ✓ Lista de riesgos que requieren respuesta a corto plazo: Se deben incluir los riesgos que requieren una respuesta urgente y los que puedan ser tratados posteriormente pueden incluirse en grupos diferentes.

- ✓ Lista de riesgos que requieren análisis y respuestas adicionales: Algunos riesgos posiblemente justifiquen un mayor análisis, incluido el análisis cualitativo de riesgos, así como acciones de respuesta.
- ✓ Listas de supervisión de riesgos de baja prioridad: Los riesgos que no son evaluados como importantes por el análisis cualitativo de riesgos pueden ser incluidos en una lista de supervisión para su seguimiento continuo.
- ✓ Tendencias en los resultados del análisis cualitativo de riesgos: A medida que se repite el análisis, se puede dar una tendencia a determinados riesgos, que puede hacer más o menos urgente / importante la respuesta a los riesgos o a un análisis más a fondo.

*Análisis Cuantitativo de Riesgos:* Este análisis se realiza respecto a los riesgos priorizados en el análisis cualitativo analizando su efecto y asignándoles una calificación numérica. También presenta un método cuantitativo para la toma de decisiones en caso de incertidumbre. Este proceso usa técnicas tales como la simulación Montecarlo y el análisis mediante árbol de decisiones para:

- ✓ Cuantificar los posibles resultados del proyecto y sus probabilidades.
- ✓ Evaluar la probabilidad de lograr los objetivos específicos del proyecto.
- ✓ Identificar los riesgos que requieren mayor atención mediante la cuantificación de su contribución relativa al riesgo general del proyecto.
- ✓ Identificar objetivos de costo, programa o alcance realistas y viables, dados los riesgos del proyecto.
- ✓ Determinar la mejor decisión de dirección de proyectos cuando algunas condiciones o resultados sean inciertos.

El análisis cuantitativo de riesgos se realiza después del análisis cualitativo, pero en ocasiones se realiza después de haber identificado los riesgos cuando los directores de los proyectos tienen mucha experiencia. En algunas ocasiones es posible que no sea necesario el análisis cualitativo para desarrollar respuestas efectivas a los riesgos. La disponibilidad de tiempo y presupuesto, así como la necesidad de enunciados cualitativos y cuantitativos acerca de los riesgos y sus impactos, determinarán que métodos usar en cualquier proyecto en particular. El análisis cuantitativo debe repetirse después de la planeación de la respuesta a los riesgos, también como parte del seguimiento y control de riesgos, para determinar si el riesgo general del proyecto ha sido reducido satisfactoriamente.



Las entradas para poder realizar el Análisis Cuantitativos son:

- ❖ Activos de los Procesos de la Organización: Información sobre proyectos anteriores similares ya concluidos, estudios de proyectos similares por especialistas con riesgo, y bases de datos de riesgos que pueden estar disponibles de fuentes de la industria o de propiedad exclusiva.
- ❖ Alcance del proyecto: Ya tratado con anterioridad.
- ❖ Plan de Administración de Riesgos: Algunos elementos clave para esta etapa incluyen los roles y responsabilidades para la administración de riesgos, presupuestos y actividades de administración de riesgos en el programa, categorías de riesgo, la RBS y las tolerancia al riesgo revisadas por los interesados.
- ❖ Registro de riesgos: El registro de los riesgos para el análisis cuantitativo incluye la lista de riesgos identificados, la lista de prioridades o clasificaciones relativas a los riesgos del proyecto y los riesgos agrupados por categorías.
- ❖ Plan de Administración del Proyecto: El cual incluye:
  - ✓ Plan de Administración del programa el proyecto: establece el formato y los criterios para desarrollar y controlar el programa del proyecto.
  - ✓ Plan de Administración de Costos del proyecto: Establece el formato y los criterios para planear, estructurar, estimar, preparar el presupuesto y controlar los costos del proyecto.

Las técnicas y herramientas en el Análisis Cuantitativo de Riesgos son las siguientes:

- ❖ Técnicas de Recopilación y representación de datos:
  - ✓ Entrevistas: Las cuales se utilizan para cuantificar la probabilidad y el impacto de los riesgos en los objetivos del proyecto. La información necesaria depende del tipo de distribuciones de probabilidad que se vaya a usar. Documentar el fundamento de los rangos de riesgo es un componente importante de la entrevista de riesgos, ya que puede suministrar información sobre fiabilidad y credibilidad de análisis.
  - ✓ Distribuciones de probabilidad: Las distribuciones continuas de probabilidad representan la incertidumbre de los valores, como las duraciones de las actividades del programa y los costos de los componentes del proyecto. Las distribuciones discretas pueden usarse para representar eventos inciertos como el resultado de una prueba o un posible escenario en un árbol de decisiones. La Fig. 1.8 muestra ejemplos de distribuciones continuas muy utilizadas. Las distribuciones asimétricas representan formas que son compatibles con los datos generalmente desarrollados durante el análisis de riesgos del proyecto. Las distribuciones uniformes pueden utilizarse si no existe un valor obvio que sea más probable que cualquier otro entre límites altos y bajos especificados, como en la etapa inicial del proyecto.

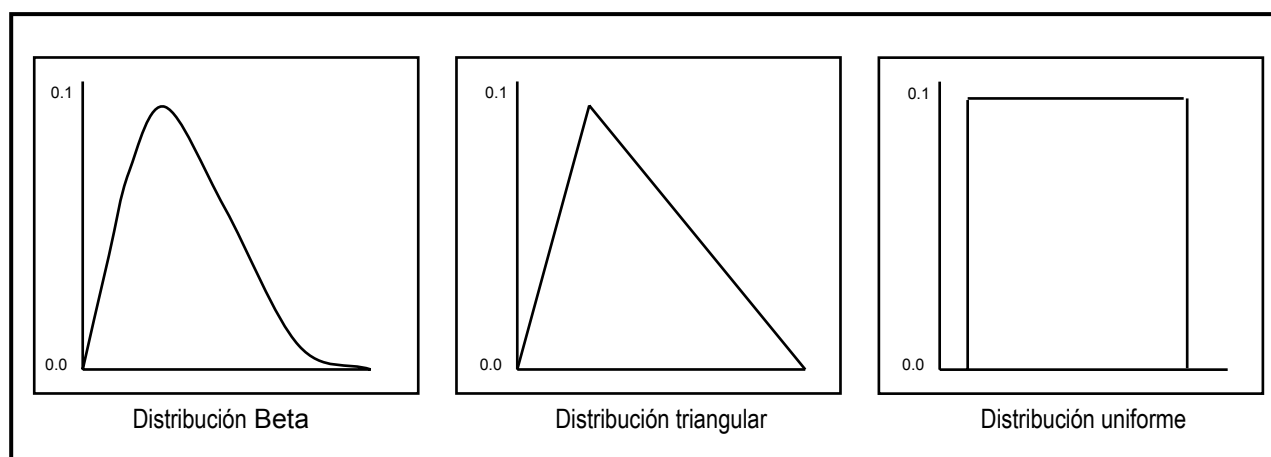


FIGURA 1.8 Ejemplos de Distribución de Probabilidad comúnmente usadas

- ✓ Juicio de expertos: Expertos en la materia internos o externos a la organización en ingeniería o estadísticas, validan los datos o técnicas.
- ❖ Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y Modelado: Las técnicas comúnmente usadas en este análisis incluyen
  - ✓ Análisis de sensibilidad: Nos ayuda a determinar cuales son los riesgos de mayor impacto en el proyecto. Este método examina el grado en que la incertidumbre de cada elemento del proyecto afecta al objetivo cuando los demás elementos inciertos son mantenidos en sus valores básicos.
  - ✓ Análisis del Valor Monetario Esperado: Es un concepto estadístico que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que puedan ocurrir o no (es decir, análisis con incertidumbre). Este método se calcula multiplicando el valor de cada posible resultado por su probabilidad de ocurrencia y se suman los resultados. Este tipo de análisis se utiliza comúnmente en el análisis mediante árboles de decisiones.
  - ✓ Análisis mediante Árbol de decisiones: Se estructura usando un diagrama de árbol de decisiones que describe una situación que se está considerando, las implicaciones de cada una de las opciones disponibles y los posibles escenarios. Incorpora el costo de cada opción disponible, las probabilidades de cada escenario posible y las recompensas de cada camino lógico alternativo. Un ejemplo de un diagrama mediante árbol de decisiones se muestra en la Fig. 1.9.

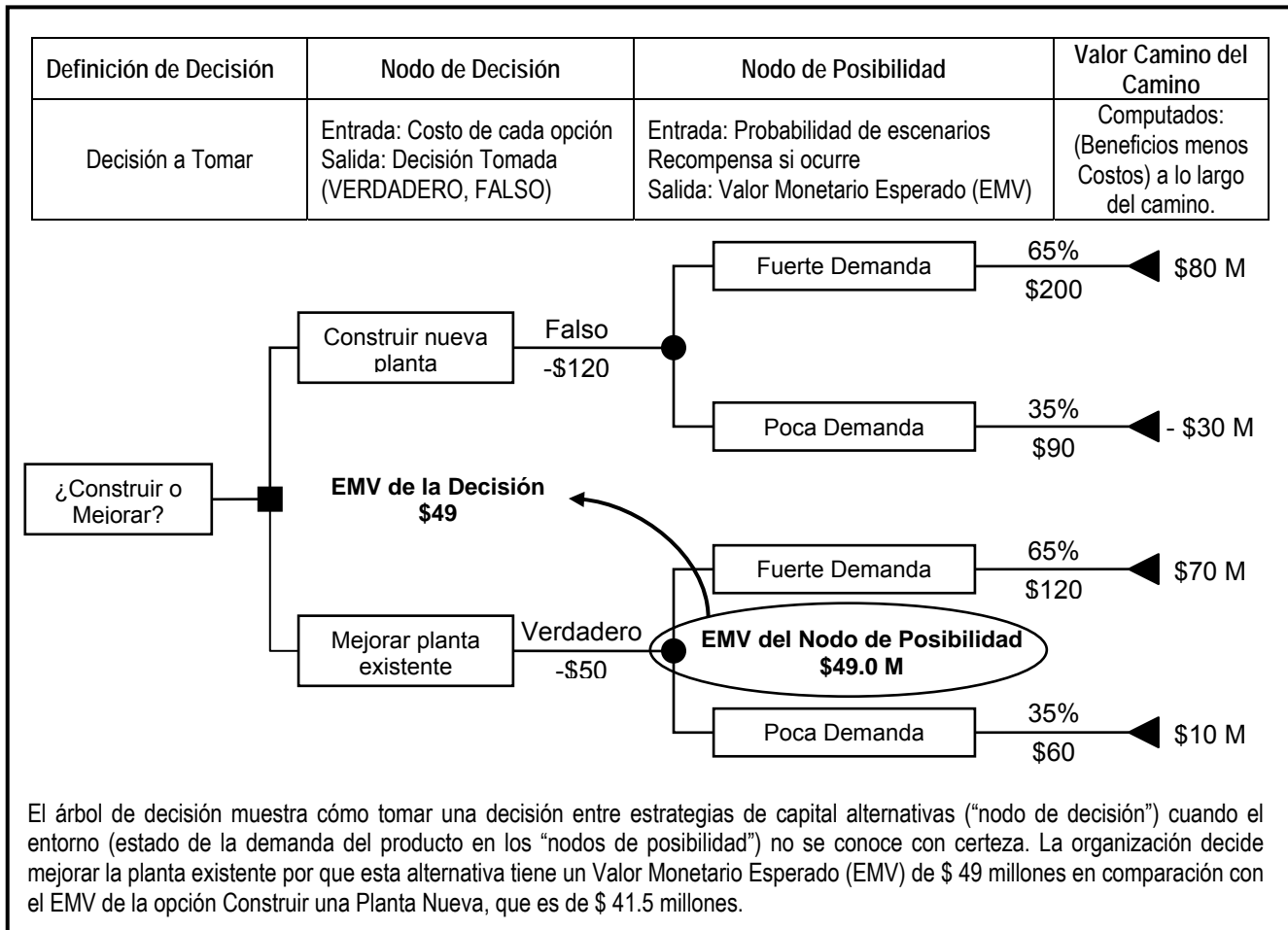
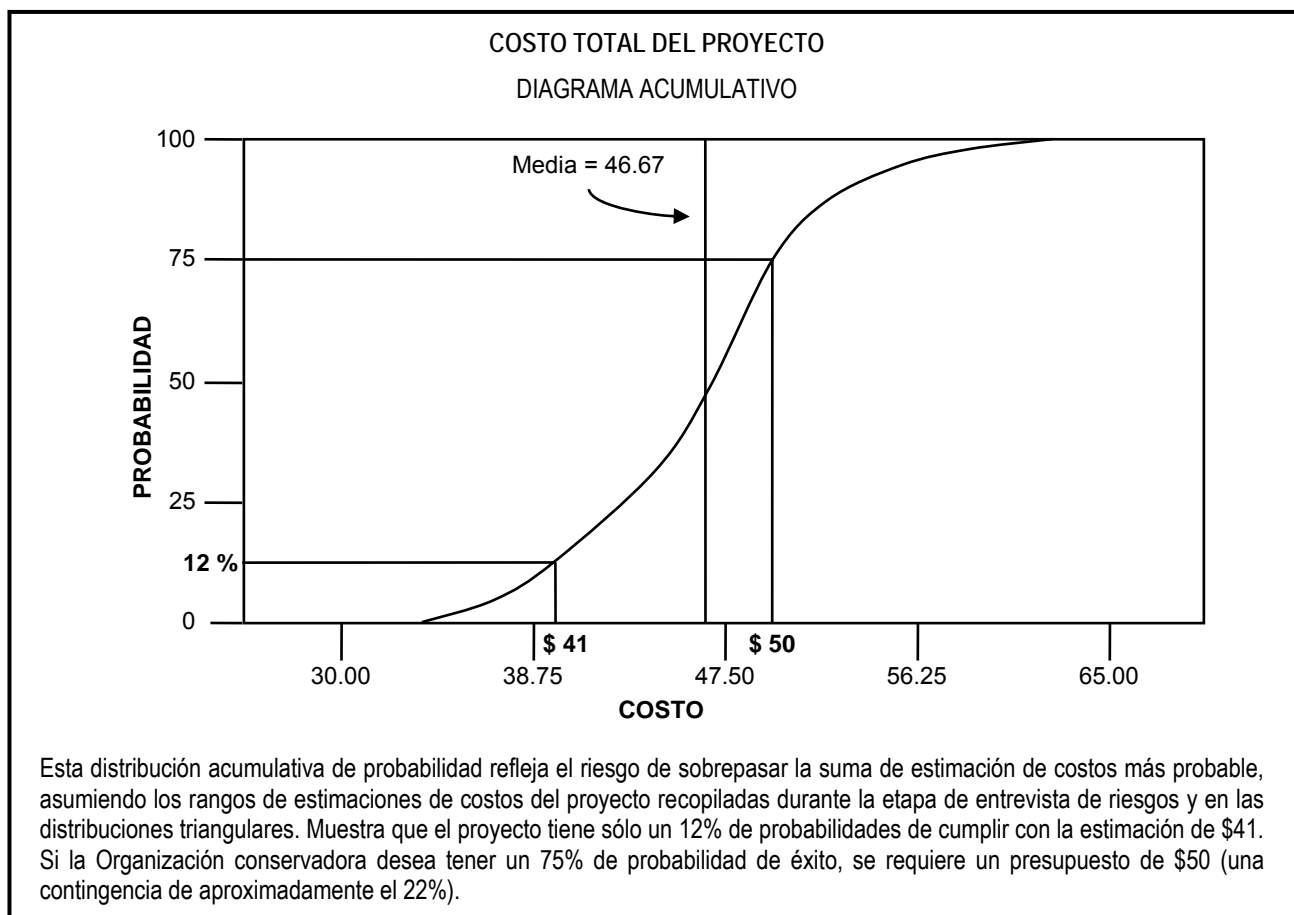


FIGURA 1.9 Diagrama de Árbol de Decisiones.

- ✓ Modelado y Simulación: Una simulación de proyecto usa un modelo que traduce las incertidumbres a un nivel detallado del proyecto en su impacto posible sobre los objetivos del proyecto, normalmente se realizan usando la técnica Montecarlo. En una simulación, el modelo del proyecto se calcula muchas veces utilizando valores de entrada seleccionados al azar de una función de distribución de probabilidad que se elige para cada iteración de las distribuciones de probabilidad de cada variable.

Para el análisis de riesgos de costos la simulación tiene como modelo la EDT o una estructura de desglose de costos como modelo. Para el análisis de los riesgos del programa, se utiliza el modelo de diagramación por procedencia (PDM) la Fig. 1.10 muestra una simulación de una simulación de los riesgos de costos.



**FIGURA 1.10** Resultados de una simulación de los Riesgos de Costos.

Las salidas del Análisis Cuantitativo de Riesgos son las siguientes:

- ❖ Registro de Riesgos: Este registro se inicia en el proceso Identificación de Riesgos y se actualiza en el análisis Cualitativo de Riesgos, posteriormente se actualiza en el análisis cuantitativo de riesgos, las actualizaciones incluyen los siguientes componentes principales.
  - ✓ Análisis probabilístico del proyecto: Se realizan estimaciones de los posibles resultados del programa y los costos del proyecto, listando las fechas de terminación y los costos posibles con sus niveles de confianza asociados. Este análisis se expresa como distribución acumulativa, se usa con las tolerancias al riesgo de los interesados para permitir la cuantificación de las reservas para contingencias de costo y tiempo.
  - ✓ Probabilidad de lograr los objetivos de costo y tiempo: Con los riesgos que afronta el proyecto, la probabilidad de lograr los objetivos del proyecto bajo el plan en curso puede estimarse usando resultados del análisis cuantitativo de riesgos.

- ✓ Lista priorizada de riesgos cuantificados: Esta lista incluye aquellos riesgos que representan la mayor amenaza o presentan la mayor oportunidad para el proyecto. Se incluyen los riesgos que requieren la mayor contingencia de costos y aquellos que tienen más probabilidad de influir sobre la ruta crítica.
- ✓ Tendencias en los resultados del análisis del análisis cuantitativo de riesgos: A medida que se repite el análisis, puede hacerse evidente una tendencia que lleve a conclusiones que afecten a las respuestas a los riesgos.

*Planeación de Respuesta a Riesgos:* En este proceso se desarrollan opciones y se determinan acciones para incrementar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto; incluye la identificación y asignación de responsables para cada una de las respuestas al riesgo. La planeación de respuesta al riesgo aborda los riesgos en función de su prioridad, introduciendo recursos y actividades en el presupuesto, programa y plan de administración del proyecto según sea necesario.

Las respuestas planeadas a los riesgos deben ser congruentes con la importancia del riesgo, tener un costo efectivo en relación al desafío, ser aplicadas en su debido tiempo, ser realistas en el contexto del proyecto, estar acordadas por todas las partes implicadas, y tener una persona responsable. Los riesgos incluyen las amenazas y las oportunidades que puedan afectar al proyecto.

Las entradas a la Planeación de Respuesta al Riesgo son:

- ❖ Plan de Administración de Riesgo: En el se incluyen los roles y responsabilidades, definiciones del análisis de riesgo, los umbrales de riesgo para los riesgos bajo, moderado y alto, y el tiempo y presupuesto necesarios para la Administración del riesgos del proyecto.
- ❖ Registro de Riesgos: Este se desarrolla por primera vez en el proceso de identificación de riesgos y se actualiza posteriormente en el análisis cualitativo y cuantitativo de riesgos. Entre las entradas principales de la planeación de respuesta a los riesgos se incluyen la lista de prioridades o clasificaciones relativas de los riesgos del proyecto, una lista de riesgos que requieran respuesta a corto plazo, una lista de riesgos que requieran análisis y respuesta adicionales, las tendencias de los resultados del análisis cualitativo de riesgos, las causas, los riesgos agrupados por categorías y una supervisión de los riesgos de baja prioridad.

Las técnicas y herramientas en la planeación de respuesta al riesgo son las que se mencionan a continuación:

- ❖ Estrategias para riesgos negativos o amenazas: Existen tres estrategias que son las mayormente utilizadas
  - ✓ Evitar: Implica cambiar el plan del proyecto para eliminar la amenaza que representa un riesgo adverso, aislar los objetivos del proyecto del impacto de riesgo o relajar el objetivo que está en peligro. Algunos riesgos que surgen en las etapas tempranas del proyecto pueden ser evitados aclarando los requisitos, obteniendo información, mejorando la comunicación o adquiriendo experiencia.
  - ✓ Transferencia: Traslada el impacto negativo de una amenaza junto con la propiedad de respuesta a un tercero. Transferir el riesgo simplemente da a otra parte la responsabilidad de si administración no lo elimina. La transferencia es más efectiva cuando se trata de riesgos financieros. La transferencia del riesgo casi siempre involucra el pago de una prima a la parte que toma el riesgo.
  - ✓ Mitigación: Con la cual se busca reducir la probabilidad y/o impacto de evento adverso de riesgo a un límite aceptable; resulta más efectivo tomar acciones tempranas para reducir la probabilidad o el impacto de riesgo que intentar reparar las consecuencias después de que ha ocurrido. La mitigación del riesgo puede requerir el desarrollo de un prototipo para reducir el riesgo de pasar de un modelo a escala de un proceso o producto a uno de tamaño real. Donde no sea posible reducir la probabilidad, una respuesta de mitigación puede tratar el impacto del riesgo, tratando específicamente los elementos que determinan su severidad.
- ❖ Estrategias para riesgos positivos u oportunidades: se sugieren tres respuestas para tratar los riesgos que tienen posibles impactos positivos sobre los objetivos del proyecto.
  - ✓ Explotar: Se utiliza cuando la organización desea asegurarse que la oportunidad se haga realidad. Esta estrategia busca eliminar la incertidumbre asociada con un riesgo del lado positivo, en particular haciendo que la oportunidad definitivamente se concrete. Explotar las respuestas incluye asignar recursos más talentosos al proyecto para reducir el tiempo hasta la conclusión, o para favorecer una mejor calidad que la planeada originalmente.
  - ✓ Compartir: Implica asignar la propiedad a un tercero que esta mejor capacitado para capturar la oportunidad para beneficio del proyecto.
  - ✓ Mejorar: Esta estrategia modifica el “tamaño” de la oportunidad, aumentando la posibilidad y/o impactos positivos e identificando y maximizando las fuerzas impulsoras clave de estos riesgos de impacto positivo. Busca facilitar o fortalecer la causa de la oportunidad, y dirigirse de forma proactiva a las condiciones que la disparan y reforzarlas, puede aumentar su probabilidad.

- ❖ Estrategia común ante amenazas y oportunidades:
  - ✓ Aceptar: Esta estrategia se adopta debido a que rara vez es posible eliminar todo el riesgo de un proyecto. Esta postura indica que el equipo del proyecto ha decidido no cambiar el plan de planeación del proyecto para hacer frente a un riesgo o no ha podido identificar ninguna otra estrategia de respuesta adecuada, esta estrategia puede ser activa o pasiva. La estrategia de aceptación activa más común es establecer una reserva para contingencias, que incluya la cantidad de tiempo, dinero o recursos necesarios para manejar las amenazas u oportunidades conocidas, las posibles y desconocidas.
- ❖ Estrategias de respuesta para contingencias: Para algunos riesgos, resulta adecuado que el equipo del proyecto prepare un plan de respuesta que sólo se ejecutará bajo determinadas condiciones predefinidas, si se cree que habrá suficientes señales de advertencia para implementar el plan. Los eventos que disparen la respuesta para contingencias deben ser definidos y seguidos.

Las salidas de la Planeación de respuesta al Riesgo son:

- ❖ Registro de Riesgos (actualizaciones): Debe ser escrito con un nivel de detalle que corresponda con la clasificación de prioridades y respuesta planeada los componentes del registro de riesgos pueden incluir:
  - ✓ Riesgos identificados, sus descriptores, el área afectada del proyecto, sus causas y como afectan en los objetivos del proyecto.
  - ✓ Responsables del riesgo y sus obligaciones asignadas.
  - ✓ Salidas de los procesos Análisis Cualitativo y Análisis Cuantitativo de Riesgo, incluidas las listas priorizadas de riesgos del proyecto y el análisis probabilístico del proyecto.
  - ✓ Estrategias de respuesta acordadas.
  - ✓ Acciones específicas para implementar la estrategia elegida.
  - ✓ Síntomas y señales de advertencia de ocurrencia de riesgos.
  - ✓ Presupuesto y actividades del programa necesarios para implementar las respuestas elegidas.
  - ✓ Reservas para contingencias de tiempo y costo diseñadas para implementar las tolerancias al riesgo de los interesados.
  - ✓ Planes para contingencias y disparadores que provocan su ejecución.
  - ✓ Planes de reserva para usarlos como reacción a un riesgo que ha ocurrido, y cuya respuesta primaria demostró no ser la correcta.
  - ✓ Riesgos residuales que se espera que queden después de haber implementado las respuestas planeadas, así como aquellos que han sido deliberadamente aceptados.

- ✓ Riesgos secundarios que surgen como resultado directo de la implantación de una respuesta a los riesgos.
- ✓ Reservas para contingencias que se calculan basándose en el análisis cuantitativo del proyecto y de los umbrales de riesgo de la organización.
- ❖ Plan de Administración del proyecto: Se actualiza a medida que se van agregando actividades de respuesta después de la supervisión y disposición a través del proceso Control Integrado de Cambios, el cual se aplica en el proceso Dirigir y administrar la ejecución del proyecto para asegurarse que las acciones acordadas se implementen y supervisen como parte del proyecto en curso. Las estrategias de respuesta a los riesgos, una vez acordadas, deben retroalimentarse a los procesos apropiados de otras Áreas del Conocimiento, incluidos el presupuesto y el programa del proyecto.
- ❖ Acuerdos contractuales relacionados con el riesgo: Se utilizan para especificar la responsabilidad de cada parte en cuanto a los riesgos específicos, en caso de que ocurran.

*Supervisión y Control de Riesgos:* Este proceso se ocupa de identificar, analizar y planeas nuevos riesgos, realizar el seguimiento de los riesgos identificados y los que se encuentran en la lista de supervisión, volver a analizar los riesgos existentes, realizar un seguimiento de las condiciones que disparan los planes para contingencia, realizar el seguimiento de los riesgos residuales y revisar la ejecución de las respuestas a los riesgos mientras evalúan su efectividad. El proceso seguimiento y control de riesgos es un proceso continuo que se realiza durante la vida del proyecto. Otras finalidades del proceso son determinar si:

- ✓ Las suposiciones del proyecto aun son validas.
- ✓ El riesgo, según fue evaluado, ha cambiado de su estado anterior, a través del análisis de tendencias.
- ✓ Se están siguiendo políticas y procedimientos de planeación de riesgos correctos.
- ✓ Las reservas para contingencia de costo o programa deben modificarse para alinearlas con los riesgos del proyecto.

El control de los riesgos puede involucrar la elección de estrategias alternativas, la ejecución de un plan de contingencia, la toma de acciones correctivas y modificar el plan de administración del proyecto.



Las entradas de la supervisión y control de riesgos son:

- ❖ Plan de Administración de riesgo: Este plan tiene entradas clave que incluyen la asignación de personas, incluyendo los responsables de los riesgos, del tiempo y otros recursos para la administración de los riesgos del proyecto.
- ❖ Registro de riesgos: Este registro tiene entradas clave que incluyen los riesgos identificados y los responsables de los riesgos, las respuestas planeadas a los riesgos, las acciones de implementación específicas, los síntomas y señales de advertencia de riesgos, una lista de supervisión de los riesgos de baja prioridad y las reservas para contingencias de tiempo y costo.
- ❖ Solicitudes de cambio aprobadas: Los cambios aprobados pueden generar riesgos o cambios en los riesgos identificados, estos cambios deben ser analizados para detectar los efectos que pueden tener sobre el registro de riesgos, el plan de respuesta de los riesgos o el plan de administración de riesgos.
- ❖ Información sobre el rendimiento de trabajo: Esta información debe incluirse en el estado de los productos entregables del proyecto, las acciones correctivas y los informes de rendimiento son entradas importantes al seguimiento y control de riesgos.
- ❖ Informes de rendimiento: Proporcionan información sobre el rendimiento del trabajo del proyecto, tal como un análisis que puede influir en los procesos de planeación de riesgos.

Las técnicas y herramientas para la Supervisión y Control de Riesgos involucran:

- ❖ Reevaluación de los riesgos: Las reevaluaciones de los riesgos deben ser programadas con regularidad, la cantidad y el nivel de detalle de las repeticiones que corresponda hacer dependerá de como avance el proyecto en relación con sus objetivos.
- ❖ Auditorías de los riesgos: Las auditorías examinan y documentan la efectividad de las respuestas a los riesgos para tratar los riesgos identificados y sus causas, así como la efectividad del proceso de administración de riesgos.
- ❖ Análisis de variación y de tendencias: Las tendencias en la ejecución del proyecto deben ser revisadas usando datos de rendimiento. El análisis del valor ganado y otros métodos de análisis de variación y de tendencias del proyecto pueden usarse para realizar el seguimiento del rendimiento general del proyecto. Los resultados de estos análisis pueden predecir la desviación posible del proyecto a su conclusión con respecto a las metas de programa y costo. La desviación del plan de línea base puede indicar el posible impacto de las amenazas u oportunidades.

- ❖ **Medición del rendimiento técnico:** Compara los logros técnicos durante la ejecución del proyecto con el programa de logros técnicos del plan de administración del proyecto. La desviación, que se puede observar por la mayor o menor funcionalidad de la planeada en una tarea, puede ayudar a predecir el grado de éxito en lograr el alcance del proyecto.
- ❖ **Análisis de reserva:** Este análisis compara la cantidad de reserva para contingencias restantes con la cantidad de riesgo restante en cualquier momento del proyecto, a efectos de determinar si la reserva restante es suficiente.
- ❖ **Reuniones sobre el estado de la situación:** Este punto puede no llevar nada de tiempo o puede llevar mucho tiempo, dependiendo de los riesgos que hayan sido identificados, su prioridad y dificultad de respuesta. Las discusiones frecuentes sobre los riesgos hacen que sea más fácil hablar de los riesgos, en particular de las amenazas, y que se haga con mayor exactitud.

Las salidas de la Supervisión y Control de Riesgos incluyen:

- ❖ **Registro de riesgos (actualizaciones):** Un registro de riesgos actualizado contiene
  - ✓ Resultados de las reevaluaciones, auditorías y revisiones periódicas de los riesgos. Estos resultados pueden incluir actualizaciones de probabilidad, impacto, prioridad, planes de respuesta, responsable y otros elementos del registro de riesgos. Los resultados también pueden cerrar riesgos que ya no sean aplicables.
  - ✓ Los resultados reales de los riesgos del proyecto, y de las respuestas a los riesgos pueden ayudar a los directores de proyecto en la planeación de riesgos para toda la organización, así como en proyectos futuros. Lo cual constituye una entrada para el proceso del cierre del proyecto y pasa a formar parte de los documentos de cierre del proyecto.
- ❖ **Cambios solicitados:** La implementación de planes de contingencias o soluciones alternativas con frecuencia lleva a tener que cambiar el plan de administración del proyecto para dar respuesta a los riesgos.
- ❖ **Acciones correctivas recomendadas:** Estas incluyen los planes para contingencias y los planes para solucionar alternativas. Estos últimos son respuestas no planeadas inicialmente, pero que son necesarias para tratar los riesgos emergentes no identificados previamente o aceptados de forma pasiva.
- ❖ **Acciones preventivas recomendadas:** Se usan para hacer que el proyecto cumpla con el plan de administración del proyecto.
- ❖ **Activos de los procesos del a organización (actualizaciones):** Los seis procesos de Administración de los riesgos en proyectos producen información que puede ser utilizada para proyectos futuros, y debe reflejarse

---

---

en los activos de los procesos de la organización. Las lecciones aprendidas de las actividades de administración de riesgos del proyecto pueden contribuir a la base de datos de conocimientos de lecciones aprendidas de la organización. Se incluyen las versiones finales del registro de riesgos y las plantillas, listas de control y RBS del plan de administración de riesgo.

- ❖ Plan de Administración de riesgo (actualizaciones): Si las solicitudes de cambio aprobadas tienen efecto sobre los procesos de administración de riesgos, los correspondientes documentos de componentes del plan de administración del proyecto se revisan y emiten nuevamente para reflejar los cambios aprobados.

Estos procesos interactúan entre sí con la finalidad de apoyar a los Administradores y participantes de proyectos para que consideren otros elementos en la toma de decisiones. La administración de proyectos es una herramienta que nos ayuda a definir como efectuar el monitoreo, herramientas y control para minimizar aquellos riesgos que no se puedan eliminar, con la finalidad de tomar las mejores decisiones antes y durante la ejecución del proyecto.

## 1.2 PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA.

La probabilidad y estadística son esenciales en el análisis de riesgo en la creación de modelos, aunque en la actualidad existen diversos softwares que nos ayudan en esta tarea no es necesario conocer a profundidad las bases teóricas; sin embargo para tener mayor capacidad de análisis en los resultados de los programas es necesario conocer los conceptos en los cuales están basados.

La definición de probabilidad establece que un evento  $E$  puede ocurrir de  $x$  maneras de un total de  $n$  casos igualmente posibles y se denota por:

$$p = P(E) = \frac{x}{n}$$

La estadística se refiere a los métodos científicos de coleccionar, organizar, resumir, presentar y analizar información, así como dar conclusiones validas y tomar decisiones razonables basadas en dicho análisis.

## 1.2.1 Ecuaciones de Distribución de Probabilidad.

### 1.2.1.1 Función de Distribución Acumulada.

La función de distribución acumulada, o función de distribución de probabilidad,  $F(x)$  es la ecuación matemática que describe la probabilidad que la variable  $X$  sea menor o igual a  $x$ , esto es:

$$F(x) = P(X \leq x) \quad \text{para toda } x$$

Donde  $P(X \leq x)$  es la probabilidad del evento  $X \leq x$ .

Esta distribución es la suma aritmética de una función de densidad. En otras palabras, la función de distribución acumulada da el valor de la probabilidad (o cualquier valor menor que el valor) que ocurrirá. La función de probabilidad acumulada es simplemente otra manera de mostrar la distribución.

La función de distribución acumulada tiene las siguientes propiedades:

1.  $F(x)$  es una función creciente, es decir  $\frac{d}{dx} F(x) \geq 0$
2.  $F(x) = 0$  cuando  $x = -\infty$   
 $F(x) = 1$  cuando  $x = \infty$

### 1.2.1.2 Función de Probabilidad Masa.

Si una variable cualquiera  $X$  es discreta, es decir, toma cualquier valor  $x_i$ ,  $i = 1$  a  $n$ , entonces:

$$P(X = x_i) = p(x_i)$$

$p(x_i)$  es llamada la función de probabilidad masa. Nótese que:

$$\sum_{i=1}^n p(x_i) = 1$$

y

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^k p(x_i)$$

### 1.2.1.3 Función Densidad de Probabilidad.

Una de las características principales de esta función es que el área total bajo la curva es igual a 1, debido a que la probabilidad total de un evento siempre es 1, y el área de bajo de la curva limitada por dos líneas cualesquiera  $a$  y  $b$  darán la probabilidad de que  $X$  tome un valor entre los puntos  $a$  y  $b$ , lo cual se define por:

$$P(a < X < b)$$

Si una variable es continua dentro de un rango definido (algunas veces rangos), la probabilidad de que  $X$  tenga un valor preciso dentro del rango es realmente pequeño, debido a que le estamos asignando la probabilidad de 1 entre un número infinito de valores. En otras palabras, no existe la probabilidad de masa asociada con cualquier valor específico asignado de  $X$ . En su lugar, definimos la función densidad de probabilidad  $f(x)$  como:

$$f(x) = \frac{d}{dx} F(x)$$

es decir,  $f(x)$  es la razón de cambio (el gradiente) de la función de distribución acumulada. Como  $F(x)$  es creciente,  $f(x)$  es siempre positiva.

De tal manera que para una distribución continua no se puede definir la probabilidad para un valor específico. De cualquier forma podemos definir la probabilidad de  $x$  suponiéndola entre dos valores exactos ( $a$ ,  $b$ ):

$$P(a \leq x \leq b) = F(b) - F(a) \quad \text{donde } b > a$$

Para el análisis de riesgos, las distribuciones más utilizadas son la distribución normal, uniforme, triangular y beta.

#### 1.2.1.3.1 Distribución Normal.

Se trata de una distribución continua y su característica más relevante es que su función de probabilidad es una curva en forma de campana y presenta las siguientes propiedades:

1. El área total limitada por la curva  $X$  es igual a 1.
2. La curva puede ser caracterizada por dos parámetros, los cuales son la desviación estándar y la media.
3. El 68.27% de todos los valores de la variable  $X$  están comprendidos en el rango  $[\mu - \sigma, \mu + \sigma]$ .
4. El 95.45% de todos los valores de la variable  $X$  están comprendidos en el rango  $[\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma]$ .
5. El 99.73% de todos los valores de la variable  $X$  están comprendidos en el rango  $[\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma]$ .

A estos intervalos se les conoce como intervalo de confianza y se representa según lo muestra la Fig. 1.11

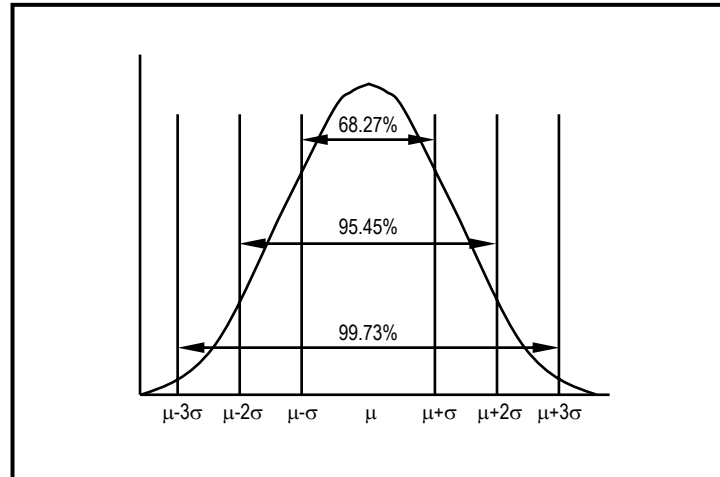


FIGURA 1.11 Intervalos de Confianza para la Distribución Normal.

#### 1.2.1.3.2 Distribución Uniforme.

Esta distribución se utiliza para describir una serie de valores donde cada valor tiene igual probabilidad de ocurrencia. Esta distribución se encuentra representada en la Fig. 1.8.

#### 1.2.1.3.3 Distribución Triangular.

La distribución triangular se utiliza comúnmente en el análisis de riesgos para describir las duraciones optimistas, pesimistas y más probables de un evento o actividad. La función de densidad de distribución triangular es común que se encuentre sesgada a propósito a la derecha con la finalidad de reflejar la posibilidad de actividades con duraciones prolongadas. Esta distribución se encuentra representada en la Fig. 1.8.

#### 1.2.1.3.4 Distribución Beta.

La mayor parte del trabajo de incertidumbre en los proyectos se construye alrededor de esta distribución. Esta curva suavizada, que va creciendo desde una probabilidad cero hasta un máximo para después caer nuevamente a una probabilidad cero, tiene la característica de parecer natural, siendo una curva suave con un máximo redondeado y siendo una aproximación razonable de información medida donde las mediciones están disponibles para múltiples ejemplos de tareas similares.

La distribución beta es complicada per se, razón por la cual difícilmente es utilizada, ya que requiere de parámetros de difícil comprensión. Su representación se puede observar en la Fig. 1.8

## 1.2.2 Medidas Estadísticas.

Es necesario considerar algunas medidas estadísticas que pueden ser derivadas de cualquier variable con una distribución de conocida función de densidad de probabilidades  $f(x)$  o de función de probabilidad masa  $p(x)$ .

### 1.2.2.1 Medidas de Tendencia Central.

Las medidas de tendencia central mas utilizadas en el análisis de riesgo son la media mediana y la moda.

#### 1.2.2.1.1 Media.

También se conoce como valor esperado o promedio; debido a que casi siempre se considera a los datos como una muestra, a la media aritmética se le llama media de la muestra. Si las observaciones de tamaño  $n$  son  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , entonces la media de la muestra es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

La mediana de la muestra  $\bar{x}$  representa el valor promedio de todas las observaciones en la muestra.

#### 1.2.2.1.2 Mediana.

La mediana es el punto en el cual la muestra se divide en dos mitades iguales. Sean  $x_1, x_2, \dots, x_n$  los elementos de una muestra arreglada en orden creciente de magnitud; esto es,  $x_1$  denota la observación mas pequeña,  $x_2$  la segunda observación mas pequeña, y  $x_n$  la observación mas grande. Entonces la mediana se define matemáticamente como:

$$\bar{x} = \begin{cases} x_{((n+1)/2)} & n \text{ impar} \\ \frac{x_{(n/2)} + x_{((n/2)+1)}}{2} & n \text{ par} \end{cases}$$

La mediana tiene la ventaja de que no es afectada de manera considerable por los valores extremos.

#### 1.2.2.1.3 Moda.

La moda es la observaron que ocurre con mayor frecuencia en la muestra.

### 1.2.2.2 Medidas de Dispersión.

Las medidas de dispersión muestran, como su nombre lo indica, la dispersión de los datos con respecto a su medida; su utilidad radica en que las medidas de tendencia central no necesariamente proporcionan suficiente información para describir los datos en forma adecuada.

#### 1.2.2.2.1 Varianza.

Es la medida de dispersión más importante. Si  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , es una muestra de  $n$  observaciones, entonces la varianza de la muestra es:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

#### 1.2.2.2.2 Desviación Estándar.

Debido a que la varianza se expresa en el cuadrado de las unidades originales, no es fácil interpretarla, es por eso que se trabaja con la raíz cuadrada (positiva) de la varianza,  $s$ , lo que nos da una medida de dispersión expresada en las mismas unidades que la variable original.

$$s = \sqrt{s^2}$$

### 1.2.3 Reglas de Probabilidad y Diagramas de Venn.

Las reglas de probabilidad son aplicadas en algunos software cuando se asignan condiciones de probabilidad de ocurrencia en tareas ligadas, es decir, si una tarea se retrasa cierto tiempo, otra tarea asociada a la primera, se puede retrasar en mayo medida.

#### 1.2.3.1 Probabilidad Condicional.

Se conoce como probabilidad condicional a la probabilidad de que ocurra un evento B cuando ya se sabe que ha ocurrido un evento A y se denota por  $P(B|A)$  y se define como:

$$P(B | A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)} \quad \text{si } P(A) > 0$$



### 1.2.3.2 Diagramas de Venn.

Este tipo de representación se utiliza fundamentalmente para representar a los conjuntos dentro de su universo, y para representar las operaciones de unión de los conjuntos, así como la intersección de los mismos. Generalmente consiste en un rectángulo que representa al universo, y en círculos interiores para representar a los conjuntos de un problema. Esta distribución se encuentra representada en la Fig. 1.12.

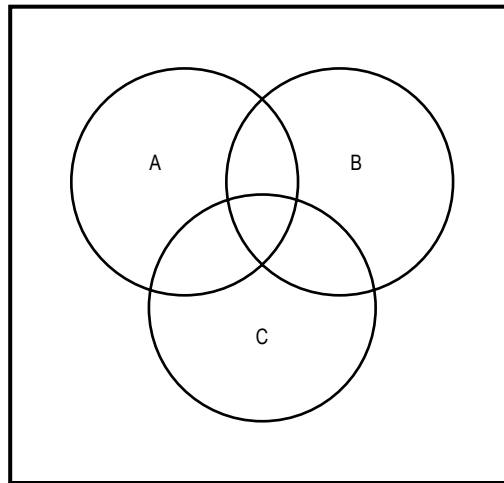


FIGURA 1.12 Diagrama de Venn.

### 1.2.4 Teoremas de Probabilidad.

Existen cuatro importantes teoremas de probabilidad para el análisis de riesgo y son la Ley de los grandes números, el Teorema de valor central, el Teorema del binomio y el Teorema de Bayes.

#### 1.2.4.1 Ley de los Grandes Números.

Esta ley es la base de la simulación Montecarlo y la cual nos menciona que mientras mas grande es el tamaño de la muestra (para nuestro análisis serán el numero de iteraciones) mas cercana estará la distribución a la distribución teórica (la cual seria la distribución obtenida del modelo, si se pudiera obtener).

#### 1.2.4.2 Teorema del Valor Central.

Posiblemente el Teorema de valor central sea el más importante para la modelación dentro del Análisis de Riesgos. Este teorema dice que la media  $\bar{x}$  de una serie de  $n$  variables (donde  $n$  es grande), obteniéndose independientemente de su misma distribución  $f(x)$ , serán normalmente distribuidas:

$$\bar{x} = \text{Normal}(\mu, \sigma / \sqrt{n})$$

donde  $\mu$  y  $\sigma$  son la media y la desviación estándar de la distribución  $f(x)$  de la cual se obtienen  $n$  muestras.

### 1.2.4.3 Teorema del Binomio.

Este Teorema establece que para algunos valores  $a$  y  $b$  y un número entero positivo  $n$ :

$$(a + b)^n = \sum_{x=0}^n \binom{n}{x} a^x b^{n-x}$$

el coeficiente binomial  $\binom{n}{x}$ , que también puede expresarse como  ${}_n C_x$ , y se calcula de la siguiente forma:

$$\binom{n}{x} = \frac{n!}{x!(n-x)!}$$

El coeficiente binomial calcula el número de las distintas maneras en las que se puede ordenar  $n$  artículos, donde  $x$  número de estos artículos son de un tipo y además indistinguibles entre ellos.

### 1.2.4.4 Teorema de Bayes.

Es una extensión lógica de los Diagramas de Venn y de las identidades de probabilidad. De la probabilidad condicional tenemos que:

$$P(A | B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)} \text{ y } P(B | A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)}$$

y como  $P(A \cap B) = P(B \cap A)$ :

$$P(A \cap B) = P(B) P(A|B) = P(B \cap A)$$

De donde se obtiene el Teorema de Bayes:

$$P(B | A) = \frac{P(B) P(A | B)}{P(A)}$$

Y de manera general

$$P(A_i | B) = \frac{P(B | A_i) P(A_i)}{\sum_{j=1}^n P(B | A_j) P(A_j)}$$

Además de las ecuaciones de distribución de probabilidad, medidas estadísticas y las reglas de probabilidad existen relaciones matemáticas que serán muy útiles, junto con las anteriores, en el estudio de análisis de riesgo;

dentro de las cuales podemos mencionar las series de Taylor, la regla de Tchebysheff, la regresión lineal de mínimos cuadrados, el coeficiente de correlación de orden superior.

### 1.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.

El análisis de sensibilidad se debe realizar a todo proyecto de inversión, la sensibilidad se analiza variando los parámetros más inciertos, entre los que podemos mencionar el costo de inversión, precio de venta y el costo de producción. El objetivo de un análisis de sensibilidad no es multiplicar las hipótesis de un proyecto, sino determinar en que medida un error de previsión cuando, sobre ciertas variables, es susceptible de modificar en forma significativa los resultados del primer análisis.

En un proyecto de inversión, dentro de un futuro incierto, la técnica más común consiste en seleccionar variables cuyos valores estimados puedan estar plagados de errores importantes, y en calcular el impacto de tales errores en la rentabilidad global del proyecto; este análisis nos debe permitir determinar valores críticos de las variables, para las cuales la rentabilidad financiera no esta garantizada.

Estas variables pueden ser:

- ❖ De ingresos: Por efecto de errores respecto a la demanda, a los precios impuestos al mercado, distintos de los precios previstos, etc.
- ❖ De gastos de explotación: Como resultado de la subestimación de precios de la energía, aumento salarial relativa, precios de ciertas materias primas. El estudio de sensibilidad que se efectúa a través del “flujo de caja” o cash flow, calculado a precios constantes, solo cuando deben llevarse acabo cuando las alzas de precio estén netamente por arriba de las tasas de inflación.
- ❖ De las inversiones: En el caso de olvido o por no haber tomado en cuenta ciertos elementos de su costo, por una subestimación de tiempo de realización del proyecto, principalmente el periodo de construcción.

En este caso el análisis de sensibilidad es una extensión de los cálculos de la factibilidad del proyecto, ya que nos sirve para investigar el efecto de un criterio económico, a partir de las variaciones de parámetros técnicos o económicos. La relación entre el criterio económico y los parámetros puede expresarse a través de una función matemática la cual representa el modelo técnico-económico del proyecto.

Para analizar la sensibilidad es muy importante trabajar en un rango definido para que los parámetros puedan ser investigados. Este rango se conoce como límites de credibilidad.

Una vez identificadas las variables que se parametrizarán y para las cuales la rentabilidad es más sensible, es necesario entonces:

- ✓ Profundizar en las estimaciones relativas a estas variables.
- ✓ Discutir los valores estimados en el análisis.
- ✓ Indicar el orden de magnitud y las consecuencias de los errores previsibles, a través del cálculo paramétrico.

Es necesario al finalizar un análisis de sensibilidad hacer evidente:

- ✓ Las incertidumbres que se refieren al costo total estimado de las inversiones, los imprevistos físicos y técnicos y los imprevistos debidos al azar de precios, cuando estos se han estimado de forma poco precisa o se piensa que puedan incrementarse.
- ✓ La incertidumbre que se refiere a las variables para las que la rentabilidad es particularmente sensible.
- ✓ Los precios de equilibrio del proyecto en función de dos o tres hipótesis que se refieran a la incertidumbre escrita anteriormente. Estos precios de equilibrio se refieren al valor de la variable en análisis para el cual la rentabilidad sería estable.

Cuando el número de variables a parametrizar durante el análisis de sensibilidad es elevado, es mejor evitar multiplicar las hipótesis que solo tenderán a oscurecer el análisis. Es preferible construir escenarios (optimistas y pesimistas) combinando las hipótesis de las fuentes de variabilidad o de posibles errores. A veces es posible intentar “probabilizar” los resultados y pasar a un segundo análisis que es el análisis del futuro probabilizable.

Las Fig. 1.13 y 1.14 muestran el análisis de sensibilidad de algunas variables para un proyecto dado.

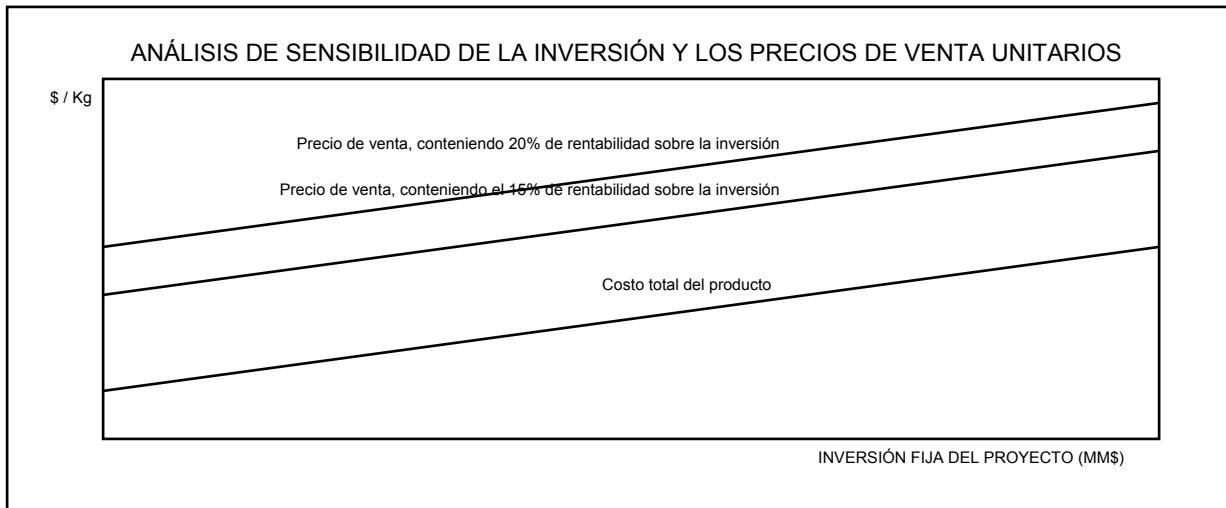


FIGURA 1.13 Ejemplo de Análisis de Sensibilidad de la Inversión y Precio de Venta Unitarios. (2)

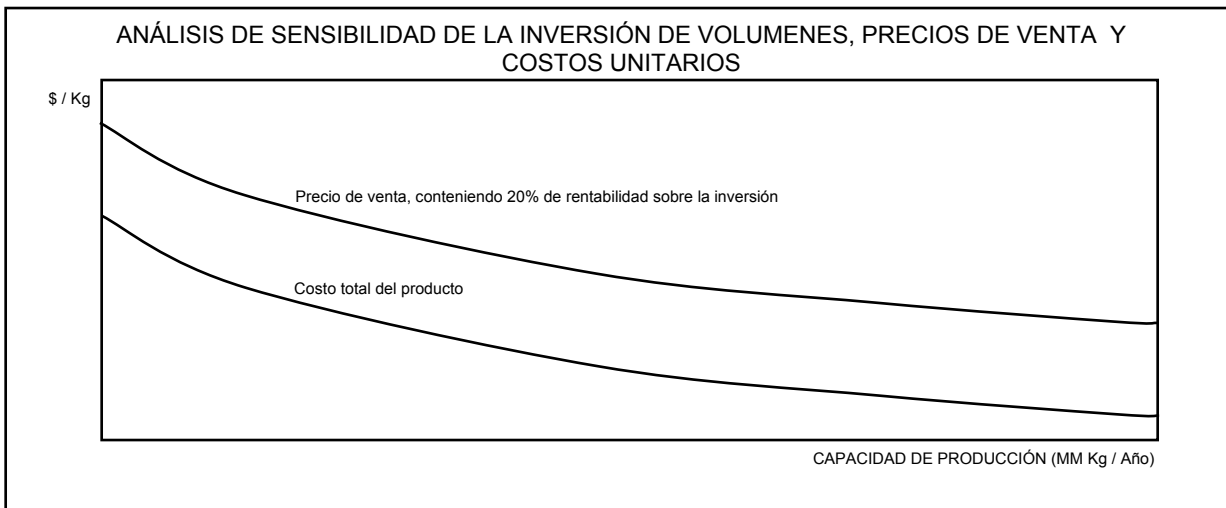


FIGURA 1.14 Ejemplo de Análisis de Sensibilidad de Volumen, Precio de Venta y Costos Unitarios. (2)

(2) Notas del curso Teoría de Sistemas impartido por el Dr. Carlos Escobar Toledo. Maestría en Ingeniería de Proyectos. Semestre 2004-2. Facultad de Química UNAM

---

---

## CAPITULO 2

# MÉTODOS PARA AFRONTAR EL RIESGO Y LA INCERTIDUMBRE EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS

### 2.1 PROCESO DE LA TOMA DE DECISIONES.

Dentro de cualquier etapa de un proyecto se requiere la toma de decisiones, la cual tiene características que debemos considerar y las cuales son:

- a) Planteado un problema, se pueden proponer diferentes estrategias a desarrollar.
- b) Debe existir un responsable, quien conozca claramente los objetivos que se pretenden alcanzar para poder adoptar la estrategia mas adecuada.
- c) Fuera del control del responsable, se encuentran los estados de la naturaleza, lo cuales representan diferentes hechos que pueden ocurrir.
- d) De la presentación de los diferentes estados de la naturaleza y la elección de una determinada estrategia se podrán plantear los posibles resultados de la decisión tomada.
- e) Generalmente, existe un cierto grado de incertidumbre, relacionado con la estrategia mas adecuada seleccionada.

Para este capitulo, consideraremos los estados de la naturaleza como parámetros que caracterizan a cada situación.

#### 2.1.1 Etapas en un proceso de decisión.

Dentro de un proceso de decisión, podemos considerar las siguientes etapas:

***Detección de la existencia de un problema.*** Dentro de cualquier organización se planteará la necesidad de tomar decisiones cuando se descubra la existencia de un problema, la percepción de este problema puede producirse por diferentes motivos:

- a) Incoherencia entre los resultados alcanzados y los objetivos señalados, que bien puede obedecer a un insuficiente nivel de aquellos, o bien a que no sean acordes con la dirección trazada.
- b) Que los objetivos señalados no se adapten respecto al potencial de la organización, lo cual puede deberse a que los objetivos sean inadecuados (por resultar extremadamente difíciles de alcanzar o por que son excesivamente simples) o por que hayan aparecido cambios en la organización (interiores o exteriores).

Una vez detectada la existencia del problema y conociendo sus posibles causas, debemos identificar aquellas que apliquen para nuestro problema en particular, después de ésta identificación aparece la siguiente etapa en el proceso de decisión.

***Establecimiento de estrategias.*** Una vez que se conoce el problema, la naturaleza del mismo y que se ha establecido un responsable para la toma de decisiones, éste procederá a investigar las posibles estrategias que darán solución al problema encontrado. En esta etapa se requiere cuantificar, en lo que resulte posible, cada estrategia, para poder pasar a la siguiente etapa.

***Elección de la estrategia.*** Formulado un problema, elaboradas las posibles estrategias para afrontarlo, el paso inmediato es elegir las alternativas mas adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos. En este sentido es importante señalar que la decisión del responsable dependerá de los recursos que disponga. Es conveniente mencionar que el proceso de decisión se ve afectado por parámetros subyacentes, los cuales explicaré a continuación.

### **2.1.2 Parámetros de la decisión.**

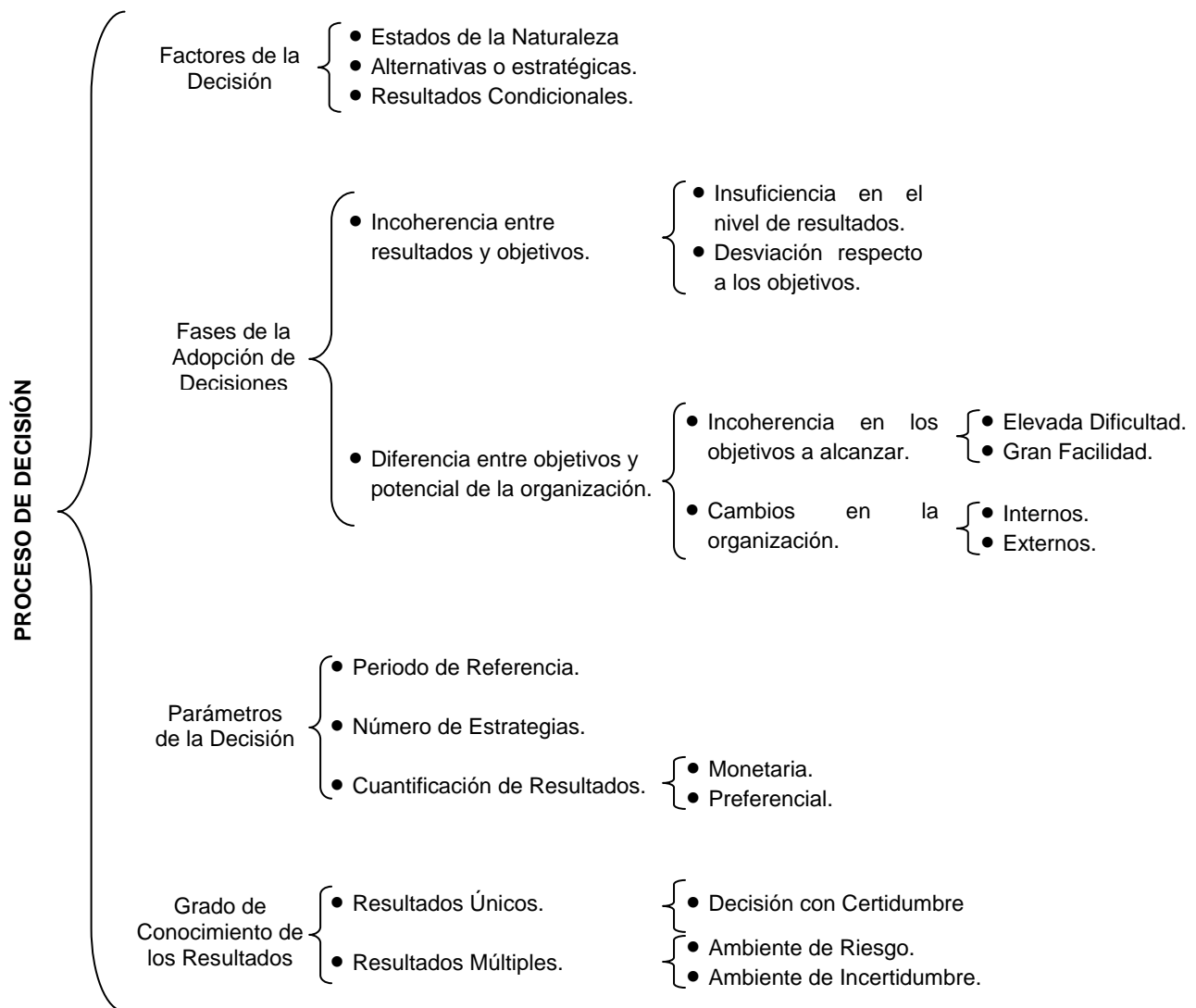
Una vez que se determino cual de las estrategias es la más adecuada para la solución del problema, resulta necesario mencionar algunos de los elementos que condicionan la validez de la decisión tomada, estos elementos pueden o no incluirse de forma explicita en el modelo operativo que se aplicará para la solución del problema, pero sin lugar a dudas desempeñan un papel importante en el modelo a seguir, dentro de dichos elementos podemos mencionar:

- a) Periodo de referencia. En cuanto mas alejado se encuentre el periodo en que la decisión sea adoptada de la realidad contemplada, mas problemática será su validez. El tiempo, así, representa un factor condicionante de indudable trascendencia.
- b) Determinación de la calidad y cantidad en las estrategias. La correcta adopción de una decisión exige la formulación de las posibles estrategias, pero es necesario mencionar que si éstas son insuficientemente enunciadas, las posibilidades de incurrir en un error se verían favorecidas, al igual que si la descripción de las mismas es excesiva, ya que puede provocar confusión.
- c) Cuantificación de los resultados. Las consecuencias asignables a la aplicación de una alternativa en cierto estado de la naturaleza se han de expresar cuantitativamente. Pero esta cuantificación puede ser tanto monetaria (cuando una valoración de esta naturaleza resulte factible), como meramente preferencial, en cuyo

caso se suscitará el problema de definir una escala valorativa de utilidades. Indudablemente el problema de la cuantificación de los resultados exigirá un adecuado tratamiento, puesto que condicionará todo el proceso.

- d) Grado de conocimiento de los resultados. Una vez planteada toda la problemática de decisión, lo que resta es establecer el nivel de conocimiento que el responsable posea sobre los hipotéticos resultados a alcanzar. En efecto estos puede que sean únicos, en cuyo caso el régimen de adopción de la decisión será una decisión con incertidumbre; en el caso en que sean múltiples resultados la adopción de decisión será en un ambiente de riesgo y en un ambiente de incertidumbre.

De acuerdo a lo anterior, se puede sintetizar el proceso de decisión en los siguientes niveles:





## **2.2 DECISIÓN EN CONDICIONES DE RIESGO.**

### **2.2.1 Esperanza Matemática.**

Cuando el problema de toma de decisión se basa en términos de seleccionar la mejor alternativa frente a un conjunto de estados de la naturaleza con probabilidades conocidas, el criterio de solución puede hallarse mediante la determinación de valor probable, o la esperanza matemática de los resultados derivados de la elección de cada acción; comparando dichas esperanzas matemáticas se busca elegir la que alcance el mayor valor, con lo que elegiremos la mejor alternativa.

Este criterio, basado sólo en probabilidades, a simple vista parece razonable, pero si se consideran los requisitos implícitos del método, este resulta discutible, consideremos dos categorías de argumentos críticos:

- a) En términos probabilísticos, para poder fundamentar una decisión sobre la esperanza matemática exige que la gama de acciones sea suficientemente extensa, ya que de lo contrario la probabilidad de que se produzcan desviaciones significativas entre los valores medios realmente producidos y los esperados es grande.
- b) Desde el punto de vista subjetivo, atribuir a priori análogo comportamiento y significado relativo a utilidades y pérdidas es tanto como prescindir de la posición que adoptará el responsable de la toma de decisiones.

### **2.2.2 El Criterio del Valor Monetario Esperado.**

Este método es una aplicación específica del método anterior, sólo que los resultados asociados a la elección de cada alternativa poseen carácter monetario; en estas condiciones, la estrategia más adecuada será la que permita tener un mayor valor monetario en términos de probabilidad.

### **2.2.3 La Adopción de Decisiones Múltiples o Secuenciales; Árboles de Decisión.**

Este método se aplica para analizar problemas que incluyen una serie de decisiones, y la final a adoptar no es la única o involucra una gama de opciones de carácter secuencial. En este caso resulta necesario elaborar un "árbol" donde se muestre las diferentes opciones, que en cada fase del proceso, pueden abrirse al responsable. Un ejemplo de árbol de decisión se muestra en la Fig. 2.1.

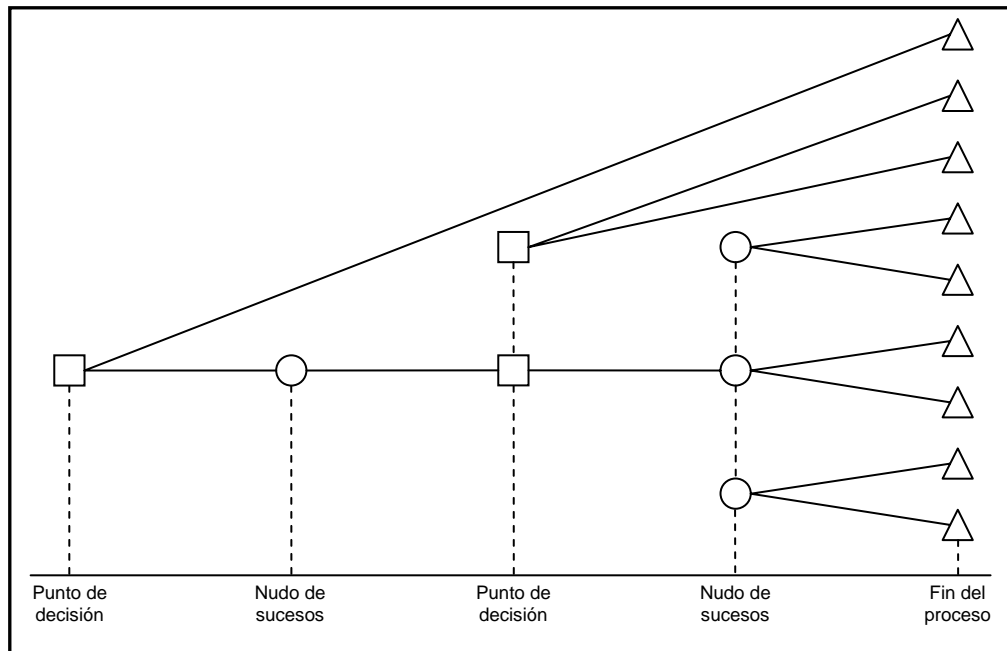


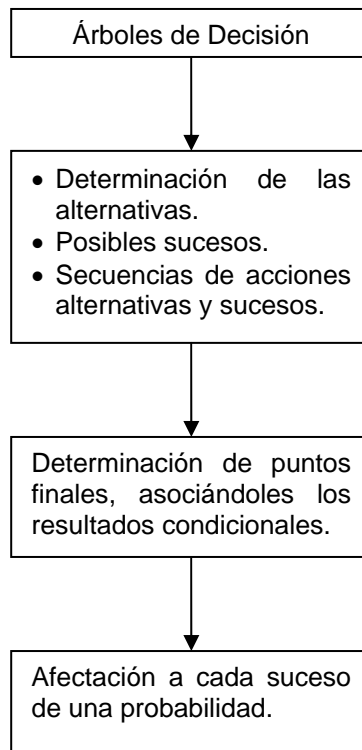
Fig.2.1 Árbol de Decisión

Para la construcción de un árbol de decisión se deben incluir los siguientes puntos:

- Puntos de decisión: Cuando el responsable debe marcar la rentabilidad que espera de su inversión (si la realiza), y cuando debe optar por invertir o no.
- Nudos de sucesos: Cuando el responsable, marcada la rentabilidad que desea obtener, debe tener presente la que desean alcanzar sus competidores, y cuando debe conocer si existen o no otros competidores. Estos nudos de sucesos, corresponden a lo que llamamos estados de la naturaleza.
- Resultados finales: Estos son valores asignados, al final de cada proceso, a la línea de acción seguida.

Es claro pensar que los resultados que se asignan no es con la certeza absoluta, sino que el proceso se desarrollará en plena aleatoriedad; si se suponen las distribuciones de probabilidad correspondientes a los diferentes estados de la naturaleza, se pueden adoptar las decisiones que correspondan al comparar valores probables de sus consecuencias.

Las fases del análisis mediante la elaboración de un árbol de decisión se puede resumir de acuerdo al siguiente diagrama:



La validez de la aproximación va a depender de dos factores, principalmente:

- a) Que el responsable se encuentre en condiciones de aceptar el criterio del resultado que se desea obtener, es decir, el grado de confianza que otorgue a las probabilidades atribuidas a los diversos sucesos.
- b) Que el responsable pueda soportar el riesgo máximo inherente a la decisión elegida.

### **2.3 DECISIÓN EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE.**

La decisión que un responsable tome se produce en condiciones de incertidumbre, cuando los estados de la naturaleza se consideran como resultado de fenómenos aleatorios que se encuentran asociados a una variante con distribución de probabilidad desconocida.

La distribución de probabilidades puede deberse a muy diversos factores, pero la adopción de las decisiones dependerá de las percepciones y valores personales del responsable, habida cuenta de la imposibilidad de recurrir a medidas de grado de incertidumbre, por subjetivas que pudieran ser, lo cual sucedería en el caso de la

decisión con riesgo, para lo que se mencionarán los criterios para resolver problemas en régimen de incertidumbre, pero sin olvidar su carácter relativo.

### **2.3.1 El Criterio de Wald.<sup>(1)</sup>**

Este criterio se plantea en dos versiones, las cuales se denominan "maxmin" y "minimax"; la primera de ellas consiste en que el responsable razona en el sentido que, una vez elegida la estrategia, la naturaleza puede comportarse determinando un estado tal que reduzca al mínimo los resultados favorables que se persiguen. En consecuencia es que el responsable debe elegir la estrategia que, entre los resultados más desfavorables, le permita obtener el mejor de los resultados favorables, por lo tanto elegirá la estrategia que le proporcione la menor de las mayores pérdidas.

El criterio de Wald contiene una elevada dosis de pesimismo ya que desde el momento que el responsable elige una estrategia dentro de una situación, ésta siempre es la más desfavorable.

### **2.3.2 El Criterio de Maximax.**

Se trata de la situación inversa al criterio de Wald, esto es en una perspectiva optimista, el responsable elegirá dentro de las estrategias la que obtendrá los resultados más favorables dentro de los favorables, de ahí su denominación maximax.

### **2.3.3 El Criterio de Hurwicz.<sup>(1)</sup>**

Este criterio busca encontrar una posición intermedia entre los dos anteriores, basado en el sentido en que en la realidad no se presenta el escenario 100% pesimista u optimista; se denominará el grado de "pesimismo relativo" al coeficiente  $\alpha$  y como consecuencia se medirá el grado de "optimismo relativo" como  $1-\alpha$ ; así podríamos encontrar el coeficiente de optimismo para cada estrategia (C) de la forma:

$$C = \alpha * m + (1 - \alpha) * M$$

Donde  $m$  es el resultado mas desfavorable, dentro de cada estrategia, y  $M$  el más favorable; así este criterio supone una ponderación de las circunstancias extremas; la dificultad de su aplicación esta en la ponderación de  $\alpha$ , pero una vez que se obtiene se calcula el valor de C para cada estrategia y se elige aquella donde el valor resulte mas elevado.

---

<sup>(1)</sup> Fundamentos y Métodos de Estadística. Manuel López Cachero. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid. Segunda Edición.

Se puede observar que si  $\alpha = 0$ ,  $C = M$  y que si  $\alpha = 1$ ,  $C = m$ , lo cual quiere decir que para un coeficiente de pesimismo nulo, la solución sería muy optimista y para un coeficiente máximo de pesimismo nos enfrentaríamos al criterio de Wald.

Al realizar una grafica para la función, podremos observar que se trata de una línea recta descendente, por lo que podríamos estudiar para que valores de  $\alpha$  será mas adecuada una estrategia de otra, determinando las intersecciones de las rectas representativas de  $C$  para cada estrategia.

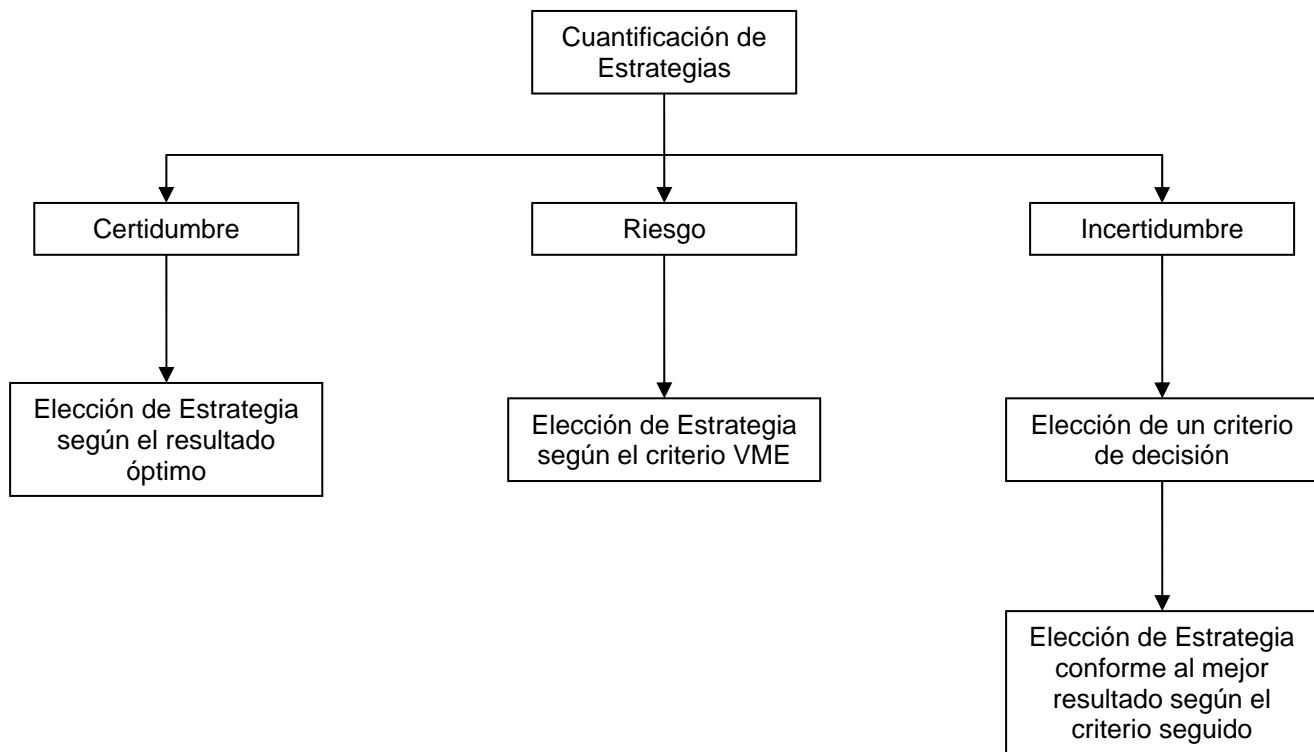
#### **2.3.4 El Criterio de Laplace. <sup>(1)</sup>**

Este criterio se basa en suponer que en ausencia de información sobre las posibilidades correspondientes a los estados de la naturaleza, todos poseerían la misma posibilidad de ocurrir, con ello el problema de decisión con incertidumbre se transforma en un problema de decisión con riesgo, y con ello se puede aplicar el criterio del Valor Monetario Esperado (VME).

#### **2.3.5 El Criterio de Savage. <sup>(1)</sup>**

En este criterio se establece que una vez conocido el resultado de la estrategia elegida, el responsable puede contemplar la posibilidad de cambiar la estrategia. Adoptado este principio, se enfrentaría el problema de medir el grado de arrepentimiento, para lo cual Savage propone como medida a la diferencia, entre el resultado que se hubiera obtenido de conocer el estado de la naturaleza que se presentaría y el resultado realmente obtenido.

Después de haber recorrido los diferentes criterios para la toma de decisiones en riesgo e incertidumbre podemos resumirlos en el siguiente cuadro.



## 2.4 LOS MÉTODOS MONTECARLO EN LA TOMA DE DECISIONES.

El método Montecarlo se utiliza para simular una situación real que implique elementos probabilísticos, es un medio sencillo de analizar decisiones complejas en la administración de proyectos. Este método estima probabilidades y ganancias esperadas (o costos), por muestreo empírico de procesos o distribuciones de probabilidad.

El muestreo de Montecarlo se puede realizar a partir de una distribución discreta, la cual implica números aleatorios a resultados específicos en proporción a su probabilidad de ocurrencia, la extracción de una secuencia de números aleatorios, y la tabulación de sus respectivos resultados. Así se genera una cantidad de pruebas que se pueden usar para estimar valores esperados o probabilidades de eventos complejos.

Otra manera de realizar muestreo Montecarlo es a partir de distribuciones continuas, el procedimiento es muy parecido al de distribución discreta, solo que se utilizan números aleatorios entre cero y uno y una distribución de probabilidad acumulativa.

Una de las aplicaciones más importantes, lo cual es el objetivo de la presente tesis, es el análisis de riesgo y la determinación del mismo en un proyecto, mediante la combinación de las probabilidades de diversos factores componentes para formar una distribución de probabilidad para diferentes niveles de ganancia global.

El método Montecarlo en análisis de riesgo representa una gran ventaja, ya que es particularmente útil cuando se quiere predecir el resultado de una serie de eventos relacionados, cuando solamente se conoce la probabilidad de cada evento en particular.

#### **2.4.1 Método Montecarlo en la Administración de Proyectos.**

Este método de simulación utiliza distribuciones uniforme, beta, normal y triangular para asignar valores de riesgo a objetivos de programas y costo para cada paquete de trabajo en la Estructura de Trabajo (sus siglas en inglés son WBS). El tipo de distribución dependerá de la naturaleza del trabajo, así como del entendimiento del mismo.

Esta técnica utiliza la generación de números aleatorios para simular la incertidumbre de los elementos que se del WBS.

Después de que son simulados los costos y las duraciones para cada uno de los elementos en la Estructura de Trabajo, son integrados para establecer la ruta crítica, duración total del proyecto y un estimado del costo total del proyecto. Este proceso se repite cientos o incluso miles de veces.

La simulación Montecarlo, aplicada a la administración de riesgos, tiene la intención de crear una serie de números aleatorios entre cero y uno, después transformar estos números a información útil que refleje la cuantificación de riesgos potenciales de una simulación del mundo real.

Como cualquier método, la simulación Montecarlo tiene limitaciones y ventajas las cuales se enlistaran a continuación.

Algunas de las limitaciones que tiene este método son:

- ✓ Los programas disponibles no distinguen entre los términos de variabilidad e incertidumbre. Los programas que contienen Montecarlo tratan a la incertidumbre como si fuera variabilidad, lo que en ocasiones puede representar resultados engañosos.

- ✓ El número de simulaciones necesarias para obtener un resultado realista. Algunos expertos sugieren un rango entre 3000 y 10000, sin embargo, otros sugieren que después de 1000 iteraciones no hay cambios substanciales.
- ✓ Los límites de las distribuciones de riesgo de Montecarlo, que muchas veces son de vital interés, son muy sensibles al tipo de distribución que se maneja.
- ✓ Algunos expertos consideran al método poco confiable debido a que se basa en la generación de números aleatorios.

Las ventajas del método Montecarlo son:

- ✓ El nivel de matemáticas requerido para desarrollar una simulación Montecarlo es básico.
- ✓ Una computadora hace el trabajo que se requiere para obtener el resultado de la distribución.
- ✓ Los programas requeridos son ampliamente disponibles.
- ✓ Pueden incluirse matemáticas complejas como logaritmos o condicionales.
- ✓ La simulación Montecarlo es ampliamente reconocida como una técnica válida, de modo que sus resultados son aceptados.
- ✓ Se pueden realizar cambios rápidamente a los modelos y compararlos con los modelos previos.



---

---

## CAPITULO 3

# METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA

### 3.1 MARCO DE REFERENCIA.

#### 3.1.1 Tipos de Organizaciones.

Dentro de la Administración de proyectos uno de los temas más importantes es el referente a los enfoques organizacionales; lo anterior nos lleva a que para poder estructurar adecuadamente una buena organización para la administración de cualquier proyecto, debemos conocer y analizar:

- a) Las diferentes soluciones posibles, es decir los diferentes tipos de organizaciones existentes, los principios administrativos en los que están basadas y sus características estructurales principales, las ventajas y desventajas que cada tipo de organización, nos ofrece la forma de implementación de las organizaciones y los factores clave a evaluar para la adecuada selección de la organización mas adecuada.
- b) Las diferentes organizaciones para la administración de proyectos pueden clasificarse de acuerdo a sus características en tres tipos:
  - ❖ Organización Funcional o Departamental
  - ❖ Organización por grupo Especial de Proyecto, Proyectizada o "Task-Force".
  - ❖ Organización Matricial.

A continuación se mencionarán de manera breve las características de cada tipo de organización.

#### 3.1.2 Organización Funcional o Departamental.

Esta organización corresponde a la estructura piramidal tradicional, con la "alta Gerencia" en la parte superior y la administración de nivel medio y bajo, abriéndose hacia la parte inferior de la pirámide. La organización esta separada en unidades funcionales o departamentos, de acuerdo a las diferentes disciplinas encabezadas por una persona (Jefe de Departamento) entrenada y con experiencia en esa disciplina en especial. La figura 3.1 nos muestra una estructura típica departamental.

Este tipo de organización esta basada en los siguientes principios administrativos:

1. División de labores: Especialización
2. Proceso Escalar y Funcional: Escalar se refiere al crecimiento vertical y los niveles en la organización; funcional se refiere al crecimiento horizontal y los departamentos funcionales.

3. Rango de Control: Se refiere al número de especialistas que un administrador puede supervisar con efectividad.
4. Estructura: Esta refleja los siguientes factores:
  - ❖ Lineal y Apoyo (Staff).
  - ❖ Unidad de mando.
  - ❖ Relaciones formales de autoridad y responsabilidad, incluyendo la relación tradicional superior – colaborador.
5. Flujo formal de comunicación e información.

Los anteriores principios están basados en la filosofía administrativa siguiente:

- a) Todas las actividades importantes de la organización deben llevarse a cabo a través de la jerarquía vertical.
- b) La mayor parte del proceso de dirección y toma de decisiones debe hacerse por parte de la alta gerencia.
- c) Los niveles en la organización corresponden a los niveles de competencia y talento.
- d) La relación más importante es la de superior – colaborador.

Algunas ventajas de este tipo de organización son:

1. La capacitación de técnicos especializados se facilita al estar supervisados y manejados por personas con amplia experiencia en el campo.
2. El desarrollo y las oportunidades para una persona se encuentran perfectamente definidas dentro del departamento, lo que da seguridad en cuanto a la trayectoria dentro de la organización.

Las desventajas dentro de esta organización son:

1. Los departamentos funcionales frecuentemente ponen mayor atención a los objetivos de desarrollo tecnológico dentro de su especialidad que a los objetivos del proyecto de tiempo y costo.
2. La falta de motivación y la inercia en el trabajo son problemas que se presentan frecuentemente al estar desarrollando continuamente actividades para proyectos cuyos objetivos no tienen una visión permanente.
3. La rigidez estructural dentro de la organización y la filosofía administrativa en la que esta basada hace que sea excepcionalmente difícil, para una organización de este tipo ser adaptable e innovadora.

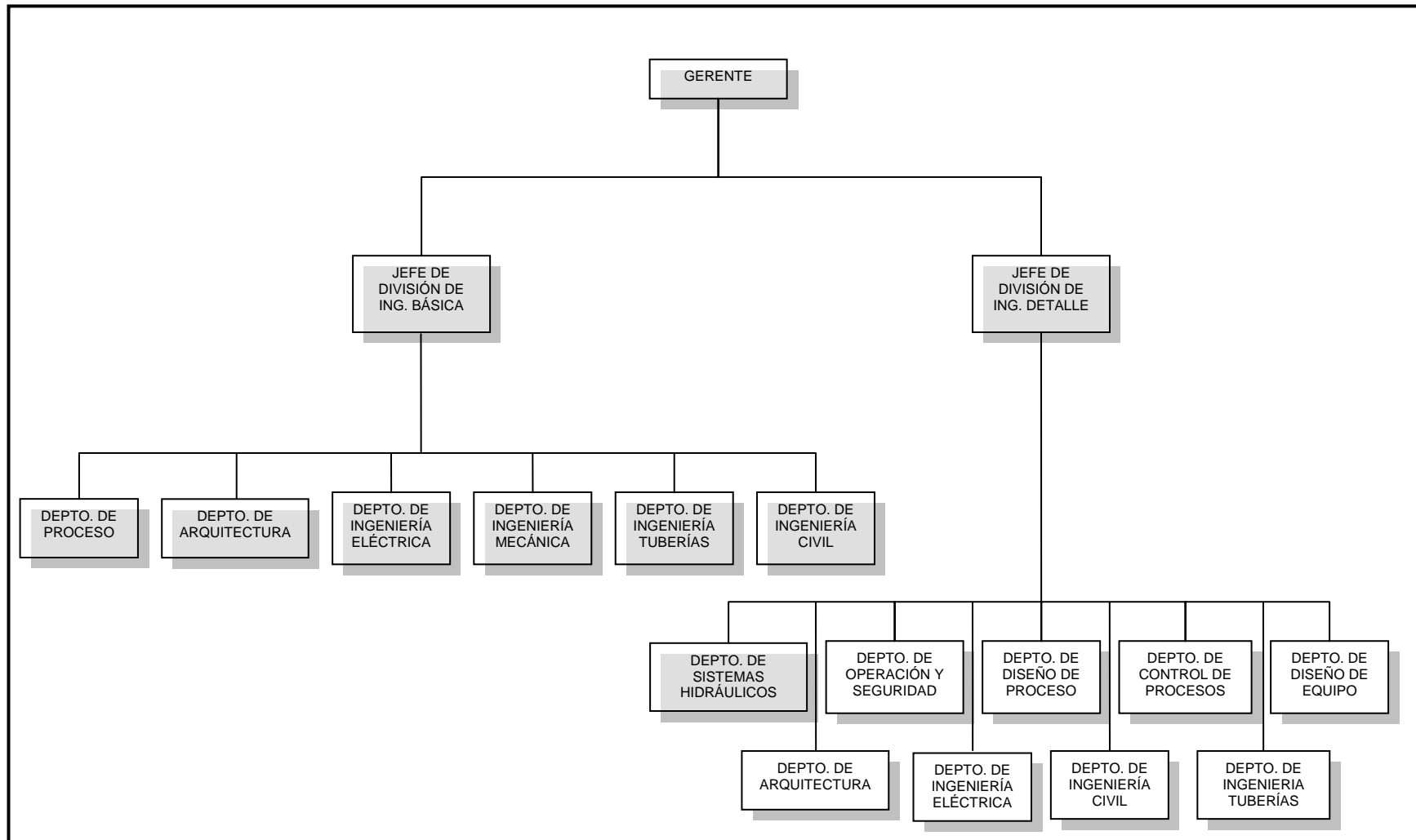


FIGURA 3.1 Organización Departamental.

### **3.1.3 Organización por Grupo Especial de Proyecto o “Task – Force”.**

En una organización por Grupo Especial de Proyecto o Projectizada, casi todos los recursos humanos y materiales necesarios para la realización del proyecto son separados de su estructura funcional normal y reunidos formando una unidad auto soportada encabezada por un jefe de proyecto, el cual tiene la responsabilidad total de la administración del proyecto y del personal bajo su autoridad directa, durante el tiempo de desarrollo del proyecto. El personal del proyecto se organiza en grupos por áreas funcionales o especialidades.

Los principios administrativos en los que se basa esta organización son los mismos que en la organización Departamental. En una organización grande se establece una estructura más pequeña y temporal con el propósito de lograr un determinado objetivo. Sin embargo, se puede observar que la estructura interna de este tipo de organización es Departamental enfocada a un sólo proyecto. La figura 3.2 nos muestra una estructura de una organización “Task – Force”

Algunas ventajas de este tipo de organización son:

1. entendimiento claro y permanente de los objetivos del proyecto, debido a que el personal esta dedicado exclusivamente a la consecución de los mismos.
2. Al tener a todo el personal un común y único objetivo (el proyecto), se desarrolla un espíritu de grupo.
3. La comunicación se facilita e inclusive la comunicación informal resulta efectiva debido a que es un grupo cerrado en el que todos se encuentran físicamente próximos.
4. Debido a que el jefe de proyecto tiene la responsabilidad total de la administración y el control de todos los recursos, el cumplimiento en el tiempo y coordinación interfuncional se facilitan.
5. Autonomía completa del proyecto, lo que facilita la administración del mismo.

Las desventajas dentro de esta organización:

1. El crear dentro de una organización una estructura nueva, de carácter temporal, altera el funcionamiento de la organización normal.
2. Ante la necesidad de proporcionarle los recursos humanos y materiales propios, se incurre muchas veces en la sobreasignación de los recursos o bien en la subasignación.
3. La utilización efectiva de los recursos es difícil, especialmente en la etapa de terminación, la cual se puede extender por mucho tiempo. Como todas las organizaciones, la organización projectizada tiene una fuerte tendencia a continuar su existencia.

4. Al separarse el personal de su departamento funcional, son también alejados de los mecanismos de capacitación del mismo. Por otro lado, al terminar el proyecto, el personal que participo pierde su lugar en la estructura funcional, por lo que ocasiona una falta de seguridad en el trabajo.
5. Esta estructura esta enfocada hacia objetivos de corto plazo del proyecto, descuidándose los objetivos a largo plazo de los departamentos funcionales en el desarrollo de técnicos especializados.

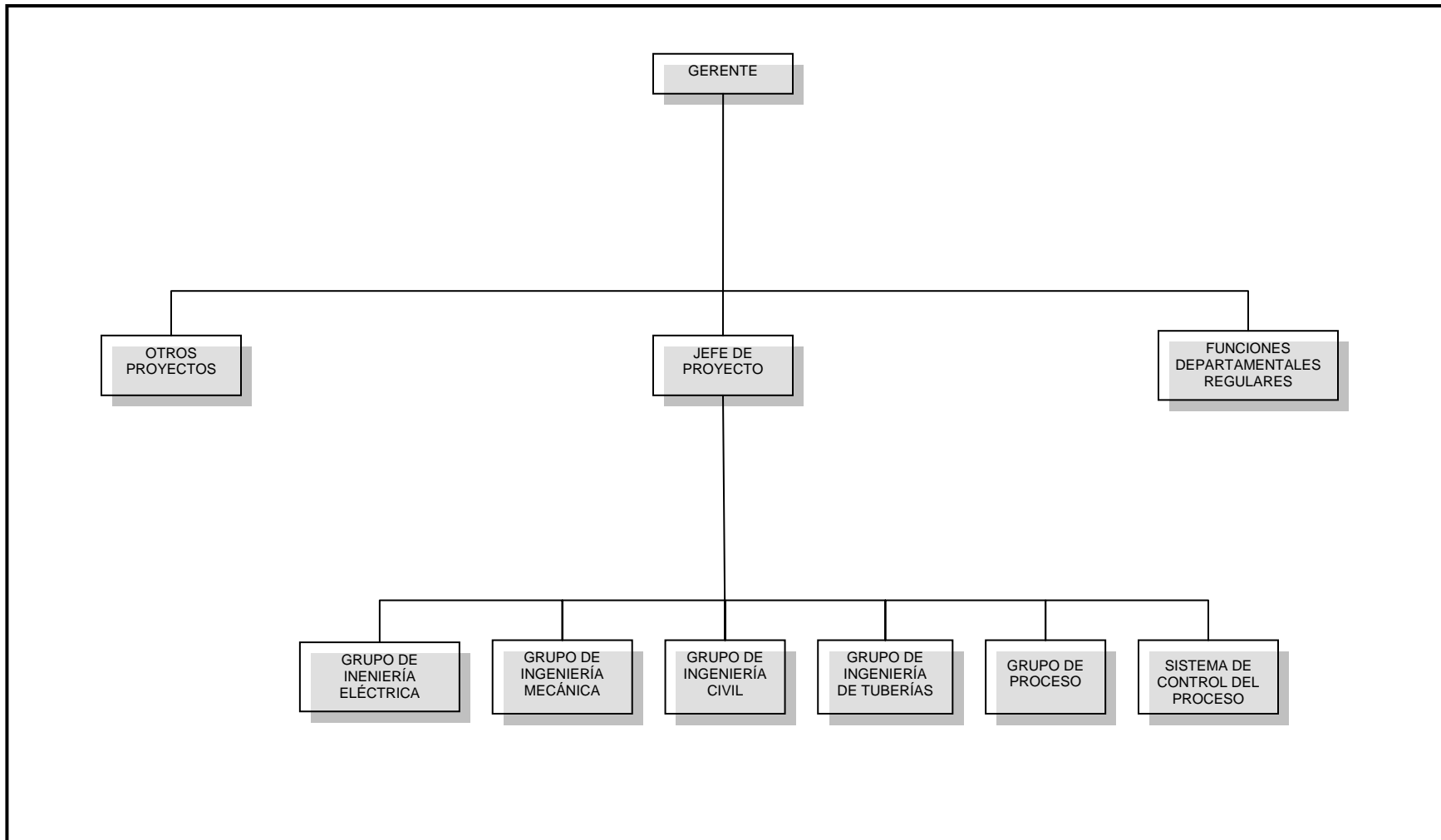


FIGURA 3.2 Organización Task - Force.

### **3.1.4 Organización Matricial.**

La Organización Matricial fue diseñada con el objetivo de maximizar las ventajas de la Organización Departamental y la Task – Force y minimizar sus desventajas, buscando como resultado obtener la mejor utilización de los conocimientos tecnológicos, el uso mas eficiente de los recursos, planeación, control y coordinación requeridos para los diferentes proyectos al menor costo posible.

La organización Matricial consiste en una estructura funcional vertical, la cual se le superpone una estructura horizontal encabezada por un coordinador o jefe fe proyecto (cuya función básica es la integración), con el objeto de lograr un balance de los objetivos tecnológicos del departamento funcional (como hacerlo) con los objetivos de tiempo y costo del proyecto (que, cuando y cuanto). La diferencia entre coordinador y jefe de proyecto es la diferencia entre la mera integración y la autoridad para tomar decisiones. La figura 3.3 nos muestra una estructura de una organización Matricial.

Este tipo de organización es difícil de establecer y operar. Su establecimiento no es inmediato, sino que requiere de un tiempo extenso para lograrlo. Es indiscutible que para lograra que esta organización opere, requiere del convencimiento y respaldo de los altos directivos de la empresa. Tomando en consideración que una de las características básicas de esta organización es que cierta parte del personal tiene dos jefes simultáneos, su buena operación en parte se logra estableciendo la responsabilidad y autoridad de ambos jefes, de tal forma que exista un balance entre ambos.

De acuerdo a lo anterior, el jefe de proyecto define el plan del proyecto (que), el programa del mismo (cuando) y el plan financiero (cuanto) y el jefe funcional cuida la calidad técnica (como) y designa quien efectúa el trabajo. Esta división es puramente teórica ya que en la practica uno u otro jefe invaden el otro campo, así el jefe de proyecto tendrá que opinar, y en algunos casos, rechazar el trabajo cuando la calidad no sea la mas adecuada. Así mismo participara en la selección del personal que ejecute el trabajo cuando no lo este realizando satisfactoriamente.

En base a lo anteriormente mencionado, se puede apreciar que además de la definición de responsabilidades, es necesario, con otras estrategias, hacer operante la organización matricial. Una de estas es la negociación en la interfase proyecto / funcional, la cual se logra teniendo en mente el objetivo común de la empresa y un

entendimiento y comunicación adecuados, trabajando eficientemente en equipo y empleando las técnicas de resolución de problemas.

La ventaja de esta organización Matricial es que reúne las ventajas que fueron previamente mencionadas para las organizaciones Departamental y Task – Force.

Las desventajas dentro de esta organización:

1. Proviene de la existencia de una doble autoridad, el jefe de proyecto y el jefe funcional. Es frecuente la existencia de conflictos entre el jefe de proyecto y el jefe de departamento cuando no se definen claramente las responsabilidades y autoridad de cada uno de ellos. Para evitar esto, se recomienda que la adopción de la Organización Matricial se lleve a cabo cuidadosamente, planeada e implementada, mediante un programa por fases de desarrollo y cambio organizacional, para prepararla adecuadamente, con el objetivo de evitar problemas dentro de los departamentos funcionales, lo cual implica un proceso largo y difícil.
2. Otro problema clave es la sobre carga de trabajo en los departamentos funcionales, lo que acarrea conflictos entre las prioridades de los proyectos. Para evitar esto, se requiere de la formulación de un plan estratégico que fije prioridades de los objetivos y presupuesto, que asigne recursos a cada proyecto y le proporcione una actualización constante.



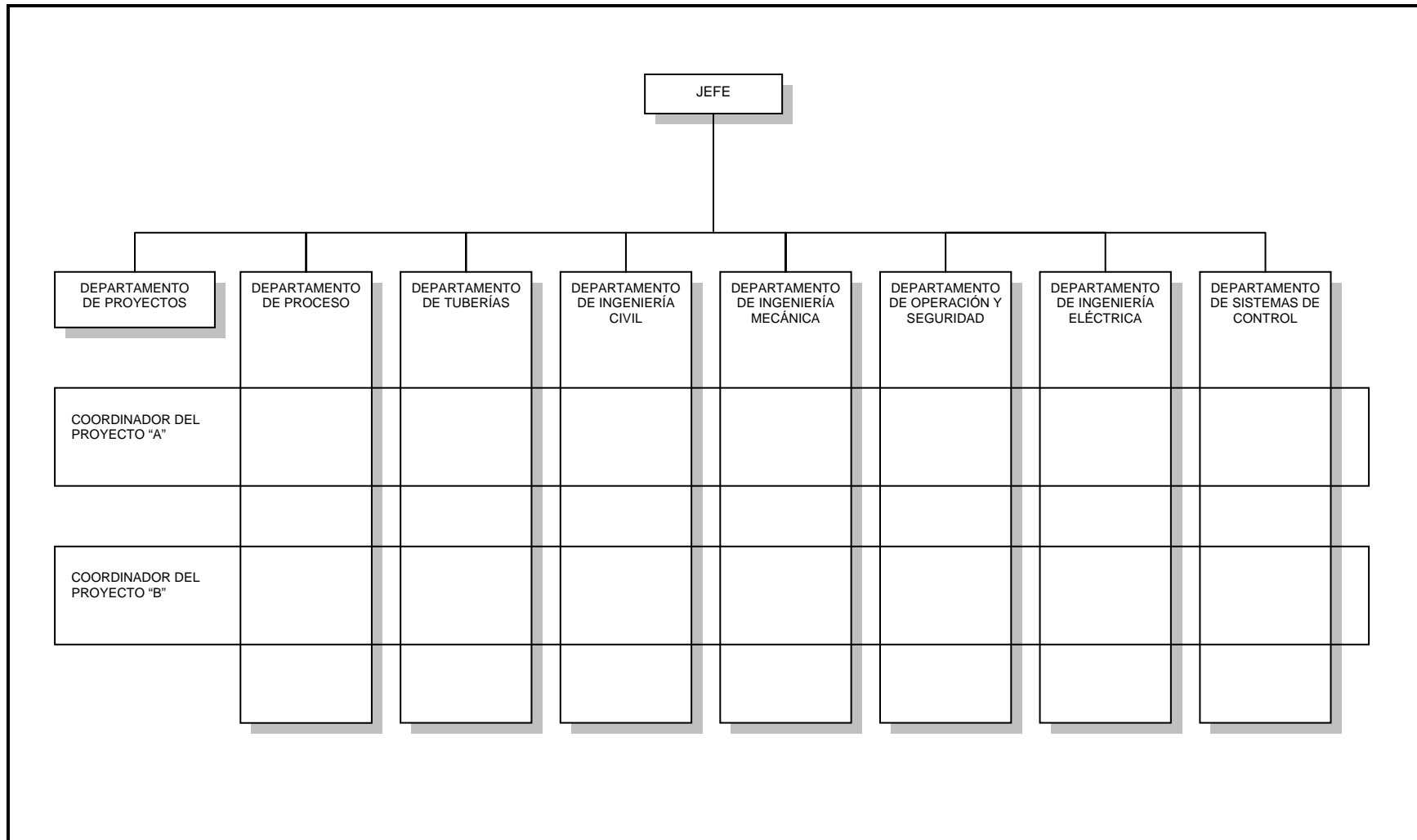


FIGURA 3.3 Organización Matricial.

### **3.2 SELECCIÓN DE LA MEJOR ORGANIZACIÓN.**

Después de analizar los diferentes tipos de organización, se debe seleccionar la mas adecuada dependiendo del tipo de proyectos que tengamos.

Debido a que se desea compartir recursos, la organización de proyectos mas adecuada para nuestro caso de estudio es la organización tipo matricial, ya que este tipo de organización se pueden llevar a cabo dos o mas proyectos buscando el uso mas eficiente de los recursos, planeación, control y coordinación requeridos al menos costo posible.

Es importante señalar que para nuestro caso de estudio consideraremos que un mismo jefe de proyecto lleve los tres proyectos, así se tendrá la responsabilidad del uso adecuado para los proyectos. Otra ventaja de esta situación, es que al compartir recursos y ser proyectos diferentes se tendría un "ahorro" de horas en la parte de la administración ya que un mismo recurso, es decir el jefe de proyecto, aparece en ambas propuestas pero sería uno solo el que llevaría la responsabilidad para ambos proyectos.

### **3.3 OUTSOURCING**

La palabra outsourcing hace referencia a la fuente externa de suministro de servicios, es decir, la subcontratación de operaciones de una compañía a contratistas externos. Con frecuencia se recurre al outsourcing como mecanismo para reducir costos, esta subcontratación ofrece servicios modernos y especializados, sin que una empresa tenga que descapitalizarse por invertir en infraestructura.

Mas allá de parecer un gasto adicional, la subcontratación representa la oportunidad de dejar en manos de compañías expertas la administración y el manejo eficiente de los procesos que no están ligados directamente con la naturaleza del negocio, que por el contrario, permite reducir costos y reorientar los recursos internos e influir de manera significativa e su nivel de competitividad.

Se puede decir que no es un contrato a corto plazo; no se limita a una asesoría puntual en un área de especialidad determinada; tampoco consiste en la contratación de personal experto por un breve lapso para mejorar puntos específicos del servicio.

Este servicio es una relación a largo plazo y va más allá de un apoyo puntual, como sucede en el caso de la Consultoría Legal. En la medida que el volumen de transacciones de una empresa aumenta aparece la oportunidad de procesarlas afuera para hacer más flexible la operación y es allí donde se empieza a dar el verdadero outsourcing.

El outsourcing podría definirse como un servicio exterior a la compañía y que actúa como una extensión en los negocios de la misma, pero que es responsable de su propia administración. También se podría definir como la acción de recurrir a una agencia exterior para operar una función que anteriormente se realizaba dentro de una compañía.

El manejo ineficiente del proyecto, junto con cambios del negocio y la tecnología pueden causar dificultades e incluso llevar el proyecto al fracaso. El mayor peligro, sin embargo, es que no se trate adecuadamente la cuestión relativa al personal. El problema no es simplemente cómo se puede transferir personal a un proveedor, sino como evitar la pérdida del personal más calificado con que se cuenta o incluso perder las ventajas competitivas.

### **3.4 ESCENARIOS.**

Dentro de la presente tesis se consideraran tres escenarios para el suministro de recursos en la realización de los proyectos:

- a) La compañía cuenta con el personal requerido para la realización de los proyectos, es decir el personal se encuentra laborando de tiempo completo.
- b) Los proyectos se realizaran con personal contratado en su totalidad por outsourcing, por lo que el personal participante dentro de los proyectos se apegara al programa de recursos.
- c) La compañía encargada de los proyectos cuenta con personal de tiempo completo el cual se encargara de supervisar los trabajos realizados por el personal contratado por outsourcing, y en caso de no requerir personal, adicional el mismo se encargara de realizar los trabajos.

### 3.5 METODOLOGIA.

Antes de dar seguimiento a los recursos en los proyectos debemos considerar de manera muy especial que cada uno de ellos son independientes, con fechas de inicio y termino fijas, por lo que es indispensable conocer el compromiso de entrega de los proyectos al cliente, ya que en base a estas fechas podemos iniciar nuestra planeación.

La base de esta metodología es considerar la organización de tipo matricial y que los proyectos tienen un precio de venta y un costo interno para su desarrollo, bajo estas premisas consideremos que el costo de venta de cada uno de los proyectos, visto de manera individual, genera un costo en la administración durante la ejecución del proyecto, sin embargo con el tipo de organización sólo se considerará un staff de administración para los tres proyectos en ejecución.

La metodología tiene como inicio realizar un análisis de la distribución de horas por cada proyecto, en que se debe considerar la especialidad y categoría de los recursos necesarios.

El segundo paso es generar las bases que nos ayuden a visualizar de manera general como podemos compartir los recursos, para ello nos apoyaremos en la realización de graficas.

Una vez que conocemos como podemos manejar los recursos de los proyectos podemos plantear escenarios para encontrar la mejor oportunidad de disminuir costos internos en la realización de los proyectos. Estos escenarios que podemos encontrar son tres:

- a) Los proyectos se pueden realizar con personal, el cual pertenece a la firma de ingeniería
- b) Un segundo escenario es que la firma de ingeniería contrate todos los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos
- c) El tercer escenario es donde se tiene un porcentaje de los recursos pertenece a la firma de ingeniería y el resto se contrata según se requiera en cada etapa de los proyectos.

Con estos escenarios podemos encontrar las opciones más viables para que la rentabilidad de los proyectos sea la mayor. Es importante considerar que cada una de las opciones que se nos presentan y los proyectos como tales implican riesgos, es por ello que para poder tomar la mejor decisión de cómo llevar a cabo los proyectos se

incluirá en esta metodología un análisis cualitativo de riesgos y su evaluación en el impacto de la ejecución de los mismos.

Con todos estos datos que nos generan los diferentes escenarios y opciones las podemos analizar para que la ejecución de los proyectos sea la más adecuada para obtener la mayor rentabilidad posible.

En resumen de la metodología es la siguiente:

1. Análisis de Horas de los proyectos.
2. Análisis de los costos de los proyectos, de venta e internos
3. Planteamiento de los posibles escenarios para la contratación de recursos.
4. Selección de los escenarios más viables para la ejecución de los proyectos.
5. Análisis Cualitativo de Riesgos de los escenarios seleccionados.
6. Análisis de Resultados y toma de decisiones.

Esta metodología se verá más detallada en el siguiente capítulo que es nuestro caso de estudio.

---

---

## CAPITULO 4 CASO DE ESTUDIO

### 4.1 PROYECTOS.

Para conocer los proyectos a realizar debemos conocer el propósito y alcance de cada uno de ellos.

Cabe mencionar que estos proyectos se realizaron de manera real, pero no se llegó a la etapa de construcción, sólo se realizó la ingeniería de ellos. Por lo que el análisis que se realice en este caso de estudio únicamente considera la entrega de documentos de ingeniería.

#### 4.1.1 Compresor Alterno para el Manejo de Gas de B.N.

El propósito de este proyecto es asegurar la continuidad en la entrega de gas y condensado a los centros de proceso de gas y petroquímica básica, así como la entrega de gas residual para la operación de la Región Marina.

A continuación se mencionara de manera breve el alcance para este proyecto,

1. Recopilación y Análisis de Información.
2. Desarrollo de Ingeniería Básica.
3. Análisis de Riesgos.
4. Manifiesto de Impacto Ambiental.
5. Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
6. Elaboración de Bases Técnicas de Concurso para Suministro de Materiales, Equipo, Pruebas y Puesta en Operación.

El desarrollo del proyecto contempla para los conceptos planeados en el alcance, la realización de las siguientes actividades generales:

1. Recopilación y Análisis de Información.
  - 1.1 Recopilación de información en campo.
  - 1.2 Revisión y análisis de la información.
  - 1.3 Diagnostico de la situación actual (As-Built).
2. Desarrollo de Ingeniería Básica
  - 2.1 Ingeniería de Proceso (DFP's, BME, Balance de servicios auxiliares, hojas de datos y especificaciones de equipo de proceso).

- 2.2 Ingeniería de Sistemas (PLG's, DTI's, índice de servicios, lista de líneas, hojas de datos y especificaciones de equipo de servicios auxiliares).
- 2.3 Descripción operacional del sistema.
- 2.4 Ingeniería y especificación del sistema de automatización y control.
- 2.5 Ingeniería y especificación del sistema de seguridad y monitoreo.
- 2.6 Ingeniería y especificación del sistema de telecomunicaciones.
- 3. Análisis de Riesgos.
  - 3.1 Análisis de riesgos.
- 4. Manifiesto de Impacto Ambiental.
  - 4.1 Manifiesto de impacto ambiental.
- 5. Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
  - 5.1 Isométricos, plantas y elevaciones y especificaciones de tubería.
  - 5.2 Ingeniería y especificaciones de soportería.
  - 5.3 Ingeniería y especificaciones de equipo mecánico.
  - 5.4 Ingeniería y especificaciones del sistema de aire acondicionado.
  - 5.5 Ingeniería eléctrica (clasificación de áreas, diagramas unifcarea, distribución de fuerza, sistema de tierras, sistema de alumbrado, arreglo de equipo en cuarto de control, cedula de tuberías y conductores).
  - 5.6 Ingeniería civil (ingeniería y especificaciones de cimentaciones, estructuras, cuartos y cobertizos).
  - 5.7 Diseño arquitectónico de cuartos y cobertizos.
- 6. Elaboración de Bases Técnicas de Concurso para Suministro de Materiales, Equipo, Pruebas y Puesta en Operación
  - 6.1 Volumen de obra.
  - 6.2 Bases de diseño.
  - 6.3 Bases técnicas de concurso.

#### **4.1.2 Ingeniería para una Estación de Compresión de Gas Amargo.**

El propósito de este proyecto es desarrollar infraestructura que de flexibilidad operativa al sistema de transporte y distribución de gas y condensado de la Región Marina para garantizar la continuidad de los procesos productivos.

A continuación se mencionara de manera breve el alcance para este proyecto,

- 1. Recopilación y Análisis de Información.

2. Desarrollo de Ingeniería Básica.
3. Análisis de Riesgos.
4. Manifiesto de Impacto Ambiental.
5. Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
6. Elaboración de Bases Técnicas de Concurso para Suministro de Materiales, Equipo, Pruebas y Puesta en  
Las desventajas dentro de esta organización:

El desarrollo del proyecto contempla para los conceptos planeados en el alcance, la realización de las siguientes actividades generales:

1. Recopilación y Análisis de Información.
  - 1.1 Recopilación de información en campo.
  - 1.2 Revisión y análisis de la información.
  - 1.3 Diagnostico de la situación actual (As-Built).
2. Desarrollo de Ingeniería Básica
  - 2.1 Ingeniería de Proceso (DFP's, BME, Balance de servicios auxiliares, hojas de datos y especificaciones de equipo de proceso).
  - 2.2 Ingeniería de Sistemas (PLG's, DTI's, índice de servicios, lista de líneas, hojas de datos y especificaciones de equipo de servicios auxiliares).
  - 2.3 Descripción operacional del sistema.
  - 2.4 Ingeniería y especificación del sistema de automatización y control.
  - 2.5 Ingeniería y especificación del sistema de seguridad y monitoreo.
  - 2.6 Ingeniería y especificación del sistema de telecomunicaciones.
3. Análisis de Riesgos.
  - 3.1 Análisis de riesgos.
4. Manifiesto de Impacto Ambiental.
  - 4.1 Manifiesto de impacto ambiental.
5. Desarrollo de Ingeniería de Detalle.
  - 5.1 Isométricos, plantas y elevaciones y especificaciones de tubería.
  - 5.2 Ingeniería y especificaciones de soportería.
  - 5.3 Ingeniería y especificaciones de equipo mecánico.
  - 5.4 Ingeniería y especificaciones del sistema de aire acondicionado.



5.5 Ingeniería eléctrica (clasificación de áreas, diagramas unifcarios, distribución de fuerza, sistema de tierras, sistema de alumbrado, arreglo de equipo en cuarto de control, cedula de tuberías y conductores).

5.6 Ingeniería civil (ingeniería y especificaciones de cimentaciones, estructuras, cuartos y cobertizos).

5.7 Diseño arquitectónico de cuartos y cobertizos.

6. Elaboración de Bases Técnicas de Concurso para Suministro de Materiales, Equipo, Pruebas y Puesta en Operación

6.1 Volumen de obra.

6.2 Bases de diseño.

6.3 Bases técnicas de concurso.

#### **4.1.3 Ingeniería y Bases Técnicas para la Rehabilitación de Dos Módulos de Compresión en Plataforma.**

El propósito de este proyecto es alcanzar la capacidad proyectada total de manejo de producción de aceite y gas de alta presión, considerando la integración, instalación e interconexión de dos módulos de compresión en una plataforma de alta presión.

A continuación se mencionara de manera breve el alcance para este proyecto,

1. Ingeniería Conceptual y Bases Técnicas para la integración de dos Módulos de Compresión.
2. Análisis Estructural de la Plataforma para la Instalación de los dos Módulos de Compresión.
3. Ingeniería Básica Detallada y Bases Técnicas para la Instalación e Interconexión de los dos Módulos de Compresión en la plataforma.

El desarrollo del proyecto contempla para los conceptos planeados en el alcance, la realización de las siguientes actividades generales:

1. Ingeniería Conceptual y Bases Técnicas para la integración de dos Módulos de Compresión.
  - 1.1 Definición de las bases de usuario del proyecto.
  - 1.2 Recopilación, revisión y análisis de la información.
  - 1.3 Bases de diseño.
  - 1.4 Requerimientos del proceso y servicios auxiliares.
  - 1.5 Desarrollo de los cálculos de ingeniería (conceptual).
  - 1.6 Esquemas de proceso y servicios auxiliares.
  - 1.7 Hojas de datos de equipos de proceso.

- 1.8 Hojas de datos de Instrumentos.
- 1.9 Esquemas mecánicos de integración de módulos de compresión.
- 1.10 Elaboración de especificaciones técnicas
- 1.11 Elaboración e integración del paquete de requisición.
- 1.12 Asistencia técnica en junta de aclaraciones.
- 1.13 Evaluación técnica de cotizaciones
- 1.14 Asistencia a pruebas.
2. Análisis Estructural de la Plataforma para la Instalación de los dos Módulos de Compresión.
  - 2.1 Recopilación, revisión y análisis de la información.
  - 2.2 Análisis de alternativas de localización.
    - 2.2.1 Estacados (un solo patín)
    - 2.2.2 En planta (dos patines)
  - 2.3 Planos de Localización General de Equipo
    - 2.3.1 Estimado de pesos de equipo
  - 2.4 Desarrollo de cálculos de Ingeniería Estructural.
  - 2.5 Evaluación de resultados.
  - 2.6 Propuesta para la instalación y montaje de los módulos de compresión.
3. Ingeniería Básica Detallada y Bases Técnicas para la Instalación e Interconexión de los dos Módulos de Compresión en la plataforma.
  - 3.1 Recopilación, revisión y análisis de la información.
  - 3.2 Diagnostico de la situación actual del sistema (as-built).
  - 3.3 Bases de diseño.
  - 3.4 Diagramas de flujo de proceso y balance del sistema.
  - 3.5 Análisis y definición de las fuentes y/o generación de servicios auxiliares.
  - 3.6 Ingeniería de PLG's y DTI's.
  - 3.7 Índice de servicios y lista de líneas.
  - 3.8 Hojas de datos e índices de instrumentos.
  - 3.9 Ingeniería y especificación del sistema de automatización y control.
  - 3.10 Ingeniería y especificación del sistema de telecomunicaciones.
  - 3.11 Ingeniería y especificación del sistema de seguridad.
  - 3.12 Isométricos y especificaciones de tuberías.

- 3.13 Ingeniería y especificaciones de soportería.
- 3.14 Ingeniería y especificaciones de la obra civil
- 3.15 Volumen de obra
- 3.16 Bases técnicas de concurso.

## 4.2 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.

### 4.2.1 Análisis de Horas – Hombre de los Proyectos.

De acuerdo al capítulo anterior, la mejor organización para realizar los tres proyectos es la organización tipo matricial, lo cual de entrada nos da una ganancia en cuanto a la administración de los proyectos, ya que al realizar la negociación de venta de manera independiente cada uno considera su propia administración, y al realizar los proyectos con este tipo de organización el costo interno para la firma de ingeniería sólo considera un staff administrativo.

Para que el desarrollo de los proyectos sea exitoso, es de suma importancia, conocer la descripción del puesto y las funciones de los puestos del staff administrativo, ya que son los responsables de que los proyectos cumplan en el tiempo, costo y calidad.

**Jefe de proyecto:** Su propósito fundamental es planear, organizar, dirigir y controlar la ejecución de los proyectos de acuerdo con el alcance, el presupuesto, el programa y requerimientos establecidos por el cliente, así como los planes y procedimientos aplicables para garantizar la confiabilidad y consistencia de los documentos de ingeniería comprometidos con el cliente, los cuales serán la base para la correcta y oportuna procuración, construcción y arranque de las plantas e instalaciones. Sus funciones con más detalle se describen a continuación:

Dentro de la Planeación del Proyecto sus funciones más específicas serán:

- ✓ Dominar y difundir los requisitos contractuales del proyecto al equipo de Ingeniería y asegurar la comprensión de los objetivos financieros básicos del proyecto.
- ✓ Definir el alcance detallado de actividades del proyecto para cada una de las disciplinas de Ingeniería a nivel de entregables con base en el contrato.
- ✓ Elaborar e implantar el Plan de ejecución de Ingeniería del proyecto y la sección de Ingeniería del manual de procedimientos del proyecto, incluyendo el proceso de automatización, procedimientos y planes de calidad.

- ✓ Definir y dar seguimiento al programa de Ingeniería Integral en colaboración con las disciplinas de Ingeniería, control de proyectos.
- ✓ Elaborar y controlar los presupuestos de horas – hombre y costos para todas las actividades de Ingeniería, así como para implantar el sistema de reporte de avance del diseño y elaborar estimados.

En la Organización del Proyecto deberá:

- ✓ Definir el proceso específico del control de documentos requerido por el proyecto, así como la matriz de distribución de documentos.
- ✓ Coordinar la asignación de recursos al equipo de Ingeniería como: áreas de trabajo, equipos de comunicación, papelería y otros.
- ✓ Planear y dar seguimiento a los programas de personal requerido en cada una de las disciplinas, asegurándose que sean congruentes con el avance y el programa de Ingeniería y que el personal asignado al proyecto cumpla con los conocimientos y experiencia requeridos para las actividades que realizará.

Para poder realizar la Dirección del proyecto deberá:

- ✓ Identificar y aprobar los cambios de diseño requeridos y conciliar el impacto que generen en otras disciplinas.
- ✓ Identificar, supervisar y dar seguimiento a la elaboración de los documentos entregables del proyecto y coordinar a las disciplinas de Ingeniería involucradas para su correcta ejecución.
- ✓ Promover la aplicación de lecciones aprendidas de manera preventiva.
- ✓ Mantener comunicación directa y buenas relaciones con el cliente.
- ✓ Establecer el “master” de bases de diseño, criterios de diseño y especificaciones técnicas para asegurar que los documentos de Ingeniería cumplan con los requisitos del cliente y normatividad aplicable.
- ✓ Obtener la aprobación del cliente de los entregables y especialmente de los documentos clave.
- ✓ Establecer y asegurar se documente por escrito toda comunicación técnica y decisiones entre el cliente y las disciplinas de Ingeniería.
- ✓ Determinar y resolver impactos en la ejecución de Ingeniería de cada disciplina y alertar a los responsables de tales impactos. Resolver oportunamente todos los asuntos de Ingeniería con las entidades involucradas.
- ✓ Seleccionar las soluciones técnicas de Ingeniería más convenientes desde el punto de vista técnico y económico en la ejecución del proyecto.

Sus funciones principales para controlar el proyecto son:

- ✓ Implantar el proceso de chequeo cruzado y monitorear su ejecución adecuada y oportuna.
- ✓ Establecer y coordinar revisiones del diseño interdisciplinario y con el cliente, las revisiones de los compromisos clave según indique el plan de ejecución. Asegurar la documentación de los acuerdos obtenidos durante las revisiones y su seguimiento.
- ✓ Implantar y dar seguimiento a la lista de necesidades del proyecto en forma semanal.
- ✓ Definir e implantar un sistema para la administración y el control de los cambios de alcance del proyecto en Ingeniería, así como la oportuna notificación a los involucrados para la autorización del cliente, su procesamiento y ajuste de programas y presupuestos.
- ✓ Supervisar registros de horas – hombre, verificar avances y productividad de cada disciplina con respecto al programa de trabajo y las requeridas para la reprogramación y cumplimiento de las fechas clave.
- ✓ Dar seguimiento a los monitoreos y auditorias del seguimiento de la calidad hasta su cierre.
- ✓ Participar en la planeación e implantación del proceso del cierre administrativo del proyecto.

**Coordinador de proyecto:** Su propósito fundamental es planear, dirigir y controlar la calidad de los trabajos realizados en los proyectos por las diferentes disciplinas, asegurándose que los recursos humanos sean calificados, que se suministren las herramientas de trabajo, software, procedimientos y tecnología avanzada para garantizar la ejecución económica, confiable y consistente de todos los documentos ejecutados en el proyecto.

Sus funciones con más detalle se describen a son:

Dentro de la Planeación del Proyecto sus funciones más específicas serán:

- ✓ Apoyar en la integración de propuestas, para lograr que sean competitivas y atractivas para el cliente.
- ✓ Manejo efectivo de herramientas de administración de proyectos: WBS.
- ✓ Elaborar e implantar un plan estratégico para asegurar el avance técnico y mejorar los estándares de productividad.

En la Organización del Proyecto deberá:

- ✓ Asegurarse que los recursos humanos estén capacitados para soportar la ejecución competitiva de los proyectos.

Dentro de la Dirección del proyecto deberá:

- ✓ Difundir los procedimientos técnicos de cada disciplina, asegurando el cumplimiento de los estándares ISO 9001.
- ✓ Garantizar la ejecución técnica de los proyectos, logrando que estos cumplan con los estándares de calidad, costo y oportunidades establecidas por el cliente.
- ✓ Realizar la evaluación del desempeño del personal del proyecto conjuntamente con el Jefe de proyecto.
- ✓ Promover la comunicación interdisciplinaria del personal asignado a los proyectos y la definición de responsabilidades en las interfases.
- ✓ Entendimiento de los códigos y estándares internacionales aplicables a los proyectos

Sus funciones principales dentro del control del proyecto son:

- ✓ Revisar los estimados de horas – hombre de las diferentes disciplinas participantes en los proyectos y promover la mejora de los estándares de productividad.
- ✓ Elaborar curvas de avance, productividad y recursos.
- ✓ Efectuar revisiones técnicas con los expertos de los cálculos y diseños de alto grado de dificultad realizados por los especialistas para asegurar que cumplan con los requerimientos legales y del cliente.
- ✓ Revisar planos y documentos de Ingeniería antes de ser enviados al Jefe de proyecto.
- ✓ Realizar juntas interdisciplinarias para aclarar dudas y tomar decisiones efectivas.
- ✓ Identificar retrasos potenciales y actividades críticas, así como también proponer e implantar soluciones.

**Técnico en proyectos:** Su propósito fundamental es ser el principal apoyo técnico para el Jefe y coordinador de proyecto, teniendo participación desde la etapa de planeación, los conocimientos que debe tener es el manejo eficaz de herramientas de administración de proyectos, elaboración de curvas de avance, productividad y recursos, software de estimados de costo.

Después de describir las funciones del staff administrativo se comenzará a analizar los proyectos, para lo cual debemos comenzar con la visualización de la distribución de horas - hombre que se requieren para cada uno de los proyectos, las horas necesarias para cada uno de ellos se encuentran en la tabla 4.1, en las cuales debemos considerar la categoría y el nivel de cada recurso que se requiere.

Una vez que tenemos las horas, las podemos visualizar de manera más general como se encuentran distribuidos esos recursos, asignando un número 1 en las semanas de participación de cada uno de los recursos. Ver tabla 4.2 resumen de asignación de los recursos por proyecto.

Considerando los tres proyectos y los recursos el personal necesario para los tres proyectos por especialidad y nivel se puede resumir de manera general en la tabla 4.3, en la tabla 4.4 es un resumen general de los recursos para los tres proyectos por nivel.

Con todos estos datos podemos realizar gráficas que nos ayudaran a ver de manera más clara si podemos compartir recursos, las gráficas las realizaremos por especialidad y considerando los tres proyectos.

Por la distribución de las gráficas en los proyectos nos podemos dar cuenta que no es tan sencillo compartir recursos ya que considerando que estos tres proyectos son reales de los tres solo dos pueden compartir recursos y uno es independiente, esto se debe a las fechas compromiso de entrega de los proyectos.

**TABLA 4.1**  
**DISTRIBUCIÓN DE HORAS EN LOS PROYECTOS**

**PROYECTO 1: COMPRESOR ALTERNO DE GAS DE B.N.**

SEMANA	Total HH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43				
<b>RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>																																																
Senior 1 Proceso	80			40	40																																											
Senior 1 Sistemas	80			40	40																																											
Senior 1 Instrumentación	80			40	40																																											
Senior 1 Mecánica	80			40	40																																											
Senior 1 Eléctrica	80			40	40																																											
Senior 1 Civil	80			40	40																																											
Senior 1 Transferencia de calor	80			40	40																																											
Senior 1 Diseño de Equipo	80			40	40																																											
<b>Total</b>	<b>640</b>																																															
<b>DESARROLLO DE LA INGENIERÍA BÁSICA</b>																																																
Senior 1 Proceso	200					40	40	40	40	40																																						
Junior 1 Proceso	400					40	40	40	40	40	40	40	40	40																																		
Técnico 1 Proceso	160							40	40	40	40																																					
Senior 1 Sistemas	560					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																												
Junior 1 Sistemas	800					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Técnico 1 Sistemas	400							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																												
Senior 1 Diseño de Equipo	520					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																												
Junior 1 Diseño de Equipo	720					40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Técnico 1 Diseño de Equipo	320							40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																												
Senior 1 Instrumentación	440								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Senior 2 Instrumentación	640									40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Junior 1 Instrumentación	640									40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Técnico 1 Instrumentación	480										40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Senior 1 Seguridad	240																		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40		
<b>Total</b>	<b>6,520</b>																																															
<b>ANÁLISIS DE RIESGOS</b>																																																
Senior 1 Análisis de Riesgos	400																																															
Junior 1 Análisis de Riesgos	400																																															
<b>Total</b>	<b>800</b>																																															
<b>MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>																																																
Senior 2 Análisis de Riesgos	400																																															
Junior 2 Análisis de Riesgos	400																																															
<b>Total</b>	<b>800</b>																																															



PROYECTO 1: COMPRESOR ALTERNO DE GAS DE B.N. (CONTINUACIÓN).

SEMANA	Total HH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43								
<b>DESARROLLO DE LA INGENIERÍA DE DETALLE</b>																																																				
Senior 1 Eléctrica	480								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																																
Junior 1 Eléctrica	760											40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																						
Senior 1 Mecánica	480								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																																
Junior 1 Mecánica	760											40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																					
Senior 1 Transferencia de Calor	320								40	40	40	40	40	40	40	40																																				
Junior 1 Transferencia de Calor	480										40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																													
Técnico 1 Transferencia de Calor	240											40	40	40	40	40	40	40																																		
Senior 1 Civil	480												40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																										
Junior 1 Civil	640									40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																					
Junior 2 Civil	200													40	40	40	40	40																																		
Técnico 1 Civil	360														40	40	40	40	40	40	40	40	40	40																												
Senior 1 Tuberías	200										40	40	40	40	40																																					
Junior 1 Tuberías	320										40	40	40	40	40	40	40	40																																		
Técnico 1 Tuberías	200											40	40	40	40	40																																				
Senior 1 Arquitectura	120												40	40	40																																					
Junior 1 Arquitectura	200												40	40	40	40	40																																			
Técnico 1 Arquitectura	120													40	40	40																																				
Senior 1 Análisis de Esfuerzos	160																	40	40	40	40																															
Junior 1 Análisis de Esfuerzos	240																	40	40	40	40	40	40																													
<b>Total</b>	<b>6,760</b>																																																			
<b>ELABORACIÓN DE BASES DE CONCURSO</b>																																																				
Senior 1 Proceso	120																																																			
Senior 1 Sistemas	160																																																			
Senior 1 Instrumentación	120																																																			
Senior 1 Mecánica	200																																																			
Senior 1 Eléctrica	200																																																			
Senior 1 Civil	200																																																			
Senior 2 Civil	80																																																			
Senior 1 Transferencia de calor	80																																																			
Senior 1 Diseño de Equipo	120																																																			
Senior 1 Tuberías	120																																																			
Senior 1 Arquitectura	80																																																			
Senior 1 Análisis de Esfuerzos	80																																																			
<b>Total</b>	<b>1,560</b>																																																			
<b>ADMINISTRACION DEL PROYECTO</b>																																																				
Jefe de Proyecto	1,360		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
Coordinador de Proyecto	1,360		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
Técnico de Proyecto	680		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
<b>Total</b>	<b>3,400</b>																																																			

<b>Total de HH en el Proyecto 1</b>	<b>20, 480</b>
-------------------------------------	----------------





PROYECTO 2: ESTACIÓN DE COMPRESIÓN EN CD. PEMEX (CONTINUACIÓN).

SEMANA	Total HH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43											
Senior 2 Aire Acondicionado	1,080								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40									
Senior 3 Aire Acondicionado	1,080								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
Junior 1 Aire Acondicionado	1,080								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
Junior 2 Aire Acondicionado	1,080								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
Técnico 1 Aire Acondicionado	1,200								40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40							
<b>Total</b>	<b>43,080</b>																																																						
<b>ELABORACIÓN DE BASES DE CONCURSO</b>																																																							
Senior 1 Proceso	120																																													40	40	40							
Junior 1 Proceso	120																																														40	40	40						
Senior 1 Sistemas	120																																															40	40	40					
Junior 1 Sistemas	120																																																40	40	40				
Senior 1 Instrumentación	120																																																40	40	40				
Junior 1 Instrumentación	120																																																	40	40	40			
Senior 1 Mecánica	120																																																	40	40	40			
Junior 1 Mecánica	120																																																	40	40	40			
Junior 2 Mecánica	120																																																	40	40	40			
Senior 1 Eléctrica	120																																																	40	40	40			
Senior 1 Civil	120																																																	40	40	40			
Senior 2 Civil	120																																																	40	40	40			
Junior 1 Civil	120																																																	40	40	40			
Senior 1 Transferencia de calor	120																																																	40	40	40			
Junior 1 Transferencia de calor	120																																																		40	40	40		
Senior 1 Diseño de Equipo	120																																																		40	40	40		
Junior 1 Diseño de Equipo	120																																																		40	40	40		
Senior 1 Tuberías	120																																																		40	40	40		
Junior 1 Tuberías	120																																																		40	40	40		
Senior 1 Arquitectura	80																																																		40	40			
Junior 1 Arquitectura	80																																																		40	40			
Senior 1 Análisis de Esfuerzos	80																																																			40	40		
Junior 1 Análisis de Esfuerzos	80																																																		40	40			
Senior 1 Aire Acondicionado	240																																																	40	40	40	40	40	40
Junior 1 Aire Acondicionado	240																																																		40	40	40	40	40
<b>Total</b>	<b>3,080</b>																																																						
<b>ADMINISTRACION DEL PROYECTO</b>																																																							
Jefe de Proyecto	1,680		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40					
Coordinador 1 de Proyecto	1,680		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40			
Técnico de Proyecto	840		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20				
<b>Total</b>	<b>4,200</b>																																																						

<b>Total de HH en el Proyecto 2</b>	<b>72,360</b>
-------------------------------------	---------------

























**PROYECTO 3: INGENIERÍA Y BASES TÉCNICAS PARA LA INSTALACIÓN E INTERCONEXIÓN DE DOS MÓDULOS DE COMPRESIÓN EN PLATAFORMA**

ESPECIALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Administración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3			
Proceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sistemas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2	0	2	6	6	6	6	2	2	3	5	5	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	
Instrumentación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	2	2	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0
Mecánica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	4	4	4	4	4	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1		
Eléctrica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3	4	4	4	4	4	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1			
Civil	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	4	4	1	3	2	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	3	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	1	1		
Transferencia de Calor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0		
Diseño de Equipo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0		
Seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	2	1			
Tuberías	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	4	5	5	5	5	3	3	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	1	1			
Análisis de Esfuerzos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	3	2	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2				
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>10</b>			

**RESUMEN DE LOS TRES PROYECTOS.**

ESPECIALIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52			
Administración	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
Proceso	0	0	2	2	6	6	8	8	8	7	6	6	6	7	6	6	8	8	6	6	6	5	5	5	3	2	2	2	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sistemas	0	0	2	2	6	6	8	8	8	9	10	10	10	9	10	9	10	10	8	8	6	8	12	12	10	10	6	6	7	5	6	4	3	3	2	0	0	0	0	2	2	4	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0
Instrumentación	0	0	2	2	0	0	0	3	7	8	9	9	9	9	10	10	12	11	10	9	7	7	7	7	4	3	3	3	3	4	4	5	5	5	4	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Mecánica	0	0	2	2	0	0	0	5	5	5	7	7	7	11	11	11	11	11	11	10	10	7	6	6	6	5	5	5	5	4	5	5	8	8	9	6	4	4	4	4	4	4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
Eléctrica	0	0	2	2	0	0	0	7	7	7	8	8	8	8	9	9	11	11	11	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	7	7	10	10	11	8	6	4	2	2	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1		
Civil	0	0	2	2	0	0	0	6	11	11	11	11	13	14	14	15	16	15	15	14	13	17	15	12	11	10	13	13	13	12	12	12	11	11	10	7	8	5	3	6	3	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	
Transferencia de Calor	0	0	2	2	0	0	0	6	6	7	8	9	9	9	9	8	9	7	7	7	6	6	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	7	7	5	5	4	0	0	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0		
Diseño de Equipo	0	0	1	1	6	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	8	7	6	5	7	4	6	4	1	0	0	0	3	4	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2	2	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
Seguridad	0	0	1	1	0	0	0	3	4	5	5	5	5	5	5	6	8	8	8	7	6	6	4	3	4	1	1	1	1	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	1		
Análisis de Riesgos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	5	5	9	9	9	9	9	8	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tuberías	0	0	0	0	0	0	0	4	4	6	8	8	8	8	7	6	8	7	7	7	4	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	4	5	9	9	9	9	5	5	3	5	2	2	0	0	3	3	0	0	0	0	1	1		
Arquitectura	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	3	5	5	6	5	5	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Análisis de Esfuerzos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	4	4	5	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	2	2	4	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2		
Aire Acondicionado	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>99</b>	<b>104</b>	<b>106</b>	<b>104</b>	<b>120</b>	<b>112</b>	<b>106</b>	<b>101</b>	<b>94</b>	<b>101</b>	<b>91</b>	<b>88</b>	<b>85</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>64</b>	<b>46</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>12</b>			





RESUMEN DE LOS RECURSOS POR NIVEL Y ESPECIALIDAD PARA LOS TRES PROYECTOS (CONTINUACIÓN).

ESPECIALIDAD	CATEGORIA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Análisis de Esfuerzos	Senior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Junior	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Técnico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aire Acondicionado	Senior	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Junior	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Técnico	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		0	5	21	21	23	23	28	70	82	87	92	93	99	104	106	104	120	112	106	101	94	101	91	88	85	71	69	69	70	66	66	66	78	77	64	46	38	30	27	34	30	29	15	7	17	16	7	10	7	7	13	12

**TABLA 4.4**  
RESUMEN DE LOS RECURSOS POR NIVEL PARA LOS TRES PROYECTOS.

NIVEL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
Jefe de Proyecto	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Coordinador	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Técnico Proyectos	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Senior	0	0	16	16	9	9	9	32	34	35	37	37	39	42	44	44	52	50	46	40	37	45	41	40	40	31	30	30	30	29	32	33	43	42	29	16	15	11	7	11	12	11	5	1	6	5	1	2	1	1	6	5	
Junior	0	0	0	0	9	9	10	25	29	31	34	34	36	37	36	36	45	41	41	42	38	37	33	32	32	27	26	26	26	22	20	19	24	24	20	17	10	9	13	16	13	12	5	1	4	4	1	2	1	1	2	2	
Técnico	0	0	0	0	0	0	4	8	14	16	18	19	19	20	21	19	18	16	14	14	14	14	12	11	8	8	8	8	9	10	9	9	6	6	10	8	8	5	2	2	0	1	0	0	2	2	0	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>		0	5	21	21	23	23	28	70	82	87	92	93	99	104	106	104	120	112	106	101	94	101	91	88	85	71	69	69	70	66	66	66	78	77	64	46	38	30	27	34	30	29	15	7	17	16	7	10	7	7	13	12

#### 4.2.2 Análisis de los Precios de Venta y Costo Interno de los Proyectos.

Una vez que hemos considerado la distribución de los recursos pasemos ahora a la parte económica, presentaremos primero el costeo de los proyectos en precio de venta de acuerdo a las tablas 4.5, 4.6 y 4.7.

**TABLA 4.5**  
Estimado de Precio de Venta del Proyecto 1 Por Horas – Hombre

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	1	SR	400	\$409.77	\$163,908.00
P	1	JR	400	\$329.35	\$131,740.00
P	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
S	1	SR	800	\$409.77	\$327,816.00
S	1	JR	800	\$329.35	\$263,480.00
S	1	TE	400	\$252.76	\$101,104.00
DE	1	SR	720	\$409.77	\$295,034.40
DE	1	JR	720	\$329.35	\$237,132.00
DE	1	TE	320	\$252.76	\$80,883.20
I	2	SR	1,280	\$409.77	\$524,505.60
I	1	JR	640	\$329.35	\$210,784.00
I	1	TE	480	\$252.76	\$121,324.80
SEG	1	SR	240	\$409.77	\$98,344.80
AR	2	SR	800	\$409.77	\$327,816.00
AR	2	JR	800	\$329.35	\$263,480.00
TC	1	SR	480	\$409.77	\$196,689.60
TC	1	JR	480	\$329.35	\$158,088.00
TC	1	TE	240	\$252.76	\$60,662.40
M	1	SR	760	\$409.77	\$311,425.20
M	1	JR	760	\$329.35	\$250,306.00
E	1	SR	760	\$409.77	\$311,425.20
E	1	JR	760	\$329.35	\$250,306.00
T	1	SR	320	\$409.77	\$131,126.40
T	1	JR	320	\$329.35	\$105,392.00
T	1	TE	200	\$252.76	\$50,552.00
AE	1	SR	240	\$409.77	\$98,344.80
AE	1	JR	240	\$329.35	\$79,044.00
C	2	SR	840	\$409.77	\$344,206.80
C	2	JR	840	\$329.35	\$276,654.00
C	1	TE	360	\$252.76	\$90,993.60
A	1	SR	200	\$409.77	\$81,954.00
A	1	JR	200	\$329.35	\$65,870.00
A	1	TE	120	\$252.76	\$30,331.20
ADM	1	LP	1,360	\$786.35	\$1,069,436.00
ADM	1	CP	1,360	\$527.21	\$717,005.60
ADM	1	TE	680	\$252.76	\$171,876.80
<b>TOTAL</b>			<b>20,480</b>		<b>\$8,039,484.00</b>

**TABLA 4.6**  
**Estimado de Precio de Venta del Proyecto 2 Por Horas – Hombre**

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	2	SR	1,760	\$409.77	\$721,195.20
P	2	JR	1,760	\$329.35	\$579,656.00
P	1	TE	480	\$252.76	\$121,324.80
S	3	SR	2,400	\$409.77	\$983,448.00
S	3	JR	2,400	\$329.35	\$790,440.00
S	1	TE	600	\$252.76	\$151,656.00
DE	2	SR	1,760	\$409.77	\$721,195.20
DE	2	JR	1,760	\$329.35	\$579,656.00
DE	1	TE	480	\$252.76	\$121,324.80
I	2	SR	1,920	\$409.77	\$786,758.40
I	2	JR	1,280	\$329.35	\$421,568.00
I	1	TE	640	\$252.76	\$161,766.40
SEG	2	SR	1,440	\$409.77	\$590,068.80
SEG	2	JR	1,440	\$329.35	\$474,264.00
SEG	1	TE	600	\$252.76	\$151,656.00
AR	2	SR	800	\$409.77	\$327,816.00
AR	2	JR	800	\$329.35	\$263,480.00
AR	1	TE	320	\$252.76	\$80,883.20
TC	3	SR	2,880	\$409.77	\$1,180,137.60
TC	3	JR	1,920	\$329.35	\$632,352.00
TC	1	TE	1,200	\$252.76	\$303,312.00
M	2	SR	2,400	\$409.77	\$983,448.00
M	2	JR	2,520	\$329.35	\$829,962.00
M	1	TE	480	\$252.76	\$121,324.80

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
E	3	SR	3,600	\$409.77	\$1,475,172.00
E	2	JR	2,280	\$329.35	\$750,918.00
E	1	TE	1,200	\$252.76	\$303,312.00
T	2	SR	2,400	\$409.77	\$983,448.00
T	2	JR	2,400	\$329.35	\$790,440.00
T	1	TE	400	\$252.76	\$101,104.00
AE	1	SR	640	\$409.77	\$262,252.80
AE	1	JR	640	\$329.35	\$210,784.00
AE	1	TE	640	\$252.76	\$161,766.40
C	4	SR	4,320	\$409.77	\$1,770,206.40
C	3	JR	3,360	\$329.35	\$1,106,616.00
C	3	TE	2,560	\$252.76	\$647,065.60
A	1	SR	1,280	\$409.77	\$524,505.60
A	1	JR	640	\$329.35	\$210,784.00
A	1	TE	560	\$252.76	\$141,545.60
AA	3	SR	3,600	\$409.77	\$1,475,172.00
AA	2	JR	2,400	\$329.35	\$790,440.00
AA	1	TE	1,200	\$252.76	\$303,312.00
ADM	1	LP	1,680	\$786.35	\$1,321,068.00
ADM	1	CP	1,680	\$527.21	\$885,712.80
ADM	1	TE	840	\$252.76	\$212,318.40
<b>TOTAL</b>			<b>72,360</b>		<b>\$26,506,636.80</b>

**TABLA 4.7**  
**Estimado de Precio de Venta del Proyecto 3 Por Horas – Hombre**

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	2	SR	720	\$409.77	\$295,034.40
P	1	JR	360	\$329.35	\$118,566.00
S	3	SR	1,440	\$409.77	\$590,068.80
S	2	JR	1,120	\$329.35	\$368,872.00
S	1	TE	320	\$252.76	\$80,883.20
DE	1	SR	440	\$409.77	\$180,298.80
DE	1	JR	400	\$329.35	\$131,740.00
DE	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
I	2	SR	1,120	\$409.77	\$458,942.40
I	1	JR	560	\$329.35	\$184,436.00
I	1	TE	240	\$252.76	\$60,662.40
SEG	1	SR	480	\$409.77	\$196,689.60
SEG	1	JR	480	\$329.35	\$158,088.00
SEG	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
TC	1	SR	400	\$409.77	\$163,908.00
TC	1	JR	240	\$329.35	\$79,044.00
M	2	SR	1,440	\$409.77	\$590,068.80
M	2	JR	1,040	\$329.35	\$342,524.00
M	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
E	2	SR	1,200	\$409.77	\$491,724.00
E	1	JR	600	\$329.35	\$197,610.00
E	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
T	2	SR	960	\$409.77	\$393,379.20
T	2	JR	960	\$329.35	\$316,176.00
T	1	TE	320	\$252.76	\$80,883.20
AE	1	SR	440	\$409.77	\$180,298.80
AE	1	JR	440	\$329.35	\$144,914.00
AE	1	TE	160	\$252.76	\$40,441.60
C	3	SR	1,600	\$409.77	\$655,632.00
C	2	JR	1,600	\$329.35	\$526,960.00
C	1	TE	400	\$252.76	\$101,104.00
ADM	1	LP	1,600	\$786.35	\$1,258,160.00
ADM	1	CP	1,600	\$527.21	\$843,536.00
ADM	1	TE	800	\$252.76	\$202,208.00
<b>TOTAL</b>			<b>24,120</b>		<b>\$9,594,619.60</b>

El costo de los tres proyectos se presenta en la tabla 4.8:

**TABLA 4.8**  
Estimado de Precio de Venta de los Tres Proyectos

PROYECTO	COSTO DE VENTA
Proyecto 1	\$ 8,039,484.00
Proyecto 2	\$ 26,506,636.80
Proyecto 3	\$ 9,594,619.60
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 44,140,740.40</b>

Cada empresa tiene su costo interno de Hora – Hombre, para estos proyectos el costo interno de la firma de ingeniería es el que se presenta a continuación en las tablas 4.9, 4.10 y 4.11.

**TABLA 4.9**  
Estimado de Costo Interno del Proyecto 1 Por Horas – Hombre

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	1	SR	400	\$330.78	\$132,312.00
P	1	JR	400	\$214.40	\$85,760.00
P	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
S	1	SR	800	\$330.78	\$264,624.00
S	1	JR	800	\$214.40	\$171,520.00
S	1	TE	400	\$141.87	\$56,748.00
DE	1	SR	720	\$330.78	\$238,161.60
DE	1	JR	720	\$214.40	\$154,368.00
DE	1	TE	320	\$141.87	\$45,398.40
I	2	SR	1,280	\$330.78	\$423,398.40
I	1	JR	640	\$214.40	\$137,216.00
I	1	TE	480	\$141.87	\$68,097.60
SEG	1	SR	240	\$330.78	\$79,387.20
AR	2	SR	800	\$330.78	\$264,624.00
AR	2	JR	800	\$214.40	\$171,520.00
TC	1	SR	480	\$330.78	\$158,774.40
TC	1	JR	480	\$214.40	\$102,912.00
TC	1	TE	240	\$141.87	\$34,048.80
M	1	SR	760	\$330.78	\$251,392.80
M	1	JR	760	\$214.40	\$162,944.00
E	1	SR	760	\$330.78	\$251,392.80
E	1	JR	760	\$214.40	\$162,944.00
T	1	SR	320	\$330.78	\$105,849.60
T	1	JR	320	\$214.40	\$68,608.00

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
T	1	TE	200	\$141.87	\$28,374.00
AE	1	SR	240	\$330.78	\$79,387.20
AE	1	JR	240	\$214.40	\$51,456.00
C	2	SR	840	\$330.78	\$277,855.20
C	2	JR	840	\$214.40	\$180,096.00
C	1	TE	360	\$141.87	\$51,073.20
A	1	SR	200	\$330.78	\$66,156.00
A	1	JR	200	\$214.40	\$42,880.00
A	1	TE	120	\$141.87	\$17,024.40
ADM	1	LP	1,360	\$399.20	\$542,912.00
ADM	1	CP	1,360	\$360.89	\$490,810.40
ADM	1	TE	680	\$141.87	\$96,471.60
<b>TOTAL</b>			<b>20,480</b>		<b>\$5,539,196.80</b>

**TABLA 4.10**  
Estimado de Costo Interno del Proyecto 2 Por Horas – Hombre

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	2	SR	1,760	\$330.78	\$582,172.80
P	2	JR	1,760	\$214.40	\$377,344.00
P	1	TE	480	\$141.87	\$68,097.60
S	3	SR	2,400	\$330.78	\$793,872.00
S	3	JR	2,400	\$214.40	\$514,560.00
S	1	TE	600	\$141.87	\$85,122.00
DE	2	SR	1,760	\$330.78	\$582,172.80
DE	2	JR	1,760	\$214.40	\$377,344.00
DE	1	TE	480	\$141.87	\$68,097.60
I	2	SR	1,920	\$330.78	\$635,097.60
I	2	JR	1,280	\$214.40	\$274,432.00
I	1	TE	640	\$141.87	\$90,796.80
SEG	2	SR	1,440	\$330.78	\$476,323.20
SEG	2	JR	1,440	\$214.40	\$308,736.00
SEG	1	TE	600	\$141.87	\$85,122.00
AR	2	SR	800	\$330.78	\$264,624.00
AR	2	JR	800	\$214.40	\$171,520.00
AR	1	TE	320	\$141.87	\$45,398.40
TC	3	SR	2,880	\$330.78	\$952,646.40
TC	3	JR	1,920	\$214.40	\$411,648.00
TC	1	TE	1,200	\$141.87	\$170,244.00
M	2	SR	2,400	\$330.78	\$793,872.00
M	2	JR	2,520	\$214.40	\$540,288.00
M	1	TE	480	\$141.87	\$68,097.60

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
E	3	SR	3,600	\$330.78	\$1,190,808.00
E	2	JR	2,280	\$214.40	\$488,832.00
E	1	TE	1,200	\$141.87	\$170,244.00
T	2	SR	2,400	\$330.78	\$793,872.00
T	2	JR	2,400	\$214.40	\$514,560.00
T	1	TE	400	\$141.87	\$56,748.00
AE	1	SR	640	\$330.78	\$211,699.20
AE	1	JR	640	\$214.40	\$137,216.00
AE	1	TE	640	\$141.87	\$90,796.80
C	4	SR	4,320	\$330.78	\$1,428,969.60
C	3	JR	3,360	\$214.40	\$720,384.00
C	3	TE	2,560	\$141.87	\$363,187.20
A	1	SR	1,280	\$330.78	\$423,398.40
A	1	JR	640	\$214.40	\$137,216.00
A	1	TE	560	\$141.87	\$79,447.20
AA	3	SR	3,600	\$330.78	\$1,190,808.00
AA	2	JR	2,400	\$214.40	\$514,560.00
AA	1	TE	1,200	\$141.87	\$170,244.00
ADM	1	LP	1,680	\$399.20	\$670,656.00
ADM	1	CP	1,680	\$360.89	\$606,295.20
ADM	1	TE	840	\$141.87	\$119,170.80
<b>TOTAL</b>			<b>72,360</b>		<b>\$18,816,741.20</b>

**TABLA 4.11**  
**Estimado de Costo Interno del Proyecto 3 Por Horas – Hombre**

ESP.	No.	CAT.	H-H	COSTO UNITARIO	TOTAL
P	2	SR	720	\$330.78	\$238,161.60
P	1	JR	360	\$214.40	\$77,184.00
S	3	SR	1,440	\$330.78	\$476,323.20
S	2	JR	1,120	\$214.40	\$240,128.00
S	1	TE	320	\$141.87	\$45,398.40
DE	1	SR	440	\$330.78	\$145,543.20
DE	1	JR	400	\$214.40	\$85,760.00
DE	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
I	2	SR	1,120	\$330.78	\$370,473.60
I	1	JR	560	\$214.40	\$120,064.00
I	1	TE	240	\$141.87	\$34,048.80
SEG	1	SR	480	\$330.78	\$158,774.40
SEG	1	JR	480	\$214.40	\$102,912.00
SEG	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
TC	1	SR	400	\$330.78	\$132,312.00
TC	1	JR	240	\$214.40	\$51,456.00
M	2	SR	1,440	\$330.78	\$476,323.20
M	2	JR	1,040	\$214.40	\$222,976.00
M	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
E	2	SR	1,200	\$330.78	\$396,936.00
E	1	JR	600	\$214.40	\$128,640.00
E	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
T	2	SR	960	\$330.78	\$317,548.80
T	2	JR	960	\$214.40	\$205,824.00
T	1	TE	320	\$141.87	\$45,398.40
AE	1	SR	440	\$330.78	\$145,543.20
AE	1	JR	440	\$214.40	\$94,336.00
AE	1	TE	160	\$141.87	\$22,699.20
C	3	SR	1,600	\$330.78	\$529,248.00
C	2	JR	1,600	\$214.40	\$343,040.00
C	1	TE	400	\$141.87	\$56,748.00
ADM	1	LP	1,600	\$399.20	\$638,720.00
ADM	1	CP	1,600	\$360.89	\$577,424.00
ADM	1	TE	800	\$141.87	\$113,496.00
<b>TOTAL</b>			<b>24,120</b>		<b>\$6,684,236.80</b>



### 4.2.3 Planteamiento de los Posibles Escenarios para la Contratación de Recursos.

Si consideramos que para los tres proyectos sólo se contara con un jefe de proyecto, dos coordinadores y un técnico para el staff administrativo, se considerará un total de 52 semanas para el desarrollo de los proyectos y dadas las características actuales de ejecución de los proyectos, podemos plantear tres escenarios para ello, los cuales juntos con sus costos internos de ejecución serán los siguientes:

**ESCENARIO 1:** El total de los recursos serán con contrato fijo, es decir pertenecen a la firma de ingeniería. El mayor número de recursos calculados, de acuerdo con la tabla 4.4 resumen de los recursos por nivel, será con el que se deba contar todo el año, siendo el costo de horas – hombre el calculado en la tabla 4.12

**TABLA 4.12**  
**Estimado de Costo Interno Anual de los Proyectos Considerando Personal Perteneciente a la Firma de Ingeniería**

No.	CATEGORÍA	HH ANUALES	COSTO UNITARIO	TOTAL
1	Jefe de Proyecto	2,080	\$399.20	\$830,336.00
2	Coordinador	2,080	\$360.89	\$1,501,302.40
2	Técnico Proyectos	2,080	\$141.87	\$590,179.20
52	Senior	2,080	\$330.78	\$35,777,164.80
45	Junior	2,080	\$214.40	\$20,067,840.00
21	Técnico	2,080	\$141.87	\$6,196,881.60
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 64,963,704.00</b>

**ESCENARIO 2:** El total de los recursos será contratado de acuerdo a las necesidades de los proyectos, es decir, se realizará por medio de outsourcing. El costo de ejecución de los proyectos bajo este escenario lo muestra la tabla 4.13

**TABLA 4.13**  
**Estimado de Costo Interno Anual de los Proyectos Considerando Personal contratado por outsourcing**

CATEGORÍA	HH ANUALES	COSTO UNITARIO	TOTAL
Jefe de Proyecto	2,040	\$399.20	\$814,368.00
Coordinador	4,080	\$360.89	\$1,472,431.20
Técnico proyectos	4,080	\$141.87	\$578,829.60
Senior	49,280	\$330.78	\$16,300,838.40
Junior	40,360	\$214.40	\$8,653,184.00
Técnico	15,720	\$141.87	\$2,230,196.40
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 30,049,847.60</b>

**ESCENARIO 3:** Se contará con un recurso de cada especialidad y de cada nivel con contrato fijo y el resto de los recursos será contratado de acuerdo a las necesidades de los proyectos por medio de outsourcing. El costo de ejecución de los proyectos bajo este escenario lo muestra la tabla 4.14

**TABLA 4.14**  
**Estimado de Costo Interno Anual de los Proyectos Considerando Personal Pertenciente a la firma de Ingeniería y contratadas por outsourcing**

CATEGORÍA	HH ANUALES	COSTO UNITARIO	TOTAL
Jefe de Proyecto contrato fijo	2040	\$399.20	\$814,368.00
Coordinador contrato fijo	4,080	\$360.89	\$1,472,431.20
Técnico proyectos contrato fijo	4,080	\$141.87	\$578,829.60
Senior contrato fijo	28,560	\$330.78	\$9,447,076.80
Senior outsourcing	30,600	\$330.78	\$10,121,868.00
Junior contrato fijo	28,560	\$214.40	\$6,123,264.00
Junior outsourcing	23,560	\$214.40	\$5,051,264.00
Técnico contrato fijo	28,560	\$141.87	\$4,051,807.20
Técnico outsourcing	4,200	\$141.87	\$595,854.00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 38,256,762.80</b>

#### 4.2.4 Selección de los Escenarios más viables para la Ejecución de los Proyectos.

De acuerdo con estos escenarios podemos calcular una utilidad marginal, la cual calcularemos como:

$$\% \text{ Utilidad Marginal} = \frac{\text{Costo de Venta} - \text{Costo Interno}}{\text{Costo de Venta}} * 100$$

Cabe mencionar que la utilidad marginal que se está calculando solamente nos servirá como un indicador para realizar nuestro análisis, ya que no se consideran todos los aspectos reales para calcular de manera precisa una utilidad real para la firma de ingeniería.

El cálculo de la utilidad marginal para los tres escenarios se encuentra en la tabla 4.15.

**TABLA 4.15**  
**Estimado de Utilidad Marginal para los**  
**Escenarios de Ejecución de los Proyectos**

Escenarios para la Ejecución de los proyectos	Utilidad Marginal
Escenario 1	-46.51 %
Escenario 2	31.92 %
Escenario 3	13.33 %

También debemos considerar el caso en el cual los proyectos se realicen de manera independiente, que cada uno de ellos tenga su propio staff administrativo, la Utilidad marginal resultante para cada uno de los tres proyectos realizados de manera independiente las podemos encontrar en la tabla 4.16

**TABLA 4.16**  
**Estimado de Utilidad marginal para la**  
**Ejecución de los Proyectos de Forma Independiente**

Proyectos	Utilidad Marginal
Proyecto 1	31.10%
Proyecto 2	29.01%
Proyecto 3	30.33%

Si la Utilidad Marginal la vemos como lo que puede ganar la firma de ingeniería en un momento dado y la definimos como la Utilidad Marginal Neta, esta se vería de acuerdo a la tabla 4.17.

**TABLA 4.17**  
**Utilidad Marginal Neta para la Firma de Ingeniería**

Escenarios para la Ejecución de los proyectos	Utilidad Marginal Neta
Escenario 1	-\$20,527,874.00
Escenario 2	\$14,090,892.80
Escenario 3	\$5,883,977.60
Proyectos en forma independiente	\$13,100,565.60

Con estos resultados podemos ver que las opciones más viables para la realización de nuestros proyectos son los escenarios 2 y 3, los cuales vamos a tomar como base para nuestro análisis cualitativo de riesgos.

#### 4.2.5 Análisis Cualitativo de Riesgos para los Escenarios Seleccionados en la Ejecución de los Proyectos.

Esta evaluación esta basada en los parámetros mostrados en la matriz de Probabilidad e Impacto (Figura 1.7) establecida por el PMBOK Guide, los riesgos, su evaluación y jerarquización se encuentran en la tabla 4.18. Los riesgos que se consideran para este estudio son tomados de la experiencia.

**TABLA 4.18**  
**Evaluación y jerarquización de Riesgos**

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Evaluación Probabilidad * Impacto
Retraso en actividades de ruta critica	0.4	0.7	0.28
Falta de control administrativo de los proyectos	0.3	0.8	0.24
Planeación inadecuada	0.2	0.7	0.14
Falta de recursos inadecuados	0.3	0.4	0.12
Cambio en los costos del proyecto	0.1	0.8	0.08
Uso inadecuado de los recursos	0.3	0.2	0.06
Problemas legales	0.2	0.2	0.04
Incomprensión de metas	0.1	0.2	0.02

- Riesgos de alto impacto en los proyectos
- Riesgos de impacto medio en los proyectos
- Riesgos de bajo impacto en los proyectos

De acuerdo a esta jerarquización tenemos seis casos para realizar el análisis cualitativo de riesgos con ayuda del risk analysis, los casos a considerar son los primeros seis de riesgos marcados en la tabla 4.18 con color rojo y amarillo, este análisis se realizará para los escenarios 2 y 3 de las propuestas para la ejecución de los proyectos, es decir para los recursos que sean contratados por outsourcing en su totalidad y cuando se cuente con un

recurso de cada especialidad y nivel de contrato fijo y el resto de los recursos será contratado por outsourcing, en los cuales se considera el resumen de los resultados se muestran en las tablas 4.19 y 4.20.

**TABLA 4.19**  
Resumen de los Resultados del Análisis Cualitativo de Riesgos  
Personal contratado por outsourcing

Caso	Probabilidad		Días de retraso <sup>1</sup>		Costo <sup>2</sup>	
	Optimista	Pesimista	50% Probabilidad	100% Probabilidad	50% Probabilidad	100% Probabilidad
1	6	6	9	63	\$1,208,000	-\$1,642,000
2	15	15	9	59	\$1,175,000	-\$1,803,000
3	6	28	9	62	-\$2,091,000	-\$6,164,000
4	15	28	9	64	-\$1,791,000	-\$5,888,000
5	6	15	9	62	-\$2,913,000	-\$6,302,000
6	28	28	9	63	-\$2,003,000	-\$5,408,000

<sup>1</sup> La duración de los proyectos esta considerada en 1 año

<sup>2</sup> El costo se refiere al costo interno de los tres proyectos.

**TABLA 4.20**  
Resumen de los Resultados del Análisis Cualitativo de Riesgos  
Personal de la firma de Ingeniería y contratado por outsourcing

Caso	Probabilidad		Días de retraso <sup>1</sup>		Costo <sup>2</sup>	
	Optimista	Pesimista	50% Probabilidad	100% Probabilidad	50% Probabilidad	100% Probabilidad
1	6	6	11	64	\$863,000	-\$6,687,000
2	15	15	11	60	-\$462,000	-\$9,448,000
3	6	28	11	60	-\$644,000	-\$9,303,000
4	15	28	10	64	\$1,065,000	-\$7,085,000
5	6	15	11	63	\$1,075,000	-\$7,103,000
6	28	28	11	63	\$1,037,000	-\$7,782,000

<sup>1</sup> La duración de los proyectos esta considerada en 1 año

<sup>2</sup> El costo se refiere al costo interno de los tres proyectos.

#### 4.2.6 Análisis de Resultados y Toma de Decisiones.

De acuerdo a las tablas anteriores podemos visualizar que en el escenario 2 lo máximo que nos podemos retrasar en el inicio de los proyectos son 3 días y 64 días para la entrega de los trabajos, en cuanto a costos se refiere, podrá tener un costo interno mayor al planeado, lo que se traduce en reducción del margen de utilidad neta para la firma de ingeniería lo cual en un escenario pesimista será de 6 millones aproximadamente, lo cual puede cubrirse de acuerdo a la información de la tabla 4.17, lo cual se traduce en una utilidad marginal del 18.3%, es decir una utilidad marginal neta de aproximadamente 8 millones.

Para el escenario 3 el retraso para el inicio de los trabajos será de 5 días como máximo y 64 días para la entrega de los mismos, los costos internos en la ejecución de los proyectos se incrementan hasta un máximo de 9 millones aproximadamente en un escenario pesimista, lo cual de acuerdo a la tabla 4.17 rebasa la ganancia neta de los proyectos y no sería la mejor opción para la ejecución de los proyectos, teniendo una utilidad marginal de -7%, es decir una pérdida de aproximadamente 3 millones.

En resumen después de realizar un análisis de horas, costos, utilidad marginal y análisis cualitativo de riesgos para estos proyectos la mejor opción de ejecución de estos tres proyectos es el escenario número 2, en donde los recursos son contratados por outsourcing, ya que aún en el escenario más pesimista representa una ganancia para la firma de ingeniería.

---

---

## CAPITULO 5

# CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo y la hipótesis planteados al inicio, así como durante el desarrollo del presente trabajo se pueden establecer las siguientes conclusiones:

1. El planteamiento de diferentes escenarios en la contratación de recursos humanos para ejecutar los proyectos tiene como objetivo disminuir los costos internos de ejecución, lo cual nos permitirá encontrar la mayor utilidad marginal posible aún cuando nos retrasemos en el inicio de los proyectos 3 y 64 días para la entrega de los trabajos, el cual es nuestro escenario más pesimista. En nuestro caso de estudio en el escenario más optimista la utilidad marginal será del 18.3% para el escenario donde los recursos humanos son contratados por outsourcing.
2. El compartir recursos humanos en la ejecución de los proyectos no siempre es posible, lo que nos da la pauta para que esto se pueda lograr es que las fechas de inicio y término de los proyectos deben ser diferentes ya que fechas similares complica el compartir los recursos, además los proyectos no deben ser mayores de las 75,000 Horas Hombre ya que un proyecto de mayor número de horas requerirá un staff completo de administración, lo que se ejecutaría de manera independiente y no como multiproyecto. En nuestro caso de estudio los dos primeros proyectos no se pueden compartir recursos ya que las fechas de inicio son iguales y los trabajos a realizar son muy parecidos y el tercer proyecto por la fecha de inicio se maneja de manera independiente. La hipótesis es válida ya que si bien no se pudieron compartir los recursos en las diferentes especialidades si se comparte el staff administrativo y se puede realizar el estudio hasta el análisis cualitativo de riesgos.
3. El análisis de Riesgos cuantitativo como apoyo en la toma de decisiones nos es de mucha ayuda, ya que con solamente un análisis económico no podemos visualizar los posibles riesgos que se nos puedan presentar y las posibles consecuencias que se puedan tener si se presentan a lo largo de la ejecución de los proyectos.
4. Para que cualquier proyecto sea considerado como exitoso debe considerar una administración rigurosa para lograr su mitigación; si podemos visualizar los riesgos desde la planeación de los proyectos, sabremos a lo que nos podemos enfrentar y si nos es posible mitigarlos.

5. Como no existen proyectos sin riesgo; no basta con identificarlos, se debe llevar un buen monitoreo y control de los mismos para que se lleve a buen término los proyectos.
6. El planteamiento de escenarios en la contratación de recursos humanos para ejecutar los proyectos nos permite tener una mejor visión como firma de ingeniería y así poder ofrecer a nuestros clientes una mejor cotización de venta y el mejor costo, lo que nos da cierta ventaja con respecto a la competencia.
7. De acuerdo al desarrollo del presente trabajo se puede concluir que la mejor opción para la ejecución de los proyectos es contratar el personal por medio de outsourcing sin perder de vista que debemos estar seguros que el personal que se nos asigne sea experto en el área en la cual lo estamos solicitando y no represente un riesgo en la ejecución de los proyectos. La manera que no sea un riesgo para nosotros en la ejecución de los proyectos es asegurándonos que conozca y tenga experiencia en los procesos con los que se rige nuestra firma de ingeniería, o bien la compañía a la cual pertenece tenga procesos equivalentes, así mismo debe conocer como es nuestro sistema laboral.
8. Es de suma importancia que al integrar nuestro staff administrativo no quede corto ya que los riesgos se incrementarían por ésta situación, algunos de los cuales podrían ser el descuido de otros proyectos por dedicarle mayor atención a uno en particular, siendo que todos ellos son importantes para la firma de ingeniería, lo que nos ocasionaría una pérdida total en el control de todos los proyectos, una mala administración de los mismos, así como un pésimo o nulo control y monitoreo en los riesgos de los proyectos.
9. Con lo anteriormente expuesto podemos decir que las grandes firmas de ingeniería ejecutan proyectos pequeños con personal que no pertenece directamente a la empresa, esto lo realizan a manera de apoyo en casos en los que no existe continuidad en las especialidades; lo cual tiene como objetivo principal que la firma de ingeniería tenga el menor pasivo laboral posible pero se busca que el producto final sea de calidad y mas competitivo. Además con esta contratación temporal la firma de ingeniería no pierde la responsabilidad única que implica que cualquier proyecto termine en el plazo establecido, con la mejor calidad y con el costo establecido.



10. Lo más importante para el desarrollo de todo un estudio de factibilidad y un análisis de riesgos, y así poder establecer el mejor de los escenarios en la contratación de recursos humanos para la ejecución de los proyectos, es la adecuada planeación de los mismos, sin una buena planeación y aún con los mejores pronósticos de que los trabajos se realizarán en tiempo y costo, en la ejecución nos daremos cuenta de que estas expectativas serán falsas, por lo que es de suma importancia señalar que una buena planeación en los proyectos nos llevará a una buena ejecución.

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

1. Millar Irwin, Freund Jonh E. Probabilidad y Estadística para Ingenieros. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. Segunda reimpresión, México, 1987.
2. Walpole E. Ronald, Myers H. Raymond. Probabilidad y Estradistica para Ingenieros. Mc Graw Hill, México, 1991.
3. López Cachero Manuel. Fundamentos y Métodos de Estadística. Ediciones Pirámide, S.A., Segunda Edición Madrid., 1978.
4. A Guide to de Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Third Edition
5. Vose David. Risk Analysis A Quantitative Guide. John Wiley & sons, LTD. Second Edition, England 2000
6. Spurr William A., Bonini Charles P. Toma de Decisiones en Administración Mediante Métodos Estadísticos. Editorial Limusa. Primera Edición, México, 1978.
7. Vélez Sobrino Netzahualcoyotl. Introducción a la Estadística para la Calidad Total. Editorial Limusa. Primera Edición. México, 1998.
8. Notas del curso Teoría de Sistemas impartido por el Dr. Carlos Escobar Toledo. Maestría en Ingeniería de Proyectos. Semestre 2004-2. Facultad de Química UNAM.
9. Notas del curso Planeación y Control de Proyectos de Sistemas Industriales impartido por la Ing. Leticia Lozano Ríos. Maestría en Ingeniería de Proyectos. Semestre 2005-1. Facultad de Química UNAM.
10. Vicente López García. Desarrollo de un libro de proyecto como guía al estudiante de Ingeniería Química. Tesis. Facultad de Química, UNAM. México, 1995.
11. Julieta Cristians Pulido Rodríguez. Evaluación Cuantitativa de los Riesgos en Administración de Proyectos. Tesis. Facultad de Química, UNAM. México, 2003
12. Jorge Manuel Andrade Villaurrutia. Análisis del Riesgo y la Incertidumbre en la Evaluación de Proyectos para la Industria Química y de Procesos. Tesis. Facultad de Química, UNAM. México.
13. Catapult. Paso a Paso Microsoft Project. Mc Graw Hill. Primera Edición, España 1998.
14. Grupo IPC Recursos Humanos. Descripción de Puestos. México, 2002.

---

---

# ANEXOS

---

---

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
1	<b>PROYECTO 1</b>	170 días	lun 09/01/06	vie 01/09/06	\$8,039,484.00																																	
2	<b>Administración del Proyecto</b>	170 días	lun 09/01/06	vie 01/09/06	\$1,958,318.40																																	
3	Administración del Proyecto	34 sem.	lun 09/01/06	vie 01/09/06	\$1,958,318.40																																	
4	<b>Compresor Alternativo de B.N. en Atasta</b>	165 días	lun 16/01/06	vie 01/09/06	\$6,081,165.60																																	
5	Recopilación y Análisis de Información	2 sem.	lun 16/01/06	vie 27/01/06	\$262,252.80																																	
6	Desarrollo de Ingeniería Básica	20 sem.	lun 30/01/06	vie 16/06/06	\$2,252,291.60																																	
7	Análisis de Riesgos	10 sem.	lun 22/05/06	vie 28/07/06	\$295,648.00																																	
8	Manifiesto de Impacto Ambiental	10 sem.	lun 19/06/06	vie 25/08/06	\$295,648.00																																	
9	Desarrollo de Ingeniería de Detalle	22 sem.	lun 20/02/06	vie 21/07/06	\$2,336,084.00																																	
10	Elaboración de Bases Técnicas de Concurso	6 sem.	lun 24/07/06	vie 01/09/06	\$639,241.20																																	

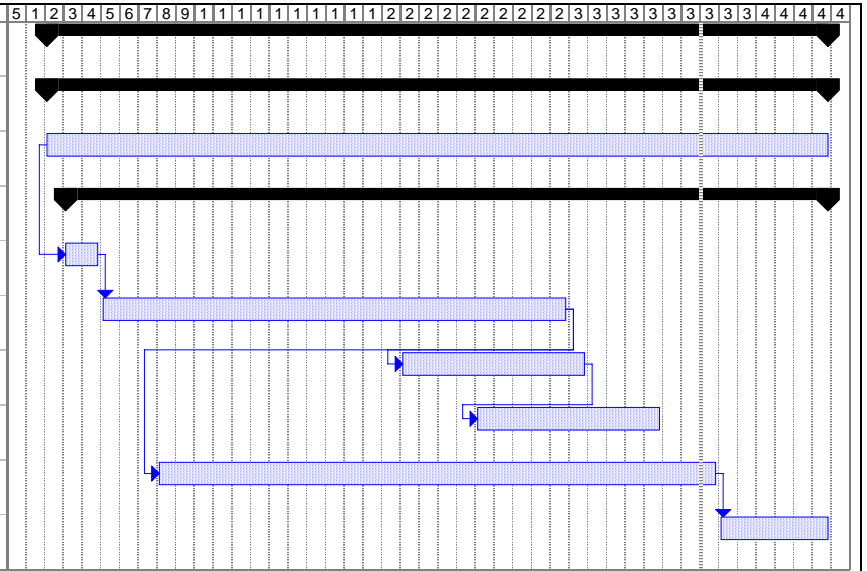
Proyecto 1 Precio de Venta	Tarea		Resumen		Progreso resumido		Resumen del proyecto	
	Progreso		Tarea resumida		División		Agrupar por síntesis	
	Hito		Hito resumido		Tareas externas		Fecha límite	

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1	<b>PROYECTO 1</b>	<b>170 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 01/09/06</b>	<b>\$5,539,196.80</b>																																								
2	<b>Administración del Proyecto</b>	<b>170 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 01/09/06</b>	<b>\$1,130,194.00</b>																																								
3	Administración del Proyecto	34 sem.	lun 09/01/06	vie 01/09/06	\$1,130,194.00																																								
4	<b>Compresor Alternativo de B.N. en Atasta</b>	<b>165 días</b>	<b>lun 16/01/06</b>	<b>vie 01/09/06</b>	<b>\$4,409,002.80</b>																																								
5	Recopilación y Análisis de Información	2 sem.	lun 16/01/06	vie 27/01/06	\$211,699.20																																								
6	Desarrollo de Ingeniería Básica	20 sem.	lun 30/01/06	vie 16/06/06	\$1,601,835.20																																								
7	Análisis de Riesgos	10 sem.	lun 22/05/06	vie 28/07/06	\$218,072.00																																								
8	Manifiesto de Impacto Ambiental	10 sem.	lun 19/06/06	vie 25/08/06	\$218,072.00																																								
9	Desarrollo de Ingeniería de Detalle	22 sem.	lun 20/02/06	vie 21/07/06	\$1,643,307.60																																								
10	Elaboración de Bases Técnicas de Concurso	6 sem.	lun 24/07/06	vie 01/09/06	\$516,016.80																																								

Proyecto 1 Costo Interno	Tarea		Resumen		Progreso resumido		Resumen del proyecto	
	Progreso		Tarea resumida		División		Agrupar por síntesis	
	Hito		Hito resumido		Tareas externas		Fecha límite	



Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo
1	<b>PROYECTO 2</b>	<b>210 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 27/10/06</b>	<b>\$18,816,741.20</b>
2	<b>Administración del Proyecto</b>	<b>210 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 27/10/06</b>	<b>\$1,396,122.00</b>
3	Administración del Proyecto	42 sem.	lun 09/01/06	vie 27/10/06	\$1,396,122.00
4	<b>Estacion de Compresion en Cd. Pemex</b>	<b>205 días</b>	<b>lun 16/01/06</b>	<b>vie 27/10/06</b>	<b>\$17,420,619.20</b>
5	Recopilación y Análisis de Información	2 sem.	lun 16/01/06	vie 27/01/06	\$211,699.20
6	Desarrollo de Ingeniería Básica	25 sem.	lun 30/01/06	vie 21/07/06	\$4,951,754.40
7	Análisis de Riesgos	10 sem.	lun 22/05/06	vie 28/07/06	\$240,771.20
8	Manifiesto de Impacto Ambiental	10 sem.	lun 19/06/06	vie 25/08/06	\$240,771.20
9	Desarrollo de Ingeniería de Detalle	30 sem.	lun 20/02/06	vie 15/09/06	\$10,929,063.20
10	Elaboración de Bases Técnicas de Concurso	6 sem.	lun 18/09/06	vie 27/10/06	\$846,560.00



Proyecto 2 Costo Interno	Tarea		Resumen		Progreso resumido		Resumen del proyecto	
	Progreso		Tarea resumida		División		Agrupar por síntesis	
	Hito		Hito resumido		Tareas externas		Fecha límite	





Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	4 4 4 4 4 4 5 5 5 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 3 3 3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 5 5 5
1	Proyecto 3	200 días	lun 27/03/06	vie 29/12/06	\$6,684,236.80	[Gantt bar for Proyecto 3]
2	Administración del Proyecto	200 días	lun 27/03/06	vie 29/12/06	\$1,329,640.00	[Gantt bar for Administración del Proyecto]
3	Administración del Proyecto	40 sem.	lun 27/03/06	vie 29/12/06	\$1,329,640.00	[Gantt bar for Administración del Proyecto]
4	Ingeniería y Bases Técnicas para la Instalación e Interconexión de dos Módulos de Compresión en Plataforma	195 días	lun 03/04/06	vie 29/12/06	\$5,354,596.80	[Gantt bar for Ingeniería y Bases Técnicas...]
5	Ingeniería Conceptual y Bases Técnicas de Interconexión de los Módulos de Compresión	8 sem.	lun 03/04/06	vie 26/05/06	\$1,403,253.60	[Gantt bar for Ingeniería Conceptual...]
6	Análisis Estructural de la Plataforma	11 sem.	lun 29/05/06	vie 11/08/06	\$547,698.40	[Gantt bar for Análisis Estructural...]
7	Ingeniería Básica, Detalle y Bases Técnicas de Instalación de los Módulos de Compresión	31 sem.	lun 29/05/06	vie 29/12/06	\$3,403,644.80	[Gantt bar for Ingeniería Básica...]

Proyecto 3 Costo Interno
Tarea 
Progreso 
Resumen 
Tareas externas 
Fecha límite 

División 
Hito 
Resumen del proyecto 
Hito externo 

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	Trabajo																																												
							08	15	22	29	05	12	19	26	05	12	19	26	02	09	16	23	30	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	01	08	15	22	29	05
1	<b>PROYECTOS 1, 2 y 3</b>	<b>255 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$30,049,847.60</b>	<b>115,560 horas</b>	[Barra de síntesis para PROYECTOS 1, 2 y 3]																																											
2	<b>Administración del Proyecto</b>	<b>255 días</b>	<b>lun 09/01/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$2,865,628.80</b>	<b>10,200 horas</b>	[Barra de síntesis para Administración del Proyecto]																																											
3	Administración del Proyecto	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$2,865,628.80	10,200 horas	[Barra de progreso para Administración del Proyecto]																																											
4	<b>Compresor Alterno de B.N. en Atasta</b>	<b>165 días</b>	<b>lun 16/01/06</b>	<b>vie 01/09/06</b>	<b>\$4,409,002.80</b>	<b>17,080 horas</b>	[Barra de síntesis para Compresor Alterno de B.N. en Atasta]																																											
5	Recopilación y Análisis de Información	10 días	lun 16/01/06	vie 27/01/06	\$211,699.20	640 horas	[Barra de progreso para Recopilación y Análisis de Información]																																											
6	Desarrollo de Ingeniería Básica	100 días	lun 30/01/06	vie 16/06/06	\$1,601,835.20	6,520 horas	[Barra de progreso para Desarrollo de Ingeniería Básica]																																											
7	Análisis de Riesgos	50 días	lun 22/05/06	vie 28/07/06	\$218,072.00	800 horas	[Barra de progreso para Análisis de Riesgos]																																											
8	Manifiesto de Impacto Ambiental	50 días	lun 19/06/06	vie 25/08/06	\$218,072.00	800 horas	[Barra de progreso para Manifiesto de Impacto Ambiental]																																											
9	Desarrollo de Ingeniería de Detalle	110 días	lun 20/02/06	vie 21/07/06	\$1,643,307.60	6,760 horas	[Barra de progreso para Desarrollo de Ingeniería de Detalle]																																											
10	Elaboración de Bases Técnicas de Concurso	30 días	lun 24/07/06	vie 01/09/06	\$516,016.80	1,560 horas	[Barra de progreso para Elaboración de Bases Técnicas de Concurso]																																											
11	<b>Estacion de Compresion en Cd. Pemex</b>	<b>250 días</b>	<b>lun 16/01/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$22,775,216.00</b>	<b>88,280 horas</b>	[Barra de síntesis para Estacion de Compresion en Cd. Pemex]																																											
12	Recopilación y Análisis de Información	10 días	lun 16/01/06	vie 27/01/06	\$211,699.20	640 horas	[Barra de progreso para Recopilación y Análisis de Información]																																											
13	Desarrollo de Ingeniería Básica	125 días	lun 30/01/06	vie 21/07/06	\$4,951,754.40	19,440 horas	[Barra de progreso para Desarrollo de Ingeniería Básica]																																											
14	Análisis de Riesgos	50 días	lun 22/05/06	vie 28/07/06	\$240,771.20	960 horas	[Barra de progreso para Análisis de Riesgos]																																											
15	Manifiesto de Impacto Ambiental	50 días	lun 19/06/06	vie 25/08/06	\$240,771.20	960 horas	[Barra de progreso para Manifiesto de Impacto Ambiental]																																											
16	Desarrollo de Ingeniería de Detalle	150 días	lun 20/02/06	vie 15/09/06	\$10,929,063.20	43,080 horas	[Barra de progreso para Desarrollo de Ingeniería de Detalle]																																											
17	Elaboración de Bases Técnicas de Concurso	30 días	lun 18/09/06	vie 27/10/06	\$846,560.00	3,080 horas	[Barra de progreso para Elaboración de Bases Técnicas de Concurso]																																											
18	<b>Proyecto 3</b>	<b>195 días</b>	<b>lun 03/04/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$5,354,596.80</b>	<b>20,120 horas</b>	[Barra de síntesis para Proyecto 3]																																											
1	<b>Proyecto 3</b>	<b>195 días</b>	<b>lun 03/04/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$5,354,596.80</b>	<b>20,120 horas</b>	[Barra de síntesis para Proyecto 3]																																											
2	<b>Ingeniería y Bases Técnicas para la Instalación e Interconexión de dos Módulos de Compresión en Plataforma</b>	<b>195 días</b>	<b>lun 03/04/06</b>	<b>vie 29/12/06</b>	<b>\$5,354,596.80</b>	<b>20,120 horas</b>	[Barra de síntesis para Ingeniería y Bases Técnicas para la Instalación e Interconexión de dos Módulos de Compresión en Plataforma]																																											
3	Ingeniería Conceptual y Bases Técnicas de Interconexión de los Módulos de Compresión	8 sem.	lun 03/04/06	vie 26/05/06	\$1,403,253.60	4,960 horas	[Barra de progreso para Ingeniería Conceptual y Bases Técnicas de Interconexión de los Módulos de Compresión]																																											
4	Análisis Estructural de la Plataforma	11 sem.	lun 29/05/06	vie 11/08/06	\$547,698.40	2,120 horas	[Barra de progreso para Análisis Estructural de la Plataforma]																																											
5	Ingeniería Básica, Detalle y Bases Técnicas de Instalación de los Módulos de Compresión	31 sem.	lun 29/05/06	vie 29/12/06	\$3,403,644.80	13,040 horas	[Barra de progreso para Ingeniería Básica, Detalle y Bases Técnicas de Instalación de los Módulos de Compresión]																																											

Proyectos 1,2 y 3 Escenario 2
 
 Tarea Hito Tarea resumida Progreso resumido Tareas externas Agrupar por síntesis 

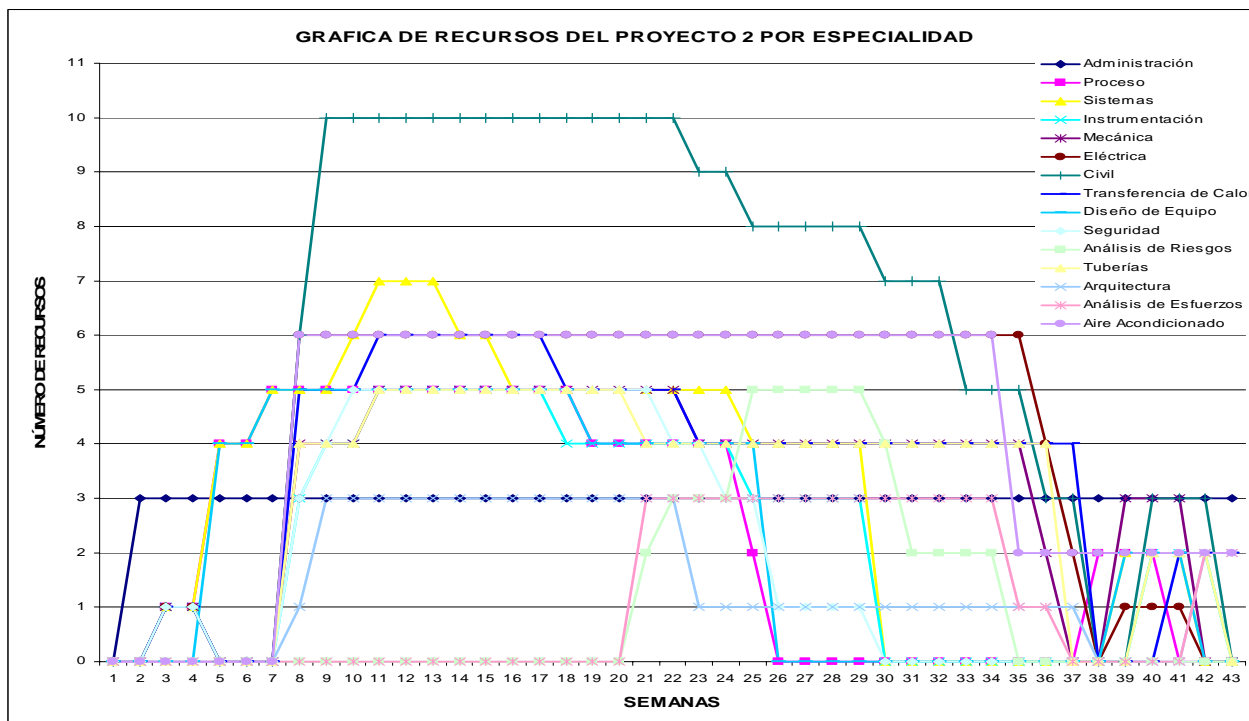
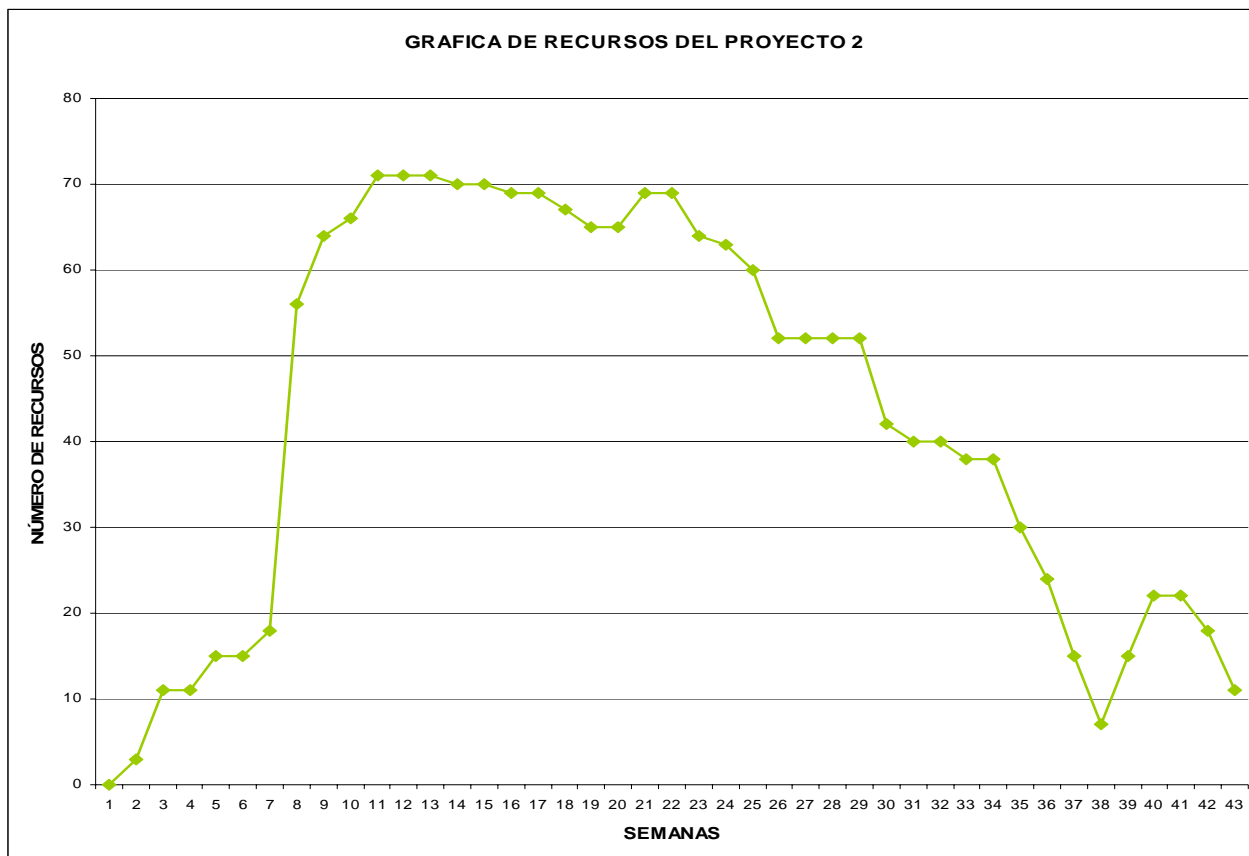
 Progreso Resumen Hito resumido División Resumen del proyecto Fecha límite

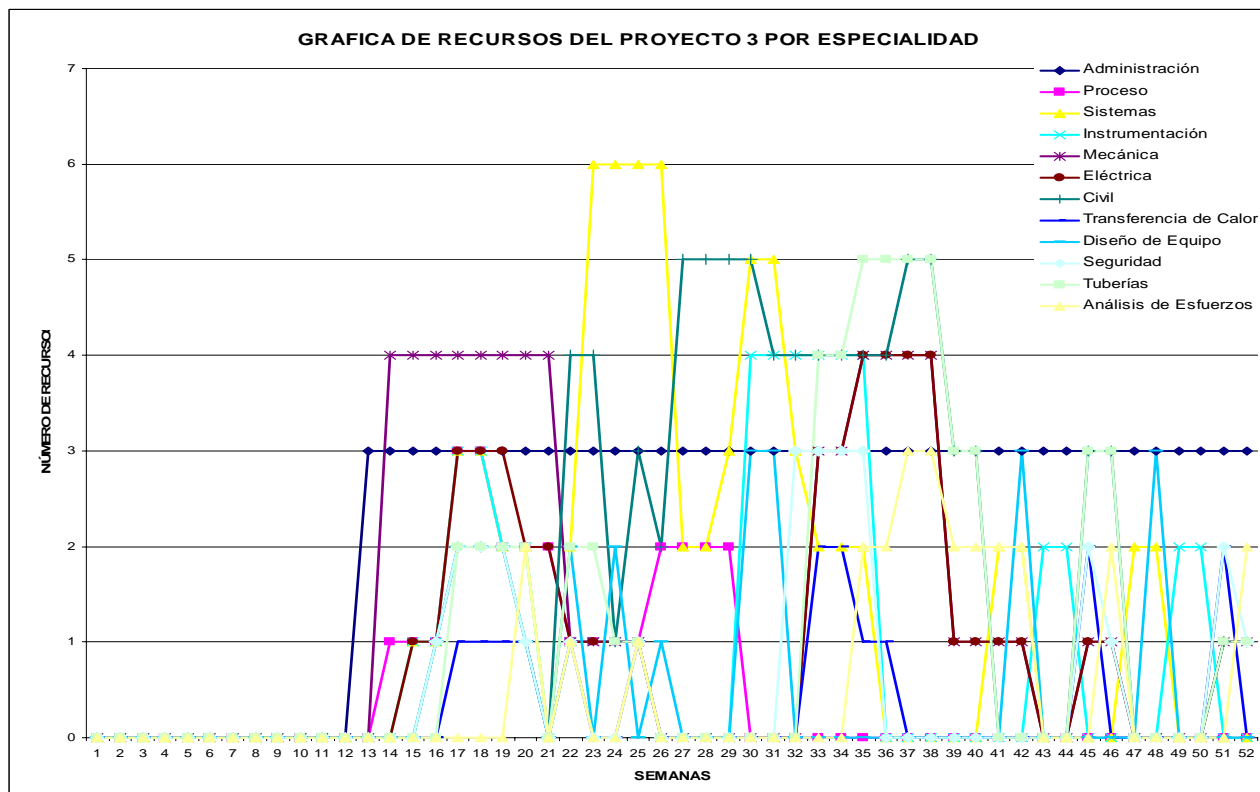
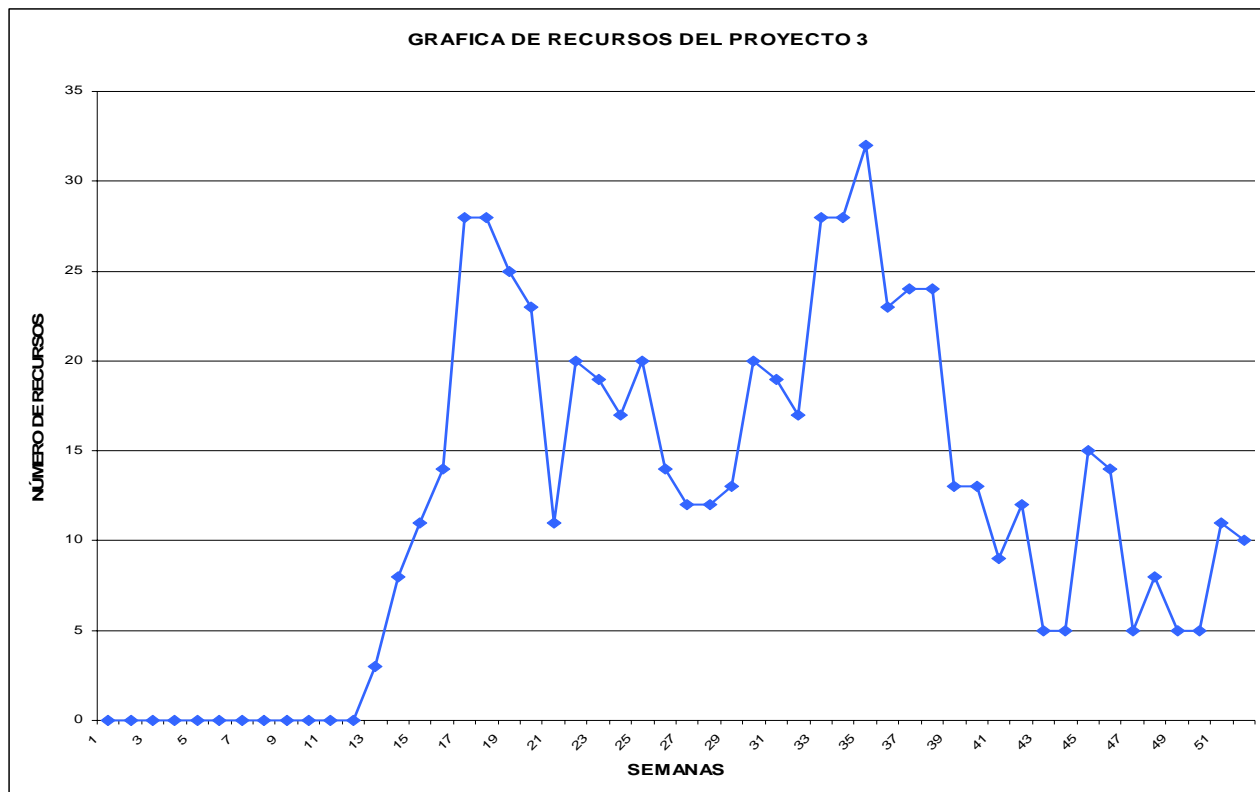
Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Costo	
1	PROYECTOS 1, 2 y 3	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$38,256,762.80	
2	Administración del Proyecto	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$2,865,628.80	
3	Administración del Proyecto	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$2,865,628.80	
4	Ejecucion de los 3 proyectos	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$35,391,134.00	
5	Ejecucion de los 3 proyectos	255 días	lun 09/01/06	vie 29/12/06	\$35,391,134.00	

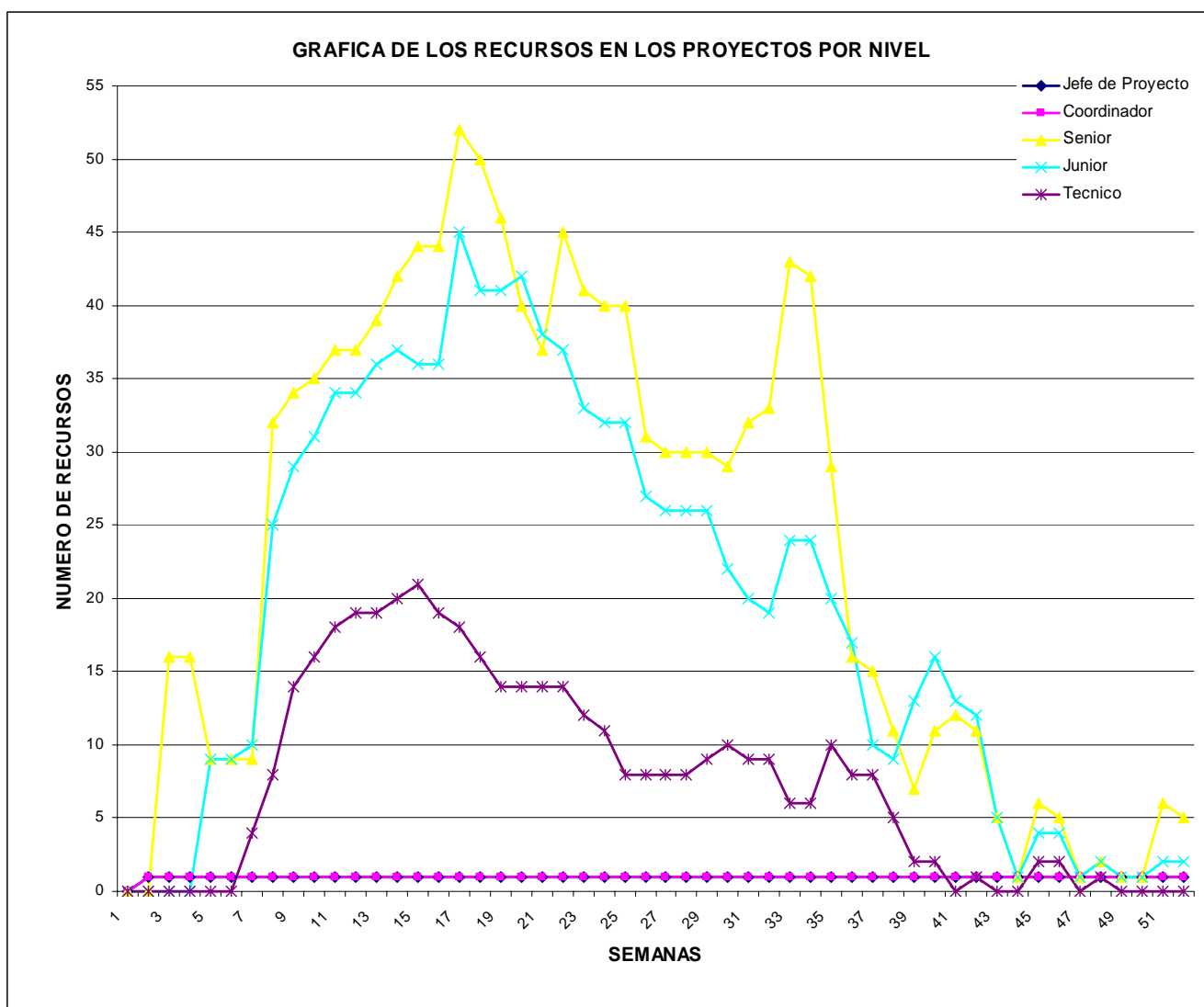
Proyectos 1, 2 y 3  
 Escenario 3

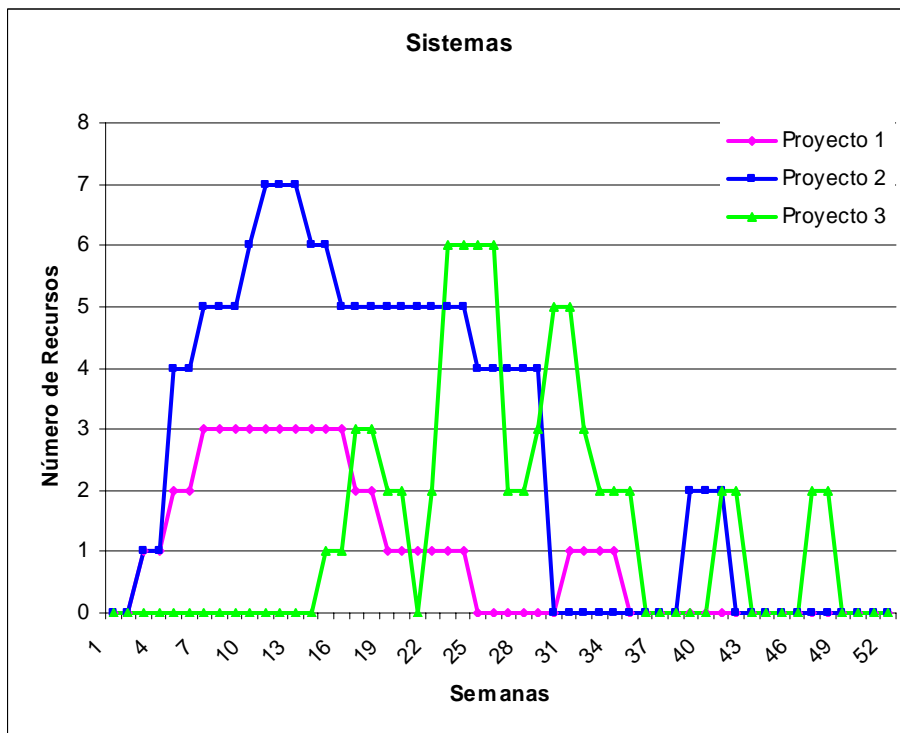
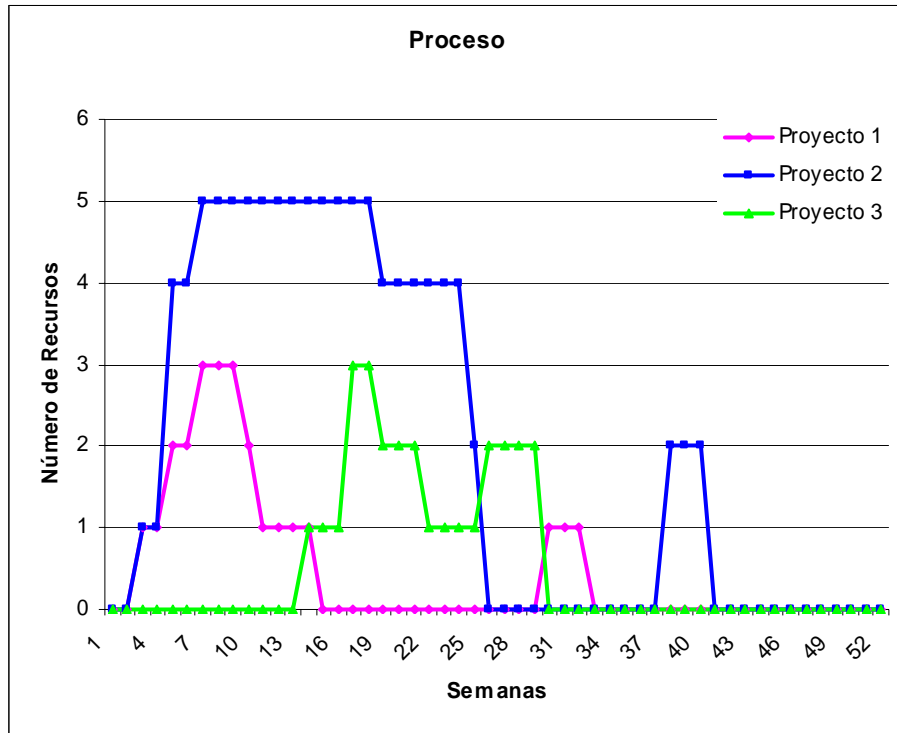
Tarea Hito Tarea resumida Progreso resumido Tareas externas Agrupar por síntesis   
 Progreso Resumen Hito resumido División Resumen del proyecto Fecha límite



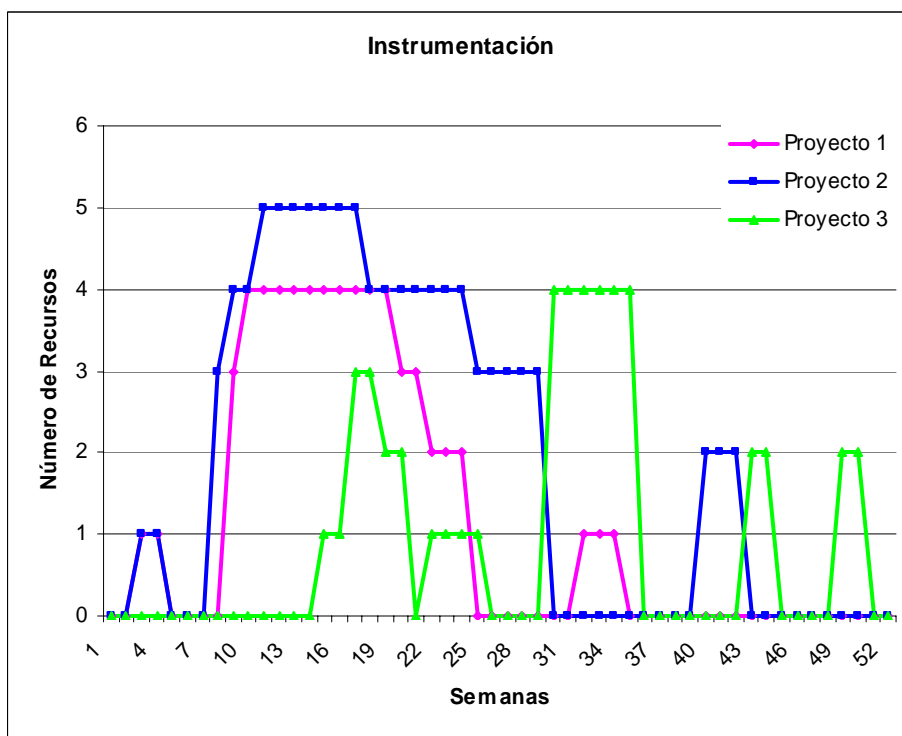
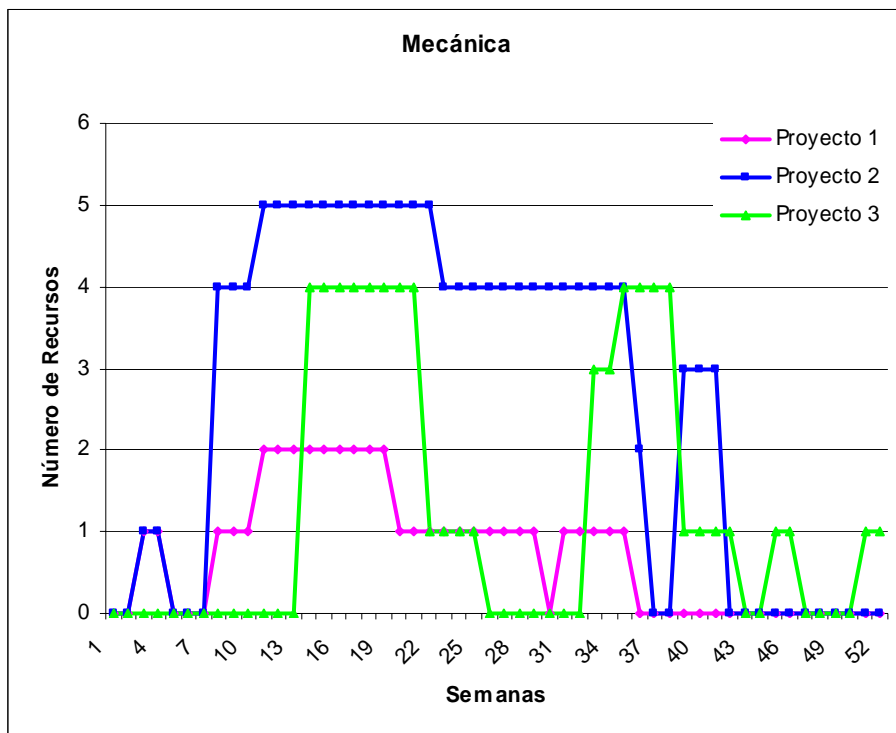


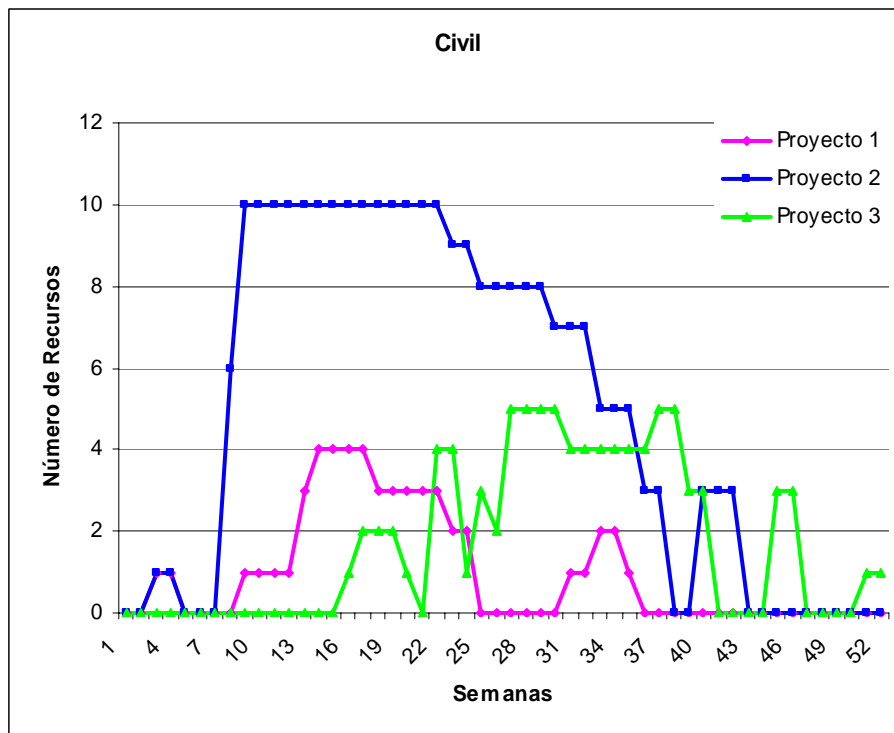
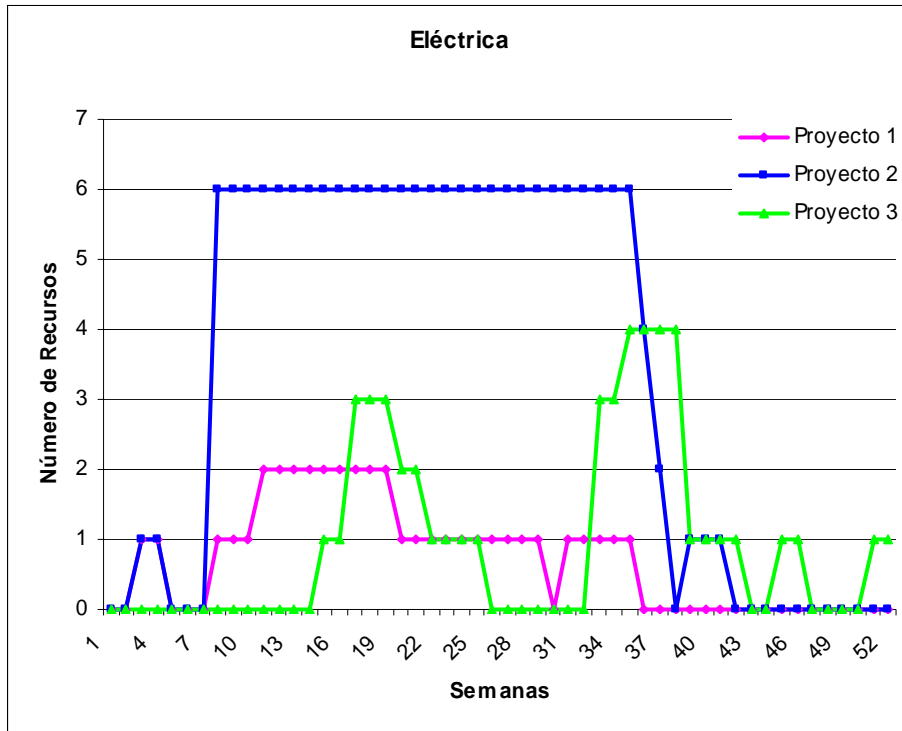


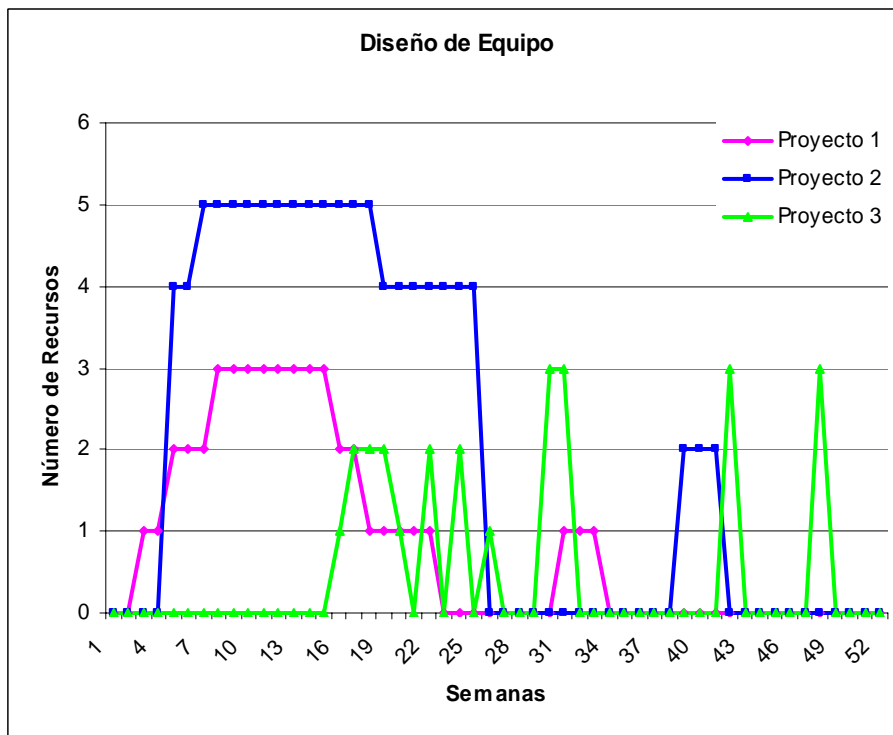
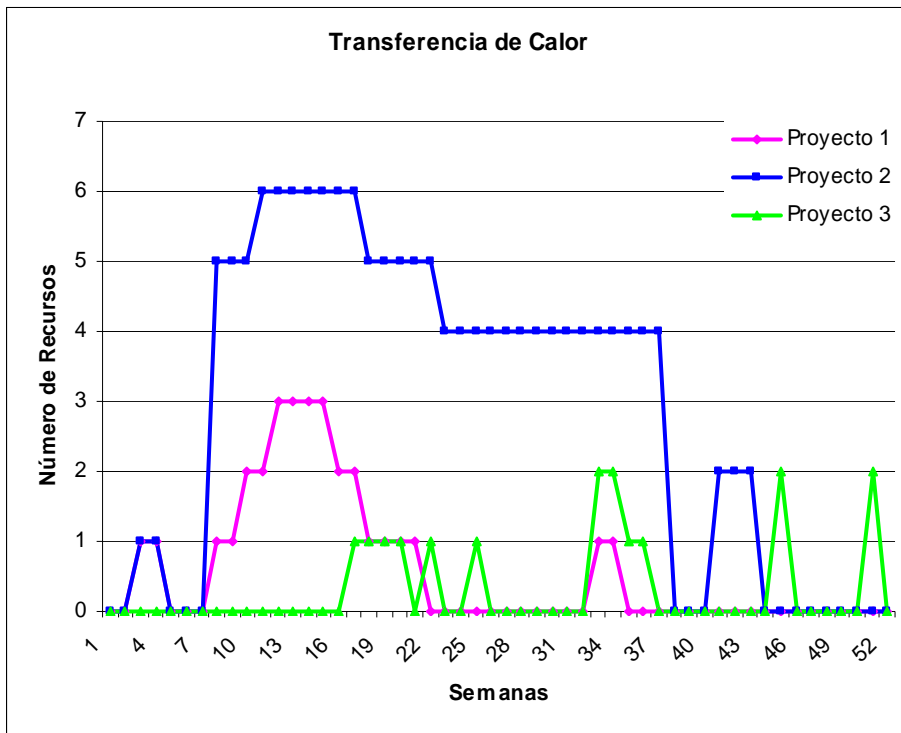


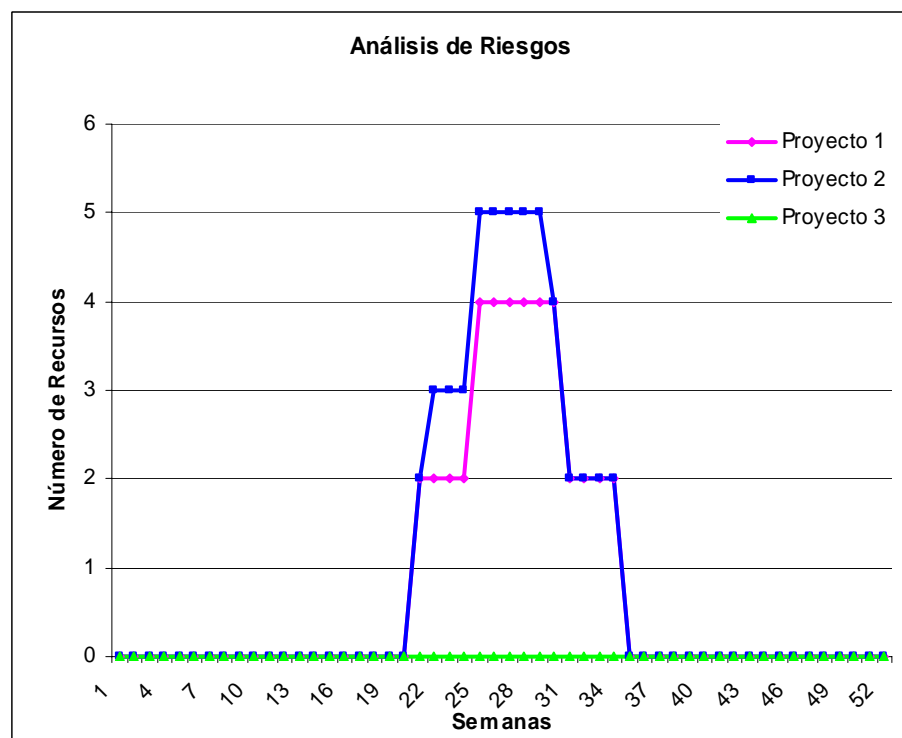
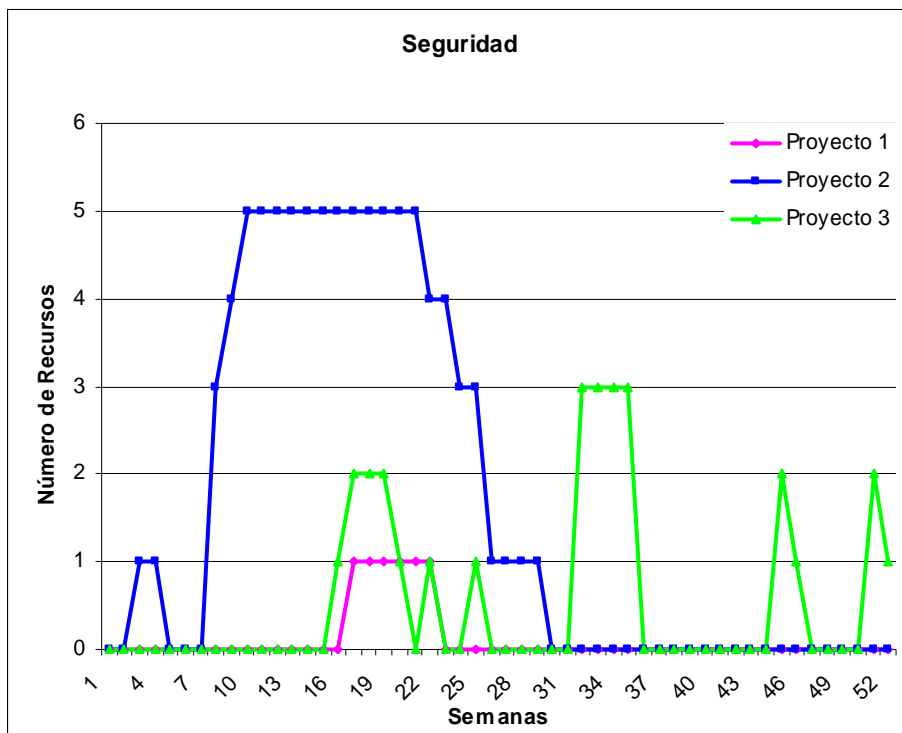


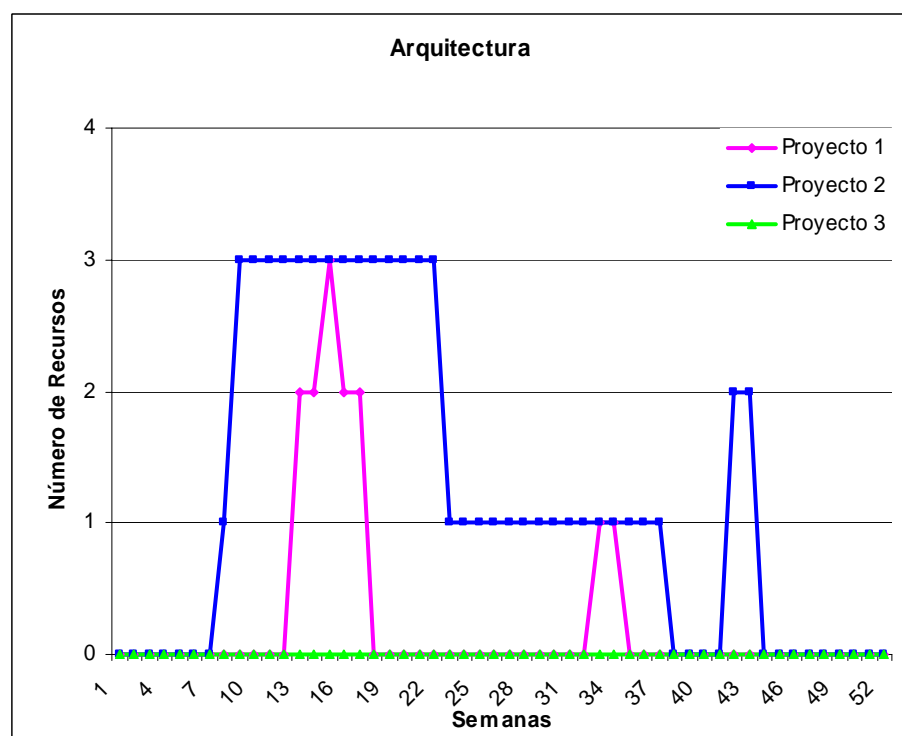
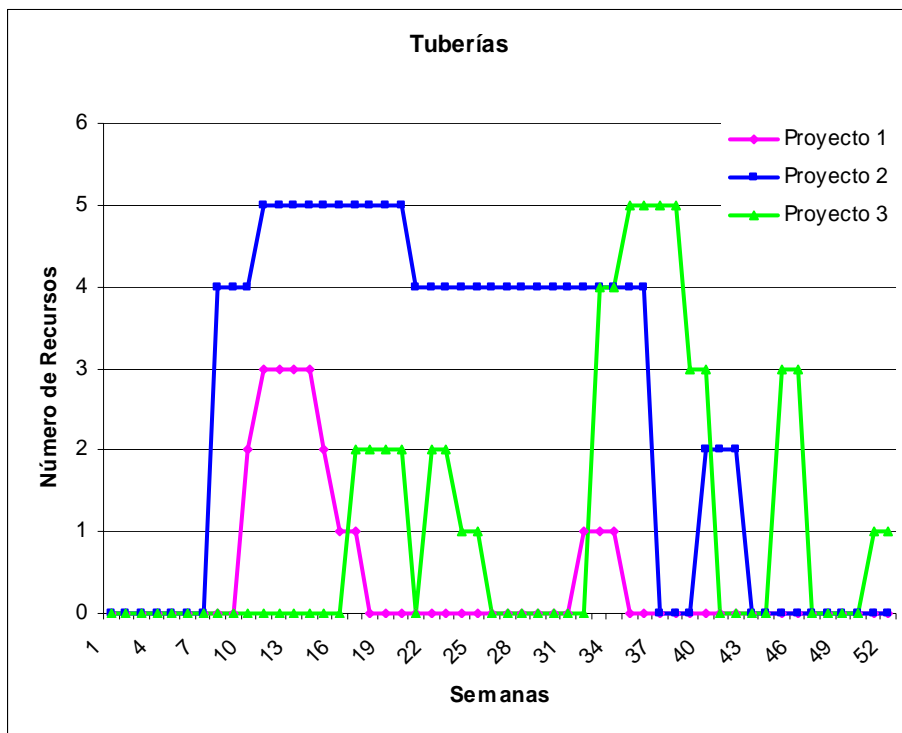


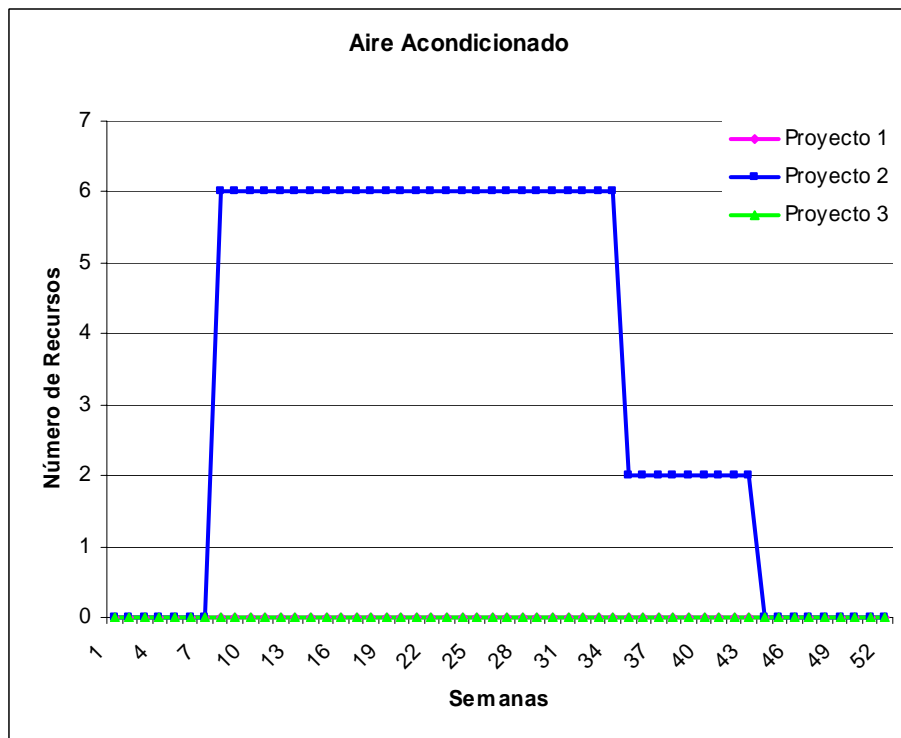
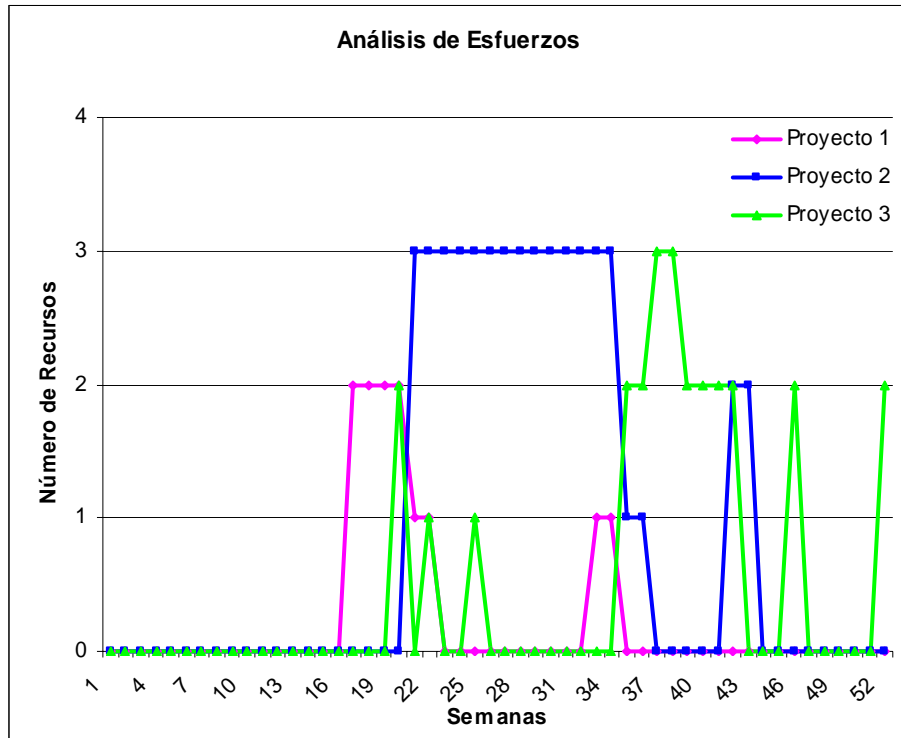












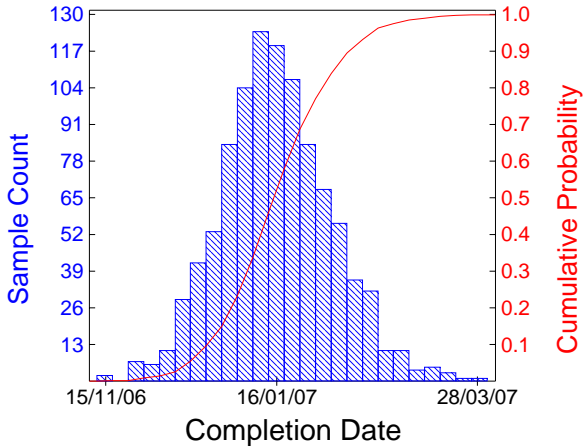
# GRAFICAS DE DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD ASOCIADAS AL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS

## 100% OUTSOURCING

### CORRIDA 6-6.

Date: 18/07/2006 19:04:14  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 14.1d  
 95% Confidence Interval: 0.9d  
 Each bar represents 4d.



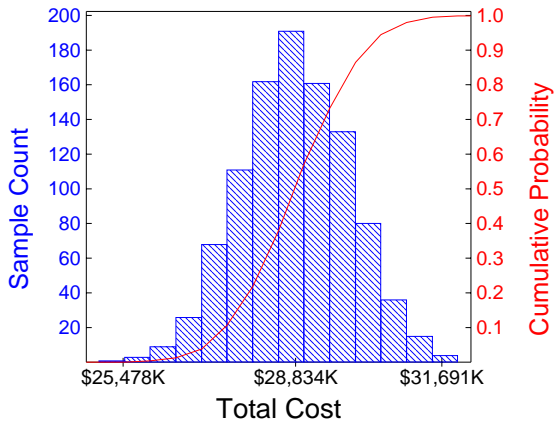
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	14/12/2006	0,55	17/01/2007
0,10	21/12/2006	0,60	18/01/2007
0,15	26/12/2006	0,65	22/01/2007
0,20	29/12/2006	0,70	24/01/2007
0,25	02/01/2007	0,75	26/01/2007
0,30	04/01/2007	0,80	31/01/2007
0,35	08/01/2007	0,85	05/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	09/02/2007
0,45	11/01/2007	0,95	19/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	28/03/2007

Análisis 6-6  
 Recursos Outsourcing

Date: 18/07/2006 19:04:14  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,055K  
 95% Confidence Interval: \$65,414  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

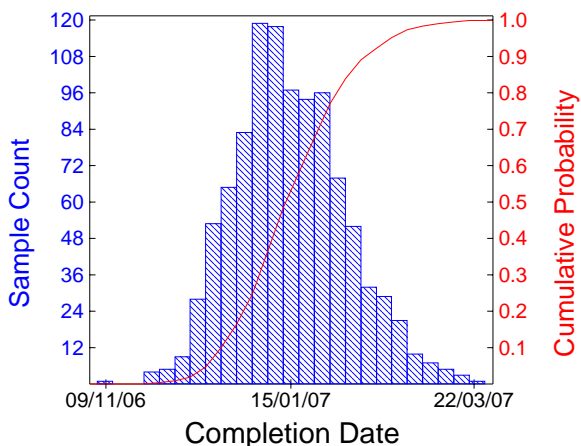
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$27.106K	0,55	\$28.971K
0,10	\$27.451K	0,60	\$29.090K
0,15	\$27.741K	0,65	\$29.239K
0,20	\$27.921K	0,70	\$29.397K
0,25	\$28.112K	0,75	\$29.585K
0,30	\$28.274K	0,80	\$29.744K
0,35	\$28.405K	0,85	\$29.933K
0,40	\$28.576K	0,90	\$30.203K
0,45	\$28.696K	0,95	\$30.581K
0,50	\$28.841K	1,00	\$31.691K

Análisis 6-6  
 Recursos Outsourcing

CORRIDA 15-15.

Date: 13/01/2006 17:12:35  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 14.3d  
 95% Confidence Interval: 0.9d  
 Each bar represents 4d.



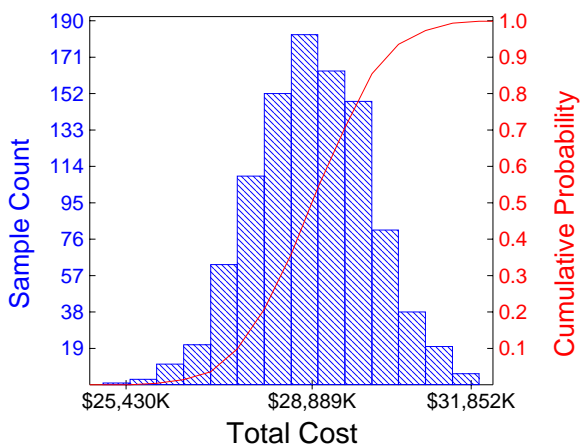
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	15/12/2006	0,55	16/01/2007
0,10	20/12/2006	0,60	18/01/2007
0,15	26/12/2006	0,65	22/01/2007
0,20	28/12/2006	0,70	24/01/2007
0,25	02/01/2007	0,75	26/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	31/01/2007
0,35	05/01/2007	0,85	05/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	09/02/2007
0,45	10/01/2007	0,95	20/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	22/03/2007

Análisis 15-15  
 Recursos Outsourcing

Date: 13/01/2006 17:12:35  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,065K  
 95% Confidence Interval: \$66,023  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$27.129K	0,55	\$29.011K
0,10	\$27.515K	0,60	\$29.135K
0,15	\$27.820K	0,65	\$29.321K
0,20	\$27.962K	0,70	\$29.473K
0,25	\$28.120K	0,75	\$29.645K
0,30	\$28.317K	0,80	\$29.806K
0,35	\$28.474K	0,85	\$29.983K
0,40	\$28.605K	0,90	\$30.229K
0,45	\$28.759K	0,95	\$30.658K
0,50	\$28.874K	1,00	\$31.852K

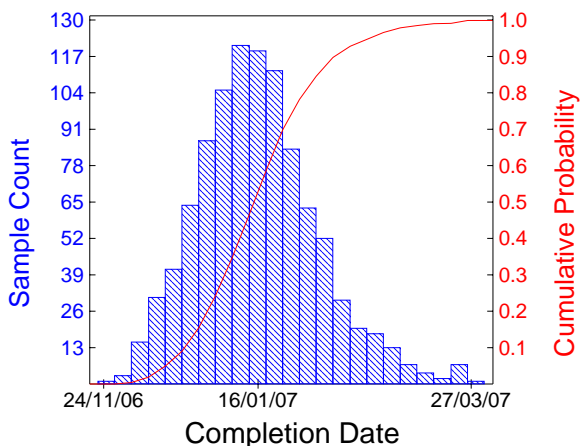
Análisis 15-15  
 Recursos Outsourcing



CORRIDA 6-28.

Date: 13/01/2006 18:40:08  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 14.3d  
 95% Confidence Interval: 0.9d  
 Each bar represents 4d.



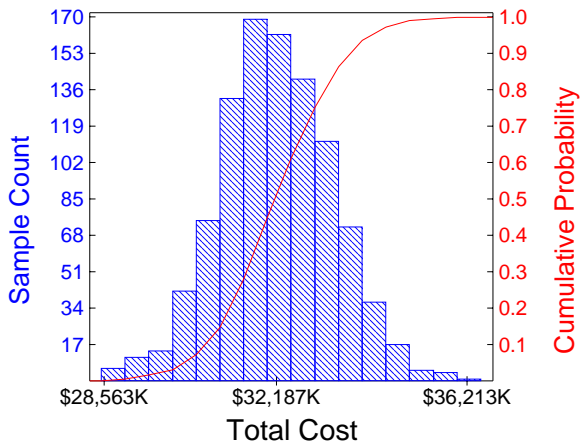
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	14/12/2006	0,55	16/01/2007
0,10	21/12/2006	0,60	18/01/2007
0,15	26/12/2006	0,65	22/01/2007
0,20	29/12/2006	0,70	24/01/2007
0,25	02/01/2007	0,75	25/01/2007
0,30	04/01/2007	0,80	30/01/2007
0,35	08/01/2007	0,85	05/02/2007
0,40	10/01/2007	0,90	09/02/2007
0,45	11/01/2007	0,95	21/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	27/03/2007

Análisis 6-28  
 Recursos outsourcing

Date: 13/01/2006 18:40:08  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,186K  
 95% Confidence Interval: \$73,530  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

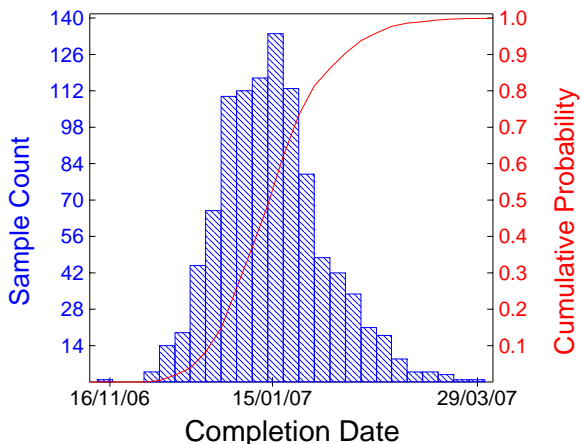
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$30.258K	0,55	\$32.287K
0,10	\$30.723K	0,60	\$32.453K
0,15	\$31.007K	0,65	\$32.639K
0,20	\$31.260K	0,70	\$32.811K
0,25	\$31.400K	0,75	\$32.989K
0,30	\$31.569K	0,80	\$33.209K
0,35	\$31.718K	0,85	\$33.398K
0,40	\$31.878K	0,90	\$33.692K
0,45	\$32.001K	0,95	\$34.158K
0,50	\$32.140K	1,00	\$36.213K

Análisis 6-28  
 Recursos outsourcing

CORRIDA 15-28.

Date: 13/01/2006 17:22:02  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 13.5d  
 95% Confidence Interval: 0.8d  
 Each bar represents 4d.



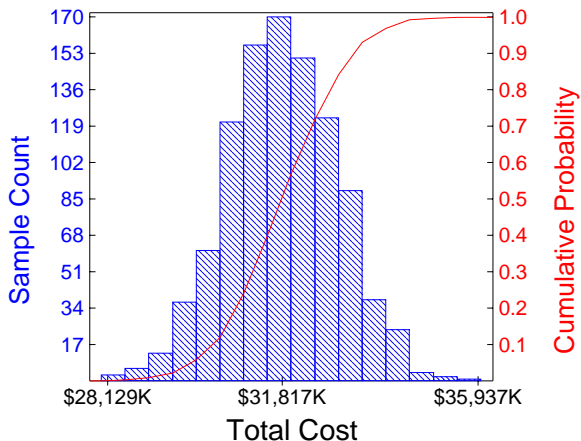
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	18/12/2006	0,55	15/01/2007
0,10	21/12/2006	0,60	17/01/2007
0,15	27/12/2006	0,65	19/01/2007
0,20	29/12/2006	0,70	22/01/2007
0,25	01/01/2007	0,75	24/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	29/01/2007
0,35	05/01/2007	0,85	01/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	08/02/2007
0,45	10/01/2007	0,95	19/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	29/03/2007

Análisis 15-28  
 Recursos Outsourcing

Date: 13/01/2006 17:22:02  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,153K  
 95% Confidence Interval: \$71,462  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

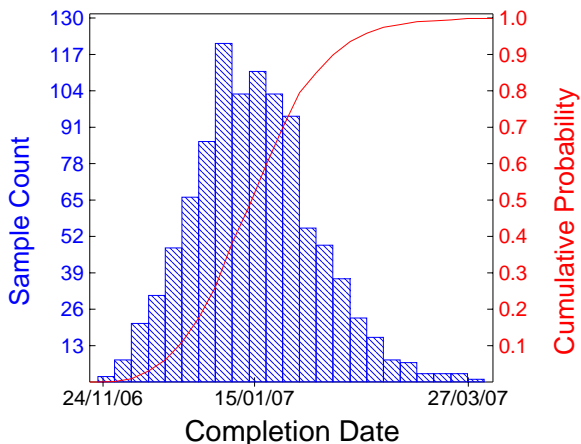
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$29.887K	0,55	\$31.971K
0,10	\$30.376K	0,60	\$32.081K
0,15	\$30.634K	0,65	\$32.233K
0,20	\$30.838K	0,70	\$32.415K
0,25	\$31.030K	0,75	\$32.608K
0,30	\$31.182K	0,80	\$32.835K
0,35	\$31.341K	0,85	\$33.027K
0,40	\$31.502K	0,90	\$33.340K
0,45	\$31.665K	0,95	\$33.683K
0,50	\$31.840K	1,00	\$35.937K

Análisis 15-28  
 Recursos Outsourcing

CORRIDA 6-15.

Date: 13/01/2006 17:39:39  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 14.3d  
 95% Confidence Interval: 0.9d  
 Each bar represents 4d.



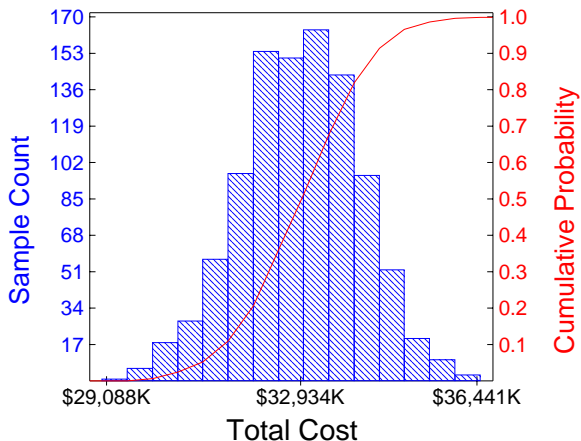
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	13/12/2006	0,55	16/01/2007
0,10	20/12/2006	0,60	18/01/2007
0,15	25/12/2006	0,65	22/01/2007
0,20	28/12/2006	0,70	23/01/2007
0,25	01/01/2007	0,75	25/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	30/01/2007
0,35	05/01/2007	0,85	02/02/2007
0,40	08/01/2007	0,90	09/02/2007
0,45	10/01/2007	0,95	19/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	27/03/2007

Análisis 6-15  
 Recursos Outsourcing

Date: 13/01/2006 17:39:39  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,176K  
 95% Confidence Interval: \$72,877  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

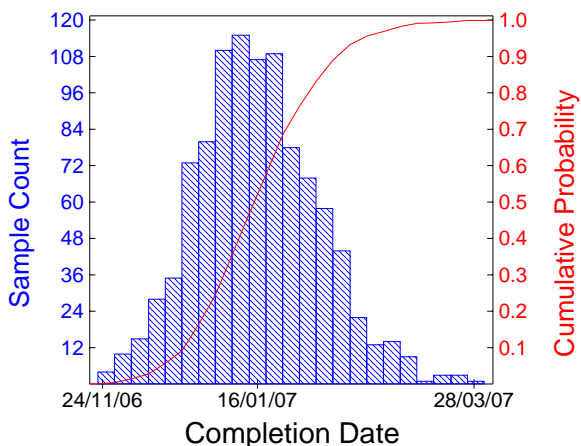
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$30.970K	0,55	\$33.134K
0,10	\$31.456K	0,60	\$33.296K
0,15	\$31.707K	0,65	\$33.428K
0,20	\$31.966K	0,70	\$33.580K
0,25	\$32.165K	0,75	\$33.786K
0,30	\$32.325K	0,80	\$33.945K
0,35	\$32.476K	0,85	\$34.145K
0,40	\$32.613K	0,90	\$34.415K
0,45	\$32.785K	0,95	\$34.721K
0,50	\$32.962K	1,00	\$36.441K

Análisis 6-15  
 Recursos Outsourcing

CORRIDA 28-28.

Date: 13/01/2006 17:29:53  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 14.5d  
 95% Confidence Interval: 0.9d  
 Each bar represents 4d.



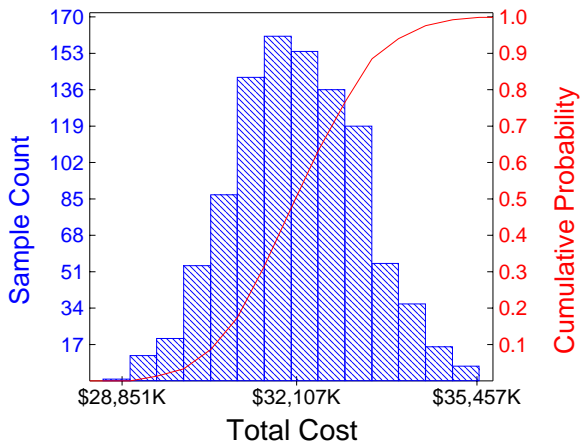
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	13/12/2006	0,55	16/01/2007
0,10	21/12/2006	0,60	18/01/2007
0,15	26/12/2006	0,65	22/01/2007
0,20	29/12/2006	0,70	24/01/2007
0,25	02/01/2007	0,75	29/01/2007
0,30	04/01/2007	0,80	31/01/2007
0,35	05/01/2007	0,85	06/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	09/02/2007
0,45	11/01/2007	0,95	19/02/2007
0,50	12/01/2007	1,00	28/03/2007

Análisis 28-28  
 Recursos Outsourcing

Date: 13/01/2006 17:29:53  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$1,177K  
 95% Confidence Interval: \$72,931  
 Each bar represents \$500,000



Cost Probability Table

Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$30.181K	0,55	\$32.195K
0,10	\$30.582K	0,60	\$32.376K
0,15	\$30.896K	0,65	\$32.597K
0,20	\$31.119K	0,70	\$32.758K
0,25	\$31.303K	0,75	\$32.940K
0,30	\$31.457K	0,80	\$33.135K
0,35	\$31.615K	0,85	\$33.293K
0,40	\$31.797K	0,90	\$33.620K
0,45	\$31.937K	0,95	\$34.070K
0,50	\$32.052K	1,00	\$35.457K

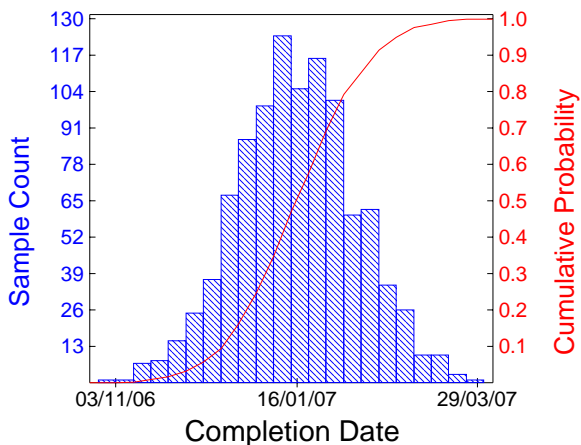
Análisis 28-28  
 Recursos Outsourcing

## PLANTILLA Y OUTSOURCING

### CORRIDA 6-6.

Date: 13/01/2006 18:18:18  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 16.9d  
 95% Confidence Interval: 1.0d  
 Each bar represents 5d.



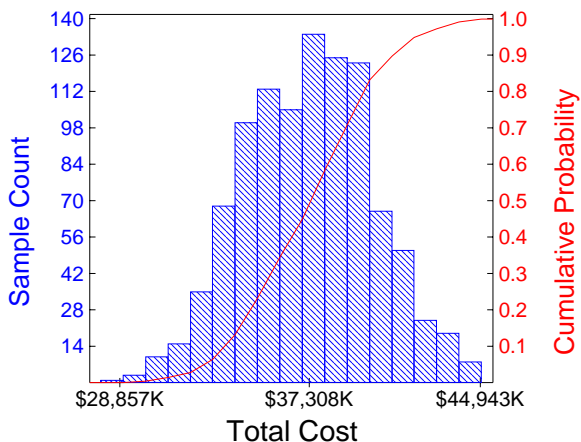
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	07/12/2006	0,55	18/01/2007
0,10	18/12/2006	0,60	23/01/2007
0,15	22/12/2006	0,65	25/01/2007
0,20	27/12/2006	0,70	29/01/2007
0,25	01/01/2007	0,75	31/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	05/02/2007
0,35	08/01/2007	0,85	09/02/2007
0,40	10/01/2007	0,90	15/02/2007
0,45	12/01/2007	0,95	23/02/2007
0,50	16/01/2007	1,00	29/03/2007

Análisis 6-6  
 Recursos Plantilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:18:18  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$2,881K  
 95% Confidence Interval: \$178,581  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

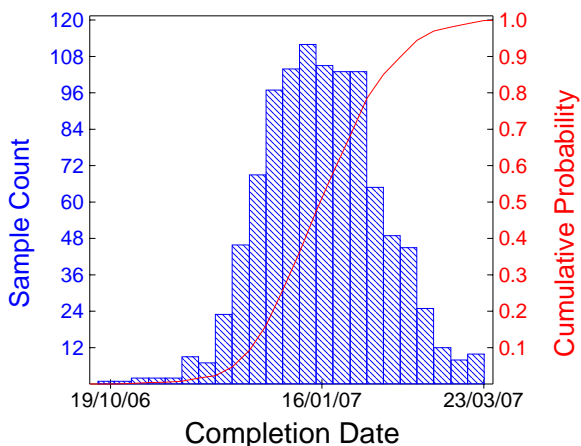
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$32.667K	0,55	\$37.749K
0,10	\$33.639K	0,60	\$38.139K
0,15	\$34.271K	0,65	\$38.570K
0,20	\$34.753K	0,70	\$38.909K
0,25	\$35.160K	0,75	\$39.430K
0,30	\$35.655K	0,80	\$39.745K
0,35	\$36.033K	0,85	\$40.225K
0,40	\$36.564K	0,90	\$41.017K
0,45	\$36.976K	0,95	\$42.008K
0,50	\$37.393K	1,00	\$44.943K

Análisis 6-6  
 Recursos Plantilla y outsourcing

CORRIDA 15-15.

Date: 13/01/2006 18:21:52  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 17.3d  
 95% Confidence Interval: 1.1d  
 Each bar represents 5d.



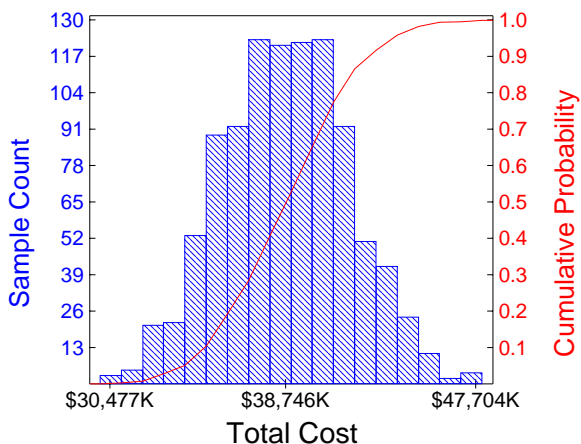
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	11/12/2006	0,55	18/01/2007
0,10	18/12/2006	0,60	22/01/2007
0,15	22/12/2006	0,65	25/01/2007
0,20	26/12/2006	0,70	29/01/2007
0,25	29/12/2006	0,75	31/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	06/02/2007
0,35	05/01/2007	0,85	09/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	16/02/2007
0,45	11/01/2007	0,95	26/02/2007
0,50	16/01/2007	1,00	23/03/2007

Análisis 15-15  
 Recursos Plantilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:21:52  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$2,969K  
 95% Confidence Interval: \$183,991  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

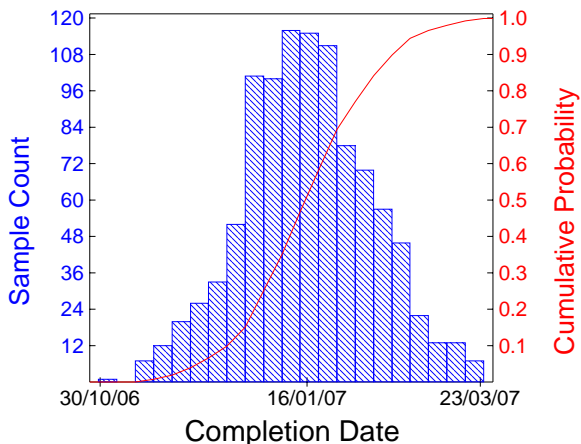
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$33.907K	0,55	\$39.115K
0,10	\$34.926K	0,60	\$39.557K
0,15	\$35.513K	0,65	\$39.993K
0,20	\$36.070K	0,70	\$40.355K
0,25	\$36.709K	0,75	\$40.769K
0,30	\$37.098K	0,80	\$41.204K
0,35	\$37.535K	0,85	\$41.756K
0,40	\$37.942K	0,90	\$42.617K
0,45	\$38.382K	0,95	\$43.685K
0,50	\$38.718K	1,00	\$47.704K

Análisis 15-15  
 Recursos Plantilla y outsourcing

CORRIDA 6-28.

Date: 13/01/2006 18:27:47  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 17.5d  
 95% Confidence Interval: 1.1d  
 Each bar represents 5d.



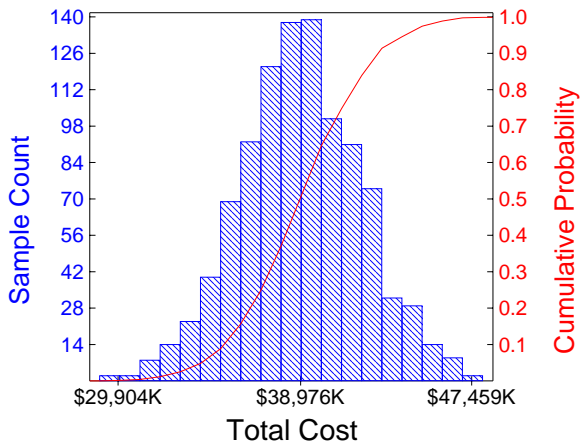
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	06/12/2006	0,55	18/01/2007
0,10	18/12/2006	0,60	22/01/2007
0,15	22/12/2006	0,65	24/01/2007
0,20	27/12/2006	0,70	29/01/2007
0,25	29/12/2006	0,75	01/02/2007
0,30	03/01/2007	0,80	06/02/2007
0,35	05/01/2007	0,85	12/02/2007
0,40	10/01/2007	0,90	19/02/2007
0,45	12/01/2007	0,95	27/02/2007
0,50	16/01/2007	1,00	23/03/2007

Análisis 6-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:27:47  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$3,006K  
 95% Confidence Interval: \$186,339  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

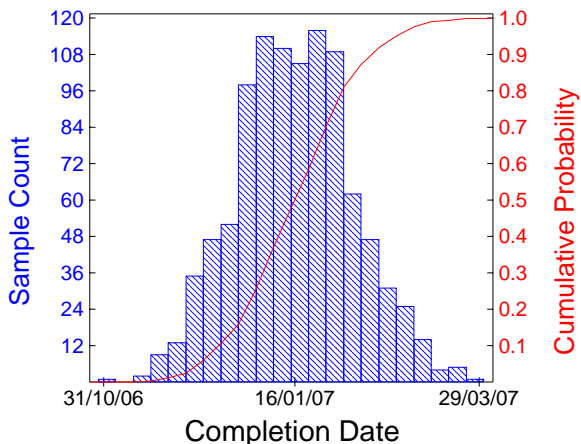
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$34.040K	0,55	\$39.285K
0,10	\$35.204K	0,60	\$39.643K
0,15	\$35.885K	0,65	\$40.034K
0,20	\$36.530K	0,70	\$40.462K
0,25	\$36.998K	0,75	\$41.006K
0,30	\$37.411K	0,80	\$41.575K
0,35	\$37.830K	0,85	\$42.110K
0,40	\$38.207K	0,90	\$42.802K
0,45	\$38.505K	0,95	\$44.170K
0,50	\$38.900K	1,00	\$47.459K

Análisis 6-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing

CORRIDA 15-28.

Date: 13/01/2006 18:33:53  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 16.6d  
 95% Confidence Interval: 1.0d  
 Each bar represents 5d.



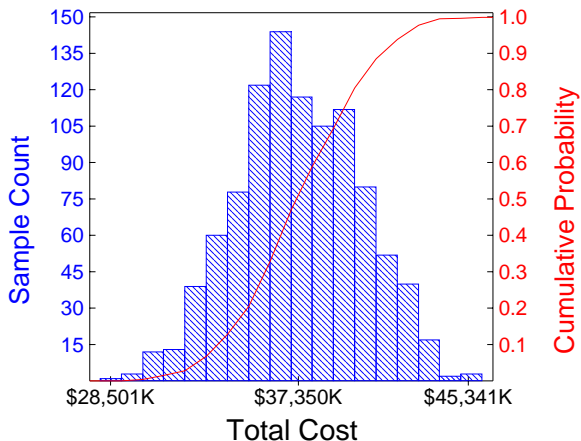
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	07/12/2006	0,55	17/01/2007
0,10	15/12/2006	0,60	22/01/2007
0,15	22/12/2006	0,65	24/01/2007
0,20	26/12/2006	0,70	26/01/2007
0,25	29/12/2006	0,75	31/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	02/02/2007
0,35	05/01/2007	0,85	07/02/2007
0,40	08/01/2007	0,90	14/02/2007
0,45	11/01/2007	0,95	23/02/2007
0,50	15/01/2007	1,00	29/03/2007

Análisis 15-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:33:53  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$2,911K  
 95% Confidence Interval: \$180,399  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$32.531K	0,55	\$37.662K
0,10	\$33.518K	0,60	\$38.096K
0,15	\$34.411K	0,65	\$38.483K
0,20	\$34.973K	0,70	\$39.065K
0,25	\$35.316K	0,75	\$39.419K
0,30	\$35.763K	0,80	\$39.908K
0,35	\$36.103K	0,85	\$40.451K
0,40	\$36.453K	0,90	\$41.214K
0,45	\$36.838K	0,95	\$42.116K
0,50	\$37.191K	1,00	\$45.341K

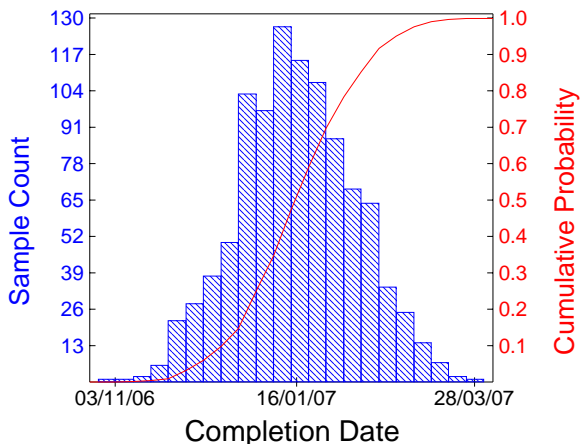
Análisis 15-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing



CORRIDA 6-15.

Date: 13/01/2006 18:08:17  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 16.7d  
 95% Confidence Interval: 1.0d  
 Each bar represents 5d.



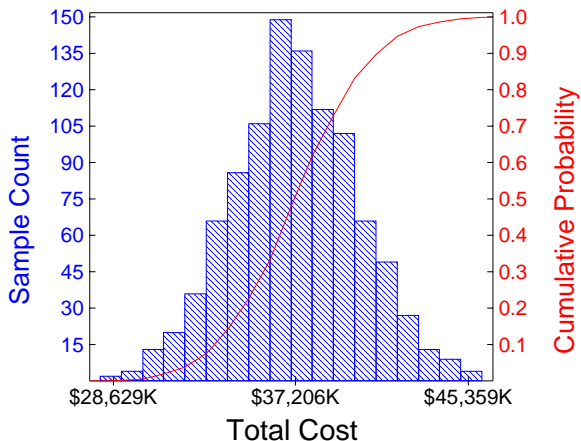
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	07/12/2006	0,55	18/01/2007
0,10	18/12/2006	0,60	22/01/2007
0,15	25/12/2006	0,65	24/01/2007
0,20	27/12/2006	0,70	29/01/2007
0,25	29/12/2006	0,75	31/01/2007
0,30	03/01/2007	0,80	05/02/2007
0,35	08/01/2007	0,85	09/02/2007
0,40	09/01/2007	0,90	15/02/2007
0,45	12/01/2007	0,95	23/02/2007
0,50	16/01/2007	1,00	28/03/2007

Análisi 6-15  
 Recursos Platilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:08:17  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$2,917K  
 95% Confidence Interval: \$180,826  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

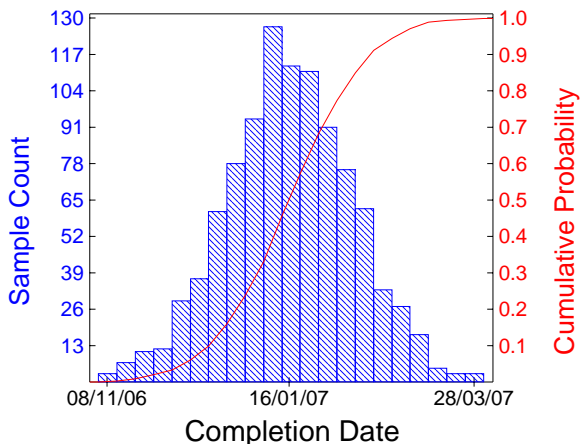
Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$32.435K	0,55	\$37.465K
0,10	\$33.551K	0,60	\$37.857K
0,15	\$34.162K	0,65	\$38.256K
0,20	\$34.701K	0,70	\$38.701K
0,25	\$35.332K	0,75	\$39.199K
0,30	\$35.758K	0,80	\$39.599K
0,35	\$36.156K	0,85	\$40.192K
0,40	\$36.495K	0,90	\$41.039K
0,45	\$36.771K	0,95	\$42.030K
0,50	\$37.181K	1,00	\$45.359K

Análisi 6-15  
 Recursos Platilla y outsourcing

**CORRIDA 28-28.**

Date: 13/01/2006 18:13:00  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Completion Std Deviation: 17.3d  
 95% Confidence Interval: 1.1d  
 Each bar represents 5d.



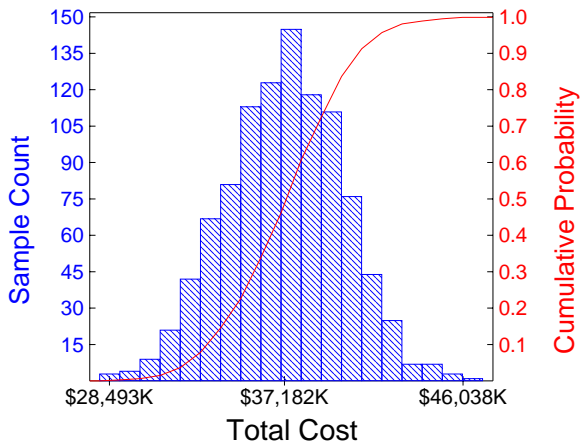
Completion Probability Table

Prob	Date	Prob	Date
0,05	07/12/2006	0,55	18/01/2007
0,10	18/12/2006	0,60	23/01/2007
0,15	22/12/2006	0,65	25/01/2007
0,20	28/12/2006	0,70	30/01/2007
0,25	01/01/2007	0,75	01/02/2007
0,30	04/01/2007	0,80	06/02/2007
0,35	08/01/2007	0,85	09/02/2007
0,40	10/01/2007	0,90	15/02/2007
0,45	12/01/2007	0,95	26/02/2007
0,50	16/01/2007	1,00	28/03/2007

Análisis 28-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing

Date: 13/01/2006 18:13:00  
 Number of Samples: 1000  
 Unique ID: 49  
 Name: PROYECTOS 1, 2 y 3

Cost Std Deviation: \$2,903K  
 95% Confidence Interval: \$179,920  
 Each bar represents \$1,000K



Cost Probability Table

Prob	Cost	Prob	Cost
0,05	\$32.271K	0,55	\$37.559K
0,10	\$33.291K	0,60	\$37.946K
0,15	\$34.034K	0,65	\$38.353K
0,20	\$34.654K	0,70	\$38.820K
0,25	\$35.248K	0,75	\$39.226K
0,30	\$35.707K	0,80	\$39.649K
0,35	\$36.052K	0,85	\$40.118K
0,40	\$36.483K	0,90	\$40.809K
0,45	\$36.890K	0,95	\$41.803K
0,50	\$37.219K	1,00	\$46.038K

Análisis 28-28  
 Recursos Plantilla y outsourcing