INDICE GENERAL

INDICE GENERAL I

INDICE DE FIGURAS V

INDICE DE TABLAS VII

JUSTIFICACIÓN 1

ALCANCE 2

1 Capítulo I - Fundamentos Teóricos sobre la Administración de Riesgos 3

1.1 Conceptos Básicos sobre Administración de riesgos 4

1.1.1 Definición de Riesgo e Incertidumbre. 5

1.1.2 El riesgo en el ciclo de vida del proyecto. 6

1.1.2.1 Tipos de Proyectos 8

1.1.2.2 Ciclo de vida de un proyecto 9

1.2 Ciclo de la Administración del riesgo. 11

1.2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos 13

1.2.2 Identificación de Riesgos 14

1.2.3 Análisis Cualitativo de Riesgos 15

1.2.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos 16

1.2.5 Planificación de la Respuesta a los Riesgos 17

1.2.6 Seguimiento y Control de Riesgos 17

1.3 Factores básicos para la medición de riesgos. 18

1.3.1 Parámetros para evaluación financiera. 18

1.3.1.1 Tasa de interés 19
1.3.1.2 Tasa de descuento 21
1.3.1.3 Anualidades 22
1.3.1.4 Perpetuidades 23
1.3.1.5 Valor actual neto (VAN) 23
1.3.1.6 Tasa interna de retorno (TIR) 26
1.3.1.7 Período de recuperación 28
1.3.1.8 Relación Beneficio Costo 29
1.3.1.9 Costo Anual Equivalente 30
1.3.1.10 Costo Ponderado de Capital (WACC) 30
1.3.1.11 Horizonte económico 31
1.3.1.12 Flujo de Caja Proyectado 32
1.3.2 Conceptos estadísticos básicos. 33
1.3.2.1 Media 33
1.3.2.2 Mediana 33
1.3.2.3 Moda 34
1.3.2.4 Varianza 34
1.3.2.5 Desviación estándar 34
1.3.2.6 Valor esperado 35
1.3.2.7 Coeficiente de variabilidad 35
1.3.2.8 Rango 35
1.3.2.9 Asimetría 36
1.3.2.10 Curtosis 36
1.3.2.11 Eventos dependientes e independientes 37
1.3.2.12 Probabilidad condicional 37
1.3.2.13 Teorema de Bayes 37

1.3.3 Distribuciones de probabilidad. 38

1.3.3.1 Tipos de Distribuciones de Probabilidad 40

1.3.3.2 Dependencia y Correlación 55

2 Capítulo II - Identificación de Riesgos en los proyectos. 56

2.1 Tipos de Riesgos. 56

2.2 Clasificación de los riesgos en proyectos 57

2.3 Identificación de riesgos en proyectos de infraestructura vial. 60

2.3.1 Causas. 64

2.3.2 Responsables. 65

2.3.3 Naturaleza. 66

3 Capítulo III - Evaluación del Riesgo. 67

3.1 Análisis Cualitativo de los Riesgos. 67

3.1.1 Matriz de Riesgos Impacto – Probabilidad. 68

3.2 Análisis Semi - Cuantitativo de los Riesgos. 71

3.3 Análisis Cuantitativo de los Riesgos. 72

3.3.1 Herramientas y Técnicas para la Cuantificación del Riesgo 73

3.3.1.1 Valor Monetario Esperado 73

3.3.1.2 Árboles de decisión 74

3.3.1.2.1 Definición 74

3.3.1.2.2 Estructuración 76

3.3.1.2.3 Solución 77

3.3.1.3 Simulación Método de Monte Carlo 79

3.3.1.3.1 Definición 81

3.3.1.3.2 Construcción del modelo 83

3.3.1.3.3 Análisis de resultados 84

3.3.1.4 Análisis de sensibilidad. 84

3.3.1.4.1 Análisis de Tornado 84

3.3.1.4.2 Diagrama tipo Araña 86

4 Capítulo IV - Evaluación del Riesgo (con variables de un proyecto vial). 89

4.1 Análisis Cualitativo de los Riesgos. 91

4.2 Análisis Semi - Cuantitativo de los Riesgos. 108

4.3 Análisis Cuantitativo de los Riesgos. 110

4.4 Análisis de los resultados y variables del proyecto. 125

5 Capítulo V - Planificación de respuesta ante los riesgos y monitoreo. 135

5.1 Respuesta ante los riesgos. 135

5.1.1 Plan de manejo del riesgo 135

5.1.2 Planeación de contingencias 138

5.2 Monitoreo de riesgos. 139

5.2.1 Plan de administración del riesgo. 139

5.2.2 Desarrollo adicional de la respuesta al riesgo 140

6 Capítulo VI - Conclusiones y Recomendaciones. 141

6.1 Referencia Bibliográfica. 146

6.2 Anexos. 149

6.2.1 Anexo # 1: Matriz de Impacto Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial 149

6.2.2 Anexo # 2: Tráfico Estimado Proyectado 149

6.2.3 Anexo # 3: Tarifa Caso A 149
6.2.4 Anexo # 4: Tarifa Caso B 149
6.2.5 Anexo # 5: Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO A 149
6.2.6 Anexo # 6: Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO B 149
6.2.7 Anexo # 7: Detalle de Depreciación – CASO A 149
6.2.8 Anexo # 8: Detalle de Depreciación – CASO B 149
6.2.9 Anexo # 9: Costos de Operación y Mantenimiento – CASO A 149
6.2.10 Anexo # 10: Costos de Operación y Mantenimiento – CASO B 150
6.2.11 Anexo # 11: Flujo de Caja (Trafico estimado) – CASO A 150
6.2.12 Anexo # 12: Flujo de Caja (Trafico estimado) – CASO B 150
6.2.13 Anexo # 13: Flujo de Caja (Trafico menor) – CASO A 150
6.2.14 Anexo # 14: Flujo de Caja (Trafico menor) – CASO B 150
6.2.15 Anexo # 15: Árbol de Decisión con Casos A y B 150
6.2.16 Anexo # 16: Resumen de Resultados del Modelo de Simulación 150
6.2.17 Anexo # 17: Detalle de la Sensibilidad de Tornado 150
6.2.18 Anexo # 18: Detalle de la Sensibilidad tipo Araña 150

INDICE DE FIGURAS

Figura # 1: Costo y personal requerido a lo largo del ciclo de vida del proyecto 7
Figura # 2: Ciclo Representativo de Vida de un Proyecto de Construcción 11
Figura # 3: Descripción de la Gestión de Riesgos de un proyecto 13
Figura # 4: Valor del Dinero en el tiempo 19
Figura # 5: Representación gráfica de la TIR 27
Figura # 6: Representación gráfica del Período de Recuperación a partir del Flujo de

Caja 29
Figura # 7: Diagrama de Flujo de Caja Proyectado 33
Figura # 8: Distribución Uniforme 42
Figura # 9: Distribución Triangular 43
Figura # 10: Histograma 43
Figura # 11: Distribución Beta Pert 45
Figura # 12: Distribución Discreta 46
Figura # 13: Distribución Normal 46
Figura # 14: Distribución Lognormal 47
Figura # 15: Distribución Beta 48
Figura # 16: Distribución Binomial 49
Figura # 17: Distribución Geométrica 50
Figura # 18: Distribución Binomial Negativa 50
Figura # 19: Distribución Hipergeométrica 51
Figura # 20: Distribución Poisson 52
Figura # 21: Distribución Exponencial 53
Figura # 22: Distribución Gamma 54
Figura # 23: Distribución Weibull 55
Figura # 24: Correlación de Variables 55
Figura # 25: Matriz de Impacto – Probabilidad y acciones recomendadas 68
Figura # 26: Matriz de Impacto – Probabilidad estándar 70
Figura # 27: Nodo de decisión 75
Figura # 28: Nodo de incertidumbre o evento 75
Figura # 29: Estructuración del Árbol de Decisión 76
Figura # 30: Solución del Árbol de Decisión 77
Figura # 31: Solución Alternativa (método de reversión) del Árbol de Decisión 78
Figura # 32: Ejemplo Análisis de tornado 85
Figura # 33: Ejemplo de Contribución a la Varianza 85
Figura # 34: Ejemplo Diagrama tipo araña 86
Figura # 35: Menú de opciones de Crystal Ball 87
Figura # 36: Ejemplo de definición de variables o supuestos en Crystal Ball 87
Figura # 37: Ejemplo de definición del pronóstico en Crystal Ball 87
Figura # 38: Ejemple de la ejecución del modelo en Crystal Ball 88
Figura # 39: Matriz de Riesgos - Concesionario 99
Figura # 40: Matriz de Riesgos - Concesionario 102

Figura # 41: Crecimiento de Tráfico estimado 112
Figura # 42: Presupuesto caso A 113
Figura # 43: Presupuesto caso B 113
Figura # 44: Costos operativos y de Mantenimiento 114
Figura # 45: Flujo de Caja – Caso A 115
Figura # 46: Flujo de Caja – Caso B 116
Figura # 47: Árbol de decisión. 119
Figura # 48: VME Obtenido en base a la simulación de Monte Carlo 126
Figura # 49: VAN – Casos A y B 127
Figura # 50: VAN – Caso A - Detallado 127
Figura # 51: VAN – Caso B - Detallado 128
Figura # 52: Opción de Participar en el Proyecto 129
Figura # 53: Opción de Hacer o NO estudio de TPDA 129
Figura # 54: Opción Puente A vs Puente B 129
Figura # 55: Contribución a la Varianza sobre el VME 130
Figura # 56: Contribución a la Varianza sobre el VAN @ 12% del caso A 131
Figura # 57: Gráfico de Dispersión entre Tarifa y VAN @12% del caso A 131
Figura # 58: Sensibilidades para el VAN, según el caso 132
Figura # 59: Gráfico de tornado del VME. 133
Figura # 60: Diagrama tipo araña del VME. 134

INDICE DE TABLAS

Tabla # 1: Tipos de Riesgos viales desde la perspectiva del Concesionario 63
Tabla # 2: Tipos de Riesgos viales desde la perspectiva del Estado 64
Tabla # 3: Cuantificación del Impacto, para la Matriz de riesgos propuesta 72
Tabla # 4: Cuantificación de la Probabilidad, para la Matriz de riesgos propuesta 72
Tabla # 5: Escala de Impacto utilizada para el Análisis Cualitativo 95
Tabla # 6: Riesgo vs Impacto – Proyecto Infraestructura Vial 96
Tabla # 7: Escala de Probabilidad utilizada para el Análisis Cualitativo 97
Tabla # 8: Riesgo vs Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial 97
Tabla # 9: Nivel de riesgo determinado en base a Impacto x Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial 98

Tabla # 10: Cantidad de Riesgos por Impacto vs Fase 106
Tabla # 11: Cantidad de Riesgos por Probabilidad vs Fase 107
Tabla # 12: Cantidad de Riesgos por Impacto vs Recurso 107
Tabla # 13: Cantidad de Riesgos por Probabilidad vs Recurso 108
Tabla # 14: Análisis Semi – Cuantitativo 109
Tabla # 15: Resumen de resultados – Método Determinístico 125

“Marco referencial y Metodología para incorporar el Análisis de Riesgos a un proyecto de infraestructura (aplicación de parámetros de infraestructura vial)”

JUSTIFICACIÓN

Cada día los proyectos tienen mayor complejidad a lo largo de su ciclo de vida, donde se requiere la toma de decisiones bajo riesgo e incertidumbre; es por esto que se hace necesario el desarrollo y fortalecimiento de herramientas para el análisis de riesgo.

El manejo de una empresa y sus diferentes proyectos involucra constantes procesos de administración de riesgos, los mismos que se encargan de identificar, analizar y responder de manera efectiva, procurando maximizar los resultados de eventos positivos y minimizar las consecuencias negativas.

Es aquí que toma gran importancia crear conciencia de que la construcción como cualquier otro negocio, necesita realizar e implementar esquemas de planeación y gestión integral de riesgos que se ajusten a la realidad actual y al movimiento de la economía.

En un proyecto de infraestructura vial, existen varios riesgos en cada una de sus etapas, desde la planeación y análisis de la factibilidad hasta su ejecución y puesta en operación con el consiguiente mantenimiento. Por esta razón es esencial identificar, cuantificar y analizar los mismos y las acciones para administrarlos o mitigarlos.

Con el precedente citado se propuso este tema de tesis, para ser utilizado como una herramienta que oriente a las empresas de construcción a introducir procesos y aplicar conceptos que permitan identificar, analizar y evaluar los riesgos.

Se utilizan en su desarrollo variables y parámetros de proyectos de infraestructura vial, para observar la aplicación de los diferentes conceptos, herramientas y directrices del tema desarrollado.

ALCANCE

Se hará una descripción detallada de los conceptos y procesos relacionados con la Administración de Riesgos en los proyectos y como encajan en el ciclo de vida de los mismos.

Se realizará una clasificación general de los riesgos y se identificarán los que tienen relación con proyectos de infraestructura vial.

Se estudiarán las herramientas para la toma de decisiones, siendo la identificación de los riesgos el punto de partida.

Se realizarán análisis cualitativos, semi – cuantitativos y cuantitativos de los riesgos.

Se utilizará herramientas como: árboles de decisión, simulación de Monte Carlo y análisis de sensibilidad para observar el comportamiento de las variables del proyecto.

1 Capítulo I - Fundamentos Teóricos sobre la Administración de Riesgos

Antecedentes

La sociedad actual es globalizada, competitiva y dinámica, esto demanda de las empresas una constante reformulación de estrategias para satisfacer las necesidades de un mercado fluctuante.

La eficacia constante en nuestras tareas diarias se traduce en resultados económicos, para lo que debemos respaldarnos en prácticas metodológicas.

La diferencia entre una buena y una mala decisión puede ser la diferencia entre el éxito y el fracaso de un proyecto. Es por esta razón que la Administración de Riesgos es fundamental para alcanzar los objetivos que se persiguen. Esta administración se la debe realizar no solo desde el punto de vista financiero, sino que también se la debe enfocar a parámetros operacionales, de ejecución, de toma de decisiones, niveles de rentabilidad, etc.

Proyectos de desarrollo social del capital, como son los de carreteras, están sujetos a diversos riesgos a lo largo de su ciclo de vida, desde la etapa de planificación y construcción hasta la de operación y mantenimiento; principalmente debido los períodos amplios de construcción y las necesidades posteriores de cuidado, además de la amplia cobertura geográfica

La cada vez creciente tecnología permite la interacción de procesos que permiten medir los riesgos a los que están expuestos los proyectos. Existen varios métodos para evaluar la incertidumbre, reducir el riesgo y así ayudar a quienes toman decisiones a escoger soluciones que se puedan llevar a la práctica.

Mediante el análisis de riesgos de un proyecto **a partir de la identificación** y cuantificación de los mismos, podemos planificar la respuesta al riesgo y controlarla.

1.1 Conceptos Básicos sobre Administración de riesgos.

Este trabajo se enfoca hacia la administración de riesgos en proyectos de construcción, por lo que es necesario definir la rama dentro de la cual se desarrolla.

Definición de ingeniería

Según el ABET[1] : "la Ingeniería es la PROFESIÓN en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con buen juicio a fin de desarrollar formas en que se pueden utilizar, de manera económica, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad."
Con el conocimiento de estas herramientas se puede definir y analizar problemas complejos y buscar soluciones prácticas para los mismos.

Necesidad de una metodología de administración de riesgos

Hace un par de décadas las empresas se han visto expuestas a condiciones de incertidumbre que antes no eran analizadas a profundidad. En la actualidad las empresas deben planificar y gestionar el riesgo con el objeto de identificar y medir las variables críticas que afectan al proyecto, y con ello, permitir la administración de los mismos.
Por otro lado la toma de decisiones importantes y la estrategia dependen del conocimiento, información y criterio basado en el análisis de los factores anteriores.

[1] Según el "Accreditation Board for Engineering and Technology"

1.1.1 Definición de Riesgo e Incertidumbre.

Para el desarrollo de este trabajo debemos entender claramente y diferenciar los conceptos de riesgo e incertidumbre. Existen varias definiciones para estos términos según el campo de análisis, sin embargo analizaremos la más general desde el punto de vista de gestión de empresas:

Riesgo

Es la probabilidad que tienen los eventos de desviarse de un resultado esperado, generando en un proyecto resultados adversos sobre lo previsto en el beneficio y costo[2].

Por otro lado el riesgo puede definirse como la combinación de la probabilidad de un evento y sus consecuencias[3].

Estadísticamente es un efecto aleatorio propio del sistema que se encuentra en análisis.

Se puede reducir alterando el sistema.

Bajo estas premisas debemos tener claro que el "Riesgo" es algo que se puede administrar.

Es por esta razón que podemos reducirlo, transferirlo o mitigarlo.

Incertidumbre

La incertidumbre existe en el entorno de cualquier proyecto, siempre que no se sabe con seguridad lo que ocurrirá en el futuro y depende de las diferentes posibilidades que puedan tener los escenarios que se consideren[4]. Se puede reducir algunas veces con mediciones

[2] Chris Furnell, Risk identification and risk allocation in project finance transactions, paper presented at the Faculty of Law, The University of Melbourne, May 2000, p. 1.

[3] A Risk Management Standard © AIRMIC, ALARM, IRM: 2002

[4] Tomado de Gestión Integral de Riesgos Tomo I, Oscar Bravo Mendoza.

adicionales, mayor estudio o consulta a expertos. En suma, debemos buscar más información para reducir la incertidumbre.

En términos generales, riesgo es un concepto que expresa la incertidumbre de eventos y resultados que podrían ejercer un efecto adverso en los objetivos y las metas de la organización

Es importante recalcar que mientras el riesgo envuelve recursos como “costo” y “tiempos”, la incertidumbre no necesariamente los relaciona. Ambos factores se describen mediante distribuciones de probabilidad.

La **Variabilidad Total** es la combinación de riesgo e incertidumbre.

1.1.2 El riesgo en el ciclo de vida del proyecto.

Para poder ubicar al riesgo en el ciclo de vida de un proyecto, necesitamos definirlo. Es así que se define a un *proyecto* como un conjunto de tareas o actividades secuenciales, de duración determinada, formalmente organizadas, que utilizan recursos y que tienen como finalidad satisfacer necesidades humanas.

Por otro lado el PMBOK[5] señala que un proyecto es: además una tarea temporal desarrollada para crear un producto o servicio único. Temporal quiere decir que cada proyecto tiene un comienzo definitivo y una terminación definitiva. Único quiere decir que el producto o servicio es diferente de alguna manera distintiva de todos los proyectos o servicios similares.

[5] Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK – PMI

Es así que los objetivos que persigue cada proyecto, le son propios y pueden ser diferentes a los de otros, sin embargo, siempre hay unas características comunes en ellos:

- El plazo de ejecución.
- El costo total.
- La calidad o cumplimiento de los requisitos para los que fue diseñado el proyecto.

Inicialmente el ámbito del proyecto pertenecía básicamente al campo de la ingeniería (proyecto estrictamente técnico).

Luego se agregaron estimaciones financieras de costos e ingresos con motivo de la ejecución de las grandes obras públicas de infraestructura económica (**proyectos con equilibrio técnico-económico**).

Dentro de este contexto, el riesgo juega un papel fundamental en el ciclo de vida de un proyecto.

Al inicio del mismo, el nivel de incertidumbre es mayor y el riesgo de no cumplir los objetivos es más alto. A medida que avanza el proyecto se reduce la incertidumbre.

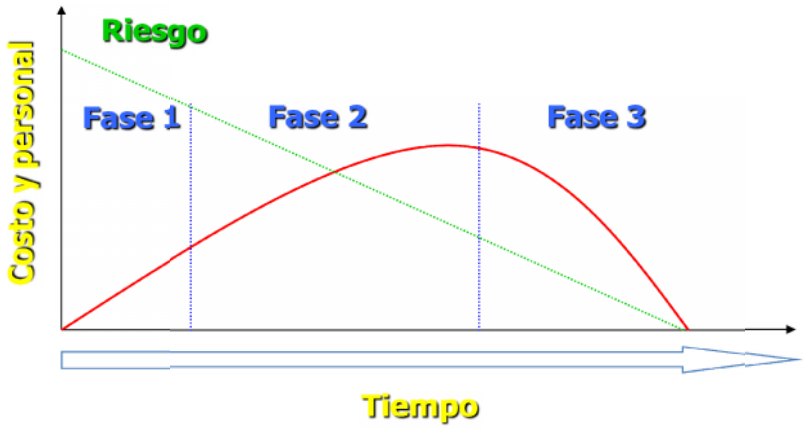


Figura # 1: Costo y personal requerido a lo largo del ciclo de vida del proyecto
(Fuente: PMBOK)

1.1.2.1 Tipos de Proyectos

Los tipos de proyectos se clasifican de variadas maneras. Algunos autores lo hacen teniendo en cuenta su finalidad, otros según el tiempo que dure su ejecución, otros los relacionan con la producción.

Los franceses *Chervel y Le Gail* [6] , clasifican los proyectos económicos y sociales, de la siguiente manera:

Por finalidades

- Según la naturaleza de los bienes o servicios producidos.
    - De producción de bienes materiales, por ejemplo proyectos de tipo industrial.
    - De producción de servicios, por ejemplo proyectos de telecomunicaciones, de prestación de servicios públicos, educativos y de salud.
- Según la clase de consumo a que da lugar el producto
    - De producción para demanda interna, ejemplo: producción de alimentos, elaboración de calzado y proyectos de exportación como flores, frutas exóticas.
    - Económicos como explotación de recursos naturales y proyectos sociales como salud y educación.
    - De producción de bienes comercializables como plantaciones agrícolas y proyectos de bienes no comercializables como huertas escolares y caseras.

Tiempo de ejecución

- De producción inmediata como proyectos industriales.
- De producción diferida como renovación de recursos naturales.

[6] Según artículo publicado por la Universidad Nacional de Colombia. (2002)

- De inversión intensiva o de larga duración.
- De inversión moderada

Por otro lado la categoría del proyecto, hace referencia a las áreas o disciplinas de este:

- Producción de bienes como la industria petroquímica.
- Infraestructura para prestación de servicios.
- Prestación de servicios a través de instituciones o de profesiones.
- Mejoramiento de la calidad de vida como educación, cultura, salud, recreación.

En ingeniería civil podemos clasificar a los proyectos de acuerdo a la necesidad, a continuación algunos ejemplos:

Habitacionales:	Conjuntos, Urbanizaciones.
Comunicación:	Carreteras, puertos aeropuertos.
Infraestructura:	Vial, Centrales hidroeléctricas, Plantas de Tratamiento.
Sociales:	Escuelas, hospitales.
Otras:	Estudios de factibilidad: técnica, económica, financiera

1.1.2.2 Ciclo de vida de un proyecto

Para facilitar la gestión de un proyecto, este se divide en fases, con los enlaces correspondientes a las operaciones de la organización ejecutante. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto[7].

Las fases y ciclo de vida de un proyecto dependen del tipo de este. Para un proyecto de construcción podemos utilizar como modelo, el descrito por Peter Morris [8].

[7] Tomado de la Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos – (Guía del PMBOK – PMI)

- **Factibilidad** — formulación del proyecto (alcance), estudios de factibilidad, y diseños de estrategia y aprobación. Esta fase nos da la pauta para tomar la decisión de seguir o no con el proyecto.
- **Planeación y Diseño** — diseño de bases, costos (presupuesto) y cronogramas (programación), términos del contrato y condiciones, y planeación detallada. Los contratos principales se adjudican al final de esta fase.
- **Producción** — manufactura, entrega, obra civil, instalación, y pruebas. La factibilidad es terminada sustancialmente al completar esta fase.
- **Entrega y Comienzo de Operaciones** — ensayos finales y mantenimiento. La operación debe estar en pleno funcionamiento al terminar esta fase.

Cada fase tiene un conjunto de actividades, las cuales tienen a su vez un tiempo determinado de entrega (hito)[9] , el cual es verificable y forma parte de una secuencia lógica

[8] Según Morris, Peter; Project Management Handbook

[9] Término utilizado para marcar el inicio o fin de una determinada actividad

Figura 2-3. Ciclo Representativo de Vida de un Proyecto de Construcción, per Morris

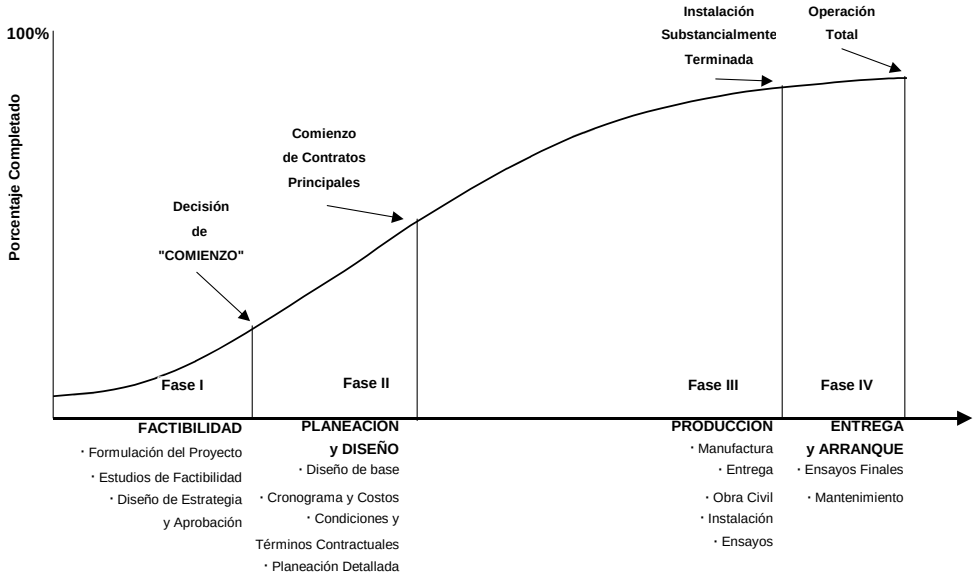


Figura # 2: Ciclo Representativo de Vida de un Proyecto de Construcción
Fuente: Morris, Peter; Project Management Handbook

1.2 Ciclo de la Administración del riesgo.

Esta sección tiene como propósito describir el proceso formal de la Administración de Riesgos; este concepto se introdujo en la edición del año 2000 del PMBOK[10], hecho importante ya que posiciona esta disciplina dentro de la Administración global de Proyectos.

El propósito de esta disciplina es aumentar la probabilidad y el impacto de los eventos positivos, y disminuir la probabilidad y el impacto de los eventos adversos para el proyecto.

Los procesos de la Administración de Riesgos, necesitan ser establecidos para definir los parámetros básicos dentro de los cuales deben administrarse los riesgos y para proveer una guía para las decisiones dentro de estudios de administración de riesgos más detallados.

[10] Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK – PMI

Los mismos pueden ser aplicados y tratados proactivamente en todas las etapas del proyecto, lógicamente se tendrá mayor beneficio si se lo aplica desde el principio.

El PMBOK clasifica estos procesos de la siguiente manera:

- ✓ Planificación de la Gestión de Riesgos
- ✓ Identificación de Riesgos
- ✓ Análisis Cualitativo de Riesgos
- ✓ Análisis Cuantitativo de Riesgos:
- ✓ Planificación de la Respuesta a los Riesgos
- ✓ Seguimiento y Control de Riesgos

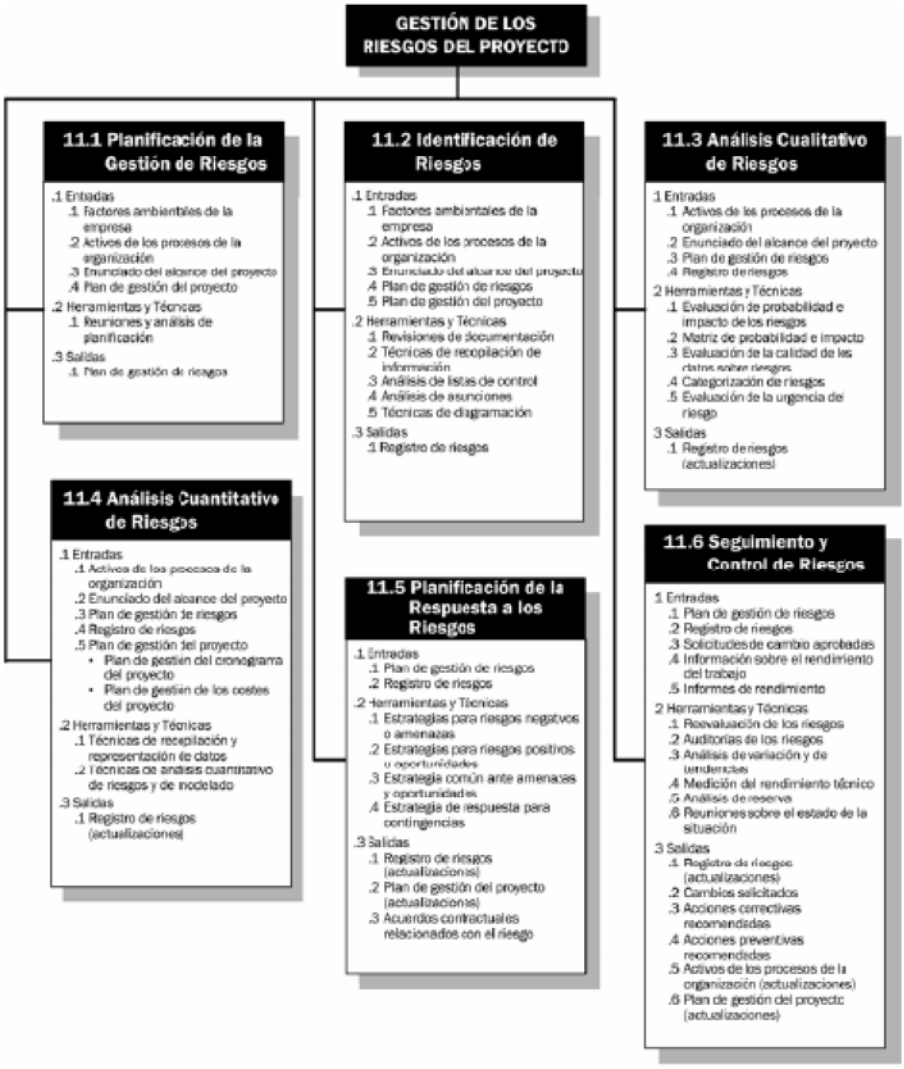


Figura # 3: Descripción de la Gestión de Riesgos de un proyecto
Fuente: PMBOK

A continuación detallaremos brevemente el ámbito de cada uno de estos procesos, para esto usamos la guía planteada en el PMBOK.

1.2.1 Planificación de la Gestión de Riesgos

La etapa de Planificación es la etapa inicial en la cual se decide como se llevarán a cabo las actividades de gestión de riesgos. Esta establece el contexto estratégico, organizacional y

de administración de riesgos en el cual tendrá lugar el resto del proceso Debe realizarse de manera cuidadosa, ya que garantiza el éxito de los otros 5 procesos.

Este proceso debe completarse en las fases iniciales de planificación del proyecto.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Factores Ambientales de la Empresa,
- Activos de los Procesos de la Organización,
- Enunciado del Alcance del Proyecto,
- Plan de Gestión del Proyecto.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Reuniones de Planificación y Análisis; en donde los equipos involucrados desarrollan el plan de gestión.

Las salidas o resultados de esta etapa son:

- Plan de Gestión de Riesgos; que debe incluir: metodología, roles y responsabilidades, preparación del presupuesto, periodicidad, categorías de riesgo.

1.2.2 Identificación de Riesgos

Esta etapa es crucial, ya que determina los riesgos que pueden afectar al proyecto. Lo ideal es que en esta participe todo el personal involucrado en el proyecto. La identificación debería incluir todos los riesgos, estén o no bajo el control de la organización.

La Identificación de Riesgos es un proceso iterativo porque se pueden descubrir nuevos riesgos a medida que el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida. En este punto dependiendo de la experiencia del equipo que realice la identificación, puede proyectarse directamente a la fase del Análisis Cuantitativo.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Factores Ambientales de la Empresa,
- Activos de los Procesos de la Organización,
- Enunciado del Alcance del Proyecto,
- Plan de Gestión de Riesgos,

- Plan de Gestión del Proyecto.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Revisiones de Documentación,
- Técnicas de Recopilación de Información (tormenta de ideas, entrevistas, identificación de la causa, técnica Delphi[11], análisis DAFO),
- Análisis mediante Lista de Control,
- Análisis de Asunciones,
- Técnicas de Diagramación (diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo o de sistemas, diagramas de influencias).

Las salidas o resultados de esta etapa son:

- Registro de Riesgos (lista de riesgos identificados, lista de posibles respuestas, causas de los riesgos, categorías de riesgo actualizadas.)

1.2.3 Análisis Cualitativo de Riesgos

Esta etapa se desarrolla para priorizar los riesgos identificados y realizar posteriores acciones. El objetivo será centrarse en los riesgos de alta prioridad.

Este análisis que se detallará más adelante en el capítulo 3 y su aplicación en el capítulo 4, usa la probabilidad de ocurrencia y el impacto sobre los objetivos del proyecto como son costo, plazo, alcance y calidad.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Activos de los Procesos de la Organización,
- Enunciado del Alcance del Proyecto,
- Plan de Gestión de Riesgos,
- Registro de Riesgos.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Evaluación de Probabilidad e Impacto de los Riesgos,
- Matriz de probabilidad e impacto,
- Evaluación de la Calidad de los Datos sobre Riesgos,
- Categorización de Riesgos,
- Evaluación de la Urgencia de los Riesgos.

Las salidas o resultados de esta etapa son:

[11] La técnica Delphi es una forma de llegar a un consenso de expertos por medio de un facilitador.

- Registro de Riesgos, con actualizaciones que incluyen: lista de prioridades o clasificaciones relativas de los riesgos del proyecto, riesgos agrupados por categorías, lista de riesgos que requieren respuesta a corto plazo, lista de riesgos que requieren análisis y respuesta adicionales, listas de supervisión de riesgos de baja prioridad, tendencias en los resultados del análisis cualitativo de riesgos.

1.2.4 Análisis Cuantitativo de Riesgos

Con los riesgos priorizados se realiza el análisis cuantitativo, ya que se entiende que estos tienen un impacto significativo y debemos centrarnos en estos. Se analiza el efecto de los mismos y se les asigna una clasificación numérica.

Para desarrollar el método cuantitativo se utiliza técnicas como la simulación Monte Carlo y análisis de árbol de decisiones.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Activos de los Procesos de la Organización,
- Enunciado del Alcance del Proyecto,
- Plan de Gestión de Riesgos,
- Registro de Riesgos,
- Plan de Gestión del Proyecto; que incluye el plan del cronograma y el plan de costos.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Técnicas de Recopilación y Representación de Datos; entre las que tenemos entrevistas, distribuciones de probabilidad y juicio de expertos,
- Técnicas de Análisis Cuantitativo de Riesgos y de Modelado; que puede incluir: análisis de sensibilidad, análisis del valor monetario esperado, análisis mediante árbol de decisiones, modelado y simulación

Las salidas o resultados de esta etapa son:

- Registro de Riesgos, con actualizaciones que incluyen: análisis probabilístico del proyecto, probabilidad de lograr los objetivos de costo y tiempo, lista priorizada de riesgos cuantificados, tendencias en los resultados del análisis cuantitativo de riesgos.

1.2.5 Planificación de la Respuesta a los Riesgos

Este es el proceso para desarrollar opciones y determinar acciones con el objeto de mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto. Aquí se definen los pasos de mejoramiento para las oportunidades y respuesta a amenazas

Las respuestas a los riesgos planificadas deben ser congruentes con la importancia del riesgo.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Plan de Gestión de Riesgos,
- Registro de Riesgos.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Estrategias para Riesgos Negativos o Amenazas; estas son evitar, transferir o mitigar,
- Estrategias para Riesgos Positivos u Oportunidades; estas son explotar, compartir o mejorar,
- Estrategia Común ante Amenazas y Oportunidades; esta es Aceptar,
- Estrategia de Respuesta para Contingencias.

Las salidas o resultados de esta etapa son:

- Registro de Riesgos,
- Plan de Gestión del Proyecto,
- Acuerdos Contractuales Relacionados con el Riesgo.

1.2.6 Seguimiento y Control de Riesgos

Se debe dar seguimiento a los riesgos planificados durante el ciclo de vida del proyecto, pero este además debe ser supervisado continuamente para detectar riesgos nuevos o que cambios en los previamente identificados.

Este proceso aplica técnicas, como el análisis de variación y de tendencias, que requieren el uso de datos de rendimiento generados durante la ejecución del proyecto.

Como entradas y elementos iniciales para este proceso tenemos:

- Plan de Gestión de Riesgos,
- Registro de Riesgos,
- Solicitudes de Cambio Aprobadas,
- Información sobre el Rendimiento del Trabajo,
- Informes de Rendimiento.

Las Herramientas y Técnicas que se usan en este proceso son:

- Reevaluación de los Riesgos,
- Auditorías de los Riesgos,
- Análisis de Variación y de Tendencias,
- Medición del Rendimiento Técnico,
- Análisis de Reserva,
- Reuniones sobre el Estado de la Situación.

Las salidas o resultados de esta etapa son:

- Registro de Riesgos,
- Cambios Solicitados,
- Acciones Correctivas Recomendadas,
- Acciones Preventivas Recomendadas,
- Activos de los Procesos de la Organización,
- Plan de Gestión del Proyecto.

1.3 Factores básicos para la medición de riesgos.

En esta sección detallaremos los principales conceptos financieros y estadísticos que nos ayudaran a entender de mejor forma el detalle del análisis de riesgos, especialmente en lo que se refiere al análisis cuantitativo.

Para el desarrollo de muchos de los conceptos se utilizó como base, la bibliografía pertinente mencionada al final de este trabajo.

1.3.1 Parámetros para evaluación financiera.

Los Indicadores Financieros son valores calculados que permiten calificar las diferentes opciones analizadas en función de la bondad económica.

Estos indicadores pueden ser estáticos; cuando no consideran el valor del dinero en el tiempo y dinámicos cuando si lo hacen.

Existen múltiples y diversos indicadores financieros, sin embargo en este capítulo detallaremos los principales indicadores que intervienen en el análisis de riesgos de un proyecto de inversión. Esto nos ayudará más adelante en el capítulo 3 para describir la evaluación del riesgo por medio de Análisis Cuantitativos.

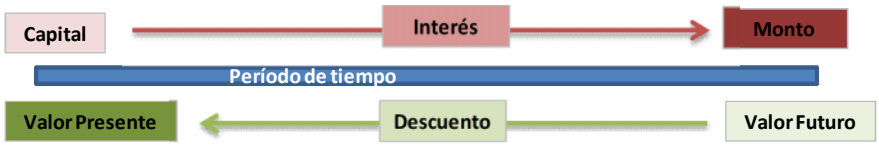


Figura # 4: Valor del Dinero en el tiempo

1.3.1.1 Tasa de interés

Toda persona que obtiene un préstamo adquiere la obligación de pagar un interés (precio), por el uso del dinero tomado.

Este interés depende de las condiciones contractuales, y varía en relación directa con la cantidad de dinero prestada y con el tiempo de duración del préstamo.

La expresión de este precio es la tasa de la operación comercial. Esta se expresa porcentaje y es el tipo de interés de la operación.

"La tasa de interés es por definición[12], la diferencia entre la suma que el deudor repaga al final de período y la suma que recibe en préstamo, denominada principal, dividida por el principal. Se expresa usualmente como porcentaje."

[12] Tomado de (Luis Fernando Gutierréz Marulanda, 1995, págs. 54, 55)

Interés simple:

En el cálculo del interés simple el capital que genera los intereses permanece constante todo el tiempo de duración del préstamo. Este no se acumula al principal para efectos de calcular el interés del período siguiente.

$$I = C \times i \times t$$

En donde:

I = Interés simple

C = capital

i = interés

t = tiempo (usualmente en años)

Interés compuesto:

Si en cada intervalo de tiempo se agregan los intereses sobre el capital, formando un monto sobre el cual se calcularán los intereses en el siguiente periodo de tiempo y así sucesivamente, se dice que los intereses se capitalizan y que la operación financiera es a interés compuesto. Este se acumula con el principal para calcular los intereses devengados en el período siguiente.

$$M = C\,(1 + \frac{i}{k})^{t}$$

En donde:

M = Monto al final de período

C = capital

i = interés por período

k = # de períodos por año

n = # de años

t = k x n = tiempo - períodos totales

Conceptos adicionales son la tasa nominal, que es la convenida para una operación financiera y la tasa efectiva que es la que realmente actúa sobre el capital de operación financiera.

Como complemento la Tasa anual equivalente nos da una idea del rendimiento efectivo. Esta incluye el tipo de interés nominal, recogiendo además gastos y comisiones financieras.

$$TAE = \left(1 + \frac{i}{k}\right)^{k} - 1$$

En donde:

TAE = Tasa anual equivalente

i = interés nominal

k = período de capitalización (frecuencia de pagos / cobro de intereses)

1.3.1.2 Tasa de descuento

El dinero tiene un valor en el tiempo independientemente de la inflación. La tasa de descuento es la tasa que se utiliza para comparar flujos en el tiempo y refleja el costo de oportunidad de invertir en alternativas de similar riesgo.

Se la define como la diferencia expresada en términos porcentuales, entre el precio que se paga por un título y su valor nominal, siendo este último superior al primero y sujeto a ser rescatado en una fecha determinada.

La tasa de descuento se diferencia de la tasa de interés, *en que esta se aplica a una cantidad original para obtener el incremento que sumado a ella da la cantidad final*, mientras

que el descuento se resta de una cantidad esperada para obtener una cantidad en el presente[13].

$$FD = \frac{1}{(1+i)^n}$$

En donde:

FD = tasa de descuento

i = tasa de interés

n = período

1.3.1.3 Anualidades

Una anualidad[14] es una serie de pagos periódicos idénticos.

El valor presente de una anualidad es la suma de los valores presentes de los pagos periódicos.

La definición de "valor presente", es abordada con detalle más adelante.

$$VP\,(Anualidad) = P\,\frac{1-(1+i)^{-j}}{i}$$

En donde:

VP (Anualidad) = Valor presente de una anualidad

P = Pago periódico

i = tasa de interés periódica

j = número de período o pagos

[13] Definición extraída de libros financieros mencionados en la Bibliografía e internet (Wikipedia)

[14] Basado en: Herrera Lana, Eduardo. (2007). Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos.

1.3.1.4 Perpetuidades

Una perpetuidad[15] es una serie infinita de pagos periódicos. Hay dos tipos: con pagos fijos y crecientes.

El valor presente de una perpetuidad con pagos fijos es:

$$VP\ (Perpetuidad) = \frac{P}{i}$$

En donde:

VP (Perpetuidad) = Valor presente de una perpetuidad

P = Pago perpetuo

i = tasa de descuento

El valor presente de una perpetuidad con crecientes es:

$$VP\ (Perpetuidad) = \frac{P(1+g)}{(i-g)}$$

En donde:

g = Tasa de crecimiento esperada.

1.3.1.5 Valor actual neto (VAN)

La toma de decisiones en una empresa está principalmente relacionada con la determinación del valor de esta, asociada con los resultados esperados y el consecuente rendimiento de un proyecto.

[15] Basado en: Herrera Lana, Eduardo. (2007). Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos.

El valor presente es el valor actual de un flujo de efectivo futuro o de una serie de flujos de efectivo. Comúnmente se conoce como el valor del Dinero en Función del Tiempo[16].

$$VP = \frac{VF}{(1+i)^n}$$

En donde:

VP = Valor Presente

VF = Valor Futuro (flujo de efectivo de un período determinado, capitalizado a una tasa de interés específica)

i = tasa de interés

n = período de tiempo

Los valores presentes pueden ser sumados para evaluar múltiples flujos de efectivo, es así que el procedimiento del valor actual neto permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

Conceptualizando el **valor actual (presente) neto** corresponde a la diferencia entre el valor presente de los ingresos y el valor presente de los egresos; es un método utilizado para evaluar las propuestas de las inversiones de capital. Para aplicar este enfoque, solo debemos determinar el valor presente de todos los flujos futuros de efectivo que se espera genere un proyecto, y luego sustraer la inversión original para obtener el beneficio neto de la empresa debido a su inversión en el proyecto.

$$VAN = \sum_{t=1}^{n} \frac{FCt}{(1+r)^t} + FC_0$$

[16] Basado en definiciones de libros financieros mencionados en la Bibliografía

En donde:

VAN = Valor Actual Neto

FCt = Flujos de Caja en cada período t

FC_0 = Flujo de Caja inicial

r = tasa de descuento

t = período

n = número de períodos

Criterios de evaluación del valor actual neto

VAN > 0, Se recupera la inversión, por lo que el proyecto es aceptable.

VAN = 0, No se genera ni ganancias ni pérdidas, el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad esperada.

VAN < 0, No se recupera el costo de oportunidad[17] de la inversión, por lo que el proyecto no es recomendable.

Como ventajas del método del VAN podemos mencionar:

- Es muy completo y consistente,
- Provee el resultado correcto para la valoración de un proyecto,
- Organiza los proyectos de acuerdo a la magnitud de la creación de valor,
- Toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo,
- Los resultados son aditivos entre proyectos.

Como desventajas del método del VAN podemos mencionar:

- No permite evaluar proyectos de diferente vida útil,
- No refleja en forma completa el desempeño de un proyecto o empresa en un año en particular.

[17] En finanzas se refiere a la rentabilidad que tendría una inversión considerando el riesgo aceptado. También se puede usar la interpretación que hace referencia a lo que se deja de ganar o de disfrutar, cuando se elije una alternativa entre varias disponibles.

1.3.1.6 Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de descuento a la cual el valor actual neto de los flujos de caja se hace igual a cero. De tal forma que es la tasa de rentabilidad que se espera obtener si se decide llevar a cabo un proyecto.

Para su cálculo debemos resolver la ecuación del VAN mencionada en el punto anterior, haciendo que el valor del mismo sea igual a cero.

Se puede también graficar o generar resultados de diversos VAN, variando la tasa de descuento hasta obtener el VAN = 0.

Otra forma de obtener el valor de la TIR, mediante interpolación[18] es calculando la misma a partir aproximaciones del VAN, para el cual nos impondremos tasas que generen un VAN negativo y otro positivo, basados en buena medida en el gráfico mencionado en el párrafo anterior.

Si utilizamos el concepto de proporcionalidad y semejanza de triángulos, donde los ejes de abscisas y ordenadas corresponden a los del grafico inferior, tenemos que:

$$\frac{tasa\ mayor - tasa\ menor}{tasa\ incremental} = \left(\frac{|VAN\ tasa\ mayor - VAN\ tasa\ menor|}{VAN\ tasa\ menor}\right)$$

Gráficamente la TIR es la suma de la tasa menor más la tasa incremental, por lo que la TIR será:

$$TIR = Tasa\ menor + \left(\frac{tasa\ mayor - tasa\ menor}{|VAN\ tasa\ mayor - VAN\ tasa\ menor|}\right) VAN\ tasa\ menor$$

[18] Basado en la información de Bibliografía y sintetizando el cálculo gráfico con interpolación

Mientras mayor aproximación al VAN = 0 tengan las tasas, este cálculo tendrá mayor precisión.

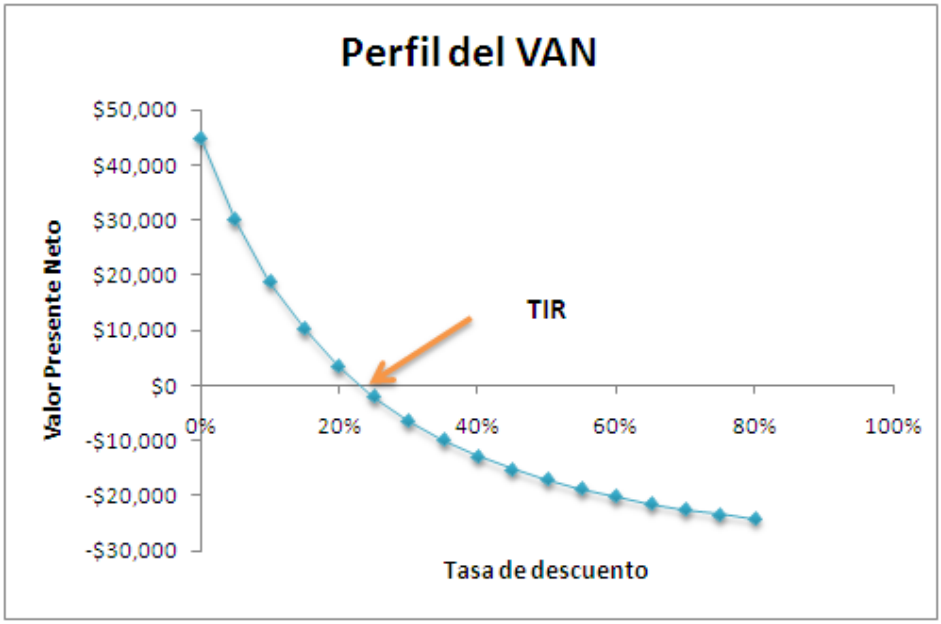


Figura # 5: Representación gráfica de la TIR

Criterios de evaluación de la TIR

TIR > r, El proyecto es aceptable.

TIR = r, El proyecto es indiferente.

TIR < r, El proyecto no es recomendable.

Este es un método incompleto, puesto que resultados positivos no necesariamente implican la creación de valor.

Esta metodología no provee información sobre la magnitud del proyecto.

Presenta problemas cuando se quieren seleccionar proyectos

mutuamente excluyentes.

Cuando los flujos no son normales, es decir hay más de un cambio de signo, se podría tener múltiples tasas internas de retorno. La alternativa en este caso es utilizar la TIR modificada (también llamada tasa verdadera de rentabilidad - TVR)[19], que consiste en tomar el flujo y revertirlo desde el período 1 hasta n, utilizando la tasa de descuento apropiada que refleje el costo de oportunidad de la inversión.

1.3.1.7 Período de recuperación

Es el tiempo requerido para que el valor acumulado de los flujos de caja esperados sea igual a la inversión inicial.

El cálculo de este período se realiza añadiendo los flujos de efectivo esperados de cada año hasta que se recupere el monto inicial.

Esta es una técnica simple y muy utilizada sin embargo no provee ningún tipo de información acerca de la magnitud de los proyectos.

Ignora los flujos de caja después del punto de recuperación.

No permite saber que tanto se adiciona le valor de la empresa.

[19] La resolución se aplica usualmente utilizando la hoja de cálculo de Excel.

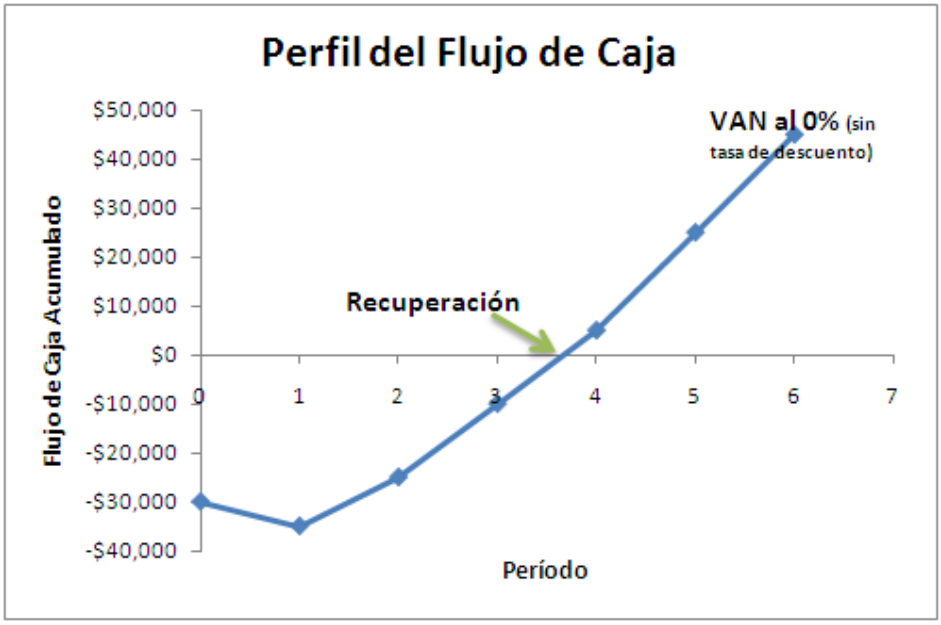


Figura # 6: Representación gráfica del Período de Recuperación a partir del Flujo de Caja

1.3.1.8 Relación Beneficio Costo

Es la relación entre el VAN de los ingresos y el valor absoluto de los egresos.

$$B/C = \frac{VP}{Io}$$

En donde:

VP = Valor Presente de los ingresos futuros

Io = Inversión inicial (o valor presente de los egresos si la inversión se realiza en diferentes períodos de tiempo).

Este método provee el resultado correcto para la valoración de un proyecto.

Criterios de evaluación de la relación Beneficio Costo

B/C > 1, El proyecto es aceptable, ya que el valor actual de los ingresos supera a la inversión.

B/C = 1, El proyecto es indiferente.

B/C < 1, El proyecto no es recomendable, ya que los ingresos esperados son menores a la inversión.

1.3.1.9 Costo Anual Equivalente

Cuando se quiere comparar alternativas que producen el mismo resultado, a veces no cuantificable, pero que difieren en su costo (problemas típicos del sector público y de decisiones internas de empresas), se usa el método del Costo Anual equivalente.

Representa el valor promedio anual de un proyecto, normalmente con flujos de caja negativos.

Este método provee el resultado correcto para la valoración de un proyecto.

Permite comparar proyectos de diferente vida útil.

$$CAE = \frac{VAN\ costos}{anualidad}$$

1.3.1.10 Costo Ponderado de Capital (WACC)

Es la tasa de descuento utilizada para descontar los flujos de fondos operativos para evaluar una empresa utilizando el descuento de los flujos de fondos.

Se obtiene como resultado un porcentaje y las inversiones recomendables son las que

estén por encima de éste.

El WACC pondera los costos de cada una de las fuentes de capital (propios o externos), es decir, el dinero proveniente del financiamiento propio y externo; y es represando a través del siguiente modelo:

$$\text{WACC} = Ke\frac{CAA}{CAA+D} + Kd\,(1-T)\frac{D}{CAA+D}$$

En donde:

WACC: Weighted Average Cost of Capital (Promedio Ponderado del Costo de Capital)

Ke: Tasa de costo de oportunidad de los accionistas

CAA: Capital aportado por los accionistas

D: Deuda financiera contraída

Kd: Costo de la deuda financiera

T: Tasa de impuesto a las ganancias

1.3.1.11 Horizonte económico

El horizonte económico de un proyecto se refiere a su vida útil, siendo este el período o plazo total de tiempo previsto, durante el cual el proyecto generará ingresos. Este horizonte económico incluye el período de inversiones y operación; sirviendo para estimar los flujos de caja de las propuesta de inversión.

Para esto el proyecto debe generar ingresos de acuerdo a las inversiones realizadas (i.e., activos con su respectiva vida útil) y al tipo de proyecto (corto, mediano o largo plazo).

1.3.1.12 Flujo de Caja Proyectado

Es uno de los parámetros más importantes y consiste en un modelo gráfico que se utiliza para representar los ingresos y desembolsos de dinero que se esperan a lo largo del horizonte económico establecido, de un proyecto de inversión.

El primer paso es identificar plenamente los ingresos y egresos en el momento en que ocurren.

Usualmente se considera la representación de un flujo de caja positivo para un "ingreso" y uno negativo para representar un "egreso".

Al ser un parámetro proyectado se fundamenta además en una estimación o pronóstico futuro.

Estructura del flujo de caja

+ Ingresos afectos a impuestos
- Egresos afectos a impuestos
- Gastos no desembolsables

= Utilidad antes de impuesto

- Impuesto

= Utilidad después de impuesto

+ Ajustes por gastos no desembolsables
- Egresos no afectos a impuestos
+ Beneficios no afectos a impuestos

= FLUJO DE CAJA

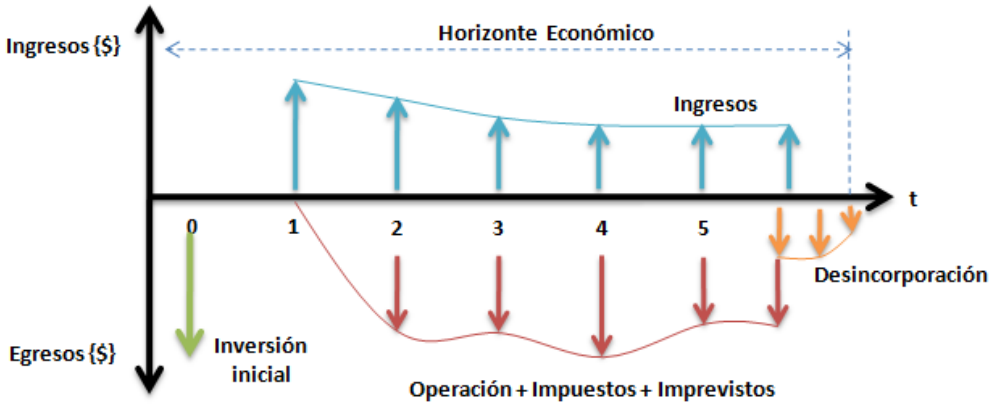


Figura # 7: Diagrama de Flujo de Caja Proyectado

Fuente: ANÁLISIS COSTO-RIESGO-BENEFICIO, M. Yañez, M. Acevedo, K.Semeco - R2M. S.A

1.3.2 Conceptos estadísticos básicos.

Las principales definiciones estadísticas relacionadas con el análisis de riesgos y el desarrollo de este trabajo de investigación son las siguientes:

1.3.2.1 Media

Es el promedio aritmético de los datos.

1.3.2.2 Mediana

Es el punto medio de una serie ordenada de datos. El valor de la mediana coincide con el percentil 50[20].

[20] Los valores menores o iguales que la mediana representarán el 50% de los datos, y los que sean mayores que la mediana representarán el otro 50%

1.3.2.3 Moda

Es el valor más frecuente (el que más se repite). Si todas las variables tienen la misma frecuencia, no hay moda.

1.3.2.4 Varianza

Es la medida de dispersión (mientras sea mayor, hay más incertidumbre), obtenida promediando los cuadrados de las observaciones individuales contra el valor medio.

$$\sigma^2(r) = \sum_{i=1}^{n} h_i[r_i - E(r)]^2$$

En donde:

$\sigma^2(r)$ = Varianza de las ocurrencias

$E(r)$ = Valor esperado de las ocurrencias

r_i = Valor de las ocurrencias i

h_i = Probabilidad de las diferentes ocurrencias r_i

1.3.2.5 Desviación estándar

Es la raíz cuadrada de la varianza (σ). Indica la dispersión promedio de los datos con relación a la media. Se puede interpretar también a la desviación estándar[21] como el "promedio" o variación esperada con respecto a la media aritmética.

[21] El término desviación estándar fue incorporado a la estadística en 1894 por Karl Pearson

1.3.2.6 Valor esperado

Se conoce también como media o esperanza matemática, es el promedio ponderado del conjunto de escenarios que se puedan definir para la situación analizada[22], ya sean de éxito o de fracaso, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$E(r) = \sum_{i=1}^{n} h_i r_i$$

En donde:

$E(r)$ = Valor esperado de las ocurrencias

r_i = Valor de las ocurrencias i

h_i = Probabilidad de las diferentes ocurrencias r_i

"Según las matemáticas el valor esperado se define como la suma de los productos de las probabilidades de los diferentes sucesos y sus respectivos beneficios."

1.3.2.7 Coeficiente de variabilidad[23]

Es una medida de variabilidad con relación a la media, usualmente relacionada con la desviación estándar. Sirve para comparar variables que están a distintas escalas pero que están correlacionadas estadísticamente y sustantivamente con un factor en común.

$$C_v = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

1.3.2.8 Rango

Es la diferencia entre el mayor y el menor valor.

---

[22] Basado en: Gestión Integral de Riesgos Tomo I, Oscar Bravo Mendoza.

[23] Se conoce también como de Pearson

1.3.2.9 Asimetría

Matemáticamente se calcula como el tercer momento con respecto a la media dividido para el cubo de la deviación estándar.[24]

Esta puede ser positiva, negativa o nula.

$$A = \frac{\frac{1}{n}\sum(x - \bar{x})^3}{s^3}$$

En donde:

n = Frecuencia de cada valor

x = Valores

$\bar{x}$ = Media de la muestra

s = Desviación estándar

1.3.2.10 Curtosis

Se calcula como el cuarto momento alrededor de la media, dividido para la desviación estándar elevada a la cuarta potencia[25].

$$K = \frac{\frac{1}{n}\sum(x - \bar{x})^4}{s^4} - 3$$

n = Frecuencia de cada valor

x = Valores

$\bar{x}$ = Media de la muestra

s = Desviación estándar

El estándar de comparación es una curva normal con curtosis de 3[26].

---

[24] Índice de simetría de Fisher.

[25] Tomado de Herrera Lana, Eduardo - Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos.

Si K>3, la curva es apuntada o leptocúrtica; esto implica valores altos que indican mayor concentración de los datos alrededor de la media.[27]

Si K<3, la curva se vuelve aplanada o platicúrtica, con valores pequeños que indican gran dispersión de los datos alrededor de la media.

1.3.2.11 Eventos dependientes e independientes

Los eventos son dependientes cuando la ocurrencia o ejecución de uno, conlleva o afecta la ocurrencia de otro evento.

Son independientes cuando la ocurrencia o no del mismo, no tiene efecto sobre la ocurrencia de otro evento.

Es importante mencionar además los "proyectos excluyentes", cuando de dos o más proyectos, sólo uno de ellos puede realizarse.

1.3.2.12 Probabilidad condicional

Es la probabilidad de que ocurra un evento A, sabiendo que ocurre también un evento B.

Es así que tenemos la probabilidad de A, dado B = $P(A|B)$

1.3.2.13 Teorema de Bayes

Toma su nombre de Thomas Bayes, el cual enunció en 1763, la probabilidad condicional de un evento aleatorio, en términos de distribución de probabilidad.

Se define con la expresión:

---

[26] Se denomina mesocúrtica

[27] Tomado de Herrera Lana, Eduardo - Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos

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

En donde:

$P(A_i|B)$ = Probabilidad del evento A dato el evento B

$P(B|A_i)$ = Probabilidad de B en la hipótesis de A

n = Frecuencia de cada valor

j = Complemento del evento A.

El teorema de Bayes es usado comúnmente para actualizar evaluaciones de probabilidad previas, basado en información nueva[28].

1.3.3 Distribuciones de probabilidad.

Una distribución de probabilidad describe el rango de valores que puede tomar una variable aleatoria y la probabilidad asignada a cada valor o rango de valores.

Una distribución de probabilidad puede reflejar en parte el carácter estocástico[29] del sistema analizado y en parte la incertidumbre acerca del comportamiento de la variable aleatoria. Es por eso que para analizar el riesgo, nos valemos de distribuciones de probabilidad.

Los resultados de un modelo basado en estas distribuciones reflejará la "variabilidad total": el efecto conjunto de riesgo e incertidumbre.

Para ***eventos repetibles y medibles***, la probabilidad representa la ***frecuencia relativa*** de ocurrencia de un evento.

[28] Basado en varios libros de Análisis de Riesgos y Financieros, mencionados al final de este trabajo

[29] Según el (DRAE), sistema que funciona, sobre todo, por el azar. Aleatorio / Probabilístico

Para ***eventos que no se repiten o no pueden ser medidos***, la probabilidad es subjetiva y se basa en el grado de ***creencia*** que tiene un individuo (diferentes probabilidades de ocurrencia) acerca de la ocurrencia de un evento incierto.

Con el objeto de describir las distribuciones de probabilidad, es válido mencionar dos conceptos para tenerlos presentes[30]:

Ley de los Grandes Números (desigualdad de Tschebycheff): Cuanto mayor sea el tamaño de la muestra, mayor será el ajuste entre la distribución muestral y la distribución teórica sobre la que se basa la muestra.

Teorema Central del Límite (TCL): La media muestral de un conjunto de *n* variables muestreadas en forma independiente a partir de una misma distribución *f(x)* se ajusta a una distribución aprox. Normal con los siguientes parámetros:

$$\bar{x} = \text{Normal (mu, sigma / n}^{1/2})$$

En otras palabras, la distribución del promedio de un conjunto de variables aleatorias depende tanto de la cantidad de variables aleatorias promediadas como de la incertidumbre aportada por cada variable

La *suma* de *n* variables aleatorias independientes da como resultado una distribución aproximadamente *Normal*, sin importar la forma de la distribución de las variables sumadas (si no hay una variable cuya contribución a la variabilidad total sea dominante).

El *producto* de *n* variables aleatorias independientes da como resultado una distribución aproximadamente *Lognormal*, independientemente de la forma de la distribución de las variables intervinientes.

---

[30] Varios de estas definiciones se consultaron los libros de Alejandro Bustamante, como "Evaluación de Proyectos de Inversión"

1.3.3.1 Tipos de Distribuciones de Probabilidad

A continuación se describen los tipos de distribuciones; el uso de la distribución adecuada depende en primer lugar de los datos disponibles, la experiencia es otro factor importante y en último de los casos se puede modelar el proceso y ajustar la distribución más apropiada[31].

Discretas: Una variable aleatoria representada mediante una distribución discreta de probabilidad puede tomar un valor de entre un conjunto de valores, cada uno de los cuales tiene asignada una determinada probabilidad de ocurrencia.
Ejemplos: Binomial, Geométrica, Poisson, Discreta.

Continuas: Una variable aleatoria representada mediante una distribución continua de probabilidad puede tomar cualquier valor dentro de un rango determinado.
Ejemplos: Normal, Lognormal, Uniforme, Triangular, Histograma.

No Limitadas: La variable aleatoria puede tomar valores entre *+infinito* y *–infinito.*
Ejemplos: Normal, Logística.

Limitadas: Los valores de la variable aleatoria quedan confinados entre dos valores extremos.
Ejemplos: Binomial, Beta, Uniforme, Triangular, Histograma.

[31] Varias de estas definiciones se tomaron de presentaciones y libros de Alejandro Bustamante, como "Evaluación de Proyectos de Inversión", Además se consultó entre otras fuentes, manuales de Crystal Ball.

Parcialmente Limitadas: Los valores de la variable aleatoria quedan limitados en uno de los extremos de la distribución.

Ejemplos: Poisson, Exponencial.

Además pueden clasificarse según supuestos teóricos en **Paramétricas** (e.g., Normal, Log normal, Exponencial, Beta), cuando se ajusta a la descripción matemática de un proceso que cumple con estos supuestos y **No Paramétricas** (Triangular, Histograma, General, Uniforme, Acumulada), cuando los parámetros que se usan para definir estas distribuciones describen la forma de la distribución.

Cabe recalcar además que cuando no hay una base de antecedentes o los datos del pasado no son relevantes, son escasos y no cubren todo el rango de posibles valores, estas distribuciones pueden ser "subjetivas".

A continuación se describe en detalle los parámetros utilizados por las principales distribuciones[32].

Uniforme

Todos los valores dentro del rango factible tienen la misma densidad de probabilidad.

Aplicaciones: se usa en la generación de los valores de todas las demás distribuciones de probabilidad en el muestreo aleatorio.

Es una aproximación que puede resultar bastante cruda para usar como estimación de la incertidumbre de un parámetro.

[32] Varias de estas definiciones se tomaron de presentaciones y libros de Alejandro Bustamante, como "Evaluación de Proyectos de Inversión", Además se consultó entre otras fuentes, manuales de Crystal Ball.

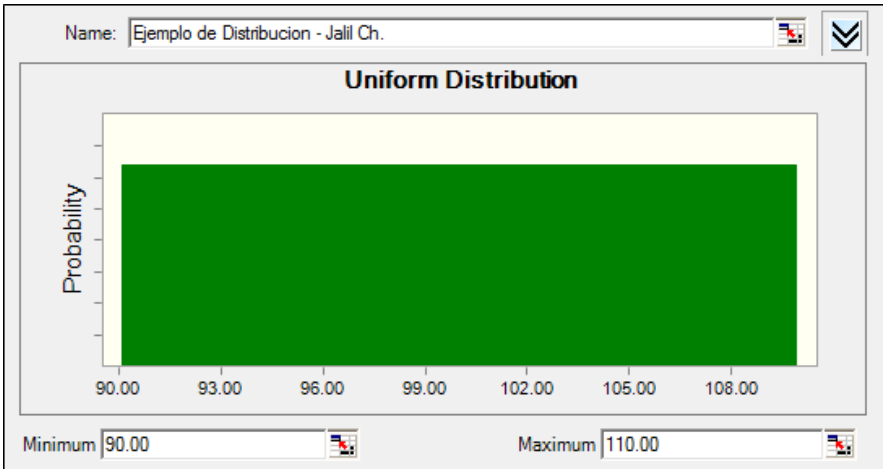


Figura # 8: Distribución Uniforme

Triangular

Aplicaciones: estimar subjetivamente la distribución de la variable aleatoria cuando todo lo que puede precisarse de la misma es el valor mínimo, el valor más probable y el valor máximo.

Sus propiedades estadísticas se derivan de su forma, no de una teoría subyacente.

La forma de la distribución usualmente lleva a sobreestimar la densidad de las colas y a subestimar la densidad en el “tronco” de la distribución.

Se pueden definir el valor mínimo y el valor máximo como umbrales de ocurrencia práctica.

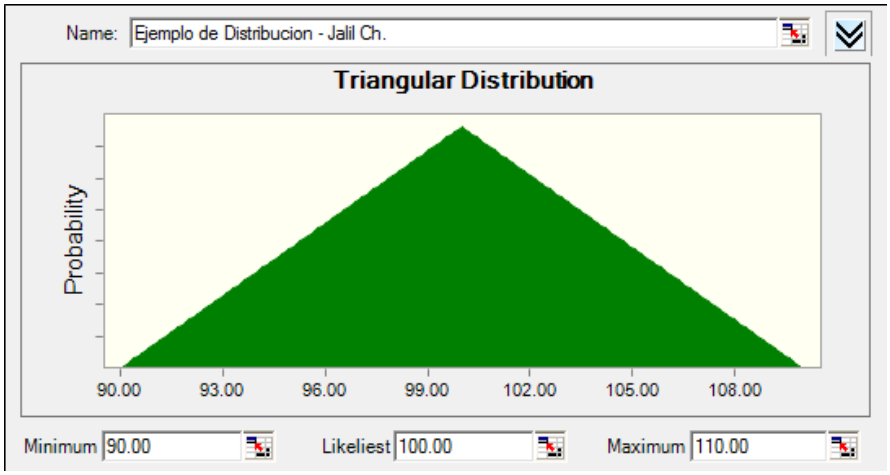


Figura # 9: Distribución Triangular

Histograma

Aplicaciones: representar la forma de la distribución de una serie de datos o la opinión de un experto acerca de la forma de la distribución de una variable.

Todos los intervalos de la distribución tienen el mismo “ancho”.

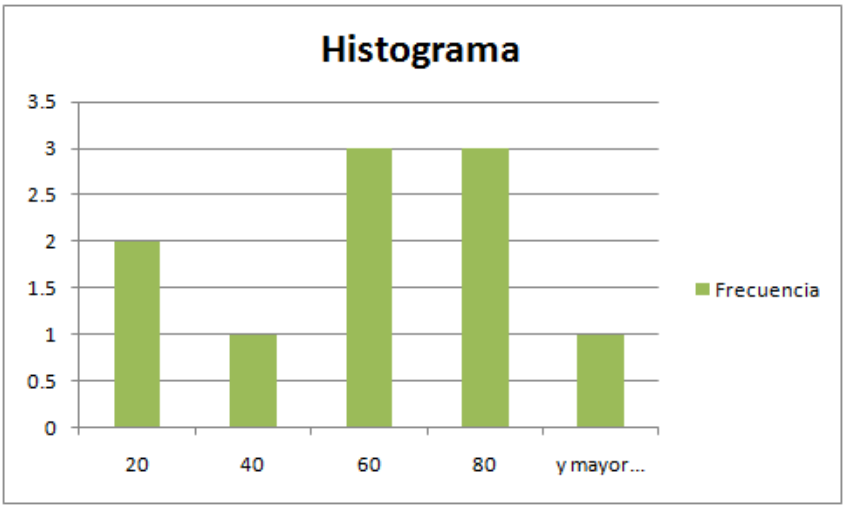


Figura # 10: Histograma

General

Aplicaciones: reflejar la opinión de expertos. Es la más flexible de las distribuciones continuas. Es un histograma “estilizado”.

Es posible, aunque no es recomendable, especificar intervalos de distinto “ancho”.

Acumulada

Aplicaciones: recabar opinión de expertos.

Puede ser de utilidad cuando se procura estimar una variable cuyo rango cubre varios órdenes de magnitud.

Desventajas: insensibilidad de la escala de probabilidades.

BetaPert

Es una versión de la distribución Beta que usa los mismos supuestos acerca de la media de una variable aleatoria que las redes PERT[33].

La media de una distribución BetaPert es cuatro veces más sensible al valor medio que a los valores extremos.

El desvío estándar de una distribución BetaPert es menos sensible a los valores extremos que la distribución Triangular.

El desvío estándar de una distribución BetaPert es sistemáticamente menor que el de una Triangular, particularmente cuando las distribuciones son sesgadas.

[33] Abreviación de : Program Evaluation and Review Technique

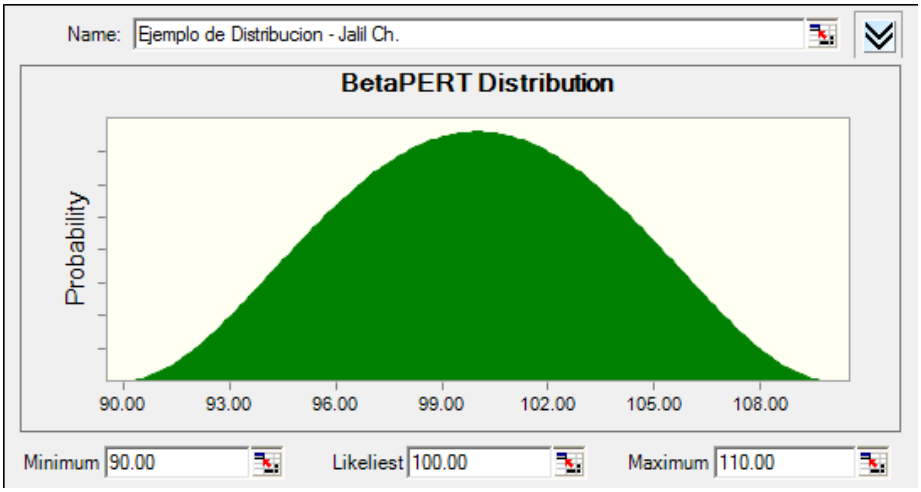


Figura # 11: Distribución Beta Pert

Discreta

Aplicaciones:

1. Describir una variable aleatoria que puede tomar uno de entre un conjunto de valores discretos.

2. Describir probabilidades condicionales para distintos estados de la naturaleza, donde cada estado de la naturaleza tiene una probabilidad de ocurrencia p.

3. Armar distribuciones de probabilidad compuestas a partir de la opinión de dos o más expertos, donde a la opinión de cada experto se le otorga una ponderación p.

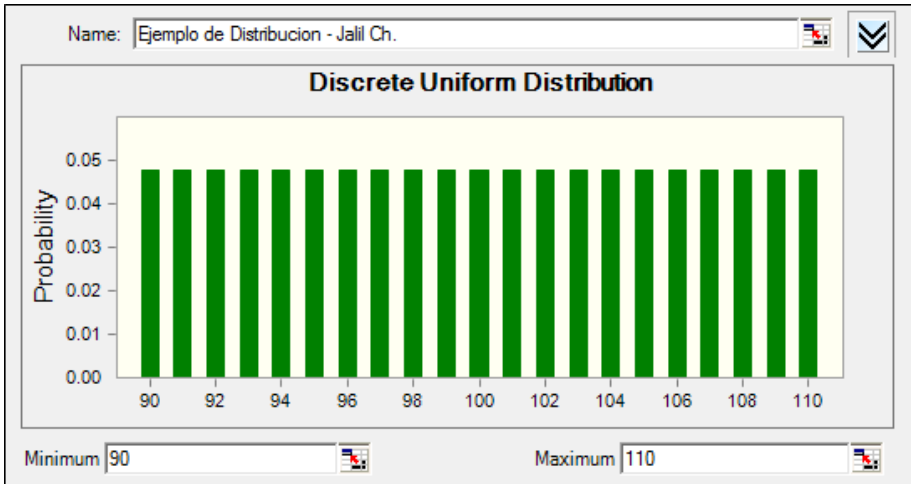


Figura # 12: Distribución Discreta

Normal

Aplicaciones: una variedad de situaciones, como se desprende del Teorema Central del Límite.

Es útil en finanzas pues la suma o diferencia de distribuciones Normales resulta también en una distribución Normal con parámetros que pueden ser determinados a partir del TCL.

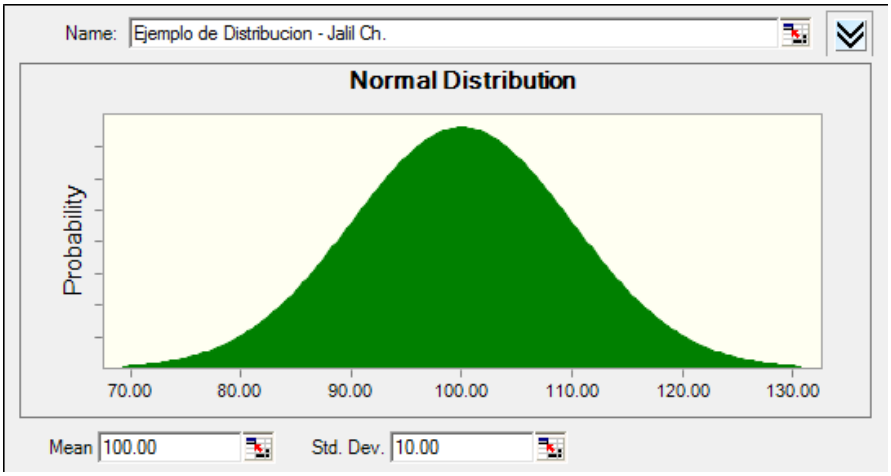


Figura # 13: Distribución Normal

Lognormal

Aplicaciones: modelizar variables que son el ***producto*** de una cantidad de otras variables aleatorias que ocurren naturalmente.

Generalmente brinda una buena representación de variables que se extienden de 0 a +infinito y que tienen un sesgo positivo.

Se usan como parámetros la media aritmética y el desvío estándar de los datos disponibles.

Condiciones:

La variable aleatoria puede tomar valores que aumentan sin límites pero no puede tomar valores negativos.

El logaritmo natural de la variable se ajusta a una distribución Normal.

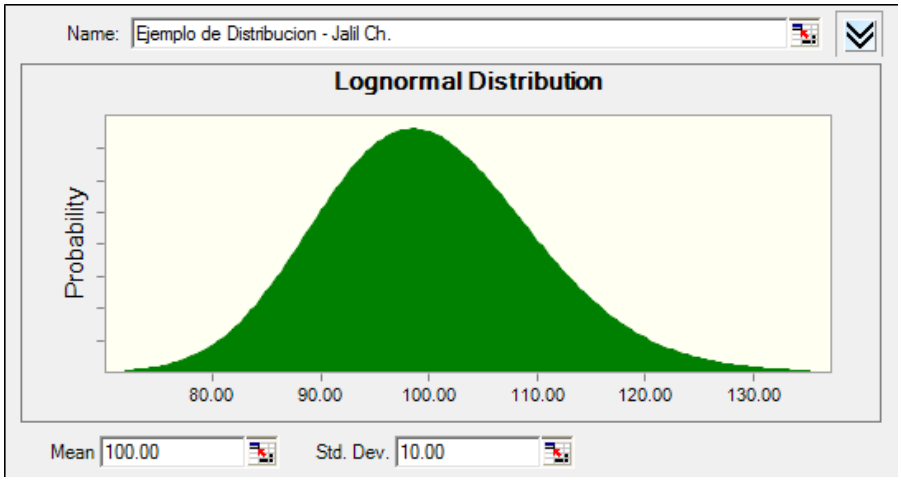


Figura # 14: Distribución Lognormal

Beta

Aplicaciones: estimar la probabilidad de ocurrencia *p* de un evento, a partir de la observación de *s* eventos en *n* pruebas.

La distribución Beta es una distribución que es limitada (valor mínimo igual a 0).

Puede tomar muchas formas, según sus parámetros.

A medida que aumenta *n*, se gana precisión en la estimación de *p* (la distribución de *p* se comprime)

Si los valores de ambos parámetros son iguales, Beta es simétrica.

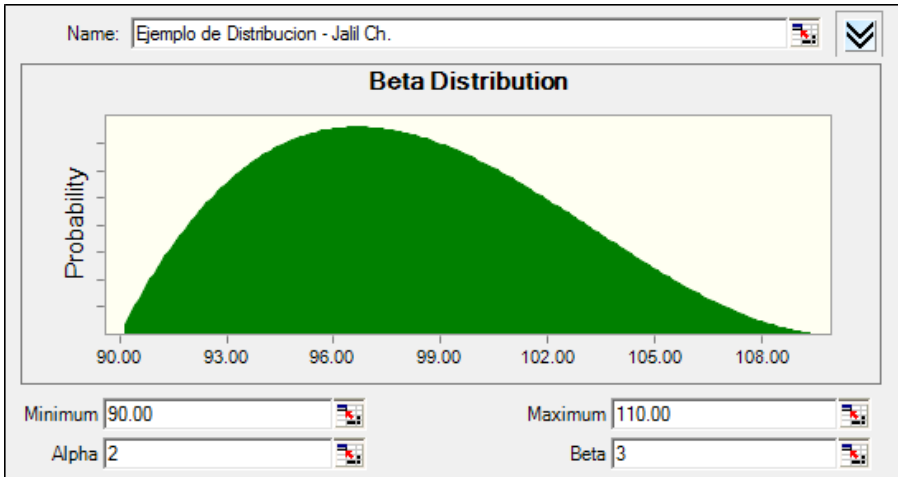


Figura # 15: Distribución Beta

A continuación distribuciones de probabilidad para procesos discretos.

Binomial

Aplicaciones: estimar la distribución de la cantidad *s* de ocurrencias de un evento en *n* pruebas, cuando hay una probabilidad *p* de ocurrencia del evento en cada prueba.

Bernoulli es un caso especial de la distribución Binomial cuando n=1

Condiciones:

En cada prueba sólo hay dos resultados posibles.

Las pruebas son independientes (lo que ocurre en la primera prueba no afecta a la segunda, y sucesivamente).

La probabilidad de ocurrencia del evento se mantiene constante a través de las pruebas (no hay un proceso de aprendizaje)

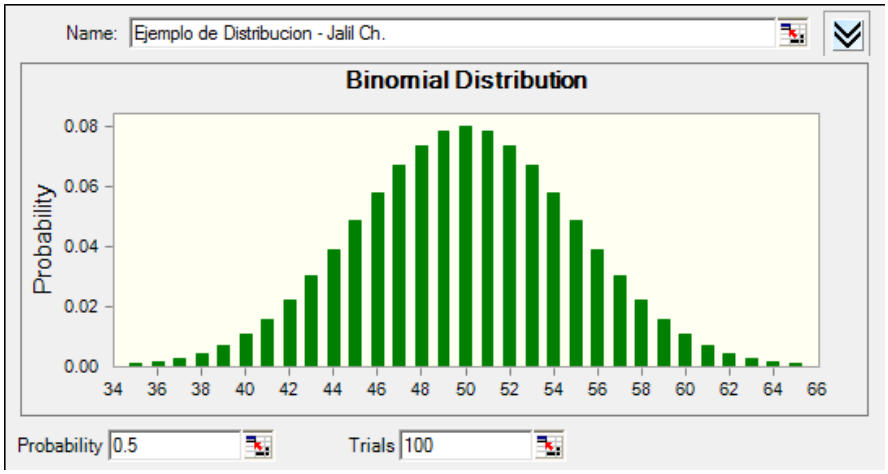


Figura # 16: Distribución Binomial

Geométrica

Aplicaciones: estimar la cantidad *n* de pruebas necesarias hasta la ocurrencia del primer evento, cuando la probabilidad *p* de ocurrencia de un evento se mantiene constante en el tiempo.

La distribución Geométrica es análoga a la distribución Exponencial: Geométrica se aplica a variables discretas, Exponencial se aplica a variables continuas.

Condiciones:

La cantidad de eventos no está prefijada.

Se continúa con las pruebas hasta lograr el primer éxito.

La probabilidad de éxito *p* es constante a través de las pruebas.

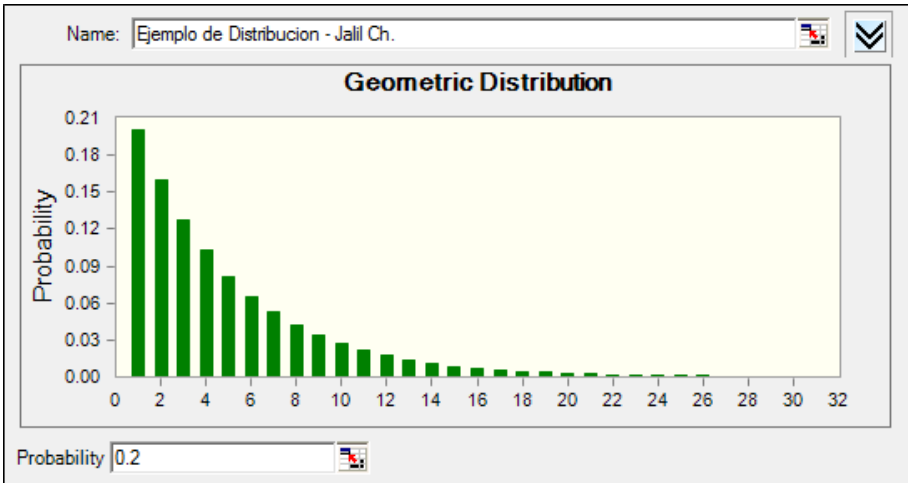


Figura # 17: Distribución Geométrica

Binomial Negativa

Aplicaciones: estimar la distribución de la cantidad *n* de pruebas hasta que ocurran *s* eventos, cuando la probabilidad *p* de ocurrencia de un evento es constante en el tiempo.

s es el parámetro que le da la forma a la distribución.

Condiciones:

La cantidad de pruebas no está prefijada.

Se continúa con las pruebas hasta que se observa la cantidad de eventos (s) buscada.

La probabilidad de éxito *p* es constante de prueba a prueba.

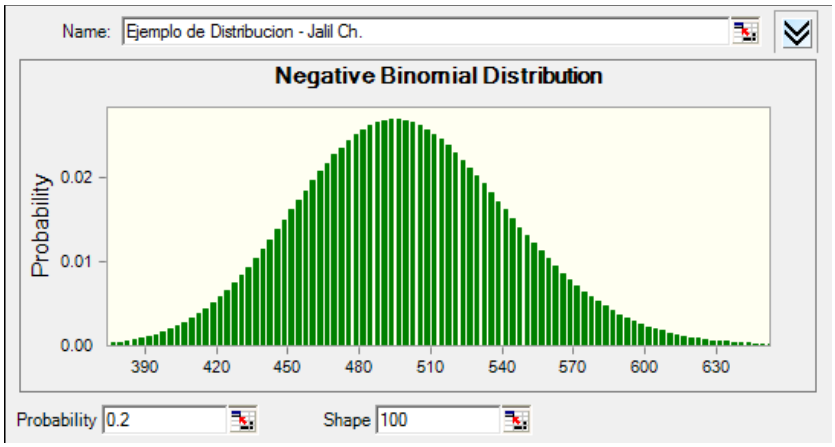


Figura # 18: Distribución Binomial Negativa

Hipergeométrica

Al igual que la distribución Binomial, esta distribución describe la cantidad de ocurrencias de un evento en una cantidad de pruebas.

La diferencia con la distribución Binomial es que a medida que se avanza con las pruebas cambia la probabilidad de ocurrencia del evento: pruebas sin reemplazo.

Condiciones:

La cantidad total de elementos de una población es finita.

La muestra representa una porción de la población.

La probabilidad de ocurrencia del evento en la población es conocida y cambia ligeramente luego de cada prueba.

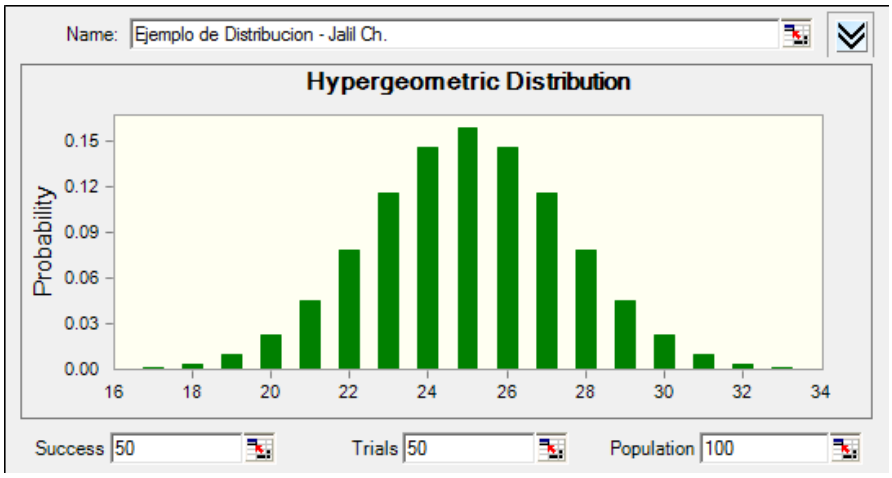


Figura # 19: Distribución Hipergeométrica

A continuación distribuciones de probabilidad para procesos continuos.

Poisson

Aplicaciones: estimar la cantidad *N* de ocurrencias de un evento en un intervalo de tiempo *T* cuando el tiempo medio entre eventos sucesivos (*beta*) se ajusta a un proceso tipo Poisson.

N = Poisson (***lambda * t***)

lambda = 1 / *beta*

Lambda se puede interpretar como la cantidad promedio de ocurrencias del evento por unidad de exposición.

Condiciones:

La cantidad de eventos por unidad de exposición no está limitada a un valor discreto.

Los eventos son independientes entre sí (el número de eventos en un intervalo de exposición no afecta al número de eventos en otro intervalo de exposición).

La cantidad promedio de eventos se mantiene constante de intervalo a intervalo.

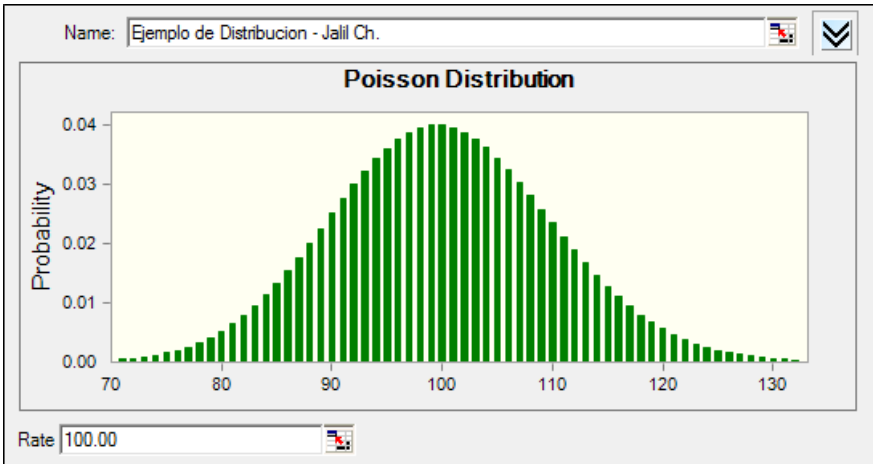


Figura # 20: Distribución Poisson

Exponencial

Aplicaciones: estimar la distribución del (tiempo) entre ocurrencias sucesivas de un evento que tiene una probabilidad de ocurrencia *p* constante por unidad de (tiempo).

Si la probabilidad *p* de ocurrencia del evento es constante a través del tiempo, la estimación del tiempo que medie hasta la ocurrencia del próximo evento es independiente del tiempo que haya transcurrido desde la última ocurrencia.

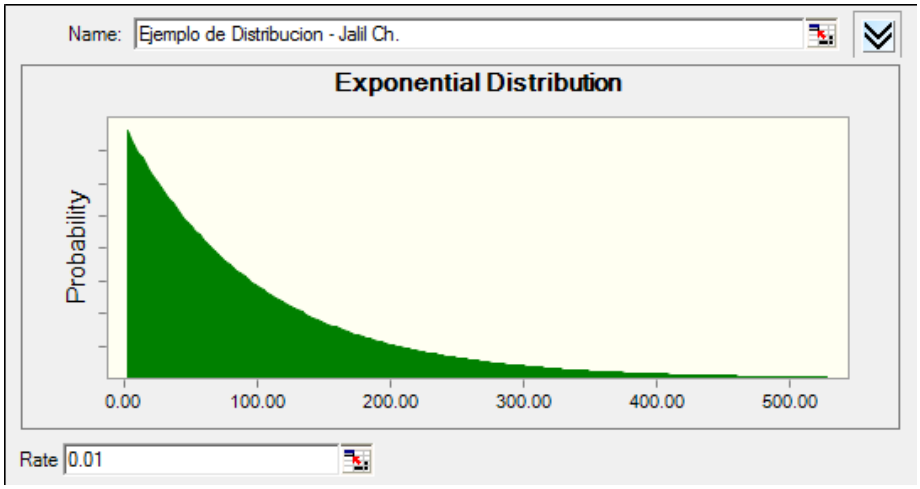


Figura # 21: Distribución Exponencial

Gamma

Aplicaciones: estimar la distribución del tiempo requerido para la ocurrencia de *alfa* eventos, cuando los eventos se ajustan a un Proceso tipo Poisson con tiempo medio de ocurrencia entre eventos *beta*.

Esta distribución se usa bastante en meteorología, seguros y teoría de colas.

Condiciones:

La cantidad de posibles ocurrencias de un evento en cualquier unidad de medida no está limitada a valores discretos.

La ocurrencia de los eventos es independiente entre sí.

La cantidad promedio de ocurrencias del evento se mantiene constante entre intervalos sucesivos.

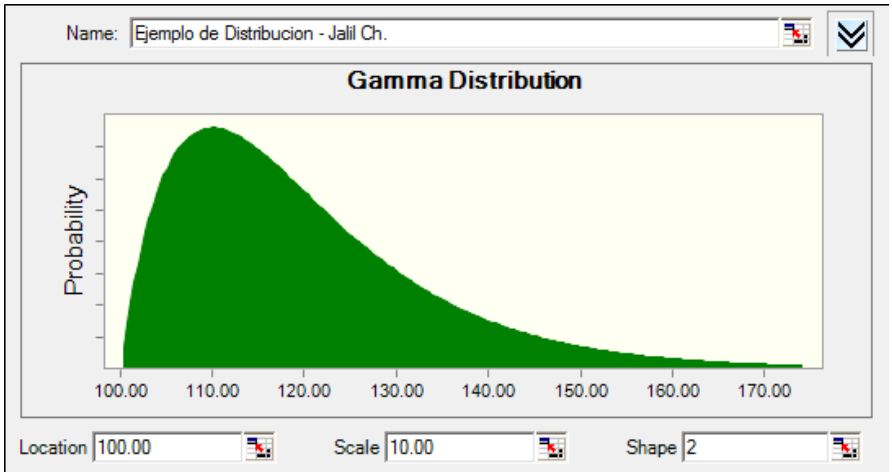


Figura # 22: Distribución Gamma

Weibull

La distribución Weibull[34] es una distribución de probabilidad continua con dos parámetros (alfa,*beta*) asume que la probabilidad *p* de ocurrencia del evento cambia con el transcurso del tiempo. Se usa en estudios de confiabilidad y control de calidad

alfa = 1 probabilidad constante (Exponencial)

alfa > 1 probabilidad creciente

alfa < 1 probabilidad decreciente.

alfa es el parámetro de forma, beta es el parámetro de ubicación.

El parámetro *beta* permite representar una distribución exponencial con valor mínimo distinto de 0.

[34] Recibe su nombre de Waloddi Weibull en 1951

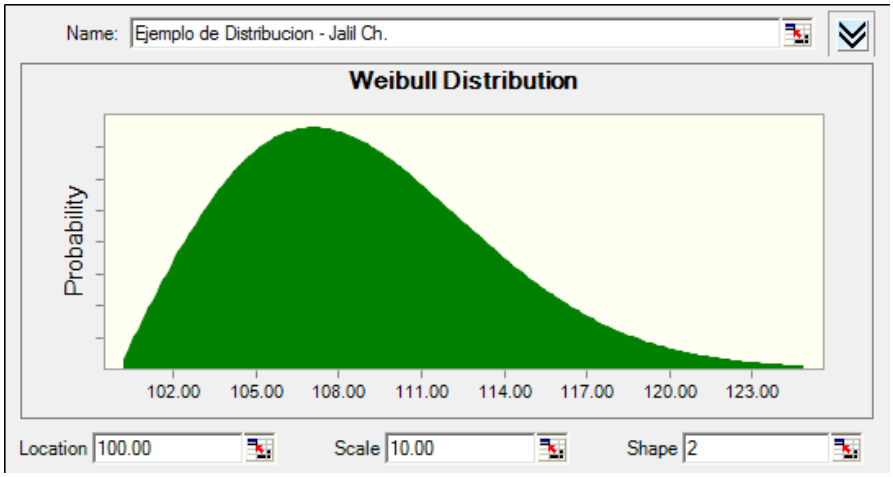


Figura # 23: Distribución Weibull

1.3.3.2 Dependencia y Correlación

La dependencia presupone una relación causal, mientras que en la correlación puede haber un factor externo que afecte ambas variables.

En la dependencia el valor de una variable (independiente) tiene una relación estadística que en aproximación determina el valor a ser generado por otra variable (dependiente)

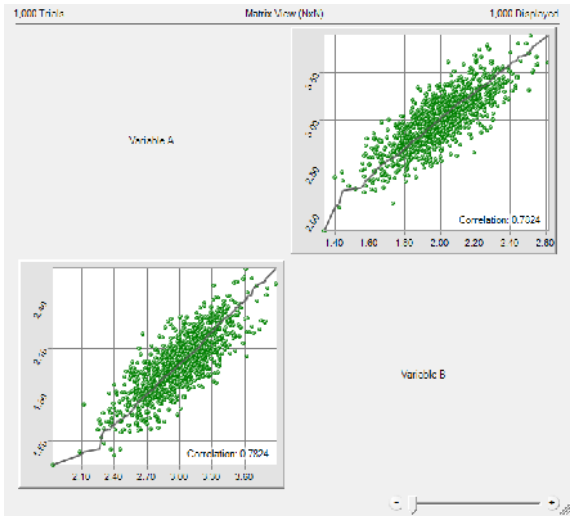


Figura # 24: Correlación de Variables

2 Capítulo II - Identificación de Riesgos en los proyectos.

Los riesgos son inherentes a los proyectos de inversión, su universo es muy amplio ya que prácticamente toda actividad implica cierto grado de incertidumbre.

Es por esta razón que es necesario tener claro el entorno en el que nos desenvolvemos, el tipo de industria y en el cual queremos analizar los riesgos.

En la industria de la construcción es crucial el análisis e identificación de riesgos quizá más que en otras industrias, ya que está sujeta a una gran incertidumbre; por ejemplo la duración de una actividad, depende de los recursos (personal, equipo), del las condiciones climáticas, disponibilidad de materiales, etc.

Cuando una empresa analiza las diferentes situaciones de riesgo a las que puede estar expuesta, podrá prepararse y tener la capacidad de tomar decisiones sobre las acciones e influyendo directamente en los resultados.

El fin de la identificación de riesgos es: cumplir los objetivos del proyecto, prevenir las pérdidas no esperadas y optimizar el desempeño.

2.1 Tipos de Riesgos.

En un esquema general los riesgos de Proyectos, Técnicos o de Negocio pueden agruparse en cuatro categorías[35]:

Estratégicos o de supervivencia del esquema de negocio: asociados a la formulación estratégica, en la que se analiza el medio para detectar problemas potenciales por cuenta

[35] Tomado de Gestión Integral de Riesgos Tomo I, Oscar Bravo Mendoza.

de los competidores; u oportunidades, debido a cambios en la demanda por variaciones en las necesidades de los clientes.

Toma de decisiones y ejecución de proyectos: asociados a la fase de análisis, evaluación, decisión de inversión y agrupamiento en los proyectos y oportunidades de negocio en el flujo de caja de compañía.

De negocio u operacionales: se presentan durante la ejecución del portafolio de gastos e inversiones.

De entorno: se evidencian al momento de rendir cuentas como parte del desempeño, y que no dependen de fallas en los procedimientos internos de la compañía.

2.2 Clasificación de los riesgos en proyectos

Para el desarrollo de este trabajo de tesis, utilizaremos la clasificación que más se adapte a los riesgos en los proyectos.

En un proyecto tipo, los riesgos pueden clasificarse como:

Diversificables: Cuando son riesgos inherentes al proyecto o únicos. Por ejemplo;

- **Técnicos:** Hallazgo, Ventas, Demanda, Tecnologías requeridas, Calidad de los productos y servicios, Salud y Medioambiente, Diseño de facilidades.
- **Económicos**: Estimados de costos/inversiones, Retrasos en la ejecución, Carencia de facilidades.
- **Organizacionales**: Retiro de personal clave, Manejo indebido, Retrasos en aprobaciones, Contratistas.

No diversificables: Cuando son sistemáticos o de mercado. Por ejemplo;

- **Comerciales**: Precio de los productos, Variables macroeconómicas, Cambios de política fiscal, Situación de orden público.

- **Políticos**: Estabilidad, Corrupción, Burocracia, Expropiación.

Lo arriba expuesto se relaciona de algún a manera con los riesgos **Internos**, los cuales están dentro del control del equipo del proyectos y los **Externos**, que están fuera de ese control.

En una clasificación más detallada, realizada por la auditora "Arthur Andersen"[36] se tiene los siguientes grupos de tipos de riesgos:

- Riesgos de Entorno
- Riesgos de Operación
- Riesgos Financieros
- Riesgos de Gobernabilidad
- Riesgos de Manejo de la Información
- Riesgo de Corrupción
- Riesgo de toma de decisiones

A continuación un detalle breve de lo que puede abarcar cada uno de estos.

[36] Arthur Andersen identificó 75 categorías de riesgo.

Riesgos de Entorno

Competencia: movimientos de competidores

Consumidores: cambio en sus gustos

Proveedores: confiabilidad, calidad

Productos sustitutos

Innovaciones tecnológicas

Inversionistas

Legal: cambio legislación, pleitos y demandas

Político: expropiación, guerrilla, orden público

Regulatorio: cambios en el marco regulatorio

Naturales: inundaciones, terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, etc.

Mercados Financieros: tasas, precios e índices

Riesgos de Operación

Recurso Humano: conocimientos, desmotivación

Desarrollo de productos

Eficiencia y Capacidad

Retardos en ejecución

Recursos limitados: materias primas, personal, dinero

Fallas de productos y servicios

Seguridad Industrial y medio ambiente

Riesgos Financieros

Mercado: tasas de interés, devaluación cambiaria

Liquidez

Crédito

Contraparte

Operacionales

Riesgos de Gobernabilidad

Falta de autoridad y dirección

Outsourcing

Comunicaciones

Ejecución de incentivos

Reestructuraciones y fusiones

Riesgos de Manejo de Información

Confiabilidad del sistema

Oportunidad y relevancia de los datos

Integración e interpretación de datos

Acceso a la información

Pérdida de la información

Riesgos de Corrupción

Fraude administrativo

Fraude de los empleados

Actos ilegales

Usos sin autorización

De reputación

2.3 Identificación de riesgos en proyectos de infraestructura vial.

En proyectos de construcción pueden identificarse riesgos, basados en la clasificación mencionada anteriormente, sin embargo para efectos de descripción de la

metodología utilizaremos ciertos riesgos internos y externos, aplicables a este tipo de proyectos.

Metodologías que se utilizan para determinar los riesgos en cada proyecto, son por ejemplo:

Lluvia de ideas,

Talleres,

Entrevistas,

Cuestionarios o Encuestas,

Retroalimentación de proyectos similares,

Apoyo de especialistas,

Experiencia, etc.

Por otro lado en un proyecto de infraestructura vial existen múltiples riesgos en cada etapa del proyecto desde la conceptualización, estudios, diseño, construcción, funcionamiento, etc., a lo largo de su ciclo de vida, desde el punto de vista de vista de la administración de proyectos es esencial identificarlos y proponer acciones de mitigación.

Basados en la clasificación anterior y en trabajos de este tipo[37], a continuación ciertos riesgos desde la perspectiva del constructor (o en su lugar del Concesionario) y del contratante (i.e., Estado).

Para el Concesionario

[37] Se ha utilizado como base para esta clasificación varios trabajos entre ellos el de "Financiamiento de la infraestructura en el Perú: concesión de carreteras" de José Luis Bonifaz, Roberto Urrunaga y Jessica Vásquez

Tipo de Riesgo	Riesgo	Métodos de control y/o Acciones correctivas
Inversión / Constructivos	**Sobrecostos de construcción**	Estudios detallados de ingeniería Simplificación de las obras Gerenciamiento del proyecto Disponibilidad de equipo de soporte al proyecto Uso adecuado de tecnología Presupuesto detallado, cronograma valorado y calidad en el contrato
	Atrasos en la construcción	Contrato tipo suma alzada Proceso de contratación competitivo Garantías de Fiel cumplimiento Coordinación constructor - concesionario Cronograma detallado Gerenciamiento del proyecto Disponibilidad de equipo de soporte al proyecto Multas o Penalidades por hitos parciales Multas o Penalidades por demora en comienzo o retraso en culminación
	Geológico	Estudios geológicos antes de iniciar la obra
	Retrasos en expropiaciones	Cláusula contractual
	Fuerza mayor	Cobertura de los Seguros Compensación por parte del contratante
Operativos	**Problemas en Operación**	Precalificación adecuada Experiencia probada Penalización por incumplimiento en la operación Estándares mínimos de operación Plan y Controles de Mantenimiento Control estricto sobre negligencias del Operador Control de niveles de Productividad
Financieros	**Cambios en la tasa de interés**	Opciones de colocación de títulos Financiar el proyecto a una tasa fija
	Riesgos cambiarios	Uso de opciones de futuros y forwards

		Tarifas denominadas en moneda local y ajustada Fondo de reserva Seguros contra riesgo de convertibilidad
	Estructura deuda-capital	Exigencia de una cuenta de reserva para el servicio de la deuda
Ingresos / Demanda	**Tráfico menor al proyectado**	Estimaciones iniciales de tráfico Estudios de rutas alternativas
	Congestión mayor a la prevista	Peajes diferenciados según el vehículo Rutas alternativas Uso de tecnologías apropiadas
Sistemáticos	**Caída en la economía, etc.**	Tasa de retorno atractiva Utilidad e ingresos mínimos garantizados
Ambiental	**Impactos ambientales negativos**	Estudio de impacto ambiental Disposición de financiar la obra siempre que se cumplan estándares
Políticos	**Cambios de leyes**	Firma de Convenios de Estabilidad Puntualidad en los procesos
	Cambios en Tributación	Firma de Convenios de Estabilidad
	Cambios en Marcos Regulatorios	Credibilidad y compromiso
	Problemas del Poder Ejecutivo	Seguro contra Riesgo político Composición del consorcio

Tabla # 1: Tipos de Riesgos viales desde la perspectiva del Concesionario

Para el Estado

Tipo de Riesgo	Riesgo	Métodos de control y/o Acciones correctivas
Desinversión Social	**Diferencia entre valores privados y sociales**	Retorno justo al inversionista
	Distorsión en los montos de inversión	Estudios serios de ingeniería
Político	**No validación de las contrapartes del Estado (inversionistas y usuarios)**	Marco regulatorio claro Sistema de compensaciones justo Diseño de contratos adecuados en seguridad, calidad y control efectivo
Error de definición del negocio	**Sobre o sub valoraciones de las garantías o de los subsidios**	Licitaciones sobre la base de pocos parámetros
Fracaso del concesionario	**Atraso en la obra**	Criterios estrictos en la elección de postores Contratación de Gerencia del proyecto Garantías
	Impacto negativo sobre el sistema de concesiones	Control de la capacidad de financiamiento del Concesionario Elección adecuada de los licitantes
Concentración de las propiedades de las concesiones	**Alto poder de negociación del concesionario**	Límites a la propiedad de las concesiones
	Colapso del sistema ante la quiebra del concesionario	Límites a la propiedad de las concesiones

Tabla # 2: Tipos de Riesgos viales desde la perspectiva del Estado

2.3.1 Causas.

Se debe tomar en cuenta que no podemos controlar a las causas posibles de riesgos, sin embargo podemos influir sobre estas, una vez que las conozcamos.

La experiencia puede ser un factor determinante cuando se necesite realizar un análisis detallado de las causas que dieron origen a un determinado incidente.

Las causas pueden relacionarse a:

Falta de experiencia del equipo.

Poca madurez del proyecto y del estudio.

Falencias en la Planificación inicial.

Resistencia al uso de nuevas tecnologías.

Negligencia.

Imprevistos.

Falta de planes de acción o alternativas.

Etc.

La correcta identificación de las causas nos ayuda a establecer acciones de mitigación del riesgo adecuadas.

2.3.2 Responsables.

Los principales responsables en la identificación de los riesgos, deben ser los actores directos e involucrados en el ciclo de vida del proyecto; como: Constructor, Consultor, Concesionario, Estado, Compañías involucradas, etc.

Una vez que se han identificado los riesgos, nuevamente se debe nombrar responsables

para cada respuesta a los riesgos, eso asegura que los mismos van a ser adecuadamente mitigados.

Además se establecerá plazos para implementar las adecuadas acciones de mitigación, en caso de que el proyecto lo necesite.

2.3.3 Naturaleza.

La naturaleza del riesgo indica los problemas probables que aparecerán si ocurre.

Identificar adecuadamente la naturaleza de los riesgos nos da una idea clara de los recursos que se verán afectados y en qué etapa del proyecto. Esto nos permite administrar correctamente los riesgos, ya que con el alcance de los mismos definidos, podemos enfocarnos en los principales recursos en el momento adecuado, evitando o mitigando la afectación de los objetivos del proyecto y por ende la rentabilidad del mismo.

3 Capítulo III - Evaluación del Riesgo.

La evaluación de riesgos puede ser aplicada a diferentes grados de exactitud, dependiendo de la información del riesgo y los datos disponibles. El análisis puede ser cualitativo, semi – cuantitativo, cuantitativo o una combinación de estos.

Los objetivos principales que persigue la evaluación de riesgos son separar los riesgos mayores de los riesgos menores; y proporcionar datos que sirvan para su tratamiento

3.1 Análisis Cualitativo de los Riesgos.

Este análisis emplea escalas descriptivas que evalúan la magnitud de las consecuencias potenciales y la posibilidad de que éstas ocurran.

Generalmente se utiliza para proyectos con bajos niveles de recursos e incertidumbres.

Debido a la naturaleza de los proyecto es necesario realizar una evaluación cualitativa de riesgos. Los componentes de riesgo se evalúan de acuerdo a una matriz de riesgos, de impacto vs probabilidad, construyendo un mapa que resuma gráficamente los riesgos.

Este análisis puede emplearse[38]:

i. Como una actividad de preselección de riesgos que necesitan mayor detalle en su evaluación.
ii. Cuando el nivel de riesgo no justifica el tiempo y esfuerzo para un análisis más completo
iii. Cuando los datos numéricos disponibles son inadecuados para un análisis más completo.

[38] Según la Norma técnica ICONTEC.

3.1.1 Matriz de Riesgos Impacto – Probabilidad.

Este método se fundamenta en la ecuación:

Riesgo = Probabilidad x Impacto (R = P x I)

La combinación de estos factores incide en nivel de riesgo y en las acciones a tomar.

En la gráfica inferior se muestra la típica categorización y las acciones en cada rango.

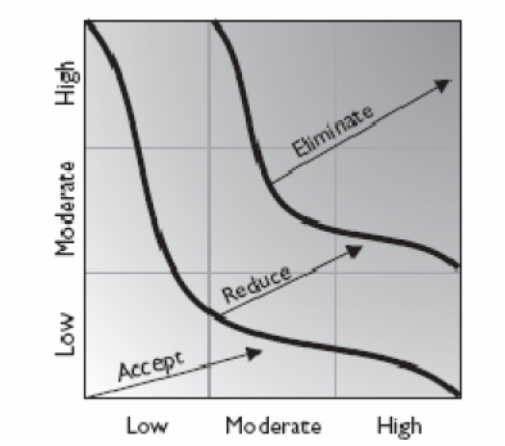


Figura # 25: Matriz de Impacto – Probabilidad y acciones recomendadas
Fuente: PMBOK

La calificación de la probabilidad de materialización de las consecuencias identificadas, se basa en la experiencia o evidencia histórica dentro de la industria o la empresa. Existen tres situaciones diferentes para evaluar la probabilidad de ocurrencia[39]:

[39] Gestión Integral de Riesgos Tomo I, Oscar Bravo Mendoza.

Riesgo puro: probabilidad de que se produzcan las consecuencias potenciales estimadas, sin ningún tipo de acción de control.

Riesgo actual: considerando las condiciones predominantes, con los planes de mitigación existentes.

Riesgo residual: posibilidad de que ocurra el riesgo después de aplicar los correctivos adicionales que se consideren necesarios.

La metodología y secuencia para realizar esta matriz es la siguiente:

Identificación de los posibles riesgos; en base a la lista de riesgos adecuada para cada caso, en la experiencia y en otros riesgos identificados.

Evaluación de su impacto; se utilizan estándares en cada compañía según el tipo de riesgo, sin embargo esta evaluación puede ser subjetiva en base a la experiencia de la persona o grupo evaluador.

Evaluación de probabilidades; donde se registra la probabilidad de ocurrencia del riesgo, el criterio profesional utilizado deberá ser siempre aplicada para evaluar el riesgo dentro de los límites de tolerancia del proyecto

Niveles de riesgo y acciones; para este propósito se utiliza la matriz de riesgos. La acción a tomarse dependerá del nivel de riesgo.

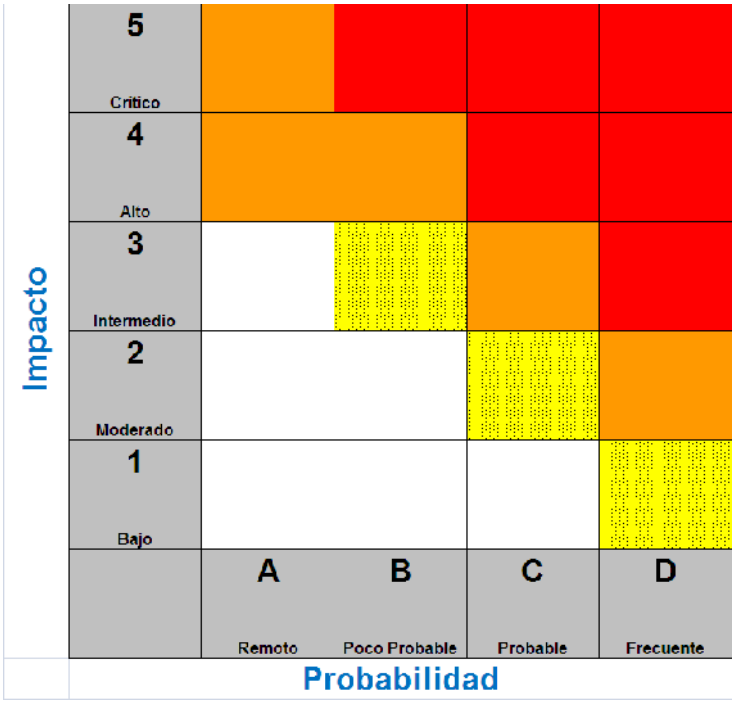


Figura # 26: Matriz de Impacto – Probabilidad estándar

Una vez que se han realizado estos pasos, es conveniente registrar estos riesgos en un documento que describa los riesgos, niveles y acciones a tomar.

Un ejemplo de documento puede contener, entre otros aspectos

- ✓ Categoría del Riesgo
- ✓ Descripción del Riesgo
- ✓ Nivel de Impacto
- ✓ Posibles consecuencias
- ✓ Nivel de Probabilidad
- ✓ Nivel de Riesgo
- ✓ Estrategia y Plan de Acción para Mitigar el Riesgo
  - o Acción
  - o Responsable
  - o Plazo
- ✓ Riesgo Residual

En ciertas empresas dependiendo de sus estándares o si el proyecto lo requiere se puede incluir: planes de contingencia, lecciones aprendidas, etc.

Cabe recalcar que si no hay claridad consenso sobre la calificación del riesgo, se clasifica este en la categoría más crítica, y se revalúa cuando se adelante la evaluación cuantitativa.

3.2 Análisis Semi - Cuantitativo de los Riesgos.

En el análisis semi-cuantitativo, a las escalas de la matriz del análisis cualitativo se les asigna valores numéricos.

El objetivo es precisar con más detalle el método anterior y facilitar la calificación y priorización de los riesgos, sin que se requiera aún de magnitudes exactas.

Se debe tener cuidado con este análisis ya que es posible que los valores seleccionados no reflejen adecuadamente los tipos de relatividad y esto puede llevar a resultados inconsistentes; especialmente cuando las consecuencias o la probabilidad de los riesgos son extremas.

Conviene en este análisis utilizar referentes con el objeto de definir escalas en cuanto a la probabilidad de ocurrencia.

Además es útil en algunos casos utilizar el diagrama de Pareto, el cual permite clasificar o priorizar situaciones específicas.

A continuación a manera de ejemplo, los esquemas del análisis cualitativo que nos ayudan a ponderar valores para trabajar en este tipo de análisis.

		IMPACTO				
		Bajo	Moderado	Intermedio	Alto	Crítico
Desde la perspectiva del Concesionario	Inversión / Constructivos	Basado en Parámetros cuantificables y experiencia				
	Operativos					
	Financieros					
	Ingresos / Demanda					
	Sistemáticos					
	Ambiental					
	Políticos					
Desde la perspectiva del Estado	Desinversión Social					
	Político					
	Error de definición del negocio					
	Fracaso del concesionario					
	Concentración de las propiedades de las concesiones					

Tabla # 3: Cuantificación del Impacto, para la Matriz de riesgos propuesta

PROBALIDAD		
Probabilidad	Escala	Descripción
Remoto	A	Basado en Escalas y experiencia
Poco Probable	B	
Probable	C	
Frecuente	D	

Tabla # 4: Cuantificación de la Probabilidad, para la Matriz de riesgos propuesta

3.3 Análisis Cuantitativo de los Riesgos.

Este análisis emplea valores numéricos, donde la calidad de los resultados depende de la exactitud y la precisión de los mismos. Usualmente es precedido por el Análisis Cualitativo, aunque ambos análisis pueden llevarse por separado o en forma simultánea.

Las consecuencias o resultados pueden ser estimados mediante el uso de modelos, extrapolación de estudios experimentales o datos históricos, etc.

Las principales variables a medirse o cuantificarse en un proyecto son: costo (sobrecosto, ahorro), Ingresos (rentabilidad o no de un proyecto) y tiempo (retrasos, adelantos), redundando en la calidad del mismo.

3.3.1 Herramientas y Técnicas para la Cuantificación del Riesgo

Las principales técnicas para el análisis cuantitativo exigen recolección de datos, aplicación de técnicas cuantitativas y técnicas de modelamiento. Las más utilizadas son el análisis de árboles de decisión, la simulación y los análisis de sensibilidad.

Antes de desarrollar las herramientas, puntualizaremos la definición del Valor Monetario Esperado.

3.3.1.1 Valor Monetario Esperado

Desarrollando los conceptos económicos detallados en el capítulo 1 y específicamente el de "Valor esperado", el Valor Monetario Esperado es un concepto estadístico que calcula el valor basado en la probabilidad asociada a los posibles resultados. Esto permite cuantificar el impacto de la incertidumbre asociada a cada una de las variables

Este valor se obtiene multiplicando el porcentaje de cada posibilidad por la pérdida monetaria o la ganancia asociada con ese resultado y combinando los valores positivos o negativos para el resultado final.

Al estar expresado el valor esperado en función del valor presente del flujo de caja, con el objeto de cuantificar el beneficio del proyecto, el Valor Monetario Esperado no es otra cosa que el valor esperado de los diferentes VAN.

$$VME = \sum_{n=1}^{n} VP \times P_n$$

En donde:

VME = Valor Monetario Esperado

VP = Valor Presente

P = Probabilidad de ocurrencia del evento

3.3.1.2 Árboles de decisión

El análisis de árbol de decisiones ayuda a encuadrar y resolver situaciones complejas que requieren la toma de una decisión. Nos permiten modelar decisiones bajo incertidumbre.

3.3.1.2.1 Definición

El método de arboles representa gráficamente el cálculo del valor monetario esperado.

Es un enfoque por medio del cual se puede hacer un análisis de como las decisiones tomadas en el presente afectan o pueden afectar las decisiones en el futuro, ya que muchas decisiones tomadas en el presente no consideran las consecuencias que pueden originar a largo plazo, por lo que se utiliza cuando es importante considerar las secuencias de decisión y se conocen las probabilidades de que sucedan en el futuro los eventos bajo análisis. La clave del éxito para este análisis consiste en definir el problema con claridad desde el principio y luego determinar las decisiones que se deben tomar.

Al captar la esencia de un problema mediante la determinación de cuáles son los factores más importantes, ayuda a quienes toman las decisiones a concentrarse

solamente en los aspectos relevantes en el resultado.

Los árboles de decisión son diagramas que ilustran el flujo de un proceso de toma de decisiones como una secuencia de eventos y posibles resultados. Los eventos se representan como puntos o nodos y los resultados como ramas que salen de cada nodo.

Los nodos pueden ser:

Nodos de decisión; en los cuales quién toma la decisión decide que rama seguir.

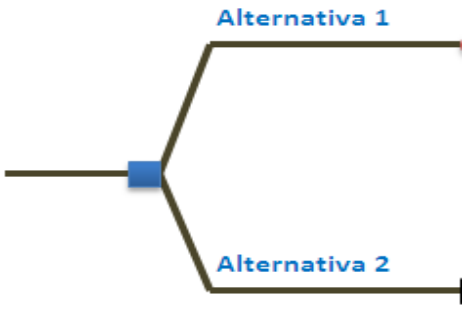


Figura # 27: Nodo de decisión

Nodos de incertidumbre; donde el resultado estará determinado por varias posibilidades ponderadas con la probabilidad de que ese resultado ocurra.

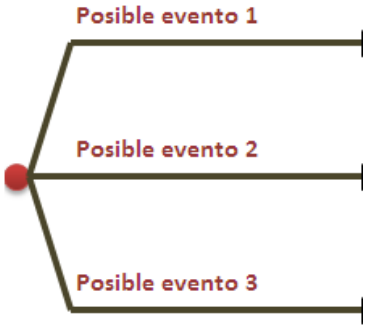


Figura # 28: Nodo de incertidumbre o evento

Generalmente la representación gráfica de estos nodos es de un cuadrado, para los nodos de decisión y un círculo para los nodos de incertidumbre.

A cada rama se le asocia el valor monetario que se espera del resultado.

3.3.1.2.2 Estructuración

Para construir el árbol es importante incluir todas las posibles soluciones y alternativas en su secuencia lógica.

Una vez definido el problema, se esquematiza el árbol identificando y organizando cronológicamente eventos y decisiones.

Se lo construye de izquierda a derecha, en la medida de lo posible procurando hacerlo simple.

Al tener el diagrama con eventos y decisiones en el tiempo, se procede a la asignación de probabilidades de los diferentes escenarios asociados a los eventos

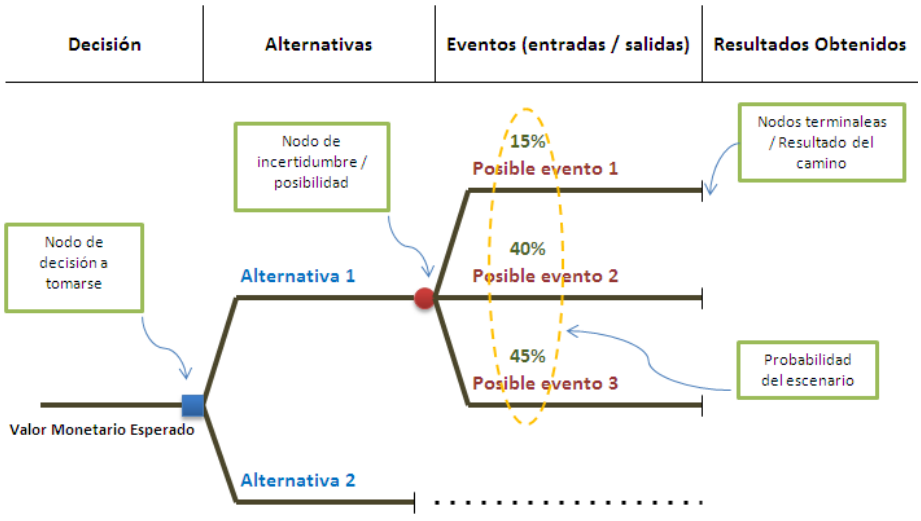


Figura # 29: Estructuración del Árbol de Decisión

3.3.1.2.3 Solución

Una vez que se tienen todas las decisiones y alternativas en su sitio, construidas de izquierda a derecha, se determina la mejor estrategia a seguir, para lo cual se procede de derecha a izquierda.

Primero se resuelven las incertidumbres, utilizando el valor esperado los diferentes escenarios planteados como solución a estos eventos; luego de esto se determina el mayor o menor valor en el caso de las decisiones.

La solución al árbol es la mejor combinación de alternativas que satisfagan las condiciones para una correcta toma de decisiones.

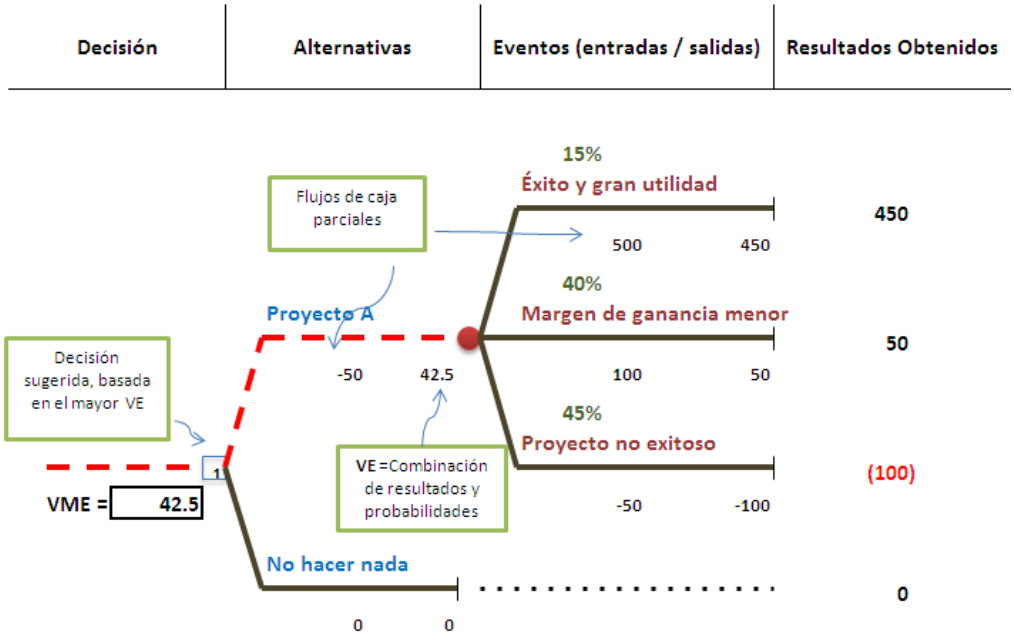


Figura # 30: Solución del Árbol de Decisión

Un método alternativo, es construir el árbol de derecha a izquierda (Método de reversión); este lo utilizamos cuando tenemos calculados los resultados de cada camino o decisión y sus respectivos eventos.

Para esto empezamos con los valores de los nodos terminales hasta determinar el valor monetario esperado y la mejor combinación.

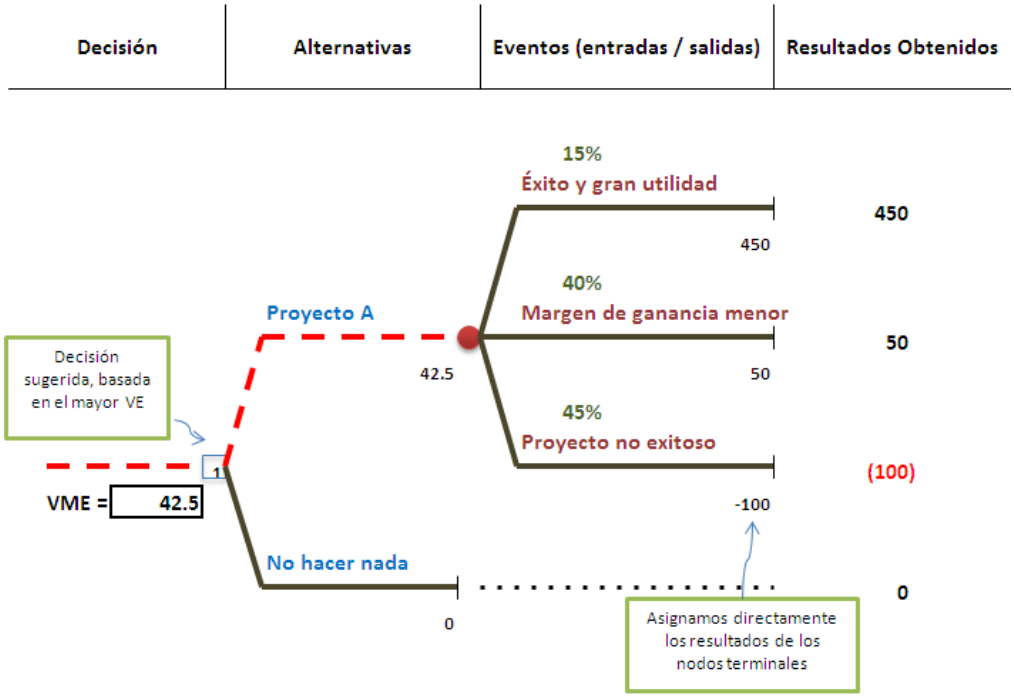


Figura # 31: Solución Alternativa (método de reversión) del Árbol de Decisión

A continuación se mencionan ciertas ventajas y desventajas de este método[40]:

Ventajas:

• Útiles para mostrar los cursos de acción que puede tomar un proyecto.

[40] Tomado de Gestión Integral de Riesgos Tomo I, Oscar Bravo Mendoza.

• Permite establecer la mejor estrategia que se puede visualizar a partir de la información disponible.

• Es posible cuantificar el valor de la información.

• Útiles para el cálculo de opciones reales.

Desventajas:

• Pueden llegar a ser extremadamente complejos y difíciles de manejar cuando se consideran múltiples escenarios.

• Es complicado el establecer las probabilidades

3.3.1.3 Simulación Método de Monte Carlo

El responsable de un proyecto necesita tomar las decisiones basados en información, datos cuantificables y escenarios probables.

Para entender este método se necesita definir conceptos previos.

"La **simulación** es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de

ellos - para el funcionamiento del sistema".[41] Nos ayuda en la medición de diferentes posibilidades de ocurrencia de las variables críticas del proyecto.

Modelo de simulación: conjunto de hipótesis acerca del funcionamiento del sistema expresado como relaciones matemáticas y/o lógicas entre los elementos del sistema.

Proceso de simulación: ejecución del modelo a través del tiempo en un ordenador para generar muestras representativas del comportamiento.

Este Método tiene una gran aplicación, por ejemplo:

Criptografía

Diseño de reactores nucleares

Densidad y flujo de tráfico

Ecología

Econometría

Física de materiales

Métodos cuantitativos de organización industrial

Programas de computadora

Pronósticos en Bolsa de Valores

Cuantificación de Riesgo en actividades petroleras

Etc.

Los pasos típicos en la elaboración de una simulación de Monte Carlo pueden ser:

1. Diseñar el modelo lógico de decisión

2. Especificar distribuciones de probabilidad para las variables aleatorias relevantes.

---

[41] Shannon, Robert; Johannes, James D. (1976). «Systems simulation: the art and science». IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics 6(10). pp. 723-724.

3. Incluir posibles dependencias entre variables.

4. Muestrear valores de las variables aleatorias.

5. Calcular el resultado del modelo según los valores del muestreo (iteración) y registrar el resultado.

6. Repetir el proceso hasta tener una muestra estadísticamente representativa.

7. Obtener la distribución de frecuencias del resultado de las iteraciones.

8. Calcular media, desvío y curva de percentiles acumulados.

3.3.1.3.1 Definición

La simulación de Monte Carlo agrupa una serie de procedimientos que analizan distribuciones de variables aleatorias, usando simulación y muestreo sistemático de números aleatorios.

No se debe confundir la simulación con la optimización. En un método de optimización las variables de decisión son las salidas a las cuales buscamos calcular los valores óptimos, por el contrario en un método de simulación dichas variables constituyen las entradas para obtener un conjunto particular de soluciones.

Este método se aplica a una gran variedad de problemas matemáticos haciendo experimentos con muestreos estadísticos en una computadora. Se aplica a cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinístico.

Este método fue llamado así por el principado de Mónaco por ser ‘‘la capital del juego de azar’’, ya que se generan números aleatorios; por ejemplo en el juego de la ruleta.

El desarrollo de los métodos de Monte Carlo data aproximadamente de 1944 con el impulso y desarrollo de la computadora. Sin embargo hay varias instancias (aisladas y no desarrolladas) en muchas ocasiones anteriores a 1944.[42]

Se pudo apreciar el uso real de este método en el trabajo de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial, como una herramienta de investigación. Este trabajo involucraba la simulación directa de problemas probabilísticos de hidrodinámica concernientes a la difusión de neutrones aleatorios en material de fusión.
Aún en la primera etapa de estas investigaciones, John von Neumann y Stanislao Ulam refinaron esta curiosa ‘‘Ruleta rusa’’ y los métodos ‘‘de división’’. Sin embargo, el desarrollo sistemático de estas ideas tuvo que esperar el trabajo de Harris y Herman Kahn en 1948.

Aproximadamente en el mismo año, Fermi, Metropolos y Ulam obtuvieron estimadores para los valores característicos de la ecuación de Schrödinger para la captura de neutrones a nivel nuclear.

Alrededor de 1970, los desarrollos teóricos en complejidad computacional comienzan a proveer mayor precisión y relación para el empleo del método Monte Carlo. La teoría identifica una clase de problemas para los cuales el tiempo necesario para evaluar la solución exacta al problema crece con la clase, al menos exponencialmente M. La cuestión a ser resuelta era si Montecarlo podría o no estimar la solución al problema de tipo intratable con una adecuación estadística acotada a una complejidad temporal polinomial en M. Karp (1985) muestra esta propiedad para estimar en una red plana multiterminal con arcos fallidos aleatorios. Dyer (1989) utiliza Monte Carlo para estimar el volumen de un convex body en el espacio Euclidiano M-dimensional. Broder (1986), Jerrum y Sinclair (1988)

[42] Tomado de “Investigación Operativa I”, de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Pcia de buenos Aires.

establecen la propiedad para estimar la persistencia de una matriz o en forma equivalente, el número de ajustes perfectos en un grafo bipartito.

Para el análisis de riesgos en proyectos, el análisis Monte Carlo permite la combinación de incertidumbre que rodea a las variables de riesgo clave y la determinación de la distribución de probabilidad de los resultados financieros y económicos.

3.3.1.3.2 Construcción del modelo

Las etapas del proceso de simulación son:

- Definición, Descripción del problema. Plan.
- Formulación del modelo.
- Programación (construcción de la hoja de cálculo).
- Verificación y Validación del modelo.
- Diseño de experimentos y plan de corridas.
- Análisis de resultados
- Implementación de soluciones.

Un modelo es una herramienta de análisis y de comunicación. Como tal, debe ser entendido no sólo por quien lo diseñó sino también por terceros.

1. Presentar claramente la estructura lógica y los supuestos empleados.

2. Incluir solamente las estadísticas indispensables.

3. Usar gráficos para transmitir conceptos.

4. Los resultados obtenidos deben responder a los interrogantes planteados.

5. No incluir en el informe más información que la necesaria. Derivar los datos de apoyo a los Anexos

3.3.1.3.3 Análisis de resultados

Los principales resultados que arroja la simulación con este método pueden ser entre otros:

3.3.1.4 Análisis de sensibilidad.

El análisis de sensibilidad, se refiere a los cambios de uno o más factores dentro de ciertos rangos lógicos, examinando la variación de los resultados de un cálculo o modelo a medida que cambian los supuestos individuales. Nos ayuda a determinar que riesgos tiene mayor impacto potencial en el proyecto.

Este análisis se vuelve necesario debido a la imprecisión de algunos cálculos cuantitativos.

Entre los **análisis de sensibilidad** que se puede tener, podemos mencionar a:

3.3.1.4.1 Análisis de Tornado

Este análisis permite comparar el impacto de las variables más sensibles, en una sola gráfica. Se utiliza la grafica de barras, donde la longitud de cada una representa el impacto de la variable que se analiza, en el proyecto.

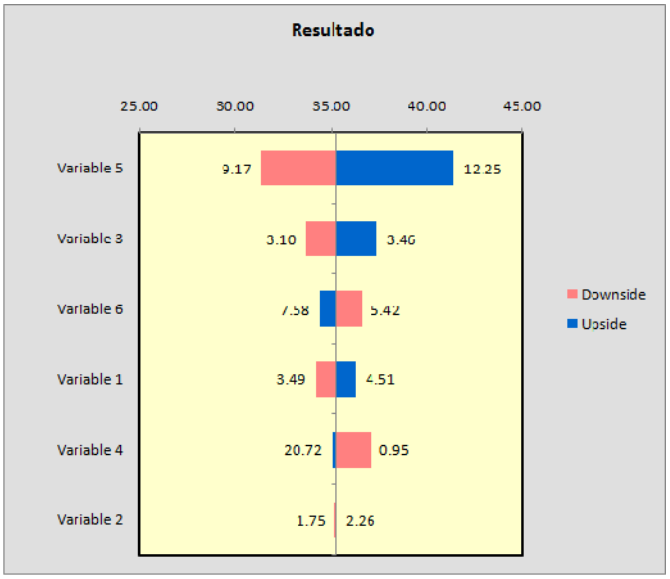


Figura # 32: Ejemplo Análisis de tornado

Se puede tener además una representación alternativa, donde se tiene un impacto del grado de correlación o contribución a la varianza de las diferentes variables.

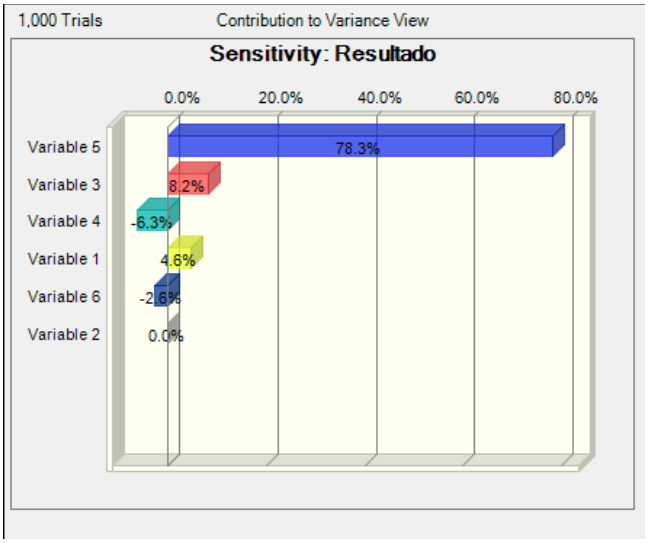


Figura # 33: Ejemplo de Contribución a la Varianza

3.3.1.4.2 Diagrama tipo Araña

Este diagrama constituye una alternativa adicional, donde se muestra el porcentaje de desviación con respecto al caso base

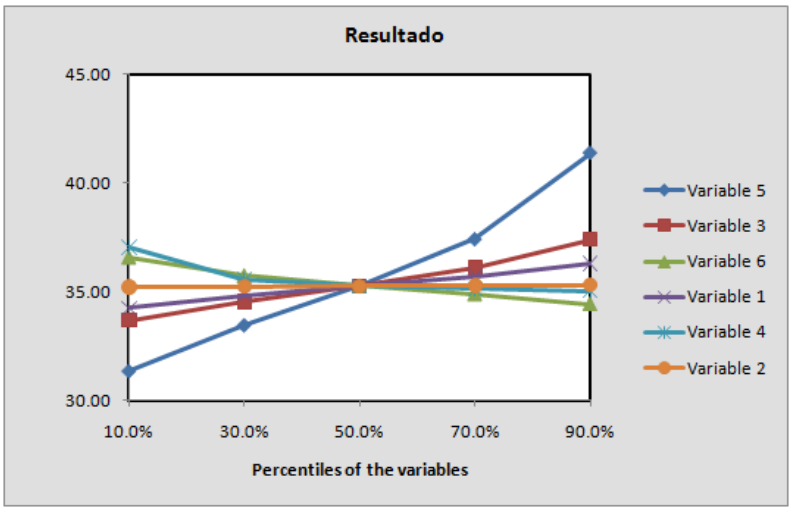


Figura # 34: Ejemplo Diagrama tipo araña

Existen muchos más análisis de sensibilidad, sin embargo para el desarrollo de este trabajo de tesis es suficiente con los mencionados anteriormente.

Software utilizado para la simulación de Monte Carlo

Para aplicar los métodos y la herramienta de simulación Monte Carlo mencionada anteriormente, así como para entender las variables y resultados, hemos utilizado una licencia demo del software comercial Crystal Ball distribuido por la corporación Oracle.

Crystal Ball se basa en la aplicación de Microsoft Excel y nos permite convertir hojas o modelos estáticos en dinámicos.

Para el objetivo de nuestro trabajo, necesitamos conocer las funciones básicas de este programa, el cual al iniciar despliega el siguiente menú en Excel:



Figura # 35: Menú de opciones de Crystal Ball

Una vez que tenemos construido en Excel el modelo a ser analizado, empezamos por definir la distribución de probabilidad (de acuerdo a lo detallado en el capítulo 1) apropiada para cada una de las variables que definamos como aleatorias. Estás variables deben ser independientes y no el resultado de una fórmula.

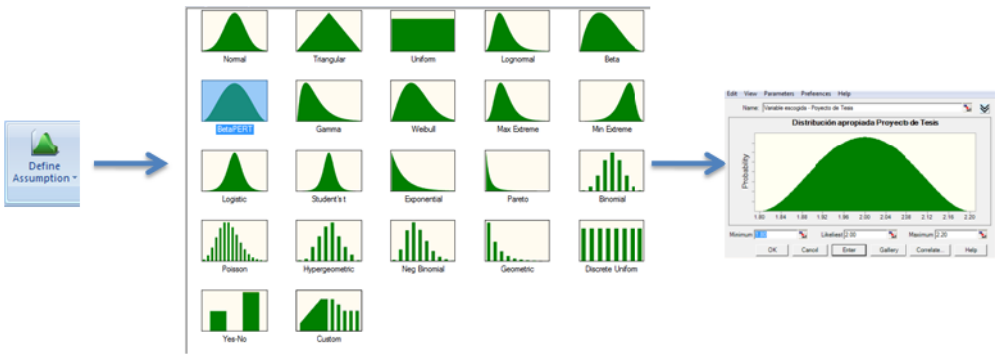


Figura # 36: Ejemplo de definición de variables o supuestos en Crystal Ball

Cuando tengamos las variables definidas, identificamos los pronósticos o resultados (formulados) que queremos analizar.

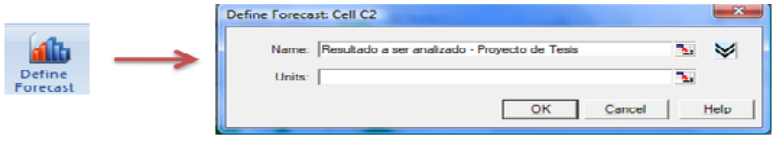


Figura # 37: Ejemplo de definición del pronóstico en Crystal Ball

Como último paso establecemos las opciones de cálculo básicas (velocidad, número de iteraciones, etc.) como en cualquier programa (de no hacerlo se utilizará las opciones que vienen por defecto); corremos la simulación y obtenemos los resultados a ser interpretados posteriormente.

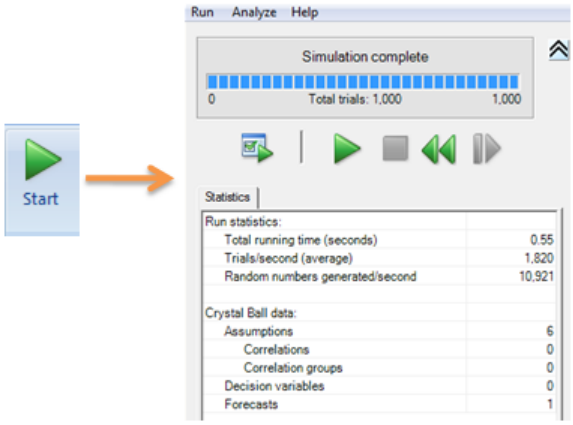


Figura # 38: Ejemple de la ejecución del modelo en Crystal Ball

4 Capítulo IV - Evaluación del Riesgo (con variables de un proyecto vial).

El presente trabajo de tesis tiene como objeto definir claramente el Marco Referencial y la Metodología apropiada para conducir un apropiado “Análisis de Riesgos”.

El transporte de pasajeros y de carga se realiza mayormente por nuestro sistema vial y por medio de automotores. Este análisis está organizado alrededor de las principales partes involucradas: los habitantes (representados por el Estado) y el concesionario.

El elemento clave que distingue la gestión de la infraestructura vial por medio del sistema de concesiones de cualquier otro sistema es la posibilidad de implementarse a través de proyectos que resulten atractivos para la inversión privada en términos de dos variables: rentabilidad y riesgo. En consecuencia, todo aquello que contribuya a mejorar la rentabilidad y a reducir los niveles de riesgo de tales operaciones será vital para el éxito del programa y del sistema de concesiones en general.

El escenario de inversión de estos proyectos, vuelve cada vez más necesario el realizar un análisis de riesgos que nos muestre los beneficios del proyecto en su fase de factibilidad y las áreas que merecen más atención durante el desarrollo del mismo.

Antes de abordar el caso hipotético de análisis, **entenderemos como concesión**, al otorgamiento del derecho de explotación por un lapso de tiempo determinado de bienes y servicios por parte de una empresa a otra, generalmente privada.

Para esto necesitamos, definir el ámbito y entender el marco jurídico de la Concesiones Viales en el Ecuador, para lo cual utilizaremos un extracto del estudio realizado por la Dra.

Dora Suasnavas Flores[43].

"El **Contrato de Concesión** de obra pública es un contrato administrativo por medio del cual los contratantes se obligan entre sí para que, por una parte el Concedente (Estado a través de la Administración Pública o Entes seccionales) delegue o ceda a un particular (persona natural o jurídica; sea esta mixta o privada), la potestad de construir y explotar una obra pública a su cuenta y riesgo, de manera eficiente, responsable, oportuna, continua y con calidad a cambio, el Concesionario obtendrá una retribución económica acorde o equiparada a la inversión realizada más una razonable utilidad, misma que **no debe ser pagado por el Concedente** sino por el beneficiario o usuario de la obra pública a través de una tarifa preestablecida por un lapso de tiempo determinado, luego del cual tanto la obra pública como la tarifa futura deben ser revertidos al Estado a través de la Administración Pública o Seccional."

Es importante también tener presente dos artículos importantes de la Constitución Política del Estado del Ecuador:

Art. 247.- Tercer inciso.- Será facultad exclusiva del Estado la concesión del uso de frecuencias electromagnéticas para la difusión de señales de radio, televisión y otros medios. Se garantizará la igualdad de condiciones en la concesión de dichas frecuencias. Se prohíbe la transferencia de las concesiones y cualquier forma de acaparamiento directo o indirecto por el Estado o por particulares, de los medios de expresión y comunicación social.

---

[43] "ESTUDIO Y ANALISIS DE LA TEORIA DE LA IMPREVISION Y SU APLICABILIDAD EN EL PROCESO PRECONTRACTUAL DE LOS CONTRATOS; Dra. Nora Suasnavas Flores, 2007

Art. 249.- Será responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de naturaleza similar. Podrá prestarlos directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas, mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria o cualquier otra forma contractual, de acuerdo con la ley. Las condiciones contractuales acordadas no podrán modificarse unilateralmente por leyes u otras disposiciones.

El Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad; y velará para que sus precios o tarifas sean equitativos.

Para ilustrar la Metodología descrita en capítulos anteriores, utilizaremos **un ejemplo hipotético de un "Proyecto de Infraestructura Vial"**, basado en buena medida en concesiones viales desarrolladas.

4.1 Análisis Cualitativo de los Riesgos.

El análisis cualitativo es de gran utilidad durante la etapa de ingeniería conceptual, ya que son eventualidades que hacen que los flujos previstos no se cumplan.

De acuerdo los tipos de riesgos y su clasificación como también la metodología mencionada en el tercer capítulo de este trabajo, se han identificado riesgos potenciales que se relacionan a proyectos de "infraestructura vial".

Identificación de riesgos

A continuación se listan algunos posibles riesgos identificados, que afectarían o impedirían alcanzar los objetivos del proyecto. Esta lista se basa en buena medida en riesgos identificados en proyectos similares y en la experiencia obtenida de estos proyectos.

Desde la **perspectiva del Concesionario**, tenemos los siguientes riesgos:

- Costos mayores a los planificados inicialmente
- Actividades no planificadas que generan sobrecosto
- Baja calidad de Estudios de Ingeniería
- Ahorros derivados
- Demoras en la ejecución de las obras
- Demoras debido a cambios de ruta
- Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura
- Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto
- Adelantos con respecto al cronograma inicial
- Cambios en normativas de contratación
- Demoras en la gestión de permisos o licencias
- Retrasos en asignación de presupuestos
- Selección no apropiada de nuevas tecnologías
- Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo
- Paro laboral y descontento entre los trabajadores
- Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto
- Líneas de autoridad poco claras
- Baja capacidad gerencial
- Canales de comunicación inefectivos
- No disponibilidad de equipos en la zona
- Sobre estimación de tiempo y recursos de los trabajos
- Falta de suministro de energía eléctrica requerida para el trabajo
- Manejo integrado de los proveedores de servicios
- Ausencias laborales
- Problemas en atraer o retener el personal que se requiere
- Desmotivación del equipo de trabajo
- Falta de personal requerido
- Enfermedades profesionales
- Epidemias, infecciones, intoxicaciones generalizadas
- Riesgos geológicos no previstos inicialmente
- Retrasos en procesos de expropiaciones
- No cumplimiento de parámetros de construcción
- Fuerza mayor como desastres naturales (terremotos, huracanes, tsunamis, etc.)
- Rehabilitación y acciones necesarias debido a accidentes imprevistos (deslizamiento de tierras, etc.)
- Vulnerabilidad de la Seguridad Física del personal: secuestro, asesinato.
- Seguridad física de las instalaciones (atentados, amenazas, etc.)

- Fanatismo religioso y político que puede generar terrorismo
- Problemas en operación
- No cumplimiento de parámetros de operación
- No continuidad en estructura ejecutora del proyecto por alta rotación
- Contratación de gerencia de proyectos
- Definición de responsabilidades en la organización
- Disponibilidad del equipo de soporte a proyectos
- Interrelación o dependencia con otros proyectos
- Fallas operacionales que generan sobrecosto
- No disponibilidad de la Infraestructura previa necesaria
- Interrupción en el proceso de ejecución por virus computacionales u otras causas
- Cambios en la tasa de interés
- Problemas de financiamiento
- No disponibilidad de presupuesto
- Volatilidad de los precios de las materias primas
- Demoras en contratación
- Selección incorrecta del contratista/proveedor
- Especificaciones técnicas incorrectas
- Demoras en el proceso de compra de materiales
- Materiales de mala calidad
- Riesgos cambiarios
- Estructura deuda-capital
- Tráfico menor al proyectado
- Incremento o decremento del volumen de tráfico debido a cambios socio económicos
- Ingresos menores a los estimados
- Congestión mayor a la prevista
- Mantenimientos mayores a los previstos
- Fraude en: procesos contractuales, manejo de servicios, robo de dinero, etc.
- Uso no autorizado de información, dinero u otros recursos
- Sabotaje y daño a las instalaciones
- Caída en la economía, etc.
- Impactos ambientales negativos
- No cumplimiento de permisos de funcionamiento ambientales
- Cambios de leyes
- Cambios en Tributación
- Cambios en Marcos Regulatorios
- Demandas en contra
- Corrupción administrativa
- Aumento de la tasa impositiva
- Abusos de las autoridades locales
- Problemas del Poder Ejecutivo

Por otro lado desde la **perspectiva del Estado**, podemos considerar riesgos como:

- Diferencia entre valores privados y sociales
- Distorsión en los montos de inversión al inicio y a medida que avanza el proyecto
- No validación de las contrapartes del Estado (inversionistas y usuarios)
- Sobre o sub valoraciones de las garantías o de los subsidios
- Atrasos en la obra y falta de cumplimiento de hitos del proyecto
- Impacto negativo sobre el sistema de concesiones
- Alto poder de negociación del concesionario
- Colapso del proyecto ante la quiebra del concesionario

Una vez que tenemos los riesgos identificados, clasificamos cada riesgo de acuerdo al principal recurso que afecta; en nuestro caso los recursos pueden clasificarse en:

- Costos
- Tiempo
- Ingresos
- Seguridad y Medioambiente
- Calidad
- Imagen

Además es necesario identificar la fase del proyecto, en que se produciría cada riesgo. Las fases que hemos utilizados para ilustrar esta metodología son:

- Factibilidad
- Planeación y Diseño
- Ejecución - Producción
- Entrega y Comienzo de Operaciones
- Operación y Mantenimiento

Evaluación del Impacto

Para determinar la severidad del impacto de cada riesgo, utilizamos una escala que nos permita evaluar el grado. En base a la escala mencionada en el capítulo tres se han propuesto los siguientes parámetros:

Impacto / Severidad	
Bajo	**1**
Moderado	**2**
Intermedio	**3**
Alto	**4**
Crítico	**5**

Tabla # 5: Escala de Impacto utilizada para el Análisis Cualitativo

Es ideal tratar de describir la consecuencia del riesgo y su impacto, para tener presente las acciones de mitigación que puedan aplicarse.

Cabe recalcar que el desarrollo completo de esta listado se encuentra adjunto en el **(Anexo # 1)**.

Ítem	Lista de Riesgos (que impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Perspectiva (Estado / Concesionario)	Principal Recurso afectado	FASE	IMPACTO (Consecuencia) Severidad del impacto	Costo de acciones correctivas o ingresos perdidos (Consecuencias)
1	Costos mayores a los planificados inicialmente	Concesionario	Costos	Factibilidad	1	% de rubro presupuestado, afecta en ejecución y afecta la rentabilidad del proyecto
2	Actividades no planificadas que generan sobrecosto		Costos	Factibilidad	2	
3	Baja calidad de Estudios de Ingeniería		Tiempo	Planeación y Diseño	2	% de lo contratado, afecta en ejecución
4	Ahorros derivados		Ingresos	Planeación y Diseño	1	Esta es una Oportunidad con efectos positivos en la rentabilidad
5	Demoras en la ejecución de las obras		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Estos retrasos generan costos extras relativos a multas, estipuladas en el contrato
6	Demoras debido a cambios de ruta		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Por ende se puede incurrir en retrasos y planificación extra
7	Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura		Tiempo	Ejecución - Producción	2	
8	Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto		Tiempo	Ejecución - Producción	5	De ocurrir esto podría retrasar el proyecto
9	Adelantos con respecto al cronograma inicial		Tiempo	Ejecución - Producción	1	Esta es una Oportunidad
10	Cambios en normativas de contratación		Tiempo	Planeación y Diseño	1	Falta de puntualidad en los procesos
11	Demoras en la gestión de permisos o licencias		Tiempo	Planeación y Diseño	5	Retraso de todo el proyecto, afectando el ingreso esperado
12	Retrasos en asignación de presupuestos		Tiempo	Ejecución - Producción	3	
13	Selección no apropiada de nuevas tecnologías		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Que pueda incurrir en nuevos análisis, pérdida de tiempos
14	Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	2	Riesgos y accidentes laborales
15	Paro laboral y descontento entre los trabajadores		Tiempo	Ejecución - Producción	4	Causa demoras y reduce el ritmo de trabajo
16	Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto		Ingresos	Ejecución - Producción	3	Por falta de definición inicial o fracaso en el control del proyecto
17	Líneas de autoridad poco claras		Tiempo	Ejecución - Producción	2	
18	Baja capacidad gerencial		Calidad	Ejecución - Producción	2	Demora en decisiones y acciones
19	Canales de comunicación inefectivos		Tiempo	Ejecución - Producción	3	
20	No disponibilidad de equipos en la zona		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Tiempo perdido en buscar estas necesitadas

Tabla # 6: Riesgo vs Impacto – Proyecto Infraestructura Vial

Evaluación de probabilidades

Una vez determinado el impacto, se debe evaluar la probabilidad de ocurrencia del riesgo, se debe aplicar criterios profesionales dentro de los límites de tolerancia del proyecto.

Para este propósito y en base a la escala mencionada en el capítulo tenemos:

Probabilidad	
Remoto	**A**
Poco Probable	**B**
Probable	**C**
Frecuente	**D**

Tabla # 7: Escala de Probabilidad utilizada para el Análisis Cualitativo

					PROBABILIDAD	
Ítem	Lista de Riesgos (que impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Perspectiva (Estado / Concesionario)	Principal Recurso afectado	FASE	Probabilidad o Frecuencia en la Industria	Cuales serían las supuestas causas del riesgo
1	Costos mayores a los planificados inicialmente	Concesionario	Costos	Factibilidad	II	Falta de experiencia en estimación de costos y actividades
2	Actividades no planificadas que generan sobrecosto		Costos	Factibilidad	C	
3	Baja calidad de estudios de Ingeniería		Tiempo	Planeación y Diseño	II	Tiempos muy ajustados del proyecto y del estudio
4	Ahorros derivados		Ingresos	Planeación y Diseño	A	Oportunidad
5	Demoras en la ejecución de las obras		Tiempo	Ejecución - Producción	C	Mala planificación
6	Demoras debido a cambios de ruta		Tiempo	Ejecución - Producción	H	Falta de estudios de alternativas
7	Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura		Tiempo	Ejecución - Producción	II	
8	Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto		Tiempo	Ejecución - Producción	H	
9	Adelantos con respecto al cronograma inicial		Tiempo	Ejecución - Producción	A	Oportunidad
10	Cambios en normativas de contratación		Tiempo	Planeación y Diseño	D	
11	Demoras en la gestión de permisos o licencias		Tiempo	Planeación y Diseño	C	Formula estimación de tiempos de las semanas
12	Retrasos en asignación de presupuestos		Tiempo	Ejecución - Producción	H	
13	Selección no apropiada de nuevas tecnologías		Tiempo	Ejecución - Producción	H	Resistencia a probar nuevos tecnologías
14	Falla de equipo de pavimentación porque no es manejado del mismo		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	A	Negligencia
15	Paro laboral y descontento entre los trabajadores		Tiempo	Ejecución - Producción	B	Incumplimiento de seguridades condiciones
16	Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto		Ingresos	Ejecución - Producción	C	Falta de dirección hacia los objetivos
17	Líneas de autoridad poco claras		Tiempo	Ejecución - Producción	C	
18	Baja capacidad gerencial		Calidad	Ejecución - Producción	B	Debilidad en administración de proyecto
19	Canales de comunicación ineficientes		Tiempo	Ejecución - Producción	H	
20	No disponibilidad de equipos en la zona		Tiempo	Ejecución - Producción	D	Falta de investigación preliminar

Tabla # 8: Riesgo vs Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial

Niveles de riesgo y acciones

El impacto y la probabilidad del riesgo, nos permitirán categorizarlos, para determinar el rango dentro del cual se encuentran.

Ítem	Lista de Riesgos (que impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Nivel de RIESGO (Consecuencia x Probabilidad)	MITIGACION Acciones de Mitigación (ordenar de acuerdo a la matriz)	Responsable (Asume el riesgo)	Plazo
1	Costos mayores a los planificados inicialmente	1 B	Conformación de un equipo multidisciplinario qua administre el plan del proyecto. Deben ser evaluados y mirimizados en la etapa de pre factibilidad y diseños. Se necesitan estudios detallados de ingeniería	Constructor / Concesionario	Puede ser discutido y consensuado, pero preferiblemente debe actuarse y solventarse en la etapa del proyecto que
2	Actividades no planificadas que generan sobrecosto	2 C			
3	Baja calidad de Estudios de Ingeniería	2 B	Uso adecuado de la tecnologíay experiencia		
4	Ahorros derivados	1 A	Esta oportunidad sirve de Lección Aprendida para futuros Proyectos		
5	Demoras en la ejecución de las obras	2 C	Contrato tipo suma alzada, Garantías de fiel cumplimiento, Cronograma detallado, Multas o Penalidades, Gerencia adecuada del proyecto		
6	Demoras debido a cambios de ruta	2 B			
7	Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura	2 B			
8	Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto	3 B			
9	Adelantos con respecto al cronograma inicial	1 A	Esta oportunidad sirve de Lección Aprendida para futuros Proyectos		
10	Cambios en normativas de contratación	1 B	Procesos de contratación claros y normados		
11	Demoras en la gestión de permisos o licencias	3 C	Incluir contingencias, mejorar las estimaciones		
12	Retrasos en asignación de presupuestos	3 B			
13	Selección no apropiada de nuevas tecnologías	3 B	Investigación adecuada, previo el inicio e inversión en este sentido		
14	Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo	2 A	Normas de seguridad industrial claras		
15	Paro laboral y descontento entre los trabajadores	4 B	Claridad en procesos de contratación y en cláusulas	Concesionario / Estado	
16	Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto	3 C	Planificación inicial, control adecuado y reformulación de objetivos según avance del proyecto		
17	Líneas de autoridad poco claras	2 C	Conformación de un equipo multidisciplinario qua administre adecuadamente el proyecto.		
18	Baja capacidad gerencial	2 B			
19	Canales de comunicación inefectivos	3 B			
20	No disponibilidad de equipos en la zona	3 B	Incluir contingencias y alternativas de equipos		

Tabla # 9: Nivel de riesgo determinado en base a Impacto x Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial

Una vez que tenemos el nivel del impacto determinado, utilizamos la matriz de riesgos, para categorizarlos y valorizarlos.

Desde el punto de vista del **Concesionario**, la matriz es la siguiente:

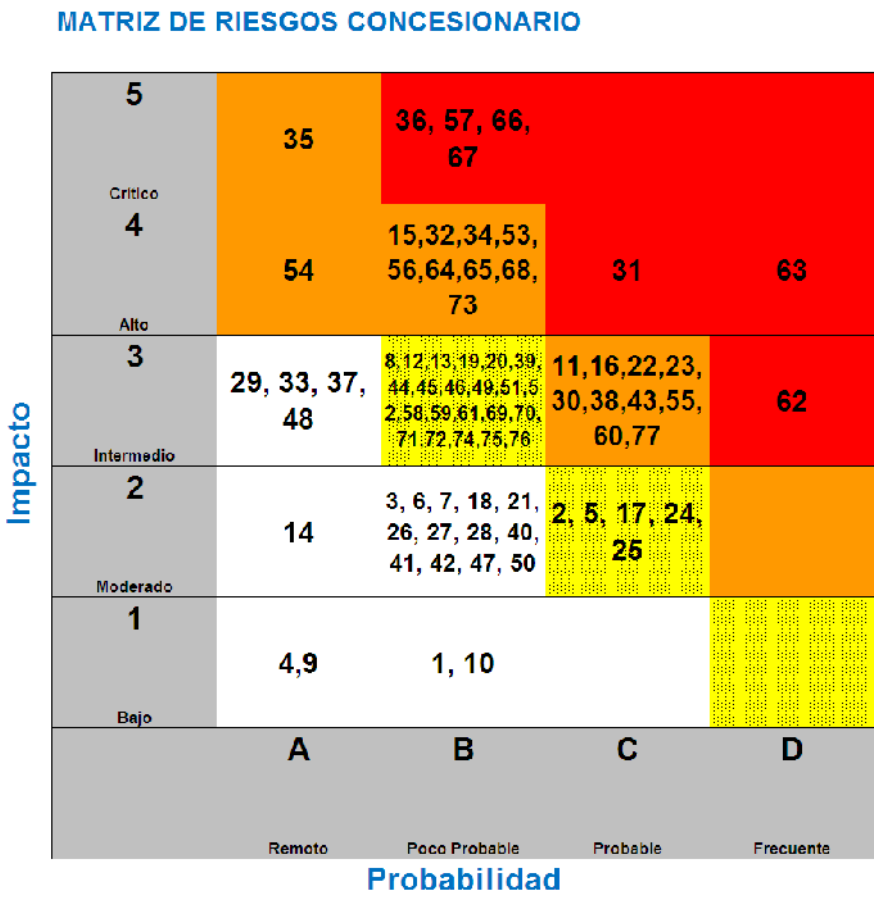


Figura # 39: Matriz de Riesgos - Concesionario

Como se puede ver en base a esta matriz, para el Concesionarios la valoración de los riesgos sería:

Evitar o Eliminar

31 Retrasos en procesos de expropiaciones
36 Seguridad física de las instalaciones (atentados, amenazas, etc.)
57 Riesgos cambiarios
62 Congestión mayor a la prevista
63 Mantenimientos mayores a los previstos
66 Sabotaje y daño a las instalaciones
67 Caída en la economía, etc.

Mitigar o Reducir

6 Demoras debido a cambios de ruta
11 Demoras en la gestión de permisos o licencias
15 Paro laboral y descontento entre los trabajadores
16 Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto
22 Falta de suministro de energía eléctrica requerida para el trabajo
23 Manejo integrado de los proveedores de servicios
30 Riesgos geológicos no previstos inicialmente
32 No cumplimiento de parámetros de construcción
34 Rehabilitación y acciones necesarias debido a accidentes imprevistos deslizamiento de tierras, etc.)
35 Vulnerabilidad de la Seguridad Física del personal: secuestro, asesinato.
38 Problemas en operación
43 Disponibilidad del equipo de soporte a proyectos
53 Selección incorrecta del contratista/proveedor
54 Especificaciones técnicas incorrectas
55 Demoras en el proceso de compra de materiales
56 Materiales de mala calidad
60 Incremento o decremento del volumen de tráfico debido a cambios socio - económicos
64 Fraude en: procesos contractuales, manejo de servicios, robo de dinero, etc.
65 Uso no autorizado de información, dinero u otros recursos
68 Impactos ambientales negativos
73 Demandas en contra
77 Problemas del Poder Ejecutivo

Transferir

2 Actividades no planificadas que generan sobrecosto
5 Demoras en la ejecución de las obras
8 Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto
17 Líneas de autoridad poco claras
19 Canales de comunicación inefectivos
20 No disponibilidad de equipos en la zona
24 Ausencias laborales
25 Problemas en atraer o retener el personal que se requiere
39 No cumplimiento de parámetros de operación
44 Interrelación o dependencia con otros proyectos
45 Fallas operacionales que generan sobrecosto
46 No disponibilidad de la Infraestructura previa necesaria
49 Problemas de financiamiento
51 Volatilidad de los precios de las materias primas
52 Demoras en contratación
58 Estructura deuda-capital
59 Tráfico menor al proyectado
61 Ingresos menores a los estimados

69 No cumplimiento de permisos de funcionamiento ambientales
70 Cambios de leyes
71 Cambios en Tributación
72 Cambios en Marcos Regulatorios
74 Corrupción administrativa
75 Aumento de la tasa impositiva
76 Abusos de las autoridades locales

Aceptar

1 Costos mayores a los planificados inicialmente
3 Baja calidad de Estudios de Ingeniería
4 Ahorros derivados
7 Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura
9 Adelantos con respecto al cronograma inicial
10 Cambios en normativas de contratación
12 Retrasos en asignación de presupuestos
13 Selección no apropiada de nuevas tecnologías
14 Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo
18 Baja capacidad gerencial
21 Sobre estimación de tiempo y recursos de los trabajos
26 Desmotivación del equipo de trabajo
27 Falta de personal requerido
28 Enfermedades profesionales
29 Epidemias, infecciones, intoxicaciones generalizadas
33 Fuerza mayor como desastres naturales (terremotos, huracanes, tsunamis, etc.)
37 Fanatismo religioso y político que puede generar terrorismo
40 No continuidad en estructura ejecutora del proyecto por alta rotación
41 Contratación de gerencia de proyectos
42 Definición de responsabilidades en la organización
47 Interrupción en el proceso de ejecución por virus computacionales u otras causas
48 Cambios en la tasa de interés
50 No disponibilidad de presupuesto

Como se puede observar los principales riesgos tienen que ver con retrasos, seguridad, congestión, etc.

Las acciones de mitigación propuesta como definición clara de procesos, contratos claros, sistemas de seguridad y contingencia, etc. se detallan en la lista completa adjunta en el **(Anexo #1).**

Desde el punto de vista **Estado**, la matriz es la siguiente:

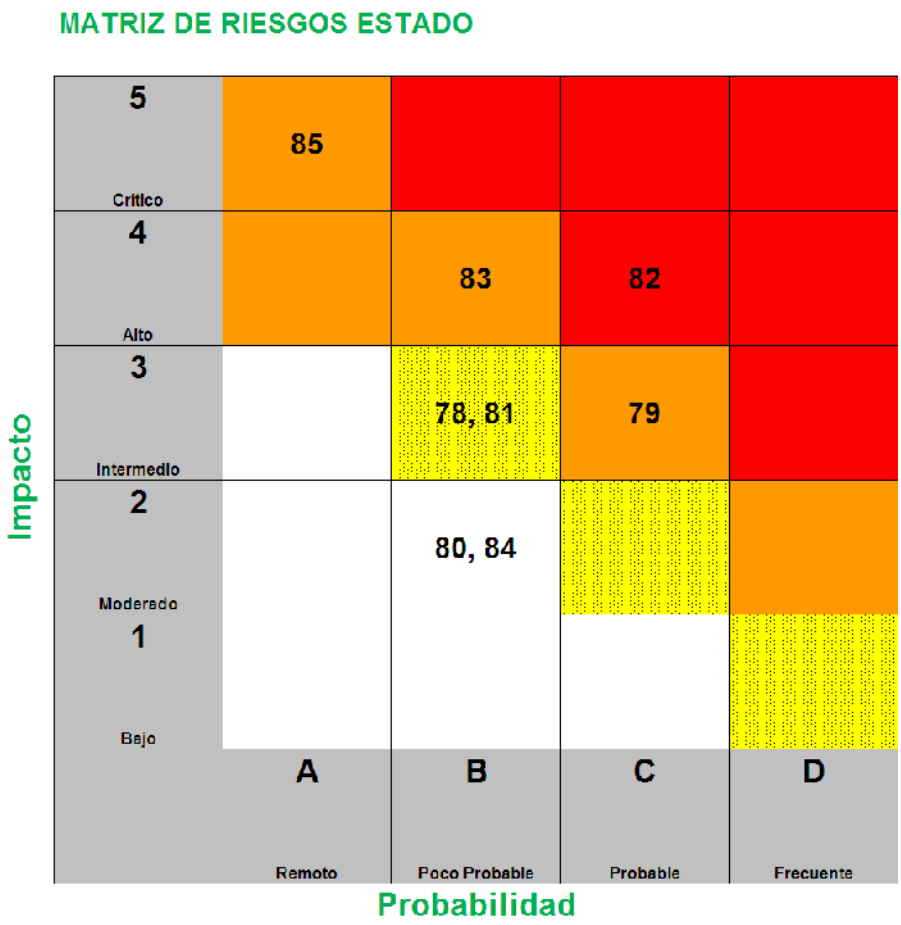


Figura # 40: Matriz de Riesgos - Concesionario

Como se observa, para el Estado la valoración de los riesgos sería:

Evitar o Eliminar

82 Atrasos en la obra y falta de cumplimiento de hitos del proyecto

Mitigar o Reducir

79 Distorsión en los montos de inversión al inicio y a medida que avanza el proyecto
83 Impacto negativo sobre el sistema de concesiones
85 Colapso del proyecto ante la quiebra del concesionario

Transferir

78 Diferencia entre valores privados y sociales
81 Sobre o sub valoraciones de las garantías o de los subsidios

Aceptar

80 No validación de las contrapartes del Estado (inversionistas y usuarios)
84 Alto poder de negociación del concesionario

En este caso los principales riesgos tienen que ver con atrasos y falta de cumplimiento de hitos.

Las acciones de mitigación en este caso pueden ser la Contratación de Gerencia del proyecto y una programación de obra adecuada.

Un esquema de la lista completa se muestra a continuación:

HOJA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Nombre de Proyecto: Proyecto de Tesis -INGENIERIA CIVIL
Alcance de la Evaluación: Análisis de riesgos -PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL
Período de Revisión: Trimestral

Fase del proyecto:
Fecha: 1-Jan-10
Participantes: Jalil Chalhoub

Presupuesto del proyecto: $ 33,000,000 (La Suma en Euros $, de Mediano Importe para el análisis CUANTITATIVO)
Tiempo de Construcción 3 años

Item	Lista de Riesgos (que Impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Perspectiva (Social o / Concesionario)	Principales Recursos afectados	FASE	IMPACTO (Consecuencia)				PROBABILIDAD			NIVEL de RIESGO (Consecuencia y Probabilidad)	MITIGACION				
					Severidad del Impacto	Costo desglosado estimado de Ingresos perdidos (Consecuencia)	Nivel Parcial del monto contratado	Máximo Pérdida Probable en base al Monto Contractual (US)	Probabilidad o Frecuencia de la Industria	Explicación de los supuestos usados del riesgo	Nivel Calificado		Acciones de Mitigación (plantear escenario a la matriz)	Responsable (asume el riesgo)	Plazo	PERDIDA PROBABLE / Riesgo residual (US)
1	Cambios inesperados en los costos Diseños, Imprevistos	Concesionario	Costo	Factibilidad	1	% del monto total presupuestado usado en exposición y sobre la rentabilidad del proyecto	4.0%		B	Falsedad especificaciones, contratación inadecuada y ambiciosa	10.0 %	1 B	Conformación de consejos multidisciplinarios cuantificación real del proyecto. Deben ser analizados y minimizados en el grado de pre factibilidad y viabilidad necesitan estudios detallados de Ingeniería	Constructor / Concesionario		
2	Actividades no planificadas que generan sobrecostos		Costo	Factibilidad	3			1,320,000.00	C			2 C				300,700.00
3	Baja calidad de Estudios e Ingeniería		Tiempo	Elaboración y Diseño	3	% de diseños finales, ofrecen por exposición	2.0%	660,000.00	B	Presentación de proyecto y de calidad	5.0%	2 B	Adecuada uso de la tecnología y experiencia			33,000.00
4	Ahorros derivados		Ingresos	Elaboración y Diseño	1	Balance cruz Open de ideal considerando positivamente la rentabilidad		-	A	Oportunidad		1 A	Una oportunidad clave de ocasión dependida para futuros Proyectos			-
5	Demoras en la ejecución de las obras		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Costo relacionados con mantenimiento, retardos e incluso, ampliaciones en el	4.0%		C	Metodología Usuario	10.0 %	2 C				
6	Demoras de inicio a semillas de la vía		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Por entrega puesta inicio de actividades y participación parte		1,320,000.00	B	Falsedad solicitud de alternativas		2 B	Demoras tipo suma alzada, Economía del cumplimiento, Demoras detalladas, Multas alternativas, Gerenciadas costo del proyecto	Constructor / Concesionario		33,000.00
7	Reparación de trabajos de inicio al semillas de la estructura		Tiempo	Ejecución y Postventa	3		1.0%	33,000.00	B		5.0%	2 B				16,700.00
8	Demoras de inicio a trabajos administrativos como reparos de presupuesto		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	De igual dirna puesta retrasar o proyecto	1.0%	33,000.00	B		10.0 %	3 B				33,000.00
9	Aviso de las características de ingeniería inicial		Tiempo	Ejecución y Postventa	1	Balance cruz Open de ideal		-	A	Oportunidad		1 A	Una oportunidad clave de ocasión dependida para futuros Proyectos			-
10	Cambios en normativas de construcción		Tiempo	Elaboración y Diseño	1	Falsedad particularidad en los proyectos	1.0%	33,000.00	B		5.0%	1 B	Trabajos de acuerdo a estándares y normales			16,700.00
11	Demoras en la gestión de permisos e licencias		Tiempo	Elaboración y Diseño	3	Retrasos de inicio al proyecto, solicitud de al ingreso económico	2.0%	660,000.00	C	Por mala administración de tiempos de los permisos	10.0 %	3 C	Inicio de acuerdo rigurosa, mejorar ideas de soluciones			660,000.00
12	Retrasos en asignación de presupuestos		Tiempo	Ejecución y Postventa	3			-	B			3 B				-
13	Baja calidad de especificaciones de nuevas tecnologías		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Desequilibrio técnico en nuevas calidad, ausencia de	2.0%	660,000.00	B	Resistencia aplicar nuevas tecnologías	5.0%	3 B	Investigación técnica, precisar Inicio e nivel técnico este caminos			41,800.00
14	Falta de cursos de capacitación personal a usar medidas de seguridad	Seguridad y Medioambiente	Ejecución y Postventa		2	Relativo económicos estimado		-	A	Negligencia		2 A	Normas de seguridad inicial al sitio			-
15	Paralizaciones y desconformidades de trabajadores		Tiempo	Ejecución y Postventa	4	Costo estimados y ofrecer al sitio de trabajo	1.0%	33,000.00	B	Incumplimiento de pagos a trabajadores	5.0%	4 B	Calidad en pagos es decisivo resolución por adecuado	Constructor / Diseño		16,700.00
16	Falta de uniformidad de especificaciones del proyecto	Ingresos	Ejecución y Postventa		3	Por falsedad confusión inicial fabricación al sector del consumo		-	C	Falsedad confusión inicial de objetivos		3 C	Identificación Visita, normalizados usados, taller modelos de objetivos seguimientos del proyecto	Constructor / Diseño		-
17	Limitaciones de calidad para obras		Tiempo	Ejecución y Postventa	3				C			2 C				
18	Baja capacidad gerencial	Control	Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Gerencia ambientales y sociales	1.0%		B	Debilidad en administración de proyecto	10.0 %	2 B	Conformación de consejos multidisciplinarios cuantificación real del proyecto.			
19	Calidad de construcción inadecuada		Tiempo	Ejecución y Postventa	3			33,000.00	B			3 B				33,000.00
20	No disponibilidad de equipos en el sitio		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Tiempo pueden adquirir adecuadamente	1.0%	33,000.00	B	Falsedad investigación preliminar	5.0%	3 B	Inicio de acuerdo rigurosa y alternativas de equipos			16,700.00
21	Baja especificación de tiempos y recursos de los trabajos		Tiempo	Elaboración y Diseño	3	Utilización al cronograma y no ordenes suficientemente o tiempos, mucho sitio las condiciones para adecuación del proyecto		-	B	Falsedad especificaciones preparación técnica		2 B	Mejorar el planificación inicial			-
22	Falta de suministros de energía eléctrica requeridos para el trabajo		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Relativo económicos sus aspectos adicional	1.0%	33,000.00	C	Falsedad investigación preliminar precisar técnica	5.0%	3 C		Constructor / Diseño		16,700.00
23	Manejo inadecuado de los proveedores de servicios		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Balance cruz Open de ideal		-	C	Demora perspectivas de fabricación		3 C	Una oportunidad clave de ocasión dependida para futuros Proyectos			-
24	Ausencias laborales		Tiempo	Ejecución y Postventa	3				C			2 C				
25	Problemas en obtener suficiente personal calificado		Tiempo	Ejecución y Postventa	3				C	Falsedad contratar personal		2 C	Establecer un control y seguimiento del personal			
26	Desmotivación del equipo de trabajo		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Gerencia ambientales y sociales	2.0%		B		5.0%	2 B				
27	Falta de interés de los trabajadores		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	de sitio de trabajo			B			2 B				
28	Enfermedades y problemas de salud		Tiempo	Ejecución y Postventa	3				B	Necesidad desconfianza por salud ambientales		2 B	En Niveles de salud y control adecuados			
29	Epidemias, infecciones, intoxicaciones generalizadas		Tiempo	Ejecución y Postventa	3			33,000.00	A			3 A				41,800.00
30	Riesgos geológicos no previstos inicialmente		Costo	Elaboración y Diseño	3	Gerencia al contratista del proyecto para el tal ejecución inadecuada del sitio particulares	2.0%	1,270,800.00	C	Debilidad de estudios y garantías preliminares	10.0 %	3 C	Originalidad en las estudios de Ingeniería	Constructor / Consultor Independiente		117,078.00
31	Retrasos en suministros de materiales		Tiempo	Elaboración y Diseño	4	Gerencia al sector de adquisición de los puntos, aseguramiento al desarrollo de los obras particulares	4.0%	1,320,000.00	C	Falsedad contingencia	10.0 %	4 C	Obras adecuadas en el control este Dirección	Empalfos delegados		33,000.00
32	No cumplimiento de parámetros de construcción		Control	Elaboración y Diseño	4	Utilización inconsistencias técnicas		-	B	Debilidades en diseños, especificaciones y normas		4 B	Estándares mínimos exigidos	Constructor / Diseño		-
33	Fuerzas mayor como desastres naturales (terremotos, huracanes, tsunamis, etc.)		Tiempo	Ejecución y Postventa	3	Balance cruz de compensación, no por accidentes, por el Gerenciamiento para el afectan al país	2.0%		A	Imprevistos mayores	5.0%	3 A	Obtener tipo de seguros para compensación por parte del Estado	Empalfos delegados		
34	Retrasos en la entrega de materiales y equipos importados		Tiempo	Ejecución y Postventa	4			660,000.00	B			4 B				33,000.00
35	Vandalismo durante la construcción (robos, daños intencionales, etc.)	Seguridad y Medioambiente	Ejecución y Postventa		3				A			3 A				
36	Seguridad laboral deficiente (accidentes, enfermedades, etc.)	Seguridad y Medioambiente	Ejecución y Postventa		5	Puesta cluster en el proyecto	1.0%		B	Falsedad sistema de seguridad ambiental	5.0%	5 B	Sistemas seguridad y control adecuados			
37	Falta de personal calificado en algunas especialidades técnicas	Seguridad y Medioambiente	Ejecución y Postventa		3			33,000.00	A			3 A		Constructor / Diseño		16,700.00
38	Problemas en operación	Control	Sin algo y Comércio de Operadores		3	Utilización los riesgos precisos		-	C	Si no obtener pais y personal compensación Calificado		3 C	Tener cuidado por incumplimientos, pasa Niveles inicio, etc.			-
39	No cumplimiento de parámetros de operación	Control	Sin algo y Comércio de Operadores		3			-	B			3 B				-
40	No contratar un estudio ejecutivo del proyecto para la licitación		Tiempo	Elaboración y Diseño	3	Precios altos		-	B			2 B	Seguimiento del Plan Inicial adecuadamente			-

01	Centralización de gerencia de proyectos		Tiempo	Ejecución y Diseño	3	Preplanificación de Gerencia de proyecto no funciona	2.0%		II	Factoría experimental escala	8.0%	2 B	Nivel Moderado Alto				
02	Dificultad en encontrar solicitudes en la actualización		Tiempo	Factibilidad	3			387,180.00	II	Replanteamiento arquitectónico		2 B		Contratar / Gerenciar la			9,540.00
03	Disponibilidad de recurso de soporte a proyectos		Tiempo	Factibilidad	3	Participación inadecuada las actividades del proyecto		-	C	Una materia		3 C	Alta cualidad mucha administración de personal pequeño a				-
04	Interferencia con equipamientos con otros proyectos		Tiempo	Ejecución y Diseño	3	Personas involucradas, cuando las tales pequeños, subcontratos, compañías no cumplen		-	II	Factoría Participación Individual de Proyectos del Conocimiento		3 B	Participación descuido de pequeños simultáneos				-
05	Fallas operacionales en equipamientos		Costo	Ejecución y Ejecución	3		1.0%	33,630.00	II	Uso nacional del país y personal comparación coeficiente	8.0%	3 B	Mínimos mínimos anglos	Consecionario / Usuario			34,700.00
06	No disponibilidad de la infraestructura para maquetas		Tiempo	Factibilidad	3	Personas con no tiene suficiente calidad Factibilidad cual permite	1.0%	801,780.00	II	Persuasión pobre Conservación de pequeño	10.0 %	3 B	Inclusivo en digerados y alternativas desequipos	Contratar / Gerenciar la			801,780.00
07	Interferencia en el proceso de ejecución permite subcontratistas y otras empresas		Tiempo	Ejecución y Ejecución	3	Demasiado los equipos de Personal, Comercial, y	1.0%	33,630.00	II	Factoría con digitalizar seguridad empresarial y	8.0%	2 B	Externos Informáticos escalas usados				34,700.00
08	Cambios en la tasa de interés		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3	Dirige alcanzar métodos alternativos de Herramientas Genera procesos			A			3 A	Personas directa puede Horarios como los bancos deudas a empresas cuentas fijas posibilidad bancos tasas fijas para Horarios o deudas Fácil.				
09	Problemas de financiamiento		Ingreso	Ejecución y Diseño	3				II	Factoría países de Financiamiento Global		3 B	Cambios de evaluación de clubes Horarios tasas fija pre.				
10	No disponibilidad de presupuesto		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3	Personas con no tiene suficiente cuentas de medidores		-	II	Persuasión pobre		2 B	Inclusivo Corrupción				-
11	Volatilidad de los precios de las materias primas		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3		3.0%	1,020,600.00	II	Factoría investigación de Ingeniería y con asociados	18.0 %	3 B	Realizar ajustes explicados				30,630.00
12	Demoras en exportación		Tiempo	Ejecución y Diseño	3	No puede pertenecer a un canal legal formando			II	Persuasión con tiempos específicos para la		3 B					
13	Barreras Impuestos en el sector hotelero aprovechar		Tiempo	Ejecución y Diseño	6	No relacionan a Gobierno en el mismo	1.0%	801,780.00	II	Factoría experimental en Gobierno a especialmente en territorio	18.0 %	4 B	Tener procesos desarrollos dirigidos y operativos				73,260.00
14	Especificaciones técnicas inadecuadas		Costo	Ejecución y Diseño	6	Barreras técnicas en diseños		-	A			4 A	Estudios series preliminares	Consecionario / Consultor Independiente			-
15	Demoras en el proceso de compra de materiales		Tiempo	Ejecución y Ejecución	3		1.0%		C			3 C	Administración adecuada los procesos de compra, asegura la calidad y especificaciones de los materiales	Contratar / Gerenciar la			
16	Materiales de mala calidad		Costo	Ejecución y Ejecución	6	Cumplimiento con especificación		801,780.00	II	Mal desabastecimiento otros desempeños	18.0 %	4 B					73,260.00
17	Riesgos políticos		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3	Disminuir la variabilidad propuesta	2.0%		II		10.0 %	3 B	Las despedencias de futuro soy Tesoro de tesoro, tercios de tesoro, seguros socios tributos				
18	Estructura de volumetría		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3			66,900.00	II			3 B	Ingeniería crisis como de tesoro pensar servicios tributos				66,900.00
19	Tráfico menor al proyectado		Ingreso	Operación y Mantenimiento	3			-	II			3 B					-
20	Implementación deficiente/falta de información de tráficos debido a estimaciones sesgadas		Ingreso	Operación y Mantenimiento	3	Diseño de ingresos inadecuados		-	C	Calidad en asuntos viviendas		3 C	Simulaciones tráficos de tráfico, tráficos alternativos				-
21	Ingresos menores a las estimadas		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II	Aumentos tarifas		3 B					-
22	Congestión mayor a la prevista		Ingreso	Operación y Mantenimiento	3	Dirige alcanzar tráficos alternativos, peajes Viviendas, etc.		-	D	Calidad en asuntos viviendas		3 D	Tarjeta Financiables regional vehículo	Consecionario / Usuario			-
23	Mantenimiento inadecuado de las pistas		Ingreso	Operación y Mantenimiento	6	Diseñar los ingresos esperados		-	D	Factoría con país de mantenimiento/aislamiento y vandalismo pertinentemente		4 D	País demantenimiento escuela				-
24	Fraudes en peajes en vehículos, motocicletas, recibos de cobro, etc.		Ingreso	Ejecución y Ejecución	6			-	II			4 B	Seguridad y mucho digital en tarjeta				-
25	Uso no adecuado de información, directrices técnicas		Ingreso	Ejecución y Ejecución	6			-	II			4 B					-
26	Sabotaje y daños a las instalaciones		Seguridad y Medioambiente	Operación y Mantenimiento	3	Vandalismo de equipos en terminales del tráfico		-	II			3 B	País de seguridad escuela				-
27	Calidad en la economía, etc.		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II	Impuestos mayores		3 B	Tasa de interés activa, utilidad e ingresos mínimos garantizados				-
28	Impuestos ambientales negativos		Seguridad y Medioambiente	Diseño y Comercio de Consumidores	6	Cumplimiento auditoría, para mitigar estos daños		-	II			4 B	Estudios ambientales impacto ambientales y seguimiento de emisiones	Estado / Consultor Independiente			-
29	No cumplimiento de permisos ambientales		Seguridad y Medioambiente	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II	Negligencia		3 B					-
30	Cambios de leyes		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II			3 B					-
31	Cambios en Tributación		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II			3 B	Firmas de Convenios doble tributación, puntualidad en peajes en	Consecionario / Usuario			-
32	Cambios en Normas Regulatorias		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II			3 B	Doble tributación y compromiso				-
33	Demandas en contra		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	6	Cambios planteados en la variabilidad propuesta		-	II	Impuestos mayores		4 B		Estado			-
34	Corrupción administrativa		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II			3 B					-
35	Aumento de la tasa impositiva		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3			-	II			3 B	Seguros contra Riesgo político, corrupción del contrato				-
36	Abuso de tasas tributarias locales		Ingreso	Operación y Mantenimiento	3			-	II			3 B					-
37	Problemas de Poder Ejecutivo		Seguridad y Medioambiente	Diseño y Comercio de Consumidores	3	Cualquier escenario negativo contra Riesgo político, Corrupción, etc.		-	C			3 C					-
38	Diferencia entre las tarifas privadas y sociales		Ingreso	Diseño y Diseño	3			-	II			3 B	Tarifas justo al mismo tiempo				-
39	Dilación en las licencias de inversión al inicio y a medida que avanza el proyecto	Estado	Costo	Ejecución y Ejecución	3	Cuanto mas tiempo en autorizaciones de	2.0%	66,900.00	C	Factoría evolucionando	10.0 %	3 C	Estudios series preliminares				66,900.00
40	No validación de tasas impuestas de Estado (monetarias y no)		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3	Barreras de tarifas/tarifas cobros en los mercados		-	II	Factoría Mercado regulado de cobro		2 B	Mismo regulación cobro				-
41	Retraso sus valoraciones de las garantías de las obras		Ingreso	Ejecución y Ejecución	3	Cuanto mas tiempo en valoración cobros,	1.0%	33,630.00	II	Factoría pandemias mismo	8.0%	3 B	Jurisdicción sobre tributación pesos pandemias				34,700.00
42	Atrasos en pagos y falta de cumplimiento de hitos de proyecto		Tiempo	Ejecución y Ejecución	6	Hitos por incumplimiento de hitos	4.0%	1,338,600.00	C	Problemas en financiación/ cambio	20.0 %	4 C	Comisión de General del peajero, programación de otra alternativa	Consecionario / Usuario			267,720.00
43	Inadecuadas políticas sobre el sector de las mercancías		Costo	Diseño y Comercio de Consumidores	6			-	II			4 B	Comisión de capacidad de Horas/comercio				-
44	Alta carga de regulación de las normas		Ingreso	Diseño y Comercio de Consumidores	3	Barreras/tarifas/cobros cobros		-	II	Factoría con tasa la capacidad/ límites del Consumidor		2 B	Volatilidad límites de límites	Estado			-
45	Cualquier proyecto que afecte a usuarios del comercio		Ingreso	Ejecución y Ejecución	6			-	A			5 A					-
	TOTAL (Análisis Cualitativo + Semi Cuantitativo)						54.0%	18063,000.00									1,838,077.50

Además es importante cuantificar los Riesgos por fases y por recursos, con el objeto de enfocarnos en nuestro análisis.

Resumen de Riesgos por Fases y por Recursos

Por Fases

Como se puede ver en los cuadros inferiores, la fase que **incluye más riesgos es la de Ejecución – Producción**, lo que vuelve primordial realizar este tipo de análisis en las etapas de factibilidad, planeación y diseño. También se observa que la mayoría de riesgos tienen una calificación de **intermedia y poco probable,** sin embargo los riesgos críticos se concentran en esta fase.

		Impacto vs Fase				
	# Riesgos	Bajo	Moderado	Intermedio	Alto	Crítico
FASE						
Factibilidad	5	1	2	2	0	0
Planeación y Diseño	16	2	4	6	4	0
Ejecución - Producción	42	1	14	17	6	4
Entrega y Comienzo de Operaciones	16	0	1	11	3	1
Operación y Mantenimiento	6	0	0	4	1	1
TOTAL	85	4	21	40	14	6

Tabla # 10: Cantidad de Riesgos por Impacto vs Fase

Por el lado de la probabilidad de ocurrencia tenemos que en la fase de **Ejecución – Producción**, se tienen riesgos más probables que en otras.

		Probabilidad vs Fase			
	# Riesgos	Remoto	Poco Probable	Probable	Frecuente
FASE					
Factibilidad	5	0	3	2	0
Planeación y Diseño	16	2	11	3	0
Ejecución - Producción	42	7	25	10	0
Entrega y Comienzo de Operaciones	16	1	13	2	0
Operación y Mantenimiento	6	0	3	1	2
TOTAL	85	10	55	18	2

Tabla # 11: Cantidad de Riesgos por Probabilidad vs Fase

Por Recursos

En cambio desde el punto de vista de recursos, los más recurrentes en su afectación son el **Tiempo y los Ingresos**, con impactos moderados, intermedios y altos.

		Impacto vs Recurso				
	# Riesgos	Bajo	Moderado	Intermedio	Alto	Crítico
RECURSOS						
Costos	5	1	1	3	0	0
Tiempo	37	2	15	15	5	0
Ingresos	21	1	2	15	1	2
Seguridad y Medioambiente	8	0	1	3	1	3
Calidad	7	0	1	2	4	0
Imagen	7	0	1	2	3	1
TOTAL	85	4	21	40	14	6

Tabla # 12: Cantidad de Riesgos por Impacto vs Recurso

La probabilidad se concentra en la calificación de poco probable y probables.

		Probabilidad vs Recurso			
	# Riesgos	Remoto	Poco Probable	Probable	Frecuente
RECURSOS					
Costos	5	0	2	3	0
Tiempo	37	3	23	11	0
Ingresos	21	2	15	2	2
Seguridad y Mediombiente	8	3	4	1	0
Calidad	7	1	5	1	0
Imagen	7	1	6	0	0
TOTAL	85	10	55	18	2

Tabla # 13: Cantidad de Riesgos por Probabilidad vs Recurso

4.2 Análisis Semi - Cuantitativo de los Riesgos.

En base **"Análisis Cualitativo",** con el objeto de precisar con más detalle, se pueden asignar valores que nos permitan cuantificar el impacto en caso de producirse los riesgos.

Este análisis puede ser realizado utilizando diversas formas y criterios variados, para ilustrar la metodología objeto de este trabajo, se ha utilizado un % de afectación al costo del contrato.

Este parámetro lo relacionamos con el porcentaje de ocurrencia en base a experiencias anteriores en la industria, pronósticos, aporte de expertos, etc.

El producto entre la máxima pérdida probable en costo por el porcentaje de ocurrencia nos da el **riesgo residual** el cual nos da la magnitud del riesgo si después de aplicar los correctivos adicionales que se consideren necesarios, no se consigue mitigarlo.

A continuación un esquema de la metodología, que se encuentra totalmente desarrollada en el **(Anexo # 1).**

Ítem	Lista de Riesgos (que impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Perspectiva (Estado / Concesionario)	% de Pérdida del monto contratado	Máximo Pérdida Probable en base al Monto Contractual (u$)	% de Ocurrencia	PERDIDA PROBABLE / Riesgo residual (u$)
1	Costos mayores a los planificados inicialmente	Concesionario	4.0%		15.0%	
2	Actividades no planificadas que generan sobrecosto			1,338,000.00		200,700.00
3	Baja calidad de Estudios de Ingeniería		2.0%	669,000.00	5.0%	33,450.00
4	Ahorros logrados					-
5	Demoras en la ejecución de las obras		4.0%		10.0%	
6	Demoras debido a cambios de ruta			1,338,000.00		133,800.00
7	Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura		1.0%	334,500.00	8.0%	26,760.00
8	Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto		1.0%	334,500.00	10.0%	33,450.00
9	Adelantos con respecto al cronograma inicial			-		-
10	Cambios en normativas de contratación		1.0%	334,500.00	5.0%	16,725.00
11	Demoras en la gestión de permisos o licencias		2.0%	669,000.00	10.0%	66,900.00
12	Retrasos en asignación de presupuestos					-
13	Selección no apropiada de nuevas tecnologías		2.5%	836,250.00	5.0%	41,812.50
14	Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo					-
15	Paro laboral y descontento entre los trabajadores		1.0%	334,500.00	8.0%	26,760.00
16	Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto			-		-
17	Líneas de autoridad poco claras					
18	Baja capacidad gerencial		1.0%		10.0%	
19	Canales de comunicación inefectivos			334,500.00		33,450.00
20	No disponibilidad de equipos en la zona		1.0%	334,500.00	5.0%	16,725.00

Tabla # 14: Análisis Semi – Cuantitativo

Los resultados de este análisis arrojaron la **máxima pérdida probable** que puede darse en caso de producirse los riesgos es **$ 18,063,000.0** que corresponde a un **54% del monto del contrato** (i.e., $ 33,450,000), y el **riesgo residual** (i.e., pérdida probable) aplicando la probabilidad de ocurrencia para cada uno es de **$ 1,838,077.5** que representan el **5,5%** del total del proyecto.

4.3 Análisis Cuantitativo de los Riesgos.

El análisis de riesgo Monte Carlo permite la combinación de incertidumbre que rodea a las variables de riesgo clave y la determinación de la distribución de probabilidad de los resultados financieros y económicos.

Para realizar el análisis mediante este método utilizamos un modelo, que es una herramienta de análisis y de comunicación. Como tal, debe ser entendido no sólo por quien lo diseñó sino también por terceros.

Con el objeto de describir la metodología, objeto de este trabajo de tesis, utilizaremos un proyecto hipotético, que emulará a uno de infraestructura vial.

El proyecto tiene el siguiente alcance:

- Mejoramiento y construcción de obras y accesos al Puente A.
- La construcción del puente y obras conexas.
- Operación y mantenimiento rutinario, periódico y emergente del Puente hasta el fin del período de concesión.
- instalación de sistemas permanentes de señalización vertical y horizontal, en cada uno de los accesos.
- La construcción, operación y mantenimiento de las Estaciones de Peaje, así como equipo para el cobro del mismo.
- Servicios en la estación de peaje y en la vía concesionada.
- Recaudación de los ingresos por concepto de peaje.

La actividad previa en la formulación de este proyecto y que es objeto del estudio es la determinación del mejor escenario, basado en el modelo económico y de construcción.

Los **principales supuestos** considerados para este proyecto son:

- Duración Concesión: 20 años
- Duración Etapa Construcción: 3 años divididos en 50%, 30% y 20%
- Tasa de descuento: 12%
- Depreciación lineal a partir del alta de la inversión o el inicio del cobro de peaje (lo que ocurra después) y el valor residual siempre es nulo.
- Impuestos vigentes
- Velocidad de diseño: 80km/h
- Costo de estudio de TPDA: $ 25,000

Los **escenarios considerados** para ilustrar el árbol de decisión son:

- Opción A:
  - Puente A
  - Tarifa caso A
- Opción B:
  - Puente B
  - Tarifa caso B

Las **variables** en las que se incluye distribuciones de probabilidad para el análisis de sensibilidad son:

- Tasa de descuento
- Inflación
- Costo del estudio de TPDA
- Costos de Construcción / Rehabilitación
- Costo de la Estación de Peaje
- Factor de sensibilidad para los costos Operativos
- Factor de sensibilidad para los costos de Mantenimiento
- Afectación en % al Tráfico estimado
- Tarifa para el caso A
- Tarifa para el caso B
- % de éxito en obtener los ingresos estimados
- % de fracaso en obtener los ingresos estimados

El método utilizado fue el de Monte Carlo y se uso el software Crystal Ball.

Una vez definido el problema se procedió a construir el modelo económico, sobre el cual se analizará este proyecto.

Como primer paso se estimó un TPDA detallado en el **(Anexo # 2)**, en base a proyectos similares y el crecimiento del mismo.

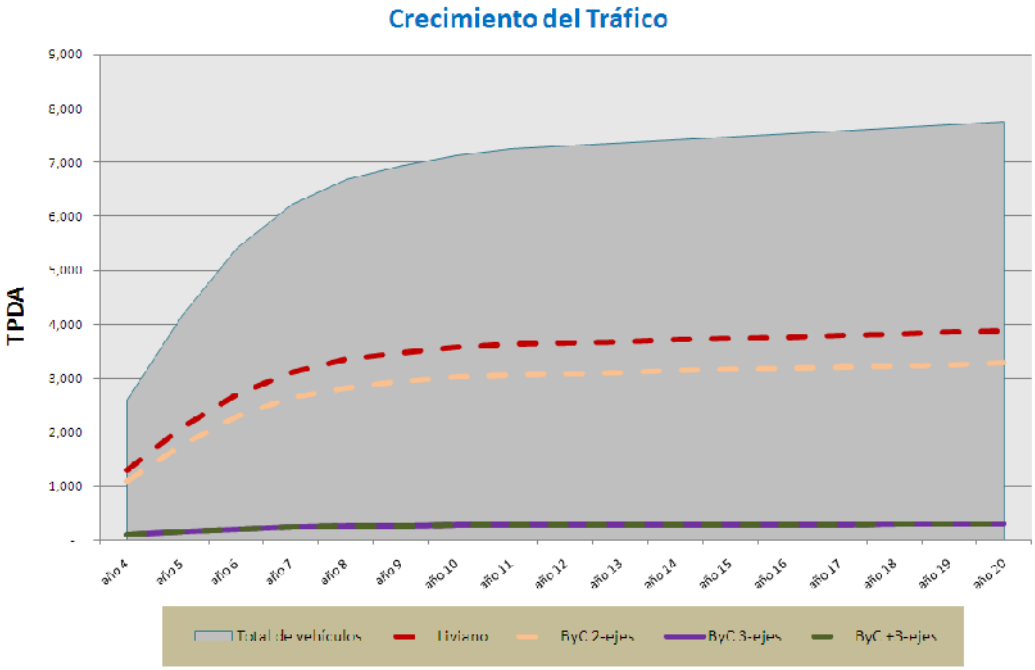


Figura # 41: Crecimiento de Tráfico estimado

Se estableció presupuestos tanto para la opción A, como para la opción B; detalladas en los **(Anexos # 5 y 6).**

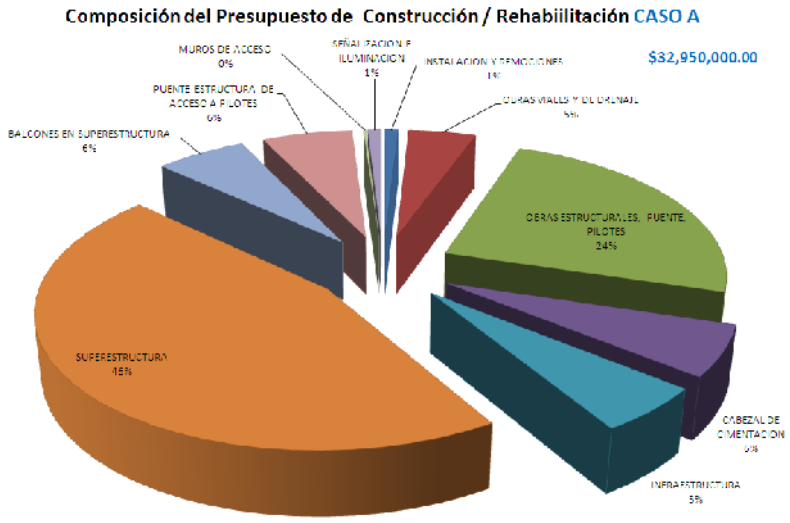


Figura # 42: Presupuesto caso A

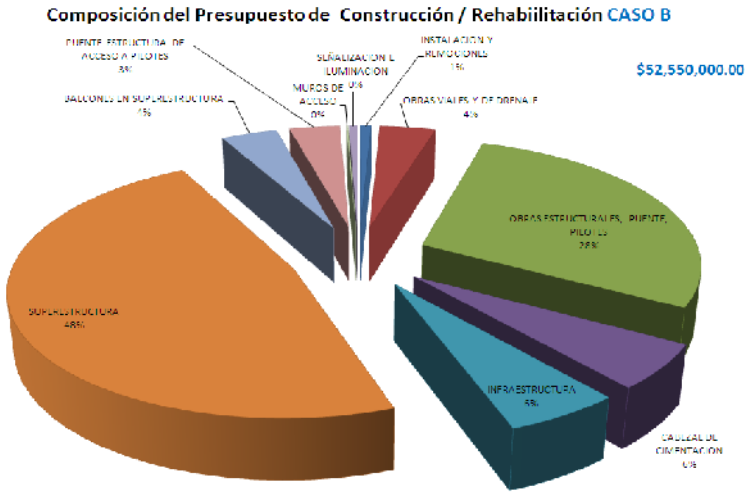


Figura # 43: Presupuesto caso B

Se establecieron costos operativos y de mantenimiento detallados en los **(Anexo # 9 y 10).**

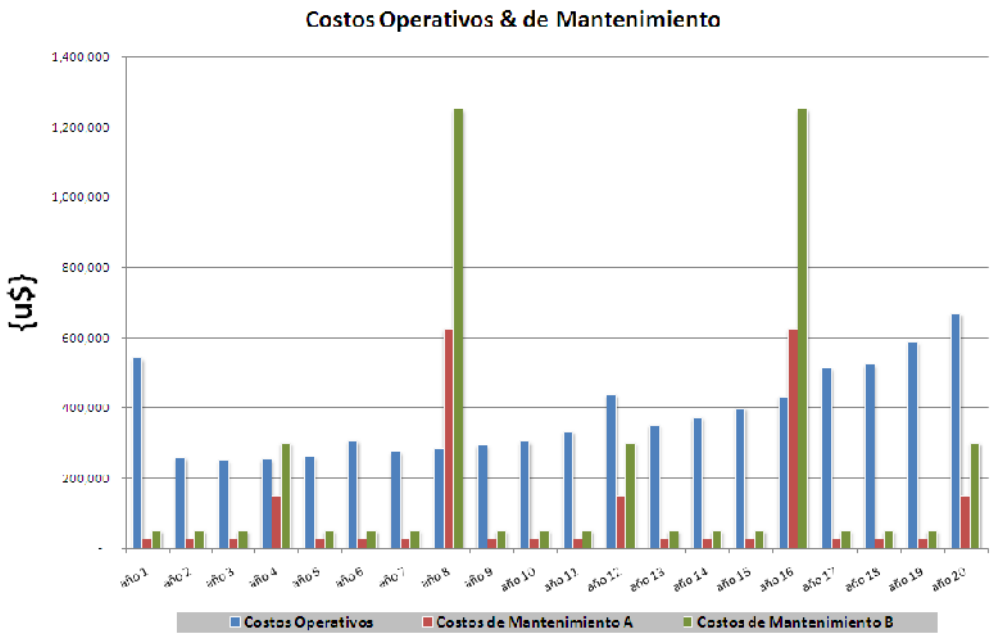


Figura # 44: Costos operativos y de Mantenimiento

Los **costos operativos** se componen básicamente del personal necesario: tanto ejecutivo, administrativo, técnico y operativo, así como operadores del peaje, choferes, vigilantes, etc.

Se considera también los gastos relacionados a alquiler de oficinas, servicios básicos, Mantenimiento, limpieza, seguros, supervisión.

Servicios de Camión grúa, camión de rescate, ambulancia y equipo sanitario también son considerados.

Se tiene además lo referente a mobiliario, estaciones de cómputo, etc.

Por otro lado los **costos de mantenimiento del proyecto**, consideran principalmente:

- ✓ Recapeo
- ✓ Sello Asfáltico
- ✓ Mantenimiento Rutinario

En base a estos parámetros se determinaron los flujos de caja **(anexos # 11 y 12)** para cada caso, detallados a continuación.

Caso A

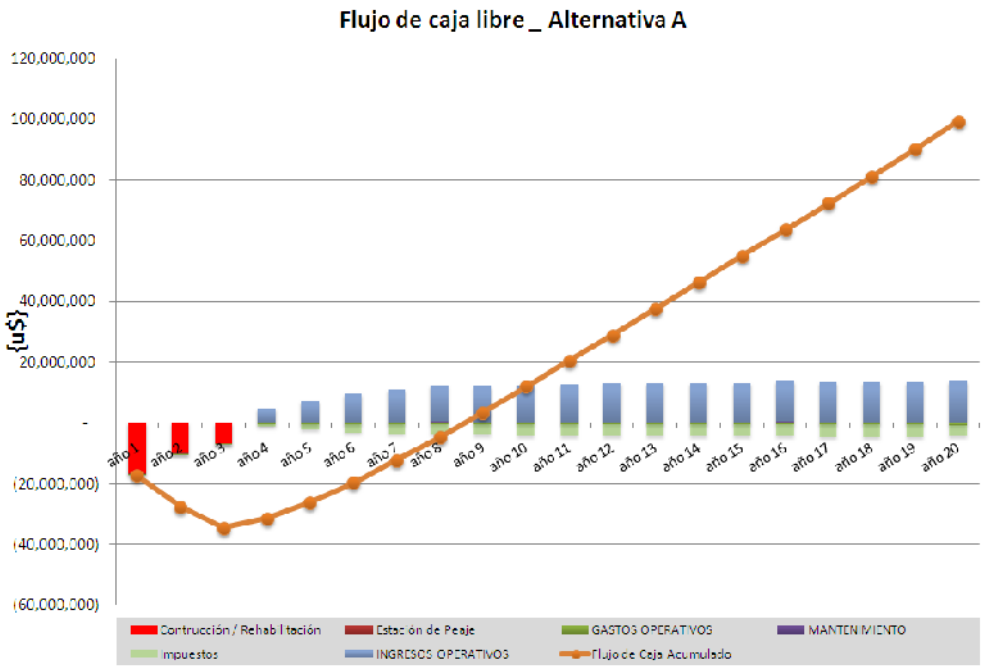


Figura # 45: Flujo de Caja – Caso A

Obteniendo los principales resultados:

VAN @	12%	$8,469,755
TIR		15%
BENEFICIO / COSTO @ 0%		2.97
PERIODO DE RETORNO		año 9

Caso B

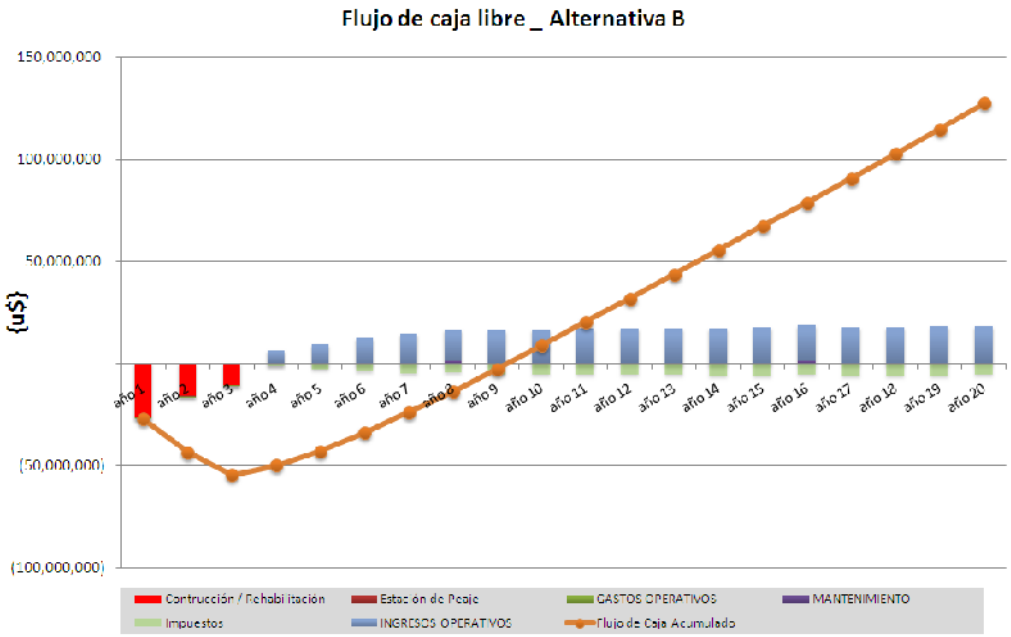


Figura # 46: Flujo de Caja – Caso B

Obteniendo los principales resultados:

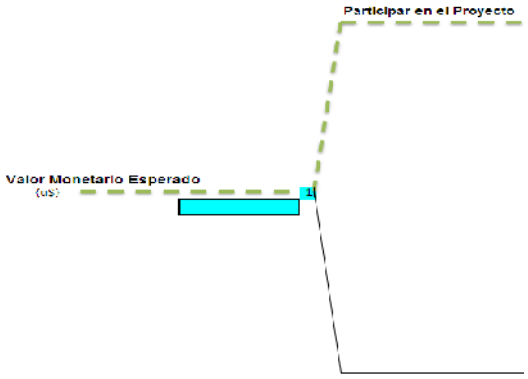
VAN @	12%	$4,739,310
TIR		13%
BENEFICIO / COSTO @ 0%		2.41
PERIODO DE RETORNO		año 10

De estos resultados se obtiene que la mejor alternativa sea la opción A, ya que nos genera mejores resultados económicos.

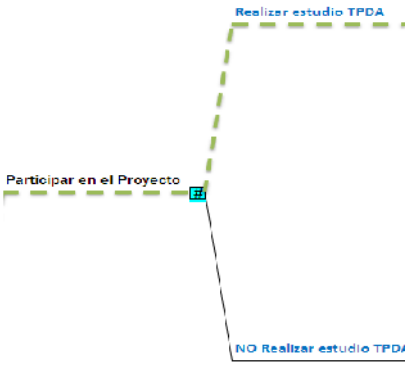
El paso siguiente es involucrar las diferentes alternativas entre sí, con el objeto de determinar el Valor monetario esperado. Para este fin construimos un árbol de decisiones **(detallado en el Anexo # 15)** en base a los escenarios propuestos y a las diferentes alternativas que pueden darse.

Construcción del árbol de decisiones

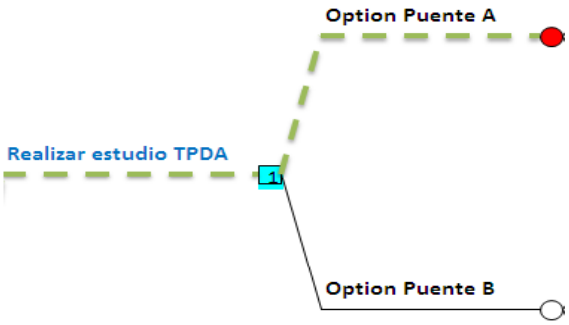
La primera parte de este árbol puede ser la definición de participar en el proyecto o no hacerlo.



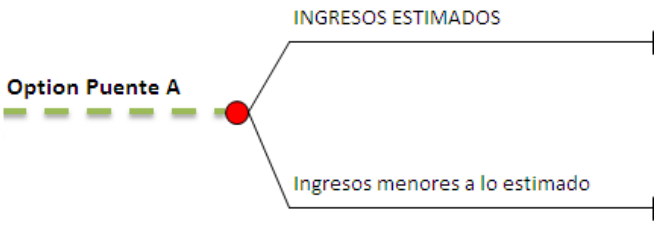
Si decidimos participar en el proyecto, podemos optar por asumir el costo el costo de un estudio de TPDA o no invertir en este rubro.



Ya sea que contratemos el estudio o no, la siguiente fase será determinar la mejor opción entre el caso A y el caso B

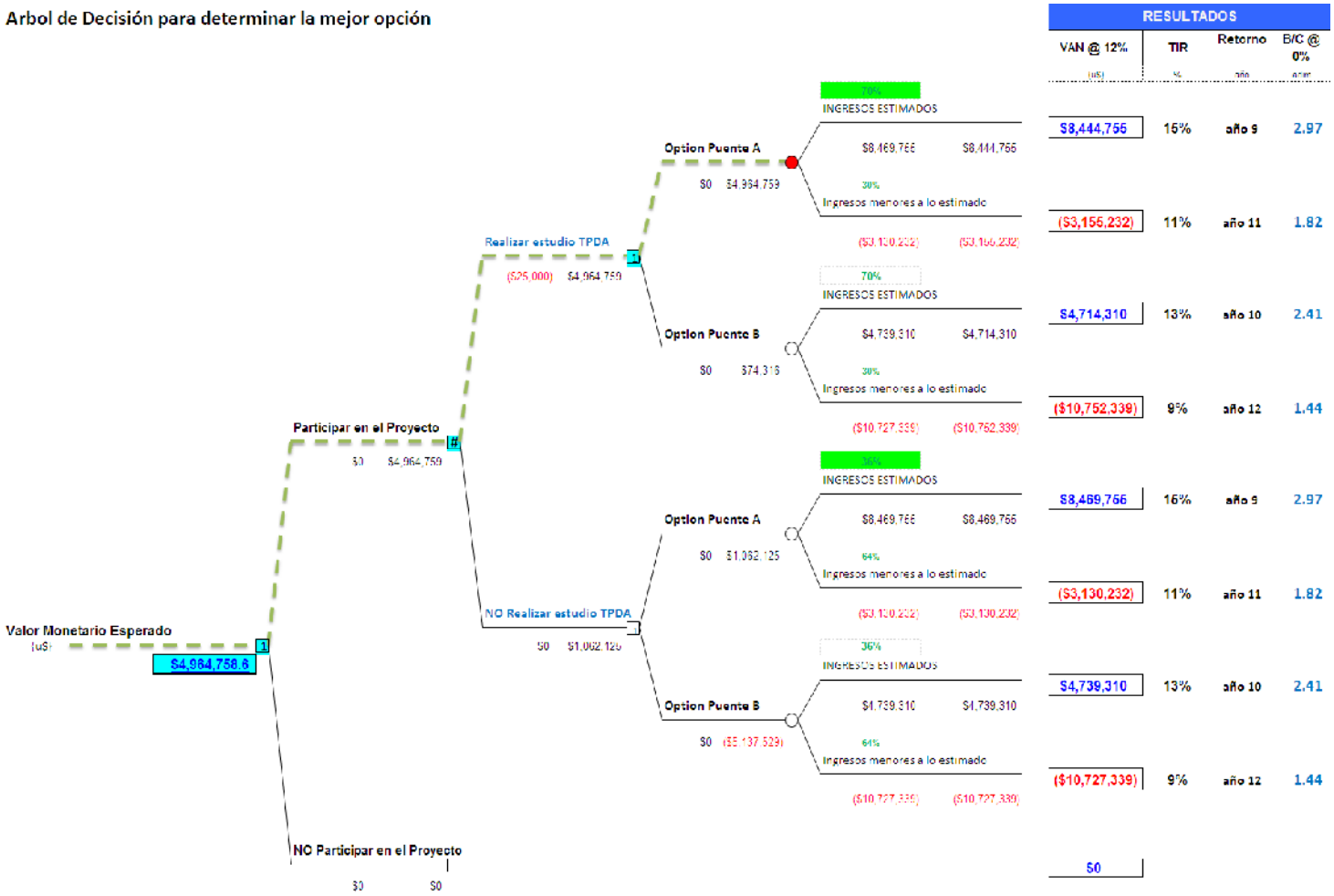


Cada opción tiene la probabilidad de obtener los ingresos estimados u obtener menores ingresos.



Una vez que se han calculado los flujos de caja correspondientes a cada alternativa y se ha involucrado los parámetros de decisión y eventos (mencionados en el capítulo 3), tenemos los resultados del árbol y la sugerencia en base al VME.

Figura # 47: Árbol de decisión.



Si solo analizamos los resultados sin riesgos (parte derecha del árbol), el mejor VAN se tiene si optamos por la opción A, sin realizar un estudio de TPDA. Sin embargo involucrando todas las variables y evaluando el VME, **se concluye que realizar el estudio minimiza** el error en la determinación del TPDA y por ende la opción de participar en el proyecto, invirtiendo en un estudio preliminar toma mayor sentido.

Hasta aquí hemos realizado un análisis determinístico, que no involucra probabilidades. Para aplicar simulación de Monte Carlo a nuestro análisis, debemos asignar distribuciones de probabilidad a las variables que consideremos tienen cierto grado de incertidumbre en el proyecto.

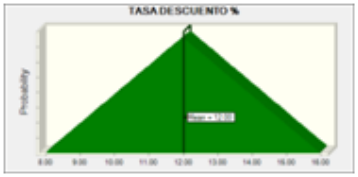
Variables del modelo

A continuación se presenta el detalle de las variables escogidas, con las distribuciones de probabilidad correspondientes.

TASA DESCUENTO %

Triangular distribution with parameters:

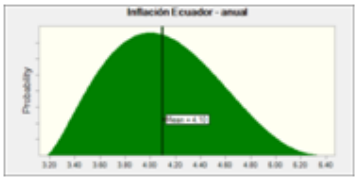
Minimum	8.00
Likeliest	12.00
Maximum	16.00



Inflación Ecuador - anual

BetaPERT distribution with parameters:

Minimum	3.17
Likeliest	4.00
Maximum	5.41



COSTO DE ESTUDIO DE TPDA

Normal distribution with parameters:

5%	15,000
95%	30,000



FACTOR / INVERSION INICIAL (+/- 30 %)

BetaPERT distribution with parameters:

Minimum	0.70
Likeliest	1.00
Maximum	1.30



COSTO ESTACION DE PEAJE (+/- 25%)

Triangular distribution with parameters:

Minimum	375,000	-25%
Likeliest	500,000	
Maximum	625,000	25%



FACTOR / COSTOS OPERATIVOS (+/- 30)

BetaPERT distribution with parameters:

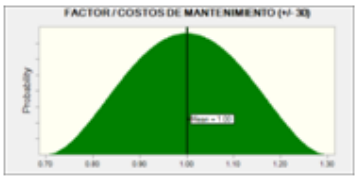
Minimum	0.70
Likeliest	1.00
Maximum	1.30



FACTOR / COSTOS DE MANTENIMIENTO (+/- 30)

BetaPERT distribution with parameters:

Minimum	0.70
Likeliest	1.00
Maximum	1.30

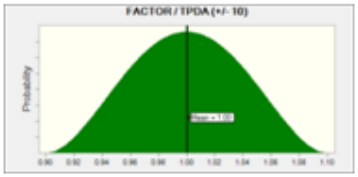


Correlated with:	Coefficient
FACTOR / COSTOS OPERATIVOS (+/- 30) (D54)	0.68

FACTOR / TPDA (+/- 10)

BetaPERT distribution with parameters:

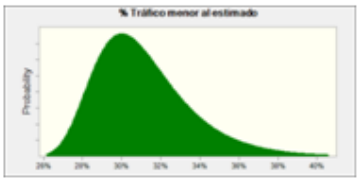
Minimum	0.90
Likeliest	1.00
Maximum	1.10



% Tráfico menor al estimado

Maximum Extreme distribution with parameters:

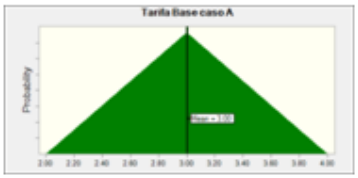
Likeliest	30%
Scale	2%



Tarifa Base caso A

Triangular distribution with parameters:

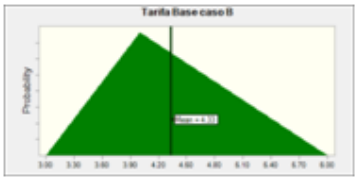
Minimum	2.00
Likeliest	3.00
Maximum	4.00



Tarifa Base caso B

Triangular distribution with parameters:

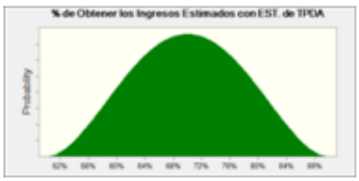
Minimum	3.00
Likeliest	4.00
Maximum	6.00



% Éxito de Obtener los Ingresos Estimados con EST. de TPDA

BetaPERT distribution with parameters:

Minimum	50%
Likeliest	70%
Maximum	90%

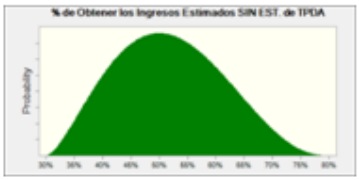


Correlated with:	Coefficient
% de Obtener los Ingresos Estimados SIN EST. de TPI	0.13

% de Obtener los Ingresos Estimados SIN EST. de TPDA

BetaPERT distribution with parameters:

Minimum	30%
Likeliest	50%
Maximum	80%



Correlated with:	Coefficient
% de Obtener los Ingresos Estimados con EST. de TPI	0.13

Utilizando estas asunciones se obtuvieron los resultados explicados en el siguiente punto.

4.4 Análisis de los resultados y variables del proyecto.

Un resumen de los resultados mencionados anteriormente, obtenidos en base a análisis determinísticos, nos sugiere que la mejor opción es la del Puente A, ya que nos genera mejores índices económicos.

		RESULTADOS			
		VAN @ 12%	TIR	Retorno	B/C @ 0%
		{u$}	%	año	adim
Option Puente A	INGRESOS ESTIMADOS	$8,469,755	15%	año 9	2.97
	Ingresos menores a lo estimado	($3,130,232)	11%	año 11	1.82
Option Puente B	INGRESOS ESTIMADOS	$4,739,310	13%	año 10	2.41
	Ingresos menores a lo estimado	($10,727,339)	9%	año 12	1.44

Tabla # 15: Resumen de resultados – Método Determinístico

Por otro lado una vez que se tuvo el modelo construido y se obtuvieron resultados, se procedió a asignar distribuciones de probabilidad para las variables mencionadas anteriormente, obteniéndose los siguientes resultados.

Valor Monetario Esperado, probabilístico

La simulación nos arrojó una media de **9,1 MM u$**, mayor al valor obtenido en

el árbol de decisión estático. Esto se produce ya que algunas variables de incertidumbre impactan más en el resultado que otras. De todas formas esta distribución nos permite situarnos dentro de la probabilidad de obtener tal o cual resultado. En este caso tenemos entre un 30 % a 40 % de obtener un valor similar al del modelo determinístico.

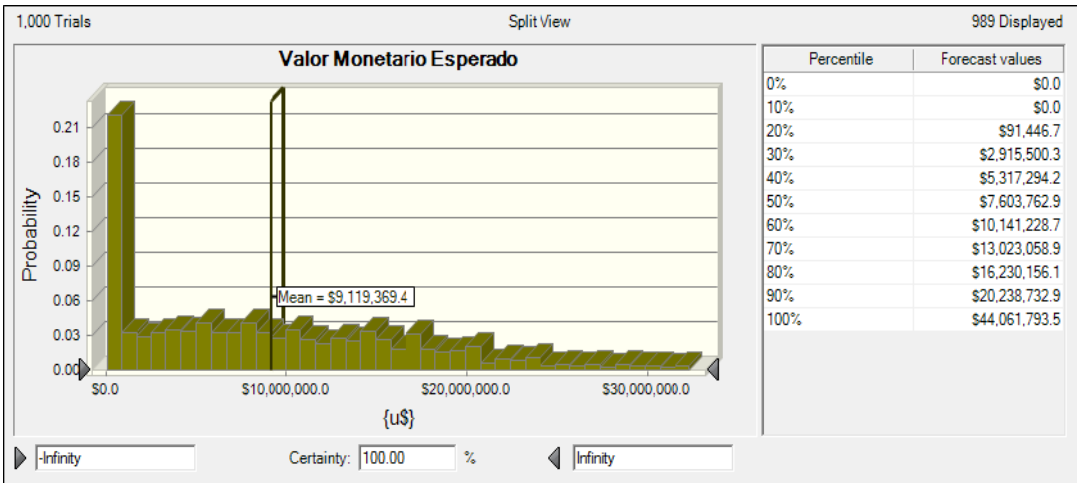


Figura # 48: VME Obtenido en base a la simulación de Monte Carlo

Valor Actual Neto

Para el cálculo del VAN, podemos observar que usando el método probabilístico las diferencias no son tan marcadas, de hecho el caso B nos arroja una media de 9,2 MM u$, mayor al caso A, cuya media es de 8,8 MM u$

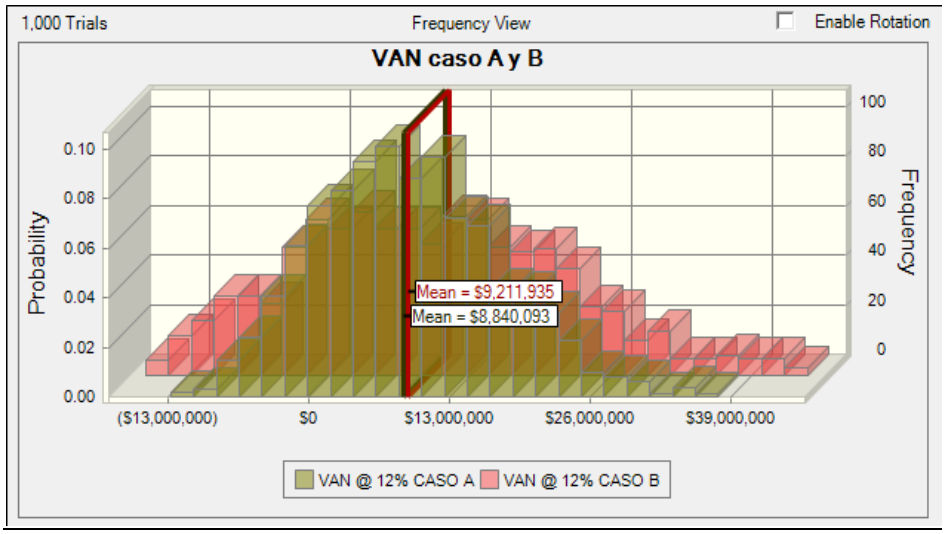


Figura # 49: VAN – Casos A y B

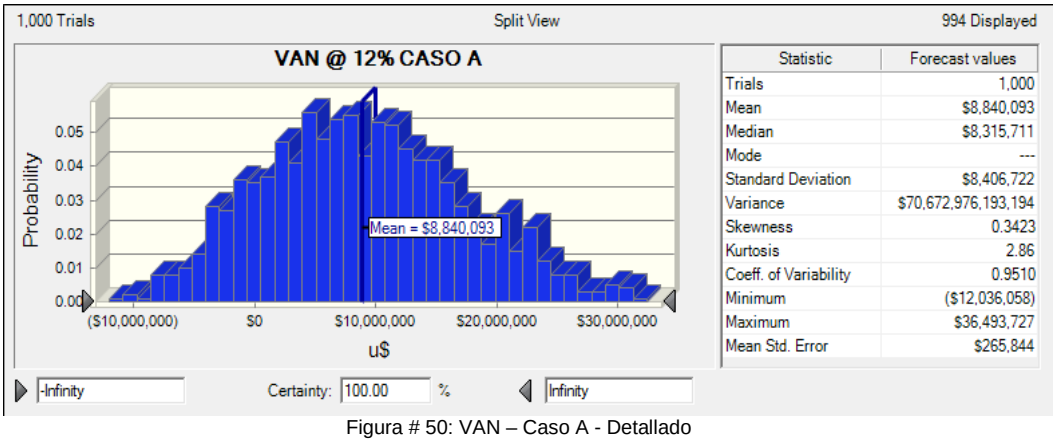


Figura # 50: VAN – Caso A - Detallado

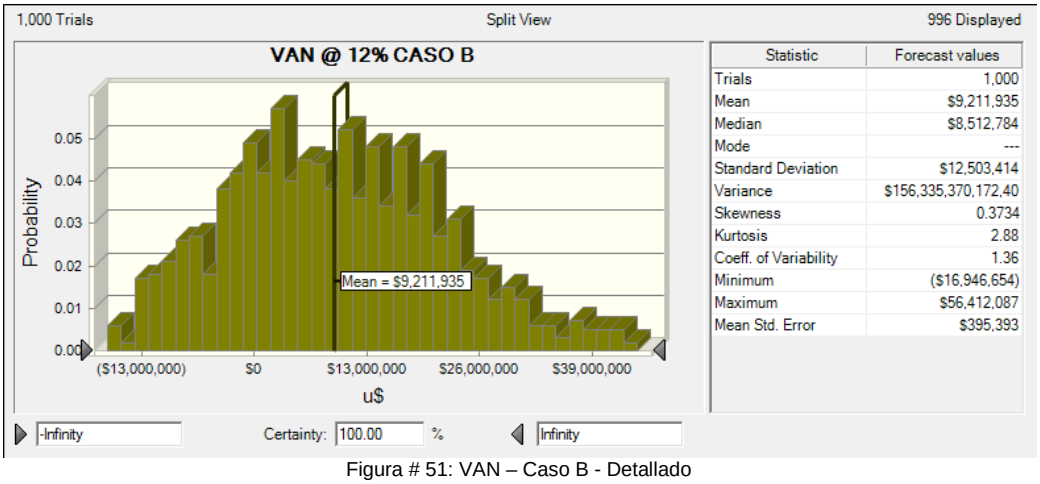


Figura # 51: VAN – Caso B - Detallado

Opciones analizadas

Los siguientes análisis de opciones de obtuvieron a partir de 1000 iteraciones, en las cuales se combinan las variables.

Como se puede concluir, en base a estas premisas se recomienda:

- Participar en el proyecto (ya que la opción de hacerlo tiene un 80/20 de relación)
- Hacer el estudio de TPDA (ya que esto reduce el riesgo).
- Optar por la alternativa del Puente A, ya que aunque la opción B tuvo un valor de VAN mayor, ligeramente la mayoría de las veces fue apropiada la opción B.

De hecho este tipo de situaciones hace que un análisis de riesgo exhaustivo sea primordial, para proyectos de gran envergadura.

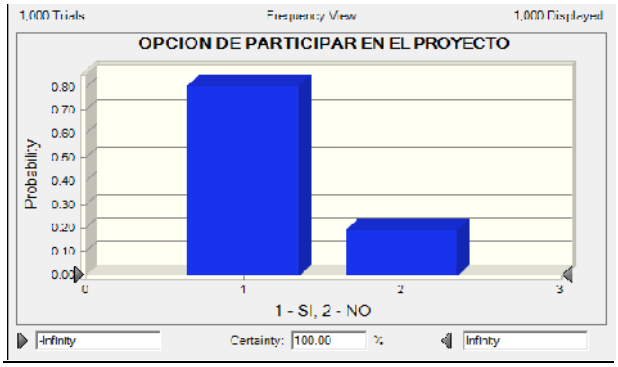


Figura # 52: Opción de Participar en el Proyecto

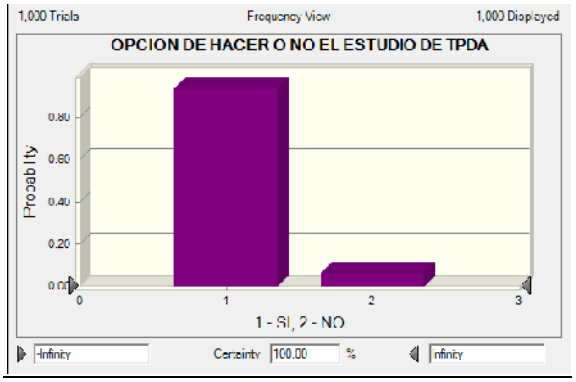


Figura # 53: Opción de Hacer o NO estudio de TPDA

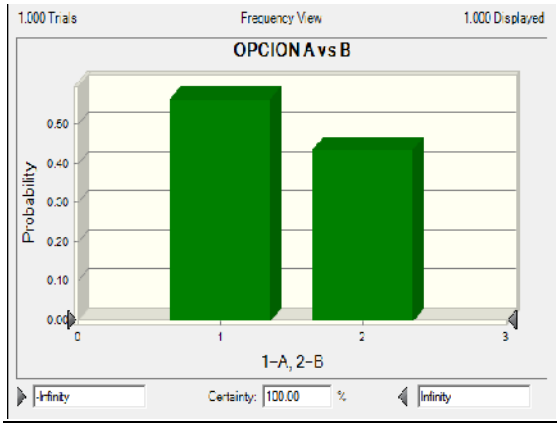


Figura # 54: Opción Puente A vs Puente B

Contribución a la Varianza

Los siguientes gráficos nos muestran las principales variables que afectan este análisis.

Para propósitos didácticos se han incluido 2; uno sobre el VME del proyecto y otro sobre el VAN @ 12% del caso A.

Para el primero y el segundo caso se tiene que la **tasa de descuento es el factor principal**, sin embargo el siguiente factor en grado de importancia es la variación de **costos para el VME** y la **tarifa** para el VAN @ 12% del **caso A**.

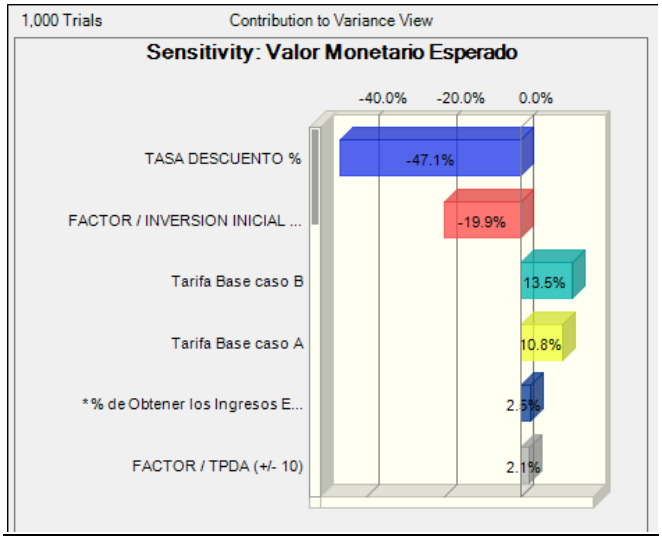


Figura # 55: Contribución a la Varianza sobre el VME

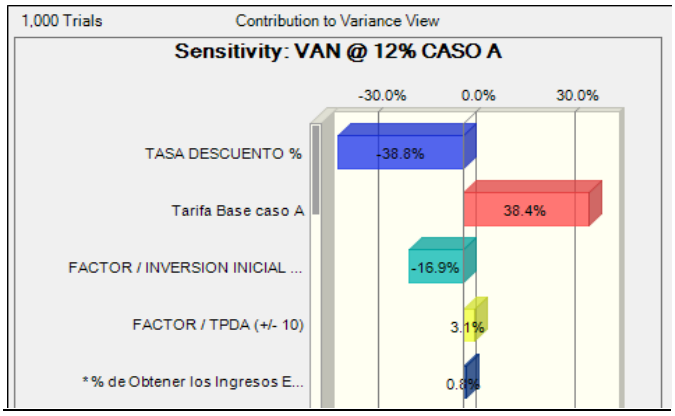


Figura # 56: Contribución a la Varianza sobre el VAN @ 12% del caso A

Gráfico de dispersión

Se ha incluido un gráfico de dispersión entre la tarifa del caso A y el VAN obtenido. Este gráfico nos ayuda a tener una idea de las posibles correlaciones entre un factor y otro.

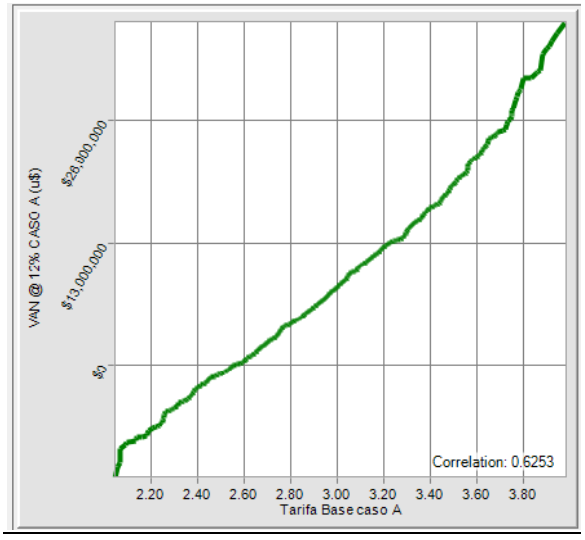


Figura # 57: Gráfico de Dispersión entre Tarifa y VAN @12% del caso A

Análisis de sensibilidad

Además se tienen los siguientes análisis de sensibilidad, producto de las variables antes mencionadas.

VAN vs tasa de descuento

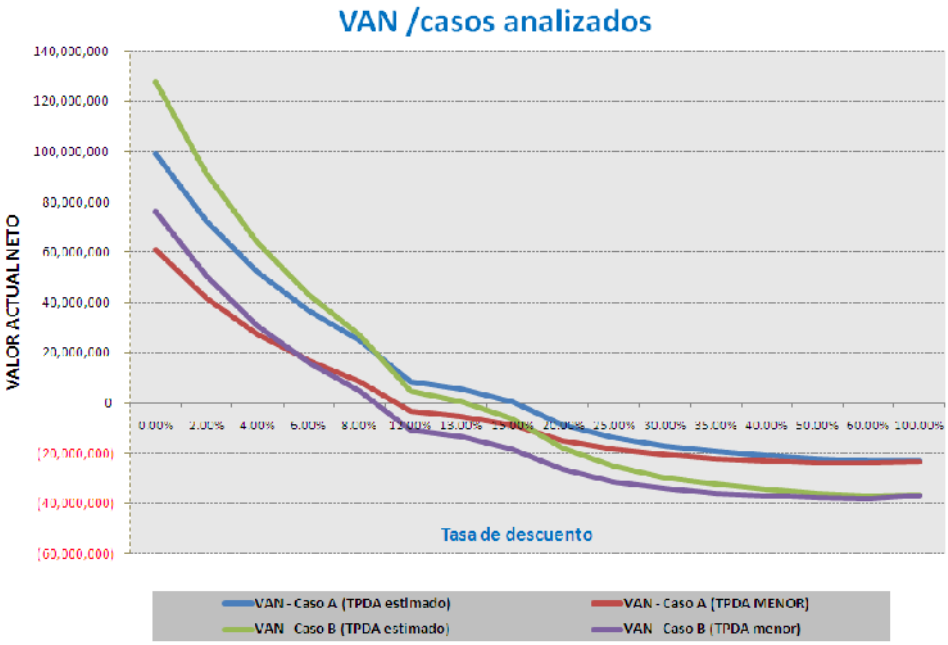


Figura # 58: Sensibilidades para el VAN, según el caso

Aquí se puede observar que para una tasa de descuento del 12%, el VAN de la opción A es mejor que el de la opción B. Sin embargo si la tasa se reduce, la opción B toma más fuerza. Por otro lado al aumentar la tasa de descuento sobre el 15%, la opción A se vuelve más atractiva.

Gráfico de tornado

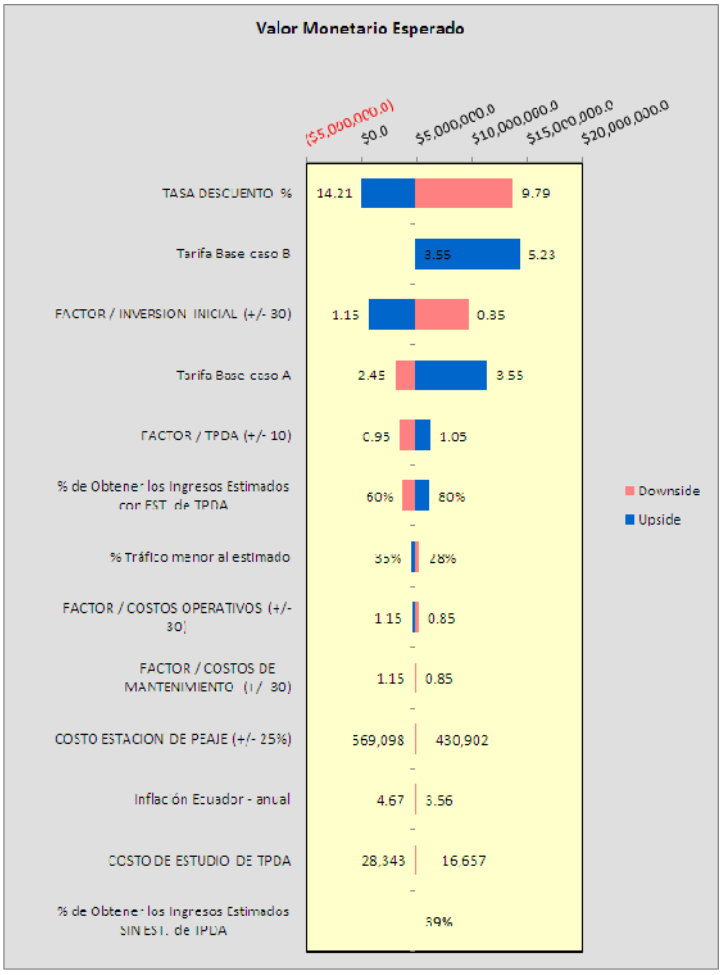


Figura # 59: Gráfico de tornado del VME.

Aquí se puede apreciar que las variables que tienen más incidencia, sobre el VME, son la tasa de descuento, el impacto en la inversión inicial y las Tarifas de los respectivos peajes.

Diagrama tipo araña

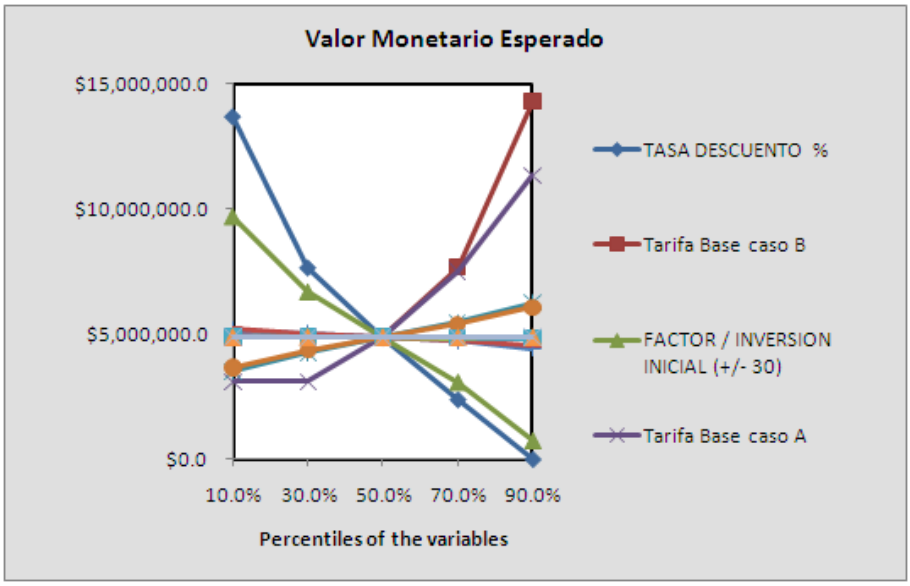


Figura # 60: Diagrama tipo araña del VME.

Este diagrama en concordancia con el anterior nos muestra que las mismas variables son las que mayor porcentaje de desviación con respecto al caso base, por lo tanto son las que deben más tomadas en cuenta con mayor atención.

Para cumplir con el propósito de este trabajo de tesis y en base al plan aprobado, nos centramos en un modelo completo que involucra principalmente costos. Sin embargo este puede ser extendido si involucramos las variables de tiempo, centrándonos en el cronograma del proyecto e identificando las principales actividades que afectan la ruta crítica del mismo.

5 Capítulo V - Planificación de respuesta ante los riesgos y monitoreo.

5.1 Respuesta ante los riesgos.

Como se mencionó en el capítulo 1, la respuesta ante los riesgos debe desarrollar opciones y determinar acciones para mejorar las oportunidades y reducir las amenazas a los objetivos del proyecto.

Este proceso se realiza después de tener los análisis cualitativos y cuantitativos, ya que es en ese punto donde se tienen los riesgos priorizados, los recursos principales afectados, las fases involucradas, las principales variables que afectan el resultado del proyecto, etc.

Cada respuesta debe ser congruente con la importancia del riesgo

5.1.1 Plan de manejo del riesgo

Una vez efectuada la correcta identificación y priorización de los riesgos así como la evaluación de los efectos, es el momento de decidir el tratamiento a aplicar.

Al concesionar un proyecto de infraestructura, se debe asignar al concesionario solo los riesgos que puede manejar.

Del análisis cualitativo obtuvimos la clasificación de los riesgos que debemos:

Evitar,

Transferir,

Mitigar y

Aceptar.

Estas estrategias se aplican sobre los riesgos que nos causan un impacto negativo, sin embargo para los riesgos que nos causan impactos positivos u oportunidades se tienen estrategias como:

Explotar,

Compartir,

Mejorar y

Aceptar

De las alternativas evaluadas se debe escoger una opción primaria.

Este plan debe tener un responsable por riesgo que vigile aspectos como presupuestos y cronograma necesarios para implementar las respuestas seleccionadas.

El siguiente paso es la incorporación de las opciones analizadas en los planes de riesgo y del proyecto.

A continuación las principales acciones evaluadas en nuestra matriz de riesgos (que se detalla en el **Anexo # 1**):

- Conformación de un equipo multidisciplinario qua administre el plan del proyecto.
- Se necesitan estudios detallados de ingeniería
- Uso adecuado de la tecnología y experiencia
- Contrato tipo suma alzada, Garantías de fiel cumplimiento, Cronograma detallado, Multas o Penalidades
- Gerencia adecuada del proyecto
- Procesos de contratación claros y normados
- Incluir contingencias, mejorar las estimaciones
- Investigación adecuada, previo el inicio e inversión en este sentido
- Normas de seguridad industrial claras
- Claridad en procesos de contratación y en cláusulas

- Planificación inicial, control adecuado y reformulación de objetivos según avance del proyecto
- Establecer un control y seguimiento del personal
- Certificados de salud y controles adecuados
- Exigir calidad en los estudios de ingeniería
- Cláusulas claras en el contrato de Concesión
- Estándares mínimos exigidos
- Cobertura de seguros, compensación por parte del Estado
- Sistema de seguridad y control adecuados
- Penalización por incumplimientos, precalificación estricta, etc.
- Precalificación estricta
- Adecuada estructura administrativa para el proyecto
- Planificación adecuada de proyectos simultáneos
- Estándares mínimos exigidos
- Sistemas informáticos adecuados
- El concesionario puede financiarse con los bancos locales o extranjeros a tasas fijas o podría emitir bonos a tasas fijas para financiar su deuda inicial.
- Opciones de colocación de títulos, Financiamientos a tasa fija, etc.
- Incluir Contingencia
- Realizar ajustes apropiados
- Tener procesos de contratación ágiles y oportunos
- Estudios serios y detallados
- Administrar adecuadamente los procesos de compras, así como la calidad y especificaciones de los materiales
- Uso de opciones de futuros y forwards, fondos de reserva, seguros contra riesgos
- Exigencia de una cuenta de reserva para el servicio de la deuda
- Estimaciones iniciales de tráfico, rutas alternativas
- Peajes diferenciados según el vehículo
- Plan de mantenimiento adecuado
- Seguridad y marcos legales claros
- Plan de seguridad adecuada
- Tasa de retorno atractiva, utilidad e ingresos mínimos garantizados
- Estudio adecuado de impacto ambiental y seguimiento de permisos
- Firmas de Convenios de Estabilidad, puntualidad en procesos
- Credibilidad y compromiso
- Seguros contra Riesgo político, composición del consorcio
- Retorno justo al inversionista
- Estudios serios y detallados
- Marcos regulatorios claros
- Licitación sobre la base de pocos parámetros
- Contratación de Gerencia del proyecto, programación de obra adecuada
- Control de la capacidad de financiamiento
- Establecimiento de límites

5.1.2 Planeación de contingencias

Para algunos riesgos resulta apropiado elaborar un plan de contingencias (como se menciona en algunas acciones de mitigación del Análisis cualitativo del capítulo 4).

Este plan persigue principalmente:

- ✓ Minimizar el impacto del riesgo
- ✓ Minimizar su probabilidad de ocurrencia
- ✓ Transferir la amenaza a otro

La eliminación de una amenaza específica se logra usualmente eliminando la causa.

La descripción de las principales causas que afectaron nuestro proyecto se las muestra en detalle en la hoja de evaluación de riesgos incluida en el **(Anexo # 1)**. A continuación citamos algunas de estas para referencia:

- o Falta de experiencia en estimación de costos y actividades
- o Poca madurez del proyecto y del estudio
- o Mala planificación
- o Debilidad de estudios e ingenierías preliminares
- o Debilidades en diseños preliminares y normas
- o Error en la estimación de tiempos de los permisos
- o Resistencia a probar nuevas tecnologías
- o Negligencia
- o Incumplimiento de pagos o malas condiciones
- o Falta de definición inicial de objetivos
- o Debilidad en administración del proyecto
- o Falta de experiencia en programación de obra
- o Falta de investigación preliminar y contingencia
- o Contrato por paquetes de servicio
- o Falta de control del personal
- o Necesidad de contingencia en atención médica
- o Falta de contingencia
- o Falta de sistema de seguridad adecuado
- o No tener el plan y procesos de operación definidos
- o Alta rotación
- o Falta de Planificación Modular de Proyectos del Concesionario

- Falta de contingentes en seguridad computacional y de información
- Falta de planes de Financiamiento iniciales
- Falta de investigación de mercado y proyecciones
- Planeación de tiempos optimistas para la contratación
- Mal funcionamiento del área de compras
- Aumento de tarifas
- Falta de un plan de mantenimiento adecuado y actualizado periódicamente
- Falta de Marcos regulatorios claros
- Falta de parámetros claros
- Falta de control de la capacidad y límites del Concesionario

A manera de contingencia se debe tener una provisión en el presupuesto o en el plan para mitigar el riesgo del costo y programación.

5.2 Monitoreo de riesgos.

El monitoreo de riesgos es el proceso por el cual se implementan los planes de respuesta, se rastrean los riesgos identificados, se los monitorea, se identifican nuevos riesgos y se evalúa la efectividad del proceso.

Para monitorear los riesgos es necesario aplicar técnicas de cómo análisis de variación y de tendencias que requieren el uso de información del desempeño generada durante la ejecución del proyecto, ya que a menudo se identifican nuevos riesgos y se reevalúan los inicialmente identificados.

5.2.1 Plan de administración del riesgo.

Para una adecuada administración de los riesgos es necesario tenerlos identificados, ya que la habilidad para su manejo volverá un proyecto más eficiente.

Una vez que tenemos determinada la pérdida potencial que se podría dar debido al impacto negativo del riesgo, se deben establecer los límites adecuados para su control y seleccionar los esquemas adecuados que permitan administrarlos.

La evaluación y reevaluación de riesgos debe ser realizada continuamente a través del ciclo de vida del proyecto.

5.2.2 Desarrollo adicional de la respuesta al riesgo

Cuando un evento de riesgo no es anticipado o en su defecto produce un impacto mayor al esperado, la respuesta planeada necesita ser evaluada por si el procedimiento debe cambiar.

Para este propósito la cuantificación inicial también debe ser reevaluada, incluyendo el nuevo riesgo o el nuevo impacto.

En nuestro estudio, además de prever el impacto de nuevos riesgos, debemos enfocarnos en las principales variables que afectan los resultados (i.e., tasa de descuento apropiada, estimación adecuada del presupuesto de construcción, determinación adecuada de la tarifa de peaje) desarrollando planes de contingencia adicionales, en el supuesto que su impacto fuera mayor.

6 Capítulo VI - Conclusiones y Recomendaciones.

La aplicación del "Análisis de Riesgos" en proyectos, así como las herramientas utilizadas para el mismo, ha evolucionado en los últimos años, debido a los niveles de incertidumbre que afectan a la consecución de los objetivos de las empresas.

La falta adecuada de manejo de las metodologías que permiten tomar decisiones y la debilidad para identificar los riesgos, la mayoría de veces impacta en resultados poco favorables en un proyecto.

Al no involucrar este tipo de análisis en un proyecto, asumimos que no tendremos modificaciones a lo largo de su vida útil, lo cual es erróneo.

Debido a la complejidad e importancia del proyecto podemos aplicar análisis cualitativos y cuantitativos.

El **análisis cualitativo** generalmente se utiliza para proyectos con bajos niveles de recursos e incertidumbres, mientras que el **análisis cuantitativo** emplea variables con valores numéricos que necesitan tener cierto grado de exactitud y precisión, para obtener buena calidad en los resultados.

Siempre la base para este tipo de análisis será la correcta **identificación de los riesgos** que pueden afectar nuestro proyecto. La asignación de cada riesgo debería recaer sobre el agente más capacitado para manejarlo

Además, la correcta categorización de los mismos nos permite saber cuáles riesgos merecen mayor atención y cuales variables deben ser tratadas con mayor grado de análisis y detalle.

Si bien el método determinístico nos brinda el resultado que buscamos, muchas veces es limitado ya que no considera el impacto de las variables con incertidumbre.

Utilizar métodos de simulación probabilística como el de **Monte Carlo** es un acierto ya que esta herramienta de investigación y planeamiento que permite analizar distribuciones de variables aleatorias en base a un muestreo sistemático. Por tanto al calcularse el resultado en base a estas variables, lo que obtenemos es el valor óptimo de un conjunto particular de soluciones.

Al ser la industria de la construcción un negocio que maneja proyectos que constantemente están expuestos a condiciones de riesgo, se vuelve necesario realizar e implementar esquemas de planeación y gestión integral de riesgos, ajustándose al medio.

Un proyecto de **infraestructura vial**, involucra una serie de riesgos durante su ciclo de vida, por esta razón; identificar, cuantificar y analizar los mismos, así como las acciones para administrarlos es algo crucial.

En el desarrollo de este trabajo se ha **ilustrado la metodología apropiada** para este tipo de análisis y se ha enfocado en un proyecto con parámetros de “infraestructura vial”, para lograr una explicación didáctica del marco referencial y del método aplicado.

Las causas de riesgo que afectan a un proyecto de infraestructura muchas veces no son totalmente controlables, pero conocerlas y medir su impacto nos ayuda a influenciar sobre ellas.

Como pudo apreciarse en el desarrollo de este trabajo, el **"riesgo" puede ser identificado y evaluado**, lo que permite que a su vez sea planificado y controlado. Esto denota la importancia de la Administración de Riesgos para proyectos.

En el desarrollo del capítulo 4, en donde evaluamos los riesgos de un proyecto de infraestructura vial, se han mencionado los principales resultados y las conclusiones inherentes a los mismos. A continuación las principales conclusiones:

Se identificaron los riesgos de un proyecto de infraestructura vial (Concesión), d**esde la perspectiva del Concesionario y del Estado.**

Una vez que se identificó la fase del proyecto y el principal recurso afectado en caso de ocurrencia del riesgo se obtuvo que la **mayoría de riesgos**, 42 de 85 se ubican en la fase de **Ejecución – Producción**, de igual forma los impactos de moderado a alto eran mayores en esta fase.

En función de la probabilidad de ocurrencia la fase de Ejecución – Producción, concentra la mayoría de riesgos, aunque se tiene un par de **riesgos críticos en la fase de Operación y mantenimiento**, que son relacionados a la congestión y mantenimiento mayores a los previstos.

En cuanto a los recursos, **el tiempo y los ingresos** concentran la mayoría de riesgos, aunque el mayor impacto de estos es de moderado e intermedio y su probabilidad de ocurrencia es de poco probable a probable.

Desarrollando la matriz de riesgos para lo cual involucramos el impacto y la probabilidad, tenemos que para el **Concesionario** los riesgos mayores son:

Retrasos en procesos de expropiaciones
Seguridad física de las instalaciones (atentados, amenazas, etc.)
Riesgos cambiarios
Congestión mayor a la prevista
Mantenimientos mayores a los previstos
Sabotaje y daño a las instalaciones
Caída en la economía, etc.

Mientras que para el **Estado**:

Atrasos en la obra y falta de cumplimiento de hitos del proyecto

Los parámetros arriba mencionados son los que necesitan mayor control.

Por su parte el **Análisis Semi – Cuantitativo** arrojó como resultado una máxima pérdida probable de 18,06 MM u$ que corresponde a un 54% del valor del proyecto de construcción y un riesgo residual (i.e., pérdida probable) de 1,84 MM u$ que representan el **5,5%** del total del proyecto. Esto nos da una magnitud del **presupuesto que debería destinarse** como contingente para la gestión de riesgos del proyecto.

Del **Análisis Cuantitativo** obtuvimos mejores resultados para la opción A (VAN@12% de ~ 8,5 MM u$, TIR de 15%, relación B/C de 2,97 y un período de retorno en el año 9), en comparación a la opción B (VAN@12% de ~ 4,7 MM u$, TIR de 13%, relación B/C de 2,41 y un período de retorno en el año 10). De este análisis se tiene que la **opción A es por mucho más conveniente**.

Sin embargo al involucrar la simulación de **Monte Carlo** con variables estocásticas, tenemos que las dos opciones son casi similares en su resultado (i.e., VAN @ 12% ~ 9 MM u$). Por otro lado de las 1000 iteraciones realizadas, se sugiere la opción A, ratificando lo obtenido en el análisis determinístico.

El **Árbol de decisión** que es otra herramienta poderosa nos ayuda a determinar el **Valor monetario esperado** del proyecto (@12% ~ 4,9 MM u$) y sugiere de inicio participar en el proyecto y realizar un estudio de TPDA, con el objeto de minimizar el riesgo.

De los **análisis de sensibilidad** se obtiene que las principales variables a considerar en nuestro proyecto sean:

- ✓ La tasa de descuento
- ✓ El costo de Construcción del proyecto
- ✓ Las tarifas de peaje
- ✓ La incertidumbre de la estimación del TPDA y por ende de los ingresos.
- ✓ Otros riesgos a tomar en cuenta deberían ser los regulatorios y políticos

Resumiendo todo lo expuesto se observa claramente que aplicar la “METODOLOGÍA PARA INCORPORAR EL ANÁLISIS DE RIESGOS A UN PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA”, es algo que nos brindará una mejor estimación de las bondades del proyecto y alternativas a considerar en base a las principales variables, reduciendo su margen de incertidumbre, con el objeto de alcanzar o mejorar los resultados esperados.

6.1 Referencia Bibliográfica.

- Alberta Energy Company. (2001). ***AEC Best Practice Guidelines for Projects – Project Risk Management.***

- Baca Urbina, Gabriel. (1990). ***Evaluación de Proyectos. Análisis y Administración del Riesgo****, 2da edición.*

- Bravo Mendoza, Oscar. (2006). ***Gestión Integral de Riesgos****, Tomo I.*

- Brealey, Myers y Allen. (2006). ***Principios de Finanzas Corporativas****, 8va Edición.*

- Bustamante, Alejandro. (1992). ***Evaluación de Proyectos de Inversión - Convenio Aacrea - Banco Río.***

- Dra. Flores, Nora S. (2007). "***Estudio y análisis de la Teoría de la Imprevisión y su aplicabilidad en el Proceso Precontractual de los*** **Contratos** *- Tesis para obtener la Maestría en Derecho.*

- Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Pcia de Buenos Aires – Investigación Operativa I. (2005). ***Memorias de "Simulación Método de Montecarlo".***

- Flanagan, Roger; Norman, George. (1993). ***Risk Management and Construction.***

- Ford Brett, J. (2006). ***Memorias del curso: Petroleum Project Management: Principles and Practices.***

- Furnell Chris. (2000). ***Risk identification and risk allocation in project finance transactions****, documento presentado en la Facultad de Leyes de la "University of Melbourne".*

- Goldman, Lawrence I. (2002). ***Crystal Ball Professional Introductory Tutorial*** *- Winter Simulation Conference.*

- Gutierréz Marulanda, Luis Fernando. (1995). ***Finanzas Prácticas para Países en Desarrollo**, 4ta edición.*

- Herrera Lana, Eduardo. (2007). ***Riesgos en Proyectos de Inversión: Cómo Enfrentarlos.***

- Hillson D. (2002). ***The Risk Breakdown Structure as an aid to effective risk management** - Fifth European Project Management Coference, PMI Europa.*

- Mathews C. (2003). ***Managing Construction Risk—The Case for Independent Project Assessment.***

- Mun, Johnathan. (2006). ***Modeling Risk Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques.***

- Newendorp, Paul; Schuyler, John. (2000). ***Decision Analysis for Petroleum Exploration**, 2nd edition.*

- Nieman, Timothy L. (2008). ***Memorias del curso: Advanced Decision Analysis with Portfolio and Project Modeling.***

- Project Management Institute. (2008). ***Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK**, 4ta edición.*

- Qiu Ling Guo B. Eng., MPhil. (2001). ***Development of Risk Analysis models for decision making in Project Management** - thesis for the Degree of Doctor in Philosophy.*

- Rose, Peter R. (2001). ***Risk Analysis and Management of Petroleum Exploration Ventures.***

- Sarmiento, Jorge. (1999). ***Concesiones de Servicios Públicos**, 2da edición.*

- Schuyler, John. (2001). ***Risk and Decision Analysis in Projects**, 2nd edition.*

- Schuyler, John. (2007). ***Decision Analysis Collection.***

- Schuyler, John. (2007). ***Memorias del curso: Petroleum Risks and Decision Analysis.***

- Tutorial de Crystal Ball.

- Yañez M.; Acevedo M.; Semeco K. - R2M. S.A. ***"Análisis Costo - Riesgo - Beneficio".***

- Yukiya Satom; Kazuaki Miyamoto; Keiichi Kitazume. (2005). ***Quantitative Risk Analysis of Road Projects based on Empirical Data in Japan.*** *(Vol. 6, pp. 3971 – 3984) . Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies.*

- Diversas páginas de Internet, como soporte de consulta.

6.2 Anexos.

6.2.1 Anexo # 1: Matriz de Impacto Probabilidad – Proyecto Infraestructura Vial

6.2.2 Anexo # 2: Tráfico Estimado Proyectado

6.2.3 Anexo # 3: Tarifa Caso A

6.2.4 Anexo # 4: Tarifa Caso B

6.2.5 Anexo # 5: Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO A

6.2.6 Anexo # 6: Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO B

6.2.7 Anexo # 7: Detalle de Depreciación – CASO A

6.2.8 Anexo # 8: Detalle de Depreciación – CASO B

6.2.9 Anexo # 9: Costos de Operación y Mantenimiento – CASO A

6.2.10 Anexo # 10: Costos de Operación y Mantenimiento – CASO B

6.2.11 Anexo # 11: Flujo de Caja (Trafico estimado) – CASO A

6.2.12 Anexo # 12: Flujo de Caja (Trafico estimado) – CASO B

6.2.13 Anexo # 13: Flujo de Caja (Trafico menor) – CASO A

6.2.14 Anexo # 14: Flujo de Caja (Trafico menor) – CASO B

6.2.15 Anexo # 15: Árbol de Decisión con Casos A y B

6.2.16 Anexo # 16: Resumen de Resultados del Modelo de Simulación

6.2.17 Anexo # 17: Detalle de la Sensibilidad de Tornado

6.2.18 Anexo # 18: Detalle de la Sensibilidad tipo Araña

HOJA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Nombre del Proyecto: Proyecto de Tesis - INGENIERIA CIVIL

Alcance de la Evaluación: Análisis de riesgos - PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

Período de Revisión: Trimestral

Fase del proyecto: Planeación y Diseño

Fecha: 1-Jan-10

Participantes: Jalil Chalhoub

Presupuesto del proyecto: $ 33,450,000 Utilizando el Caso A, del Modelo analizado para el análisis CUANTITATIVO

Tiempo de Construcción 3 años

					IMPACTO (Consecuencia)				PROBABILIDAD				MITIGACION			
Ítem	Lista de Riesgos (que impiden alcanzar los resultados u objetivos del proyecto)	Perspectiva (Estado / Concesionario)	Principal Recurso afectado	FASE	Severidad del impacto	Costo de acciones correctivas o ingresos perdidos (Consecuencias)	% de Perdida del monto contratado	Máximo Pérdida Probable en base al Monto Contractual {u$}	Probabilidad o Frecuencia en la Industria	Cuales serían las supuestas causas del riesgo	% de Ocurrencia	Nivel de RIESGO (Consecuencia x Probabilidad)	Acciones de Mitigación (ordenar de acuerdo a la matriz)	Responsable (Asume el riesgo)	Plazo	PERDIDA PROBABLE / Riesgo residual {u$}
1	Costos mayores a los planificados inicialmente	Concesionario	Costos	Factibilidad	1	% del monto presupuestado, atraso en ejecución y afecta la rentabilidad del proyecto	4.0%		B	Falta de experiencia en estimación de costos y actividades	15.0%	1 B	Conformación de un equipo multidisciplinario qua administre el plan del proyecto. Deben ser evaluados y minimizados en la etapa de pre factibilidad y diseños. Se necesitan estudios detallados de ingeniería	Constructor / Concesionario	Puede ser discutido y consensuado, pero preferiblemente debe actuarse y solventarse en la etapa del proyecto que se encuentre	
2	Actividades no planificadas que generan sobrecosto		Costos	Factibilidad	2			1,338,000.00	C			2 C				200,700.00
3	Baja calidad de Estudios de Ingeniería		Tiempo	Planeación y Diseño	2	% de lo contratado, atraso en ejecución	2.0%	669,000.00	B	Poca madurez del proyecto y del estudio	5.0%	2 B	Uso adecuado de la tecnología y experiencia			33,450.00
4	Ahorros derivados		Ingresos	Planeación y Diseño	1	Este es una Oportunidad con efectos positivos en la rentabilidad		-	A	Oportunidad		1 A	Esta oportunidad sirve de Lección Aprendida para futuros Proyectos			-
5	Demoras en la ejecución de las obras		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Estos retrasos generan además costos relativos a multas, estipuladas en el contrato	4.0%		C	Mala planificación	10.0%	2 C	Contrato tipo suma alzada, Garantías de fiel cumplimiento, Cronograma detallado, Multas o Penalidades, Gerencia adecuada del proyecto			
6	Demoras debido a cambios de ruta		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Por ende se puede incurrir en estudios y planificación extra		1,338,000.00	B	Falta de estudios de alternativas		2 B				133,800.00
7	Repetición de trabajos debido al cambio de la estructura		Tiempo	Ejecución - Producción	2		1.0%	334,500.00	B		8.0%	2 B				26,760.00
8	Demoras debido a factores administrativos como recortes de presupuesto		Tiempo	Ejecución - Producción	3	De igual forma pueden retrasar el proyecto	1.0%	334,500.00	B		10.0%	3 B				33,450.00
9	Adelantos con respecto al cronograma inicial		Tiempo	Ejecución - Producción	1	Este es una Oportunidad		-	A	Oportunidad		1 A	Esta oportunidad sirve de Lección Aprendida para futuros Proyectos			-
10	Cambios en normativas de contratación		Tiempo	Planeación y Diseño	1	Falta de puntualidad en los procesos	1.0%	334,500.00	B		5.0%	1 B	Procesos de contratación claros y normados			16,725.00
11	Demoras en la gestión de permisos o licencias		Tiempo	Planeación y Diseño	3	Retraso de todo el proyecto, afectando el ingreso estimado	2.0%	669,000.00	C	Por mala estimación de tiempos de los permisos	10.0%	3 C	Incluir contingencias, mejorar las estimaciones			66,900.00
12	Retrasos en asignación de presupuestos		Tiempo	Ejecución - Producción	3			-	B			3 B				-
13	Selección no apropiada de nuevas tecnologías		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Que puede incurrir en nuevos análisis, estudios o demoras	2.5%	836,250.00	B	Resistencia a probar nuevas tecnologías	5.0%	3 B	Investigación adecuada, previo el inicio e inversión en este sentido			41,812.50
14	Falta de equipo de protección personal o uso inadecuado del mismo		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	2	Relativo a accidentes laborales		-	A	Negligencia		2 A	Normas de seguridad industrial claras			-
15	Paro laboral y descontento entre los trabajadores		Tiempo	Ejecución - Producción	4	Causa demoras y reduce el ritmo de trabajo	1.0%	334,500.00	B	Incumplimiento de pagos o malas condiciones	8.0%	4 B	Claridad en procesos de contratación y en cláusulas	Concesionario / Estado		26,760.00
16	Falta de cumplimiento de objetivos del proyecto		Ingresos	Ejecución - Producción	3	Por falta de definición inicial o falencias en el control del proyecto		-	C	Falta de definición inicial de objetivos		3 C	Planificación inicial, control adecuado y reformulación de objetivos según avance del proyecto			-
17	Líneas de autoridad poco claras		Tiempo	Ejecución - Producción	2				C			2 C				
18	Baja capacidad gerencial		Calidad	Ejecución - Producción	2	Demora en decisiones y acciones	1.0%		B	Debilidad en administración del proyecto	10.0%	2 B	Conformación de un equipo multidisciplinario qua administre adecuadamente el proyecto.			
19	Canales de comunicación inefectivos		Tiempo	Ejecución - Producción	3			334,500.00	B			3 B				33,450.00
20	No disponibilidad de equipos en la zona		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Tiempo perdido en buscar estas necesidades	1.0%	334,500.00	B	Falta de investigación preliminar	5.0%	3 B	Incluir contingencias y alternativas de equipos			16,725.00
21	Sobre estimación de tiempo y recursos de los trabajos		Tiempo	Planeación y Diseño	2	Afectando al cronograma y puede causar demoras o tiempos muertos si no se actualiza la planeación del proyecto		-	B	Falta de experiencia en programación de obra		2 B	Mejorar la planificación inicial			-
22	Falta de suministro de energía eléctrica requerida para el trabajo		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Sobrecosto cuando se necesita alquilar	1.0%	334,500.00	C	Falta de investigación preliminar y contingencia	5.0%	3 C		Constructor / Concesionario		16,725.00
23	Manejo integrado de los proveedores de servicios		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Este es una Oportunidad		-	C	Contrato por paquetes de servicio		3 C	Esta oportunidad sirve de Lección Aprendida para futuros Proyectos			-
24	Ausencias laborales		Tiempo	Ejecución - Producción	2				C			2 C				
25	Problemas en atraer o retener el personal que se requiere		Tiempo	Ejecución - Producción	2				C	Falta de control del personal		2 C	Establecer un control y seguimiento del personal			
26	Desmotivación del equipo de trabajo		Tiempo	Ejecución - Producción	2				B			2 B				
27	Falta de personal requerido		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Causa demoras y reduce el ritmo de trabajo	2.5%		B		5.0%	2 B				
28	Enfermedades profesionales		Tiempo	Ejecución - Producción	2				B	Necesidad de contingencia en atención médica		2 B	Certificados de salud y controles adecuados			
29	Epidemias, infecciones, intoxicaciones generalizadas		Tiempo	Ejecución - Producción	3			836,250.00	A			3 A				41,812.50
30	Riesgos geológicos no previstos inicialmente		Costos	Planeación y Diseño	3	Afecta la rentabilidad del proyecto ya que se necesitan mayor cantidad de obras y estudios	3.5%	1,170,750.00	C	Debilidad de estudios e ingenierías preliminares	10.0%	3 C	Exigir calidad en los estudios de ingeniería	Constructor / Consultor Independiente		117,075.00
31	Retrasos en procesos de expropiaciones		Tiempo	Planeación y Diseño	4	Afecta el plazo de adquisición de los predios necesarios para el desarrollo de las obras contratadas	4.0%	1,338,000.00	C	Falta de contingencia	10.0%	4 C	Cláusulas claras en el contrato de Concesión	Compañías de Seguros		133,800.00
32	No cumplimiento de parámetros de construcción		Calidad	Planeación y Diseño	4	Afectando los estándares mínimos		-	B	Debilidades en diseños preliminares y normas		4 B	Estándares mínimos exigidos	Constructor / Concesionario		-
33	Fuerza mayor como desastres naturales (terremotos, huracanes, tsunamis, etc.)		Tiempo	Ejecución - Producción	3	Estos eventos no imputables a las partes, no son resistidos por el Concesionario, pero afectan el plazo	2.0%		A	Imprevistos mayores	5.0%	3 A	Cobertura de seguros, compensación por parte del Estado	Compañías de Seguros		
34	Rehabilitación y acciones necesarias debido a accidentes imprevistos (deslizamiento de tierras, etc.)		Tiempo	Ejecución - Producción	4			669,000.00	B			4 B				33,450.00
35	Vulnerabilidad de la Seguridad Física del personal: secuestro, asesinato.		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	5				A			5 A				
36	Seguridad física de las instalaciones (atentados, amenazas, etc.)		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	5	Puede detener el proyecto	1.0%		B	Falta de sistema de seguridad adecuado	5.0%	5 B	Sistema de seguridad y control adecuados			
37	Fanatismo religioso y político que puede generar terrorismo		Seguridad y Medioambiente	Ejecución - Producción	3			334,500.00	A			3 A		Concesionario / Estado		16,725.00
38	Problemas en operación		Calidad	Entrega y Comienzo de Operaciones	3	Afectando los ingresos previstos		-	C	Al no tener el plan y procesos de operación definidos		3 C	Penalización por incumplimientos, precalificación estricta, etc.			-
39	No cumplimiento de parámetros de operación		Calidad	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B			3 B				-
40	No continuidad en estructura ejecutora del proyecto por alta rotación		Tiempo	Planeación y Diseño	2	Produce atrasos		-	B			2 B	Seguimiento del Plan inicial adecuadamente			-

41	Contratación de gerencia de proyectos		Tiempo	Planeación y Diseño	2	Problemas cuando la Gerencia del proyecto no funciona	0.5%	-	B	Falta de experiencia del equipo	5.0%	2 B	Precalificación estricta		-
42	Definición de responsabilidades en la organización		Tiempo	Factibilidad	2			167,250.00	B	Baja capacidad administrativa		2 B	Adecuada estructura administrativa para el proyecto	Constructor / Concesionario	8,362.50
43	Disponibilidad del equipo de soporte a proyectos		Tiempo	Factibilidad	3	Participación directa en las definiciones del proyecto		-	C	Alta rotación		3 C			-
44	Interrelación o dependencia con otros proyectos		Tiempo	Planeación y Diseño	3	Retrasos o sobrecostos cuando se tiene proyectos simultáneos, compartiendo recursos		-	B	Falta de Planificación Modular de Proyectos del Concesionario		3 B	Planificación adecuada de proyectos simultáneos		-
45	Fallas operacionales que generan sobrecosto		Costos	Ejecución - Producción	3		1.0%	334,500.00	B	Al no tener el plan y procesos de operación definidos	8.0%	3 B	Estándares mínimos exigidos	Concesionario / Estado	26,760.00
46	No disponibilidad de la Infraestructura previa necesaria		Tiempo	Factibilidad	3	Retraso cuando se tiene que construir o alquilar Facilidades que permitan el desarrollo del proyecto	1.5%	501,750.00	B	Planeación pobre. Aceleración del proyecto	10.0%	3 B	Incluir contingencias y alternativas de equipos		50,175.00
47	Interrupción en el proceso de ejecución por virus computacionales u otras causas		Tiempo	Ejecución - Producción	2	Afectando las etapas de Planeación, Control, etc. y causando retrasos	1.0%	334,500.00	B	Falta de contingentes en seguridad computacional y de información	8.0%	2 B	Sistemas informáticos adecuados		26,760.00
48	Cambios en la tasa de interés		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	3	Obliga a buscar métodos alternativos de financiamiento. Genera atrasos			A			3 A	El concesionario puede financiarse con los bancos locales o extranjeros a tasas fijas o podría emitir bonos a tasas fijas para financiar su deuda inicial.		
49	Problemas de financiamiento		Ingresos	Planeación y Diseño	3				B	Falta de planes de Financiamiento iniciales		3 B	Opciones de colocación de títulos, Financiamientos a tasa fija, etc.	Constructor / Concesionario	
50	No disponibilidad de presupuesto		Ingresos	Ejecución - Producción	2	Retraso en contrataciones o compra de materiales		-	B	Planeación pobre		2 B	Incluir Contingencia		-
51	Volatilidad de los precios de las materias primas		Ingresos	Ejecución - Producción	3		3.0%	1,003,500.00	B	Falta de investigación de mercado y proyecciones	15.0%	3 B	Realizar ajustes apropiados		150,525.00
52	Demoras en contratación		Tiempo	Planeación y Diseño	3	Se pueden perder meses hasta lograr tener esto resuelto	1.5%	501,750.00	B	Planeación de tiempos optimistas para la contratación	15.0%	3 B	Tener procesos de contratación ágiles y oportunos		75,262.50
53	Selección incorrecta del contratista/proveedor		Tiempo	Planeación y Diseño	4	Se debe volver a seleccionar adecuadamente			B	Falta de experiencia en selección o apresuramiento en la misma		4 B			
54	Especificaciones técnicas incorrectas		Calidad	Planeación y Diseño	4	Se necesita nuevos diseños		-	A			4 A	Estudios serios y detallados	Constructor / Consultor Independiente	-
55	Demoras en el proceso de compra de materiales		Tiempo	Ejecución - Producción	3		1.5%	501,750.00	C	Mal funcionamiento del área de compras	15.0%	3 C	Administrar adecuadamente los procesos de compras, así como la calidad y especificaciones de los materiales	Constructor / Concesionario	75,262.50
56	Materiales de mala calidad		Calidad	Ejecución - Producción	4	Que necesitan ser reemplazados			B			4 B			
57	Riesgos cambiarios		Ingresos	Ejecución - Producción	5	Afectando la rentabilidad esperada	2.0%	669,000.00	B		10.0%	5 B	Uso de opciones de futuros y forwards, fondos de reserva, seguros contra riesgos		66,900.00
58	Estructura deuda-capital		Ingresos	Ejecución - Producción	3				B			3 B	Exigencia de una cuenta de reserva para el servicio de la deuda		
59	Tráfico menor al proyectado		Ingresos	Operación y Mantenimiento	3	Afecta los ingresos planificados		-	B	Debilidad en estudios iniciales		3 B	Estimaciones iniciales de tráfico, rutas alternativas		-
60	Incremento o decremento del volumen de tráfico debido a cambios socio económicos		Ingresos	Operación y Mantenimiento	3			-	C			3 C			-
61	Ingresos menores a los estimados		ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B	Aumento de tarifas		3 B			-
62	Congestión mayor a la prevista		Ingresos	Operación y Mantenimiento	3	Obliga a buscar rutas alternativas, peajes diferenciados, etc.		-	D	Debilidad en estudios iniciales		3 D	Peajes diferenciados según el vehículo	Concesionario / Estado	-
63	Mantenimientos mayores a los previstos		ingresos	Operación y Mantenimiento	4	Afectando los ingresos estimados		-	D	Falta de un plan de mantenimiento adecuado y actualizado periódicamente		4 D	Plan de mantenimiento adecuado		-
64	Fraude en: procesos contractuales, manejo de servicios, robo de dinero, etc.		Imagen	Ejecución - Producción	4			-	B			4 B	Seguridad y marcos legales claros		-
65	Uso no autorizado de información, dinero u otros recursos		Imagen	Ejecución - Producción	4			-	B			4 B			-
66	Sabotaje y daño a las instalaciones		Seguridad y Medioambiente	Operación y Mantenimiento	5	Necesidad de reparaciones o nuevas facilidades		-	B			5 B	Plan de seguridad adecuada		-
67	Caída en la economía, etc.		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	5			-	B	Imprevistos mayores		5 B	Tasa de retorno atractiva, utilidad e ingresos mínimos garantizados		-
68	Impactos ambientales negativos		Seguridad y Medioambiente	Entrega y Comienzo de Operaciones	4	Que necesitan estudios para mitigar estos efectos		-	B			4 B	Estudio adecuado de impacto ambiental y seguimiento de permisos	Estado / Consultor independiente	-
69	No cumplimiento de permisos de funcionamiento ambientales		Seguridad y Medioambiente	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B	Negligencia		3 B			-
70	Cambios de leyes		Imagen	Entrega y Comienzo de Operaciones	3	Cambio y afectaciones en la rentabilidad esperada		-	B	Imprevistos mayores		3 B	Firmas de Convenios de Estabilidad, puntualidad en procesos	Concesionario / Estado	-
71	Cambios en Tributación		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B			3 B			-
72	Cambios en Marcos Regulatorios		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B			3 B	Credibilidad y compromiso		-
73	Demandas en contra		Imagen	Entrega y Comienzo de Operaciones	4			-	B			4 B	Seguros contra Riesgo político, composición del consorcio	Estado	-
74	Corrupción administrativa		Imagen	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B			3 B			-
75	Aumento de la tasa impositiva		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	3			-	B			3 B			-
76	Abusos de las autoridades locales		Ingresos	Operación y Mantenimiento	3			-	B			3 B			-
77	Problemas del Poder Ejecutivo		Seguridad y Medioambiente	Entrega y Comienzo de Operaciones	3	Que hace necesario seguros contra Riesgo político. Consorcios. etc.		-	C			3 C			-
78	Diferencia entre valores privados y sociales	Estado	Ingresos	Planeación y Diseño	3			-	B			3 B	Retorno justo al inversionista		-
79	Distorsión en los montos de inversión al inicio y a medida que avanza el proyecto		Costos	Ejecución - Producción	3	Cuando no se tienen estudios serios de ingeniería	2.5%	836,250.00	C	Falta de estudios serios	10.0%	3 C	Estudios serios y detallados		83,625.00
80	No validación de las contrapartes del Estado (inversionistas y usuarios)		Imagen	Ejecución - Producción	2	Se necesitan definiciones claras en los contratos		-	B	Falta de Marcos regulatorios claros		2 B	Marcos regulatorios claros		-
81	Sobre o sub valoraciones de las garantías o de los subsidios		Ingresos	Ejecución - Producción	3	Cuando no se tienen parámetros de licitación claros	1.0%	334,500.00	B	Falta de parámetros claros	5.0%	3 B	Licitación sobre la base de pocos parámetros		16,725.00
82	Atrasos en la obra y falta de cumplimiento de hitos del proyecto		Tiempo	Ejecución - Producción	4	Multas por incumplimiento de Hitos	4.0%	1,338,000.00	C	Problemas en programación de obra	20.0%	4 C	Contratación de Gerencia del proyecto, programación de obra adecuada	Concesionario / Estado	267,600.00
83	Impacto negativo sobre el sistema de concesiones		Calidad	Entrega y Comienzo de Operaciones	4	Se necesitan definiciones claras		-	B	Falta de control de la capacidad y límites del Concesionario		4 B	Control de la capacidad de financiamiento	Estado	-
84	Alto poder de negociación del concesionario		Ingresos	Entrega y Comienzo de Operaciones	2			-	B			2 B	Establecimiento de límites		-
85	Colapso del proyecto ante la quiebra del concesionario		Imagen	Ejecución - Producción	5			-	A			5 A			-
	TOTAL (Análisis Cualitativo + Semi Cuantitativo)						**54.0%**	**18,063,000.00**							**1,838,077.50**

ANEXO # 2

Tráfico ESTIMADO PROYECTADO

CASO BASE

Incremento					60%	30%	15%	8%	4%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20
Liviano				1,300	2,080	2,704	3,110	3,343	3,468	3,564	3,626	3,653	3,681	3,708	3,736	3,764	3,792	3,821	3,849	3,878
ByC 2-ejes				1,100	1,760	2,288	2,631	2,829	2,935	3,015	3,068	3,091	3,114	3,138	3,161	3,185	3,209	3,233	3,257	3,281
ByC 3-ejes				100	160	208	239	257	267	274	279	281	283	285	287	290	292	294	296	298
ByC +3-ejes				100	160	208	239	257	267	274	279	281	283	285	287	290	292	294	296	298
Total de vehículos				**2,600**	**4,160**	**5,408**	**6,219**	**6,686**	**6,936**	**7,127**	**7,252**	**7,306**	**7,361**	**7,416**	**7,472**	**7,528**	**7,584**	**7,641**	**7,699**	**7,756**

TRAFICO MENOR AL ESTIMADO

% Tráfico menor al estimado 30%

Incremento					60%	30%	15%	8%	4%	3%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liviano				910	1,456	1,893	2,177	2,340	2,428	2,494	2,538	2,557	2,576	2,596	2,615	2,635	2,655	2,674	2,694	2,715
ByC 2-ejes				770	1,232	1,602	1,842	1,980	2,054	2,111	2,148	2,164	2,180	2,196	2,213	2,229	2,246	2,263	2,280	2,297
ByC 3-ejes				70	112	146	167	180	187	192	195	197	198	200	201	203	204	206	207	209
ByC +3-ejes				70	112	146	167	180	187	192	195	197	198	200	201	203	204	206	207	209
Total de vehículos				**1,820**	**2,912**	**3,786**	**4,353**	**4,680**	**4,855**	**4,989**	**5,076**	**5,114**	**5,153**	**5,191**	**5,230**	**5,270**	**5,309**	**5,349**	**5,389**	**5,429**

ANEXO # 3

Tarifa Caso A

$ 3.00

0	Proporción de la tarifa Base	Tarifa
Liviano	1	$ 3.00
ByC 2-ejes	2	$ 6.00
ByC 3-ejes	3	$ 9.00
ByC +3-ejes	4	$ 12.00

Ingresos por Peaje	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
Liviano	-	-	-	1,423,500	2,277,600	2,960,880	3,405,012	3,660,388	3,797,652	3,902,088	3,970,374	4,000,152	4,030,153	4,060,380	4,090,832	4,121,514	4,152,425	4,183,568	4,214,945	4,246,557	62,498,021
ByC 2-ejes	-	-	-	2,409,000	3,854,400	5,010,720	5,762,328	6,194,503	6,426,796	6,603,533	6,719,095	6,769,488	6,820,260	6,871,412	6,922,947	6,974,869	7,027,181	7,079,885	7,132,984	7,186,481	105,765,881
ByC 3-ejes	-	-	-	328,500	525,600	683,280	785,772	844,705	876,381	900,482	916,240	923,112	930,035	937,011	944,038	951,119	958,252	965,439	972,680	979,975	14,422,620
ByC +3-ejes	-	-	-	438,000	700,800	911,040	1,047,696	1,126,273	1,168,508	1,200,642	1,221,654	1,230,816	1,240,047	1,249,348	1,258,718	1,268,158	1,277,669	1,287,252	1,296,906	1,306,633	19,230,160
TOTAL INGRESOS	**-**	**-**	**-**	**4,599,000**	**7,358,400**	**9,565,920**	**11,000,808**	**11,825,869**	**12,269,339**	**12,606,745**	**12,827,364**	**12,923,569**	**13,020,496**	**13,118,149**	**13,216,535**	**13,315,659**	**13,415,527**	**13,516,143**	**13,617,514**	**13,719,646**	**201,916,683**

TRAFICO MENOR AL ESTIMADO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	
Liviano	-	-	-	996,450	1,594,320	2,072,616	2,383,508	2,562,272	2,658,357	2,731,462	2,779,262	2,800,107	2,821,107	2,842,266	2,863,583	2,885,060	2,906,697	2,928,498	2,950,461	2,972,590	43,748,615
ByC 2-ejes	-	-	-	1,686,300	2,698,080	3,507,504	4,033,630	4,336,152	4,498,758	4,622,473	4,703,367	4,738,642	4,774,182	4,809,988	4,846,063	4,882,408	4,919,027	4,955,919	4,993,089	5,030,537	74,036,117
ByC 3-ejes	-	-	-	229,950	367,920	478,296	550,040	591,293	613,467	630,337	641,368	646,178	651,025	655,907	660,827	665,783	670,776	675,807	680,876	685,982	10,095,834
ByC +3-ejes	-	-	-	306,600	490,560	637,728	733,387	788,391	817,956	840,450	855,158	861,571	868,033	874,543	881,102	887,711	894,368	901,076	907,834	914,643	13,461,112
TOTAL INGRESOS	**-**	**-**	**-**	**3,219,300**	**5,150,880**	**6,696,144**	**7,700,566**	**8,278,108**	**8,588,537**	**8,824,722**	**8,979,154**	**9,046,498**	**9,114,347**	**9,182,704**	**9,251,575**	**9,320,962**	**9,390,869**	**9,461,300**	**9,532,260**	**9,603,752**	**141,341,678**

ANEXO # 4

Tarifa Caso B

$ 4.00

0	Proporción de la tarifa Base	Tarifa
Liviano	1	$ 4.00
ByC 2-ejes	2	$ 8.00
ByC 3-ejes	3	$ 12.00
ByC +3-ejes	4	$ 16.00

Ingresos por Peaje	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
Liviano	-	-	-	1,898,000	3,036,800	3,947,840	4,540,016	4,880,517	5,063,537	5,202,784	5,293,833	5,333,536	5,373,538	5,413,839	5,454,443	5,495,351	5,536,567	5,578,091	5,619,927	5,662,076	83,330,694
ByC 2-ejes	-	-	-	3,212,000	5,139,200	6,680,960	7,683,104	8,259,337	8,569,062	8,804,711	8,958,794	9,025,985	9,093,679	9,161,882	9,230,596	9,299,826	9,369,574	9,439,846	9,510,645	9,581,975	141,021,175
ByC 3-ejes	-	-	-	438,000	700,800	911,040	1,047,696	1,126,273	1,168,508	1,200,642	1,221,654	1,230,816	1,240,047	1,249,348	1,258,718	1,268,158	1,277,669	1,287,252	1,296,906	1,306,633	19,230,160
ByC +3-ejes	-	-	-	584,000	934,400	1,214,720	1,396,928	1,501,698	1,558,011	1,600,857	1,628,872	1,641,088	1,653,396	1,665,797	1,678,290	1,690,877	1,703,559	1,716,336	1,729,208	1,742,177	25,640,214
TOTAL INGRESOS	**-**	**-**	**-**	**6,132,000**	**9,811,200**	**12,754,560**	**14,667,744**	**15,767,825**	**16,359,118**	**16,808,994**	**17,103,151**	**17,231,425**	**17,360,661**	**17,490,866**	**17,622,047**	**17,754,213**	**17,887,369**	**18,021,524**	**18,156,686**	**18,292,861**	**269,222,244**

TRAFICO MENOR AL ESTIMADO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	
Liviano	-	-	-	1,328,600	2,125,760	2,763,488	3,178,011	3,416,362	3,544,476	3,641,949	3,705,683	3,733,475	3,761,476	3,789,688	3,818,110	3,846,746	3,875,597	3,904,664	3,933,949	3,963,453	58,331,486
ByC 2-ejes	-	-	-	2,248,400	3,597,440	4,676,672	5,378,173	5,781,536	5,998,343	6,163,298	6,271,156	6,318,189	6,365,576	6,413,317	6,461,417	6,509,878	6,558,702	6,607,892	6,657,451	6,707,382	98,714,823
ByC 3-ejes	-	-	-	306,600	490,560	637,728	733,387	788,391	817,956	840,450	855,158	861,571	868,033	874,543	881,102	887,711	894,368	901,076	907,834	914,643	13,461,112
ByC +3-ejes	-	-	-	408,800	654,080	850,304	977,850	1,051,188	1,090,608	1,120,600	1,140,210	1,148,762	1,157,377	1,166,058	1,174,803	1,183,614	1,192,491	1,201,435	1,210,446	1,219,524	17,948,150
TOTAL INGRESOS	**-**	**-**	**-**	**4,292,400**	**6,867,840**	**8,928,192**	**10,267,421**	**11,037,477**	**11,451,383**	**11,766,296**	**11,972,206**	**12,061,998**	**12,152,462**	**12,243,606**	**12,335,433**	**12,427,949**	**12,521,158**	**12,615,067**	**12,709,680**	**12,805,003**	**188,455,571**

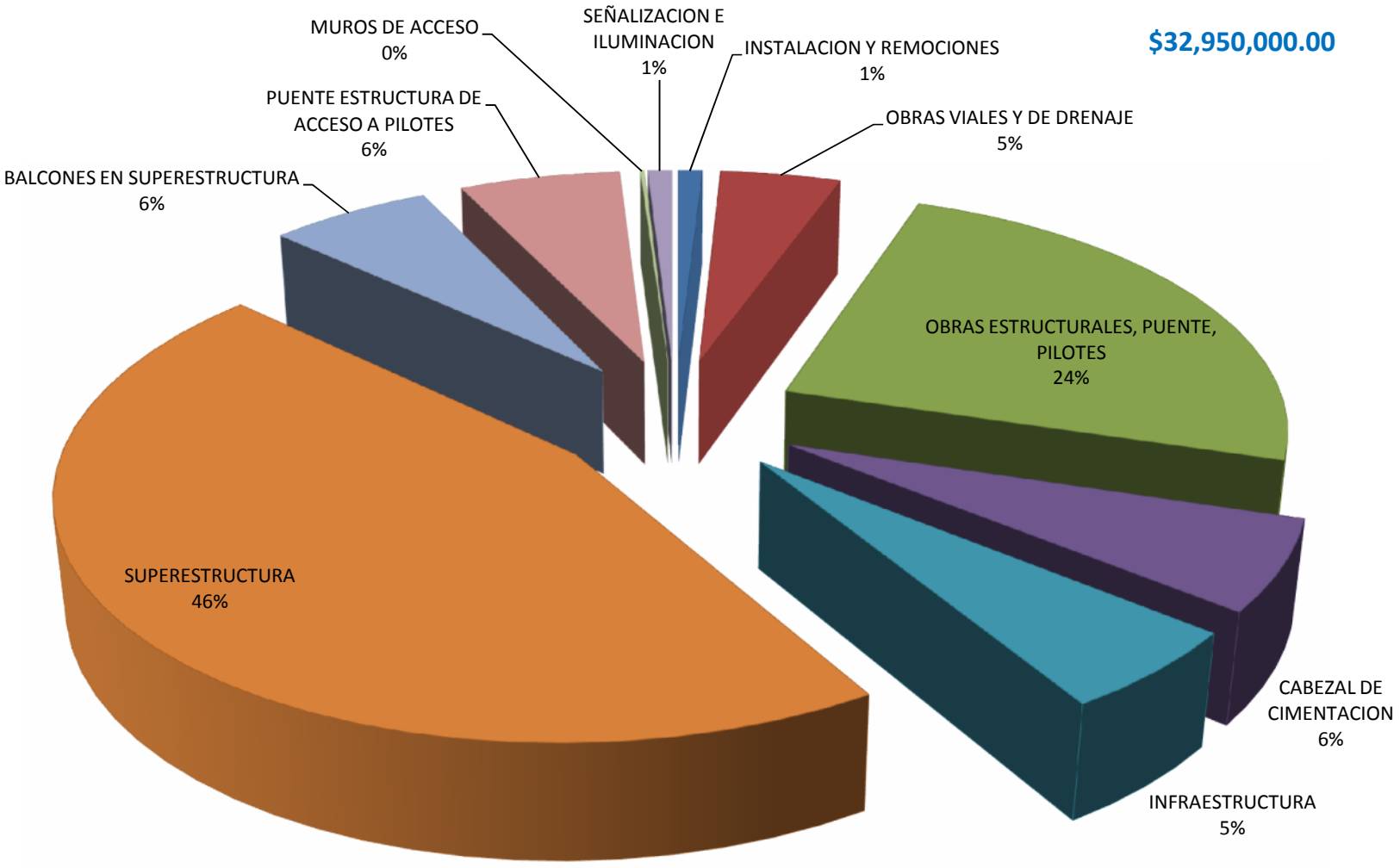
ANEXO # 5

Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO A

			Costo
A	INSTALACION Y REMOCIONES	$	300,000.00
B	OBRAS VIALES Y DE DRENAJE	$	1,500,000.00
C	OBRAS ESTRUCTURALES, PUENTE, PILOTES	$	8,000,000.00
D	CABEZAL DE CIMENTACION	$	2,000,000.00
E	INFRAESTRUCTURA	$	1,800,000.00
F	SUPERESTRUCTURA	$	15,000,000.00
G	BALCONES EN SUPERESTRUCTURA	$	2,000,000.00
H	PUENTE ESTRUCTURA DE ACCESO A PILOTES	$	2,000,000.00
I	MUROS DE ACCESO	$	50,000.00
J	SEÑALIZACION E ILUMINACION	$	300,000.00
	TOTAL CONSTRUCCIÓN	**$**	**32,950,000.00**
	ESTACIÓN DE PEAJE	$	500,000.00
	TOTAL CONSTRUCCIÓN + ESTACIÓN DE PEAJE A	**$**	**33,450,000.00**

Composición del Presupuesto de Construcción / Rehabiilitación CASO A

$32,950,000.00



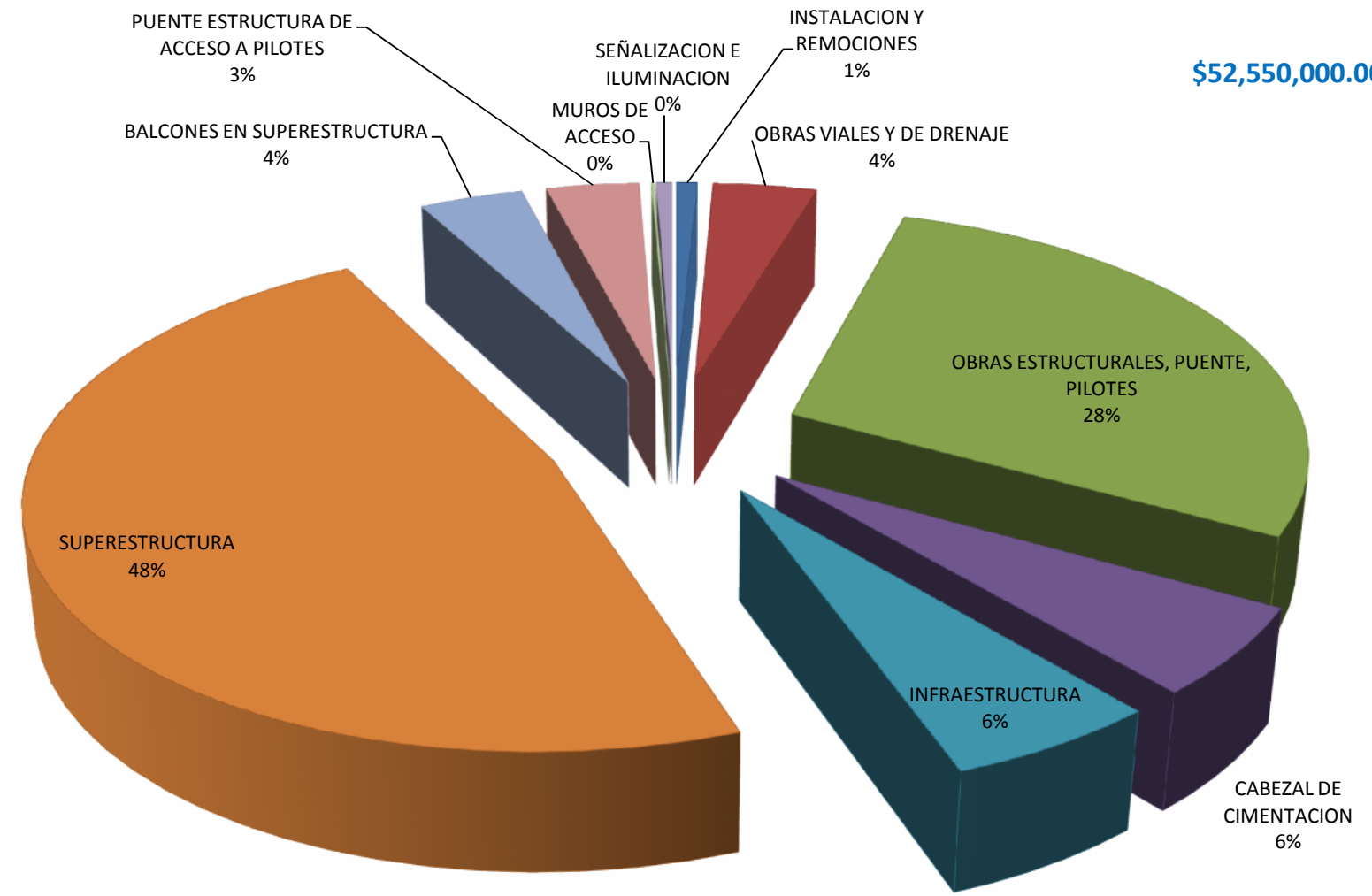
ANEXO # 6

Presupuesto - Proyecto de Infraestructura - CASO B

			Costo
A	INSTALACION Y REMOCIONES	$	400,000.00
B	OBRAS VIALES Y DE DRENAJE	$	2,000,000.00
C	OBRAS ESTRUCTURALES, PUENTE, PILOTES	$	15,000,000.00
D	CABEZAL DE CIMENTACION	$	3,000,000.00
E	INFRAESTRUCTURA	$	3,000,000.00
F	SUPERESTRUCTURA	$	25,000,000.00
G	BALCONES EN SUPERESTRUCTURA	$	2,000,000.00
H	PUENTE ESTRUCTURA DE ACCESO A PILOTES	$	1,800,000.00
I	MUROS DE ACCESO	$	50,000.00
J	SEÑALIZACION E ILUMINACION	$	300,000.00
	TOTAL CONSTRUCCIÓN	**$**	**52,550,000.00**
	ESTACIÓN DE PEAJE	$	500,000.00
	TOTAL CONSTRUCCIÓN + ESTACIÓN DE PEAJE A	**$**	**53,050,000.00**

Composición del Presupuesto de Construcción / Rehabiilitación CASO B

$52,550,000.00



ANEXO # 7

DEPRECIACIÓN CASO A

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	TOTAL
Contrucción / Rehabilitación																					
Saldo al inicio		16,475,000.00	26,360,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	
Inversión	16,475,000.00	9,885,000.00	6,590,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Saldo al cierre	16,475,000.00	26,360,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	32,950,000.00	
Depreciación de Obras de Contrucción / Rehabilitación																					
Saldo al inicio		823,750.00	2,141,750.00	3,789,250.00	5,436,750.00	7,084,250.00	8,731,750.00	10,379,250.00	12,026,750.00	13,674,250.00	15,321,750.00	16,969,250.00	18,616,750.00	20,264,250.00	21,911,750.00	23,559,250.00	25,206,750.00	26,854,250.00	28,501,750.00	30,149,250.00	
Inversión	823,750.00	1,318,000.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	
Saldo al cierre	823,750.00	2,141,750.00	3,789,250.00	5,436,750.00	7,084,250.00	8,731,750.00	10,379,250.00	12,026,750.00	13,674,250.00	15,321,750.00	16,969,250.00	18,616,750.00	20,264,250.00	21,911,750.00	23,559,250.00	25,206,750.00	26,854,250.00	28,501,750.00	30,149,250.00	31,796,750.00	
																				1,153,250.00	
Estación de Peaje																					
Saldo al inicio		250,000.00	400,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	
Inversión	250,000.00	150,000.00	100,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Saldo al cierre	250,000.00	400,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	
Depreciación de Estación de Peaje																					
Saldo al inicio		12,500.00	32,500.00	57,500.00	82,500.00	107,500.00	132,500.00	157,500.00	182,500.00	207,500.00	232,500.00	257,500.00	282,500.00	307,500.00	332,500.00	357,500.00	382,500.00	407,500.00	432,500.00	457,500.00	
Inversión	12,500.00	20,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	
Saldo al cierre	12,500.00	32,500.00	57,500.00	82,500.00	107,500.00	132,500.00	157,500.00	182,500.00	207,500.00	232,500.00	257,500.00	282,500.00	307,500.00	332,500.00	357,500.00	382,500.00	407,500.00	432,500.00	457,500.00	482,500.00	
																				17,500.00	
GASTOS DE DEPRECIACIÓN																					
Obras de Contrucción / Rehabilitación	823,750.00	1,318,000.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	1,647,500.00	2,800,750.00	**32,950,000.00**
Estación de Peaje	12,500.00	20,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	42,500.00	**500,000.00**
TOTAL GASTO DEPRECIACION	**836,250.00**	**1,338,000.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**1,672,500.00**	**2,843,250.00**	**33,450,000.00**

ANEXO # 8

DEPRECIACIÓN CASO B

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	TOTAL
Contrucción / Rehabilitación																					
Saldo al inicio		26,275,000.00	42,040,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	
Inversión	26,275,000.00	15,765,000.00	10,510,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Saldo al cierre	26,275,000.00	42,040,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	52,550,000.00	
Depreciación de Obras de Contrucción / Rehabilitación																					
Saldo al inicio		1,313,750.00	3,415,750.00	6,043,250.00	8,670,750.00	11,298,250.00	13,925,750.00	16,553,250.00	19,180,750.00	21,808,250.00	24,435,750.00	27,063,250.00	29,690,750.00	32,318,250.00	34,945,750.00	37,573,250.00	40,200,750.00	42,828,250.00	45,455,750.00	48,083,250.00	
Inversión	1,313,750.00	2,102,000.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	
Saldo al cierre	1,313,750.00	3,415,750.00	6,043,250.00	8,670,750.00	11,298,250.00	13,925,750.00	16,553,250.00	19,180,750.00	21,808,250.00	24,435,750.00	27,063,250.00	29,690,750.00	32,318,250.00	34,945,750.00	37,573,250.00	40,200,750.00	42,828,250.00	45,455,750.00	48,083,250.00	50,710,750.00	
																				1,839,250.00	
Estación de Peaje																					
Saldo al inicio		250,000.00	400,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	
Inversión	250,000.00	150,000.00	100,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Saldo al cierre	250,000.00	400,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00	
Depreciación de Estación de Peaje																					
Saldo al inicio		12,500.00	32,500.00	57,500.00	82,500.00	107,500.00	132,500.00	157,500.00	182,500.00	207,500.00	232,500.00	257,500.00	282,500.00	307,500.00	332,500.00	357,500.00	382,500.00	407,500.00	432,500.00	457,500.00	
Inversión	12,500.00	20,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	
Saldo al cierre	12,500.00	32,500.00	57,500.00	82,500.00	107,500.00	132,500.00	157,500.00	182,500.00	207,500.00	232,500.00	257,500.00	282,500.00	307,500.00	332,500.00	357,500.00	382,500.00	407,500.00	432,500.00	457,500.00	482,500.00	
																				17,500.00	
GASTOS DE DEPRECIACIÓN																					
Obras de Contrucción / Rehabilitación	1,313,750.00	2,102,000.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	2,627,500.00	4,466,750.00	**52,550,000.00**
Estación de Peaje	12,500.00	20,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	25,000.00	42,500.00	**500,000.00**
TOTAL GASTO DEPRECIACION	**1,326,250.00**	**2,122,000.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**2,652,500.00**	**4,509,250.00**	**53,050,000.00**

ANEXO # 9

COSTOS OPERATIVOS Y MANTENIMIENTO CASO A

COSTOS OPERATIVOS	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
PERSONAL																					
OFICINA CENTRAL (SEDE SOCIAL)	120,000	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	**2,491,200**
CENTRO DE CONTROL	50,000	52,000	54,080	56,243	58,493	60,833	63,266	65,797	68,428	71,166	74,012	76,973	80,052	83,254	86,584	90,047	93,649	97,395	101,291	105,342	**1,488,904**
PEAJE - OPERACIÓN	35,000	36,400	37,856	39,370	40,945	42,583	44,286	46,058	47,900	49,816	51,809	53,881	56,036	58,278	60,609	63,033	65,554	68,177	70,904	73,740	**1,042,233**
CONSERVACION RUTINARIA	10,000	10,400	10,816	11,249	11,699	12,167	12,653	13,159	13,686	14,233	14,802	15,395	16,010	16,651	17,317	18,009	18,730	19,479	20,258	21,068	**297,781**
SERVICIOS AUXILIARES	15,000	15,600	16,224	16,873	17,548	18,250	18,980	19,739	20,529	21,350	22,204	23,092	24,015	24,976	25,975	27,014	28,095	29,219	30,387	31,603	**446,671**
TOTAL PERSONAL	**230,000**	**239,200**	**243,776**	**248,535**	**253,484**	**258,632**	**263,985**	**269,552**	**275,343**	**281,364**	**287,627**	**294,140**	**300,914**	**307,958**	**315,284**	**322,904**	**330,828**	**339,069**	**347,640**	**356,553**	**5,766,789**
BIENES (GASTOS)																					
OFICINA CENTRAL (SEDSE SOCIAL)	10,000	2,080	433	90	19	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**12,626**
VARIOS	20,000	6,000	3,600	4,680	6,084	7,909	10,282	13,367	17,377	22,589	29,366	38,176	49,629	64,518	83,873	109,035	141,746	184,269	239,550	311,415	**1,363,465**
CENTRO DE CONTROL	3,000	624	130	27	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3,788**
PEAJE - OPERACIÓN	7,000	1,456	303	63	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8,838**
CONSERVACION RUTINARIA	2,000	416	87	18	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2,525**
SERVICIOS AUXILIARES	4,000	832	173	36	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**5,051**
TOTAL BIENES (GASTOS)	**46,000**	**11,408**	**4,725**	**4,914**	**6,133**	**7,919**	**10,284**	**13,367**	**17,377**	**22,589**	**29,366**	**38,176**	**49,629**	**64,518**	**83,873**	**109,035**	**141,746**	**184,269**	**239,550**	**311,415**	**1,396,293**
BIENES																					
OFICINA CENTRAL (SEDSE SOCIAL)	30,000					40,000					15,000	80,000					40,000				**205,000**
CENTRO DE CONTROL	10,000											25,000									**35,000**
EXPROPIACIONES	40,000																				**40,000**
CONSERVACION RUTINARIA	35,000	7,280	1,514	315	66	14	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**44,192**
SERVICIOS AUXILIARES	150,000																				**150,000**
TOTAL BIENES	**265,000**	**7,280**	**1,514**	**315**	**66**	**40,014**	**3**	**1**	**0**	**0**	**15,000**	**105,000**	**0**	**0**	**0**	**0**	**40,000**	**0**	**0**	**0**	**474,192**
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	**541,000**	**257,888**	**250,015**	**253,764**	**259,683**	**306,565**	**274,272**	**282,920**	**292,719**	**303,954**	**331,993**	**437,316**	**350,543**	**372,476**	**399,158**	**431,939**	**512,573**	**523,338**	**587,190**	**667,968**	**7,637,274**
COSTOS DE MANTENIMIENTO																					
Recapeo								600,000								600,000					**1,200,000**
Sello Asfáltico				125,000								125,000								125,000	**375,000**
Mantenimiento Rutinario	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000	**500,000**
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO	**25,000**	**25,000**	**25,000**	**150,000**	**25,000**	**25,000**	**25,000**	**625,000**	**25,000**	**25,000**	**25,000**	**150,000**	**25,000**	**25,000**	**25,000**	**625,000**	**25,000**	**25,000**	**25,000**	**150,000**	**2,075,000**

ANEXO # 10

COSTOS OPERATIVOS Y MANTENIMIENTO CASO B

COSTOS OPERATIVOS	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
PERSONAL																					
OFICINA CENTRAL (SEDE SOCIAL)	120,000	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	124,800	**2,491,200**
CENTRO DE CONTROL	50,000	52,000	54,080	56,243	58,493	60,833	63,266	65,797	68,428	71,166	74,012	76,973	80,052	83,254	86,584	90,047	93,649	97,395	101,291	105,342	**1,488,904**
PEAJE - OPERACIÓN	35,000	36,400	37,856	39,370	40,945	42,583	44,286	46,058	47,900	49,816	51,809	53,881	56,036	58,278	60,609	63,033	65,554	68,177	70,904	73,740	**1,042,233**
CONSERVACION RUTINARIA	10,000	10,400	10,816	11,249	11,699	12,167	12,653	13,159	13,686	14,233	14,802	15,395	16,010	16,651	17,317	18,009	18,730	19,479	20,258	21,068	**297,781**
SERVICIOS AUXILIARES	15,000	15,600	16,224	16,873	17,548	18,250	18,980	19,739	20,529	21,350	22,204	23,092	24,015	24,976	25,975	27,014	28,095	29,219	30,387	31,603	**446,671**
TOTAL PERSONAL	**230,000**	**239,200**	**243,776**	**248,535**	**253,484**	**258,632**	**263,985**	**269,552**	**275,343**	**281,364**	**287,627**	**294,140**	**300,914**	**307,958**	**315,284**	**322,904**	**330,828**	**339,069**	**347,640**	**356,553**	**5,766,789**
BIENES (GASTOS)																					
OFICINA CENTRAL (SEDSE SOCIAL)	10,000	2,080	433	90	19	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**12,626**
VARIOS	20,000	6,000	3,600	4,680	6,084	7,909	10,282	13,367	17,377	22,589	29,366	38,176	49,629	64,518	83,873	109,035	141,746	184,269	239,550	311,415	**1,363,465**
CENTRO DE CONTROL	3,000	624	130	27	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3,788**
PEAJE - OPERACIÓN	7,000	1,456	303	63	13	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**8,838**
CONSERVACION RUTINARIA	2,000	416	87	18	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2,525**
SERVICIOS AUXILIARES	4,000	832	173	36	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**5,051**
TOTAL BIENES (GASTOS)	**46,000**	**11,408**	**4,725**	**4,914**	**6,133**	**7,919**	**10,284**	**13,367**	**17,377**	**22,589**	**29,366**	**38,176**	**49,629**	**64,518**	**83,873**	**109,035**	**141,746**	**184,269**	**239,550**	**311,415**	**1,396,293**
BIENES																					
OFICINA CENTRAL (SEDSE SOCIAL)	30,000					40,000					15,000	80,000					40,000				**205,000**
CENTRO DE CONTROL	10,000											25,000									**35,000**
EXPROPIACIONES	40,000																				**40,000**
CONSERVACION RUTINARIA	35,000	7,280	1,514	315	66	14	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**44,192**
SERVICIOS AUXILIARES	150,000																				**150,000**
TOTAL BIENES	**265,000**	**7,280**	**1,514**	**315**	**66**	**40,014**	**3**	**1**	**0**	**0**	**15,000**	**105,000**	**0**	**0**	**0**	**0**	**40,000**	**0**	**0**	**0**	**474,192**
TOTAL GASTOS OPERATIVOS	**541,000**	**257,888**	**250,015**	**253,764**	**259,683**	**306,565**	**274,272**	**282,920**	**292,719**	**303,954**	**331,993**	**437,316**	**350,543**	**372,476**	**399,158**	**431,939**	**512,573**	**523,338**	**587,190**	**667,968**	**7,637,274**
COSTOS DE MANTENIMIENTO																					
Recapeo								1,200,000								1,200,000					**2,400,000**
Sello Asfáltico				250,000								250,000								250,000	**750,000**
Mantenimiento Rutinario	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	**1,000,000**
TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO	**50,000**	**50,000**	**50,000**	**300,000**	**50,000**	**50,000**	**50,000**	**1,250,000**	**50,000**	**50,000**	**50,000**	**300,000**	**50,000**	**50,000**	**50,000**	**1,250,000**	**50,000**	**50,000**	**50,000**	**300,000**	**4,150,000**

ANEXO # 11

Flujo de Caja - Caso A

Nombre del Proyecto: **Proyecto de Tesis - INGENIERIA CIVIL - APLICACIÓN DE PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

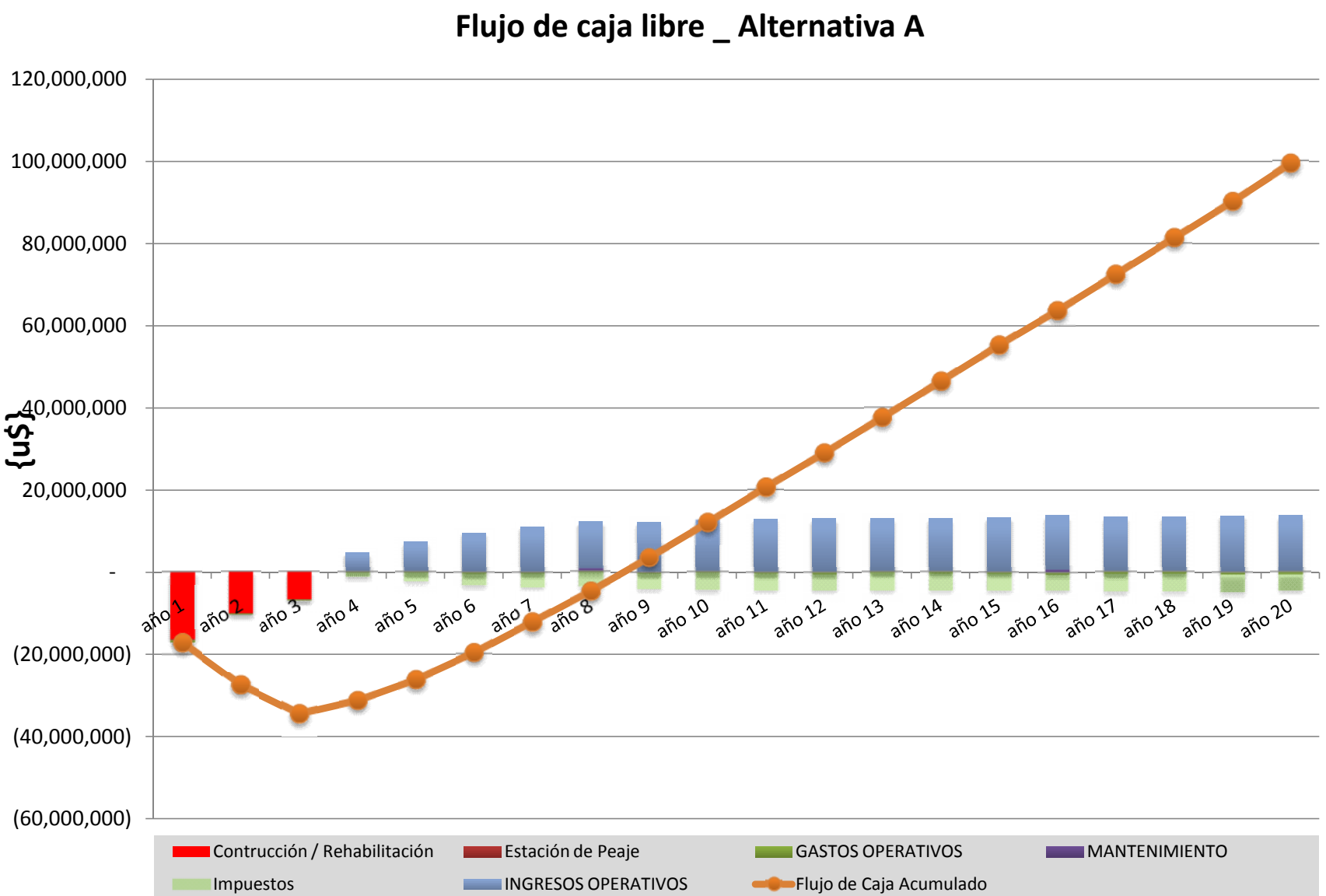
Período de análisis **20** años

AÑO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	TOTAL
INGRESOS OPERATIVOS	-	-	-	4,599,000	7,358,400	9,565,920	11,000,808	11,825,869	12,269,339	12,606,745	12,827,364	12,923,569	13,020,496	13,118,149	13,216,535	13,315,659	13,415,527	13,516,143	13,617,514	13,719,646	**201,916,683**
INVERSIONES	16,725,000	10,035,000	6,690,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**33,450,000**
Contrucción / Rehabilitación	16,475,000	9,885,000	6,590,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,950,000
Estación de Peaje	250,000	150,000	100,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,000
DEPRECIACION	836,250	1,338,000	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	2,843,250	**33,450,000**
GASTOS OPERATIVOS & MANTENIMIENTO	566,000	282,888	275,015	403,764	284,683	331,565	299,272	907,920	317,719	328,954	356,993	587,316	375,543	397,476	424,158	1,056,939	537,573	548,338	612,190	817,968	**9,712,274**
GASTOS OPERATIVOS	541,000	257,888	250,015	253,764	259,683	306,565	274,272	282,920	292,719	303,954	331,993	437,316	350,543	372,476	399,158	431,939	512,573	523,338	587,190	667,968	7,637,274
MANTENIMIENTO	25,000	25,000	25,000	150,000	25,000	25,000	25,000	625,000	25,000	25,000	25,000	150,000	25,000	25,000	25,000	625,000	25,000	25,000	25,000	150,000	2,075,000
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	(1,402,250)	(1,620,888)	(1,947,515)	2,522,736	5,401,217	7,561,855	9,029,036	9,245,449	10,279,119	10,605,292	10,797,870	10,663,753	10,972,453	11,048,173	11,119,878	10,586,221	11,205,453	11,295,305	11,332,825	10,058,427	**158,754,409**
Impuestos	-	-	-	914,492	1,957,941	2,741,173	3,273,026	3,351,475	3,726,181	3,844,418	3,914,228	3,865,610	3,977,514	4,004,963	4,030,956	3,837,505	4,061,977	4,094,548	4,108,149	3,646,180	**59,350,335**
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	(1,402,250)	(1,620,888)	(1,947,515)	1,608,244	3,443,276	4,820,683	5,756,010	5,893,973	6,552,939	6,760,873	6,883,642	6,798,142	6,994,939	7,043,211	7,088,922	6,748,716	7,143,477	7,200,757	7,224,676	6,412,247	**99,404,074**
Flujo de Caja Neto	(17,291,000)	(10,317,888)	(6,965,015)	3,280,744	5,115,776	6,493,183	7,428,510	7,566,473	8,225,439	8,433,373	8,556,142	8,470,642	8,667,439	8,715,711	8,761,422	8,421,216	8,815,977	8,873,257	8,897,176	9,255,497	**99,404,074**
Flujo de Caja Acumulado	(17,291,000)	(27,608,888)	(34,573,903)	(31,293,159)	(26,177,383)	(19,684,200)	(12,255,690)	(4,689,216)	3,536,222	11,969,596	20,525,738	28,996,380	37,663,819	46,379,530	55,140,952	63,562,167	72,378,144	81,251,401	90,148,577	**99,404,074**	

VAN @	12%	**$8,469,755**
TIR		**15%**
BENEFICIO / COSTO @ 0%		**2.97**
PERIODO DE RETORNO		**año 9**

Sensibilidades

Tasa de descuento	VAN		Disc. Capital	B/C
0.00%	99,404,074	0.0%	33,450,000	2.97
2.00%	72,500,170	0.0%	32,993,454	2.20
4.00%	52,244,412	0.0%	32,559,320	1.60
6.00%	36,820,961	0.0%	32,146,057	1.15
8.00%	24,949,700	0.0%	31,752,263	0.79
12.00%	8,469,755	0.0%	31,018,048	0.27
13.00%	5,434,150	0.0%	30,844,782	0.18
15.00%	304,323	0.0%	30,509,688	0.01
20.00%	(8,565,756)	15.2%	29,733,333	(0.29)
25.00%	(13,909,669)	0.0%	29,034,600	(0.48)
30.00%	(17,249,799)	0.0%	28,402,811	(0.61)
35.00%	(19,396,656)	0.0%	27,829,115	(0.70)
40.00%	(20,803,448)	0.0%	27,306,122	(0.76)
50.00%	(22,352,407)	0.0%	26,388,333	(0.85)
60.00%	(23,014,229)	0.0%	25,610,156	(0.90)
100.00%	(23,017,954)	0.0%	23,415,000	(0.98)
200.00%	(21,277,250)	0.0%	20,813,333	(1.02)
IRR =>>>		***15.2%***		


Flujo de caja libre _ Alternativa A
120,000,000
100,000,000
80,000,000
60,000,000
40,000,000
20,000,000
-
(20,000,000)
(40,000,000)
(60,000,000)
{u$}
año 1
año 2
año 3
año 4
año 5
año 6
año 7
año 8
año 9
año 10
año 11
año 12
año 13
año 14
año 15
año 16
año 17
año 18
año 19
año 20
Contrucción / Rehabilitación
Estación de Peaje
GASTOS OPERATIVOS
MANTENIMIENTO
Impuestos
INGRESOS OPERATIVOS
Flujo de Caja Acumulado

ANEXO # 12

Flujo de Caja - Caso B

Nombre del Proyecto: **Proyecto de Tesis - INGENIERIA CIVIL - APLICACIÓN DE PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

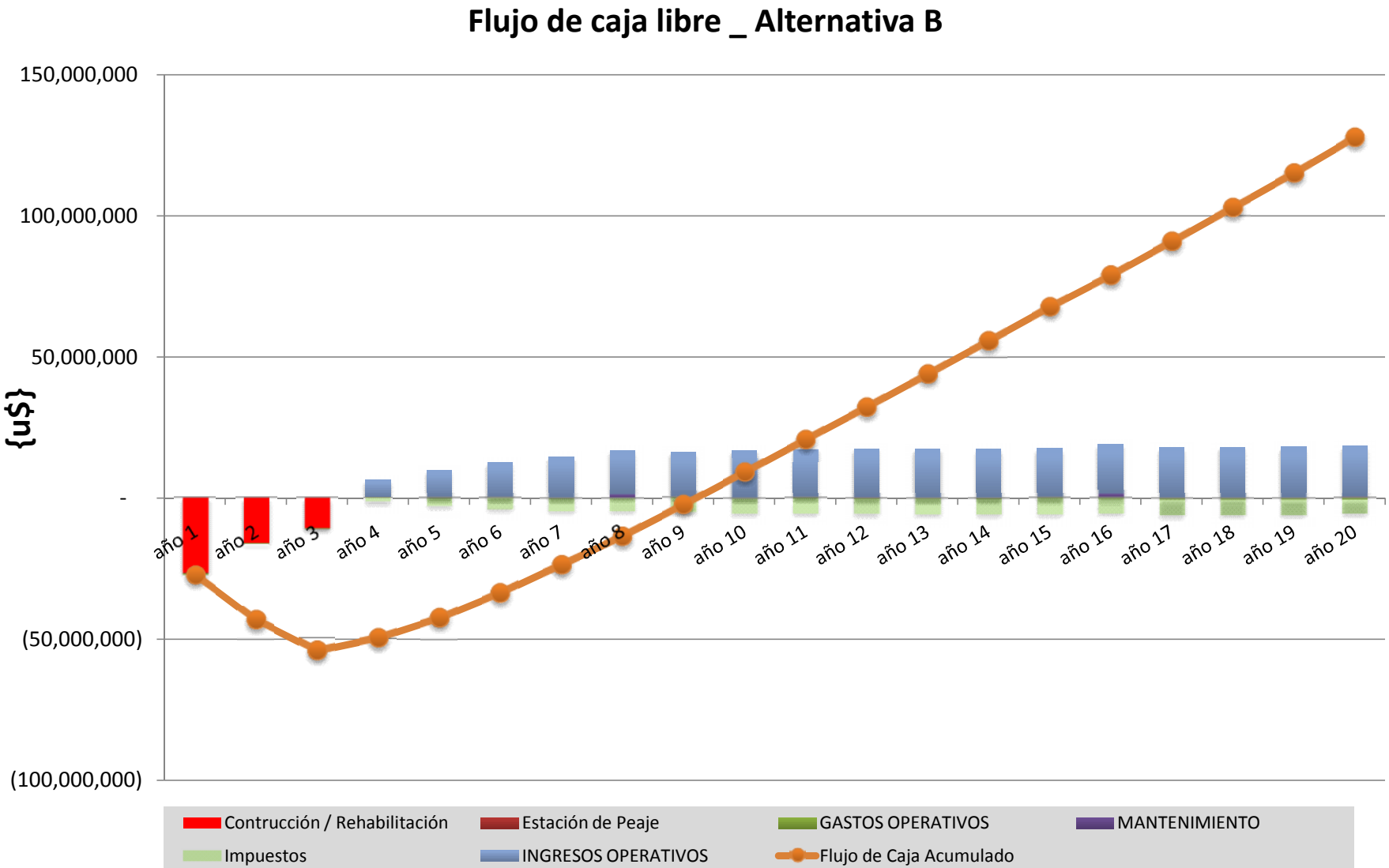
Período de análisis **20** años

AÑO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
INGRESOS OPERATIVOS	-	-	-	6,132,000	9,811,200	12,754,560	14,667,744	15,767,825	16,359,118	16,808,994	17,103,151	17,231,425	17,360,661	17,490,866	17,622,047	17,754,213	17,887,369	18,021,524	18,156,686	18,292,861	**269,222,244**
INVERSIONES	26,525,000	15,915,000	10,610,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**53,050,000**
Contrucción / Rehabilitación	26,275,000	15,765,000	10,510,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,550,000
Estación de Peaje	250,000	150,000	100,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,000
DEPRECIACION	1,326,250	2,122,000	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	4,509,250	**53,050,000**
GASTOS OPERATIVOS & MANTENIMIENTO	591,000	307,888	300,015	553,764	309,683	356,565	324,272	1,532,920	342,719	353,954	381,993	737,316	400,543	422,476	449,158	1,681,939	562,573	573,338	637,190	967,968	**11,787,274**
GASTOS OPERATIVOS	541,000	257,888	250,015	253,764	259,683	306,565	274,272	282,920	292,719	303,954	331,993	437,316	350,543	372,476	399,158	431,939	512,573	523,338	587,190	667,968	7,637,274
MANTENIMIENTO	50,000	50,000	50,000	300,000	50,000	50,000	50,000	1,250,000	50,000	50,000	50,000	300,000	50,000	50,000	50,000	1,250,000	50,000	50,000	50,000	300,000	4,150,000
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	(1,917,250)	(2,429,888)	(2,952,515)	2,925,736	6,849,017	9,745,495	11,690,972	11,582,405	13,363,899	13,802,540	14,068,658	13,841,609	14,307,618	14,415,890	14,520,390	13,419,774	14,672,296	14,795,686	14,866,996	12,815,643	**204,384,970**
Impuestos	-	-	-	1,060,579	2,482,769	3,532,742	4,237,977	4,198,622	4,844,413	5,003,421	5,099,889	5,017,583	5,186,512	5,225,760	5,263,641	4,864,668	5,318,707	5,363,436	5,389,286	4,645,670	**76,735,676**
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	(1,917,250)	(2,429,888)	(2,952,515)	1,865,157	4,366,249	6,212,753	7,452,995	7,383,783	8,519,486	8,799,119	8,968,770	8,824,026	9,121,107	9,190,130	9,256,748	8,555,106	9,353,588	9,432,250	9,477,710	8,169,972	**127,649,294**
Flujo de Caja Neto	(27,116,000)	(16,222,888)	(10,910,015)	4,517,657	7,018,749	8,865,253	10,105,495	10,036,283	11,171,986	11,451,619	11,621,270	11,476,526	11,773,607	11,842,630	11,909,248	11,207,606	12,006,088	12,084,750	12,130,210	12,679,222	**127,649,294**
Flujo de Caja Acumulado	(27,116,000)	(43,338,888)	(54,248,903)	(49,731,246)	(42,712,498)	(33,847,245)	(23,741,750)	(13,705,467)	(2,533,481)	8,918,138	20,539,408	32,015,933	43,789,540	55,632,170	67,541,418	78,749,024	90,755,112	102,839,862	114,970,072	**127,649,294**	

VAN @	12%	**$4,739,310**
TIR		**13%**
BENEFICIO / COSTO @ 0%		**2.41**
PERIODO DE RETORNO		**año 10**

Sensibilidades

Tasa de descuento	VAN		Disc. Capital	B/C
0.00%	127,649,294	0.0%	53,050,000	2.41
2.00%	91,219,333	0.0%	52,325,942	1.74
4.00%	63,815,368	0.0%	51,637,426	1.24
6.00%	42,969,839	0.0%	50,982,013	0.84
8.00%	26,943,599	0.0%	50,357,476	0.54
12.00%	4,739,310	0.0%	49,193,048	0.10
13.00%	657,914	0.0%	48,918,257	0.01
15.00%	(6,229,765)	13.2%	48,386,815	(0.13)
20.00%	(18,096,198)	0.0%	47,155,556	(0.38)
25.00%	(25,195,420)	0.0%	46,047,400	(0.55)
30.00%	(29,590,981)	0.0%	45,045,414	(0.66)
35.00%	(32,380,536)	0.0%	44,135,562	(0.73)
40.00%	(34,177,211)	0.0%	43,306,122	(0.79)
50.00%	(36,082,691)	0.0%	41,850,556	(0.86)
60.00%	(36,814,524)	0.0%	40,616,406	(0.91)
100.00%	(36,349,528)	0.0%	37,135,000	(0.98)
200.00%	(33,424,368)	0.0%	33,008,889	(1.01)
IRR ==>>		***13.2%***		


Flujo de caja libre _ Alternativa B
150,000,000
100,000,000
50,000,000
-
(50,000,000)
(100,000,000)
{u$}
año 1
año 2
año 3
año 4
año 5
año 6
año 7
año 8
año 9
año 10
año 11
año 12
año 13
año 14
año 15
año 16
año 17
año 18
año 19
año 20
Contrucción / Rehabilitación
Estación de Peaje
GASTOS OPERATIVOS
MANTENIMIENTO
Impuestos
INGRESOS OPERATIVOS
Flujo de Caja Acumulado

ANEXO # 13

Flujo de Caja - Caso A, Tráfico MENOR

Nombre del Proyecto: **Proyecto de Tesis - INGENIERIA CIVIL - APLICACIÓN DE PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

Período de análisis **20** años

AÑO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	**TOTAL**
INGRESOS OPERATIVOS	-	-	-	3,219,300	5,150,880	6,696,144	7,700,566	8,278,108	8,588,537	8,824,722	8,979,154	9,046,498	9,114,347	9,182,704	9,251,575	9,320,962	9,390,869	9,461,300	9,532,260	9,603,752	**141,341,678**
INVERSIONES	16,725,000	10,035,000	6,690,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**33,450,000**
Contrucción / Rehabilitación	16,475,000	9,885,000	6,590,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,950,000
Estación de Peaje	250,000	150,000	100,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,000
DEPRECIACION	836,250	1,338,000	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	1,672,500	2,843,250	**33,450,000**
GASTOS OPERATIVOS & MANTENIMIENTO	566,000	282,888	275,015	403,764	284,683	331,565	299,272	907,920	317,719	328,954	356,993	587,316	375,543	397,476	424,158	1,056,939	537,573	548,338	612,190	817,968	**9,712,274**
GASTOS OPERATIVOS	541,000	257,888	250,015	253,764	259,683	306,565	274,272	282,920	292,719	303,954	331,993	437,316	350,543	372,476	399,158	431,939	512,573	523,338	587,190	667,968	7,637,274
MANTENIMIENTO	25,000	25,000	25,000	150,000	25,000	25,000	25,000	625,000	25,000	25,000	25,000	150,000	25,000	25,000	25,000	625,000	25,000	25,000	25,000	150,000	2,075,000
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	(1,402,250)	(1,620,888)	(1,947,515)	1,143,036	3,193,697	4,692,079	5,728,794	5,697,688	6,598,318	6,823,268	6,949,661	6,786,682	7,066,304	7,112,729	7,154,917	6,591,523	7,180,795	7,240,462	7,247,570	5,942,534	**98,179,404**
Impuestos	-	-	-	414,351	1,157,715	1,700,879	2,076,688	2,065,412	2,391,890	2,473,435	2,519,252	2,460,172	2,561,535	2,578,364	2,593,657	2,389,427	2,603,038	2,624,667	2,627,244	2,154,168	**37,391,896**
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	(1,402,250)	(1,620,888)	(1,947,515)	728,685	2,035,982	2,991,201	3,652,106	3,632,276	4,206,428	4,349,833	4,430,409	4,326,510	4,504,769	4,534,364	4,561,260	4,202,096	4,577,757	4,615,795	4,620,326	3,788,365	**60,787,508**
Flujo de Caja Neto	(17,291,000)	(10,317,888)	(6,965,015)	2,401,185	3,708,482	4,663,701	5,324,606	5,304,776	5,878,928	6,022,333	6,102,909	5,999,010	6,177,269	6,206,864	6,233,760	5,874,596	6,250,257	6,288,295	6,292,826	6,631,615	**60,787,508**
Flujo de Caja Acumulado	(17,291,000)	(27,608,888)	(34,573,903)	(32,172,718)	(28,464,236)	(23,800,535)	(18,475,929)	(13,171,153)	(7,292,225)	(1,269,892)	4,833,017	10,832,027	17,009,296	23,216,160	29,449,920	35,324,516	41,574,773	47,863,067	54,155,893	**60,787,508**	

VAN @	12%	**($3,130,232)**
TIR		**11%**
BENEFICIO / COSTO @ 0%		**1.82**
PERIODO DE RETORNO		**año 11**

Sensibilidades

Tasa de descuento	VAN		Disc. Capital	B/C
0.00%	60,787,508	0.0%	33,450,000	1.82
2.00%	41,806,154	0.0%	32,993,454	1.27
4.00%	27,539,290	0.0%	32,559,320	0.85
6.00%	16,698,136	0.0%	32,146,057	0.52
8.00%	8,374,220	0.0%	31,752,263	0.26
12.00%	(3,130,232)	10.9%	31,018,048	(0.10)
13.00%	(5,238,936)	0.0%	30,844,782	(0.17)
15.00%	(8,790,735)	0.0%	30,509,688	(0.29)
20.00%	(14,877,488)	0.0%	29,733,333	(0.50)
25.00%	(18,479,737)	0.0%	29,034,600	(0.64)
30.00%	(20,676,025)	0.0%	28,402,811	(0.73)
35.00%	(22,039,870)	0.0%	27,829,115	(0.79)
40.00%	(22,891,396)	0.0%	27,306,122	(0.84)
50.00%	(23,730,422)	0.0%	26,388,333	(0.90)
60.00%	(23,977,212)	0.0%	25,610,156	(0.94)
100.00%	(23,342,267)	0.0%	23,415,000	(1.00)
200.00%	(21,339,192)	0.0%	20,813,333	(1.03)
IRR =>>>		***10.9%***		

ANEXO # 14

Flujo de Caja - Caso B, Tráfico Menor

Nombre del Proyecto: **Proyecto de Tesis - INGENIERIA CIVIL - APLICACIÓN DE PARÁMETROS DE INFRAESTRUCTURA VIAL**

Período de análisis **20** años

AÑO	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10	año 11	año 12	año 13	año 14	año 15	año 16	año 17	año 18	año 19	año 20	TOTAL
INGRESOS OPERATIVOS	-	-	-	4,292,400	6,867,840	8,928,192	10,267,421	11,037,477	11,451,383	11,766,296	11,972,206	12,061,998	12,152,462	12,243,606	12,335,433	12,427,949	12,521,158	12,615,067	12,709,680	12,805,003	**188,455,571**
INVERSIONES	26,525,000	15,915,000	10,610,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**53,050,000**
Contrucción / Rehabilitación	26,275,000	15,765,000	10,510,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52,550,000
Estación de Peaje	250,000	150,000	100,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,000
DEPRECIACION	1,326,250	2,122,000	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	2,652,500	4,509,250	**53,050,000**
GASTOS OPERATIVOS & MANTENIMIENTO	591,000	307,888	300,015	553,764	309,683	356,565	324,272	1,532,920	342,719	353,954	381,993	737,316	400,543	422,476	449,158	1,681,939	562,573	573,338	637,190	967,968	**11,787,274**
GASTOS OPERATIVOS	541,000	257,888	250,015	253,764	259,683	306,565	274,272	282,920	292,719	303,954	331,993	437,316	350,543	372,476	399,158	431,939	512,573	523,338	587,190	667,968	7,637,274
MANTENIMIENTO	50,000	50,000	50,000	300,000	50,000	50,000	50,000	1,250,000	50,000	50,000	50,000	300,000	50,000	50,000	50,000	1,250,000	50,000	50,000	50,000	300,000	4,150,000
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	(1,917,250)	(2,429,888)	(2,952,515)	1,086,136	3,905,657	5,919,127	7,290,649	6,852,057	8,456,163	8,759,842	8,937,713	8,672,181	9,099,420	9,168,630	9,233,775	8,093,510	9,306,085	9,389,229	9,419,990	7,327,784	**123,618,297**
Impuestos	-	-	-	393,724	1,415,801	2,145,684	2,642,860	2,483,871	3,065,359	3,175,443	3,239,921	3,143,666	3,298,540	3,323,628	3,347,244	2,933,897	3,373,456	3,403,595	3,414,746	2,656,322	**47,457,757**
UTILIDAD DESPUES DE IMPUESTOS	(1,917,250)	(2,429,888)	(2,952,515)	692,412	2,489,857	3,773,444	4,647,789	4,368,187	5,390,804	5,584,399	5,697,792	5,528,516	5,800,880	5,845,002	5,886,532	5,159,613	5,932,629	5,985,633	6,005,244	4,671,462	**76,160,540**
Flujo de Caja Neto	(27,116,000)	(16,222,888)	(10,910,015)	3,344,912	5,142,357	6,425,944	7,300,289	7,020,687	8,043,304	8,236,899	8,350,292	8,181,016	8,453,380	8,497,502	8,539,032	7,812,113	8,585,129	8,638,133	8,657,744	9,180,712	**76,160,540**
Flujo de Caja Acumulado	(27,116,000)	(43,338,888)	(54,248,903)	(50,903,991)	(45,761,635)	(39,335,691)	(32,035,403)	(25,014,716)	(16,971,412)	(8,734,513)	(384,221)	7,796,795	16,250,175	24,747,677	33,286,709	41,098,821	49,683,950	58,322,084	66,979,827	**76,160,540**	

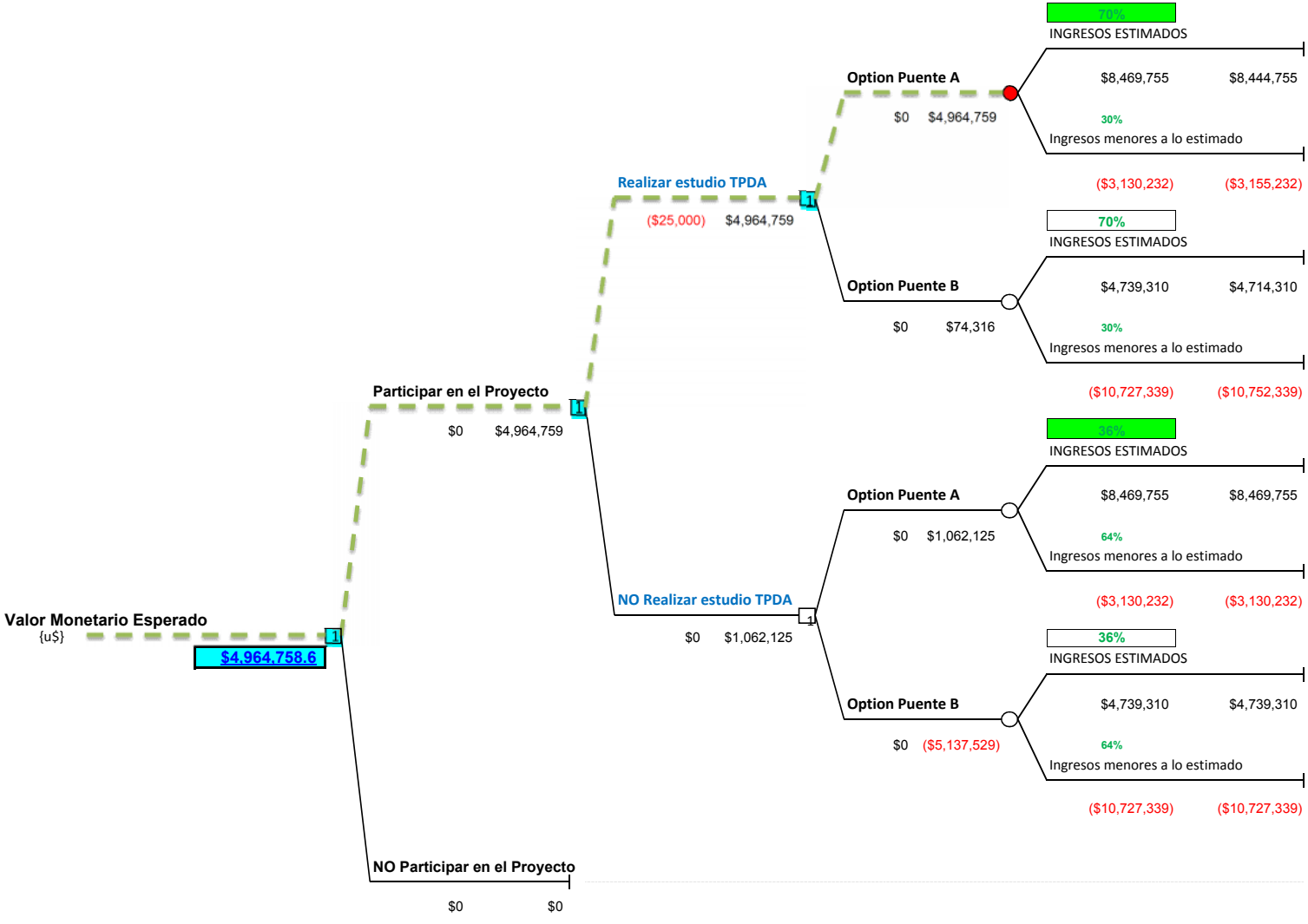
VAN @	12%	**($10,727,339)**
TIR		**9%**
BENEFICIO / COSTO @ 0%		**1.44**
PERIODO DE RETORNO		**año 12**

Sensibilidades

Tasa de descuento	VAN		Disc. Capital	B/C
0.00%	76,160,540	0.0%	53,050,000	1.44
2.00%	50,293,978	0.0%	52,325,942	0.96
4.00%	30,875,206	0.0%	51,637,426	0.60
6.00%	16,139,405	0.0%	50,982,013	0.32
8.00%	4,842,959	0.0%	50,357,476	0.10
12.00%	(10,727,339)	9.2%	49,193,048	(0.22)
13.00%	(13,572,867)	0.0%	48,918,257	(0.28)
15.00%	(18,356,510)	0.0%	48,386,815	(0.38)
20.00%	(26,511,841)	0.0%	47,155,556	(0.56)
25.00%	(31,288,844)	0.0%	46,047,400	(0.68)
30.00%	(34,159,283)	0.0%	45,045,414	(0.76)
35.00%	(35,904,823)	0.0%	44,135,562	(0.81)
40.00%	(36,961,142)	0.0%	43,306,122	(0.85)
50.00%	(37,920,044)	0.0%	41,850,556	(0.91)
60.00%	(38,098,501)	0.0%	40,616,406	(0.94)
100.00%	(36,781,945)	0.0%	37,135,000	(0.99)
200.00%	(33,506,957)	0.0%	33,008,889	(1.02)
IRR =>>		***9.2%***		

ANEXO # 15

Arbol de Decisión para determinar la mejor opción



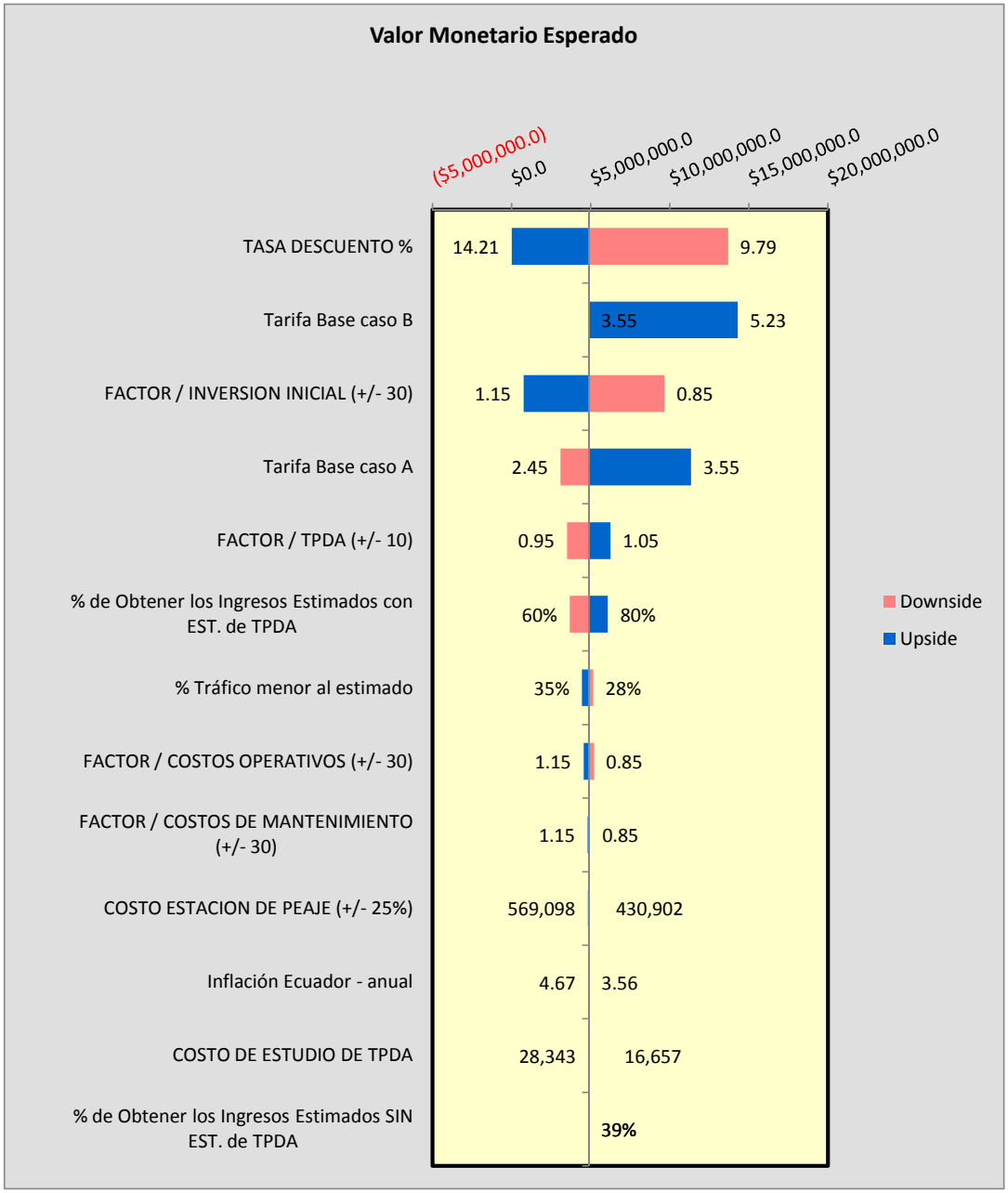
RESULTADOS			
VAN @ 12%	TIR	Retorno	B/C @ 0%
{u$}	%	año	adim
$8,444,755	15%	año 9	2.97
($3,155,232)	11%	año 11	1.82
$4,714,310	13%	año 10	2.41
($10,752,339)	9%	año 12	1.44
$8,469,755	15%	año 9	2.97
($3,130,232)	11%	año 11	1.82
$4,739,310	13%	año 10	2.41
($10,727,339)	9%	año 12	1.44
$0			

ANEXO # 16

Resumen del Modelo

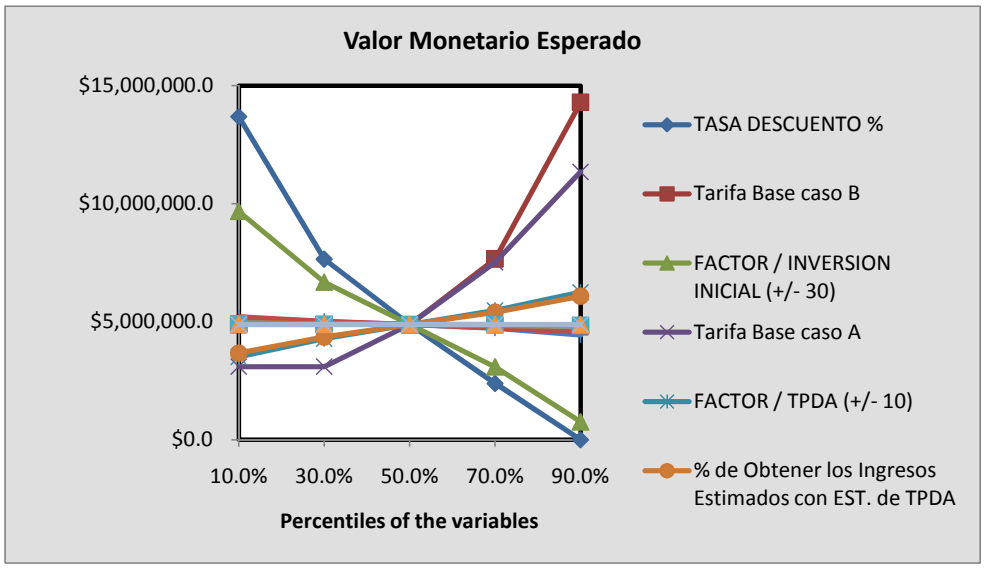
Statistics	OPCION A vs B	OPCION DE HACER O NO EL ESTUDIO DE TPDA	OPCION DE PARTICIPAR EN EL PROYECTO	Valor Monetario Esperado	VAN @ 12% CASO A	VAN @ 12% CASO B
Trials	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Mean	1.44	1.06	1.19	$9,119,369.4	$8,840,093	$9,211,935
Median	1.00	1.00	1.00	$7,609,987.3	$8,315,711	$8,512,784
Mode	1.00	1.00	1.00	$0.0	---	---
Standard Deviation	0.50	0.24	0.40	$8,305,276.8	$8,406,722	$12,503,414
Variance	0.25	0.06	0.16	$68,977,622,247,784.2	$70,672,976,193,194	$156,335,370,172,403
Skewness	0.2577	3.63	1.55	0.8977	0.3423	0.3734
Kurtosis	1.06	14.17	3.39	3.47	2.86	2.88
Coeff. of Variability	0.3455	0.2272	0.3313	0.9107	0.9510	1.36
Minimum	1.00	1.00	1.00	$0.0	($12,036,058)	($16,946,654)
Maximum	2.00	2.00	2.00	$44,061,793.5	$36,493,727	$56,412,087
Range Width	1.00	1.00	1.00	$44,061,793.5	$48,529,785	$73,358,741
Mean Std. Error	0.02	0.01	0.01	$262,635.9	$265,844	$395,393

ANEXO # 17



	Valor Monetario Esperado		
Variable	*Downside*	*Upside*	*Range*
TASA DESCUENTO %	$13,681,810.2	$0.0	$13,681,810.2
Tarifa Base caso B	$4,877,817.2	$14,296,901.9	$9,419,084.7
FACTOR / INVERSION INICIAL (+/- 30)	$9,668,360.3	$755,661.4	$8,912,698.9
Tarifa Base caso A	$3,094,178.7	$11,345,712.4	$8,251,533.7
FACTOR / TPDA (+/- 10)	$3,506,277.3	$6,249,357.0	$2,743,079.7
% de Obtener los Ingresos Estimados con EST. de TPDA	$3,673,486.6	$6,082,147.7	$2,408,661.1
% Tráfico menor al estimado	$5,156,343.4	$4,440,763.4	$715,580.0
FACTOR / COSTOS OPERATIVOS (+/- 30)	$5,203,614.6	$4,552,019.7	$651,594.9
FACTOR / COSTOS DE MANTENIMIENTO (+/- 30)	$4,952,229.1	$4,803,405.3	$148,823.8
COSTO ESTACION DE PEAJE (+/- 25%)	$4,934,681.6	$4,820,952.7	$113,728.9
Inflación Ecuador - anual	$4,908,114.6	$4,841,103.0	$67,011.5
COSTO DE ESTUDIO DE TPDA	$4,883,660.6	$4,871,973.7	$11,686.9
% de Obtener los Ingresos Estimados SIN EST. de TPDA	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$0.0

ANEXO # 18



	Valor Monetario Esperado				
Variable	*10.0%*	*30.0%*	*50.0%*	*70.0%*	*90.0%*
TASA DESCUENTO %	$13,681,810.2	$7,648,126.8	$4,877,817.2	$2,384,215.5	$0.0
Tarifa Base caso B	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$7,662,183.8	$14,296,901.9
FACTOR / INVERSION INICIAL (+/- 30)	$9,668,360.3	$6,670,442.5	$4,877,817.2	$3,085,191.8	$755,661.4
Tarifa Base caso A	$3,094,178.7	$3,094,178.7	$4,877,817.2	$7,515,156.1	$11,345,712.4
FACTOR / TPDA (+/- 10)	$3,506,277.3	$4,281,367.8	$4,877,817.2	$5,474,266.5	$6,249,357.0
% de Obtener los Ingresos Estimados con EST. de TPDA	$3,673,486.6	$4,354,083.1	$4,877,817.2	$5,401,551.3	$6,082,147.7
% Tráfico menor al estimado	$5,156,343.4	$5,005,913.4	$4,877,817.2	$4,723,672.5	$4,440,763.4
FACTOR / COSTOS OPERATIVOS (+/- 30)	$5,203,614.6	$5,019,498.6	$4,877,817.2	$4,736,135.8	$4,552,019.7
FACTOR / COSTOS DE MANTENIMIENTO (+/- 30)	$4,952,229.1	$4,910,177.1	$4,877,817.2	$4,845,457.2	$4,803,405.3
COSTO ESTACION DE PEAJE (+/- 25%)	$4,934,681.6	$4,901,004.1	$4,877,817.2	$4,854,630.2	$4,820,952.7
Inflación Ecuador - anual	$4,908,114.6	$4,891,735.8	$4,877,817.2	$4,862,727.2	$4,841,103.0
COSTO DE ESTUDIO DE TPDA	$4,883,660.6	$4,880,208.3	$4,877,817.2	$4,875,426.1	$4,871,973.7
% de Obtener los Ingresos Estimados SIN EST. de TPDA	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$4,877,817.2	$4,877,817.2