



Proyecto del Tercer Juego de Esclusas

Traducción

Nombre del estudio en inglés: Development and implementation of a risk model and contingency estimation for the Panama Canal Expansion Program

Nombre del estudio en español: Desarrollo e implementación de un modelo de riesgos y cálculo de contingencias para el Programa de Ampliación del Canal de Panamá

Fecha del informe final: Marzo de 2006

Fecha de la traducción: 12 de mayo de 2006

Nombre del consultor: ACP / Expert Technical Committee

INFORME FINAL



Índice

- I. Introducción**
 - I.1. Administración de Riesgos
 - I.2. Modelo de Riesgos y Estimación de Contingencias

 - II. Desarrollo del Modelo de Riesgos**
 - II.1. Identificación de Riesgos y Selección de Riesgos Críticos
 - II.2. Modelo Inicial
 - II.3. Metodología para un Modelo de Riesgos Integrado
 - 1. Homologación de Conceptos
 - 2. Ajustes al Estimado de Costos
 - 3. Definición de la Estructura del Modelo
 - a. Mercado
 - b. Atrasos
 - c. Sobrecostos
 - d. Supuestos Generales
 - 4. Validación del Modelo
-
- III. Resultados**
-
- IV. Próximos Pasos**
 - a. Uso del Modelo como Herramienta Administrativa
-
- V. Apéndices**
 - 1 – Hitos del Análisis de Riesgos
 - 2 – Resultados del Taller de Riesgos del Programa de Ampliación
 - 3 – Definición de los Riesgos Críticos
 - 4 – Provisiones para las Esclusas
 - 5 – Parámetros y Supuestos del Modelo



I. Introducción

I.1. Administración de Riesgos

El riesgo es una medida de exposición a un evento futuro que involucra la probabilidad de un resultado desfavorable con relación a los costos, el cronograma y las especificaciones técnicas definidas. En proyectos de inversión, riesgo es la exposición a eventos que puedan afectar el desempeño económico-financiero de un proyecto. Los riesgos son producto de dos factores:

- *La probabilidad de que un evento ocurra, y*
- *La severidad del impacto esperado*

El valor esperado de un riesgo es producto de estos dos factores:

$$\text{Valor esperado del riesgo} = \text{Probabilidad del riesgo} \times \text{Impacto esperado}$$

A mayor información sobre los riesgos de un proyecto, mayor la habilidad de prevenir, reducir, eliminar o transferir riesgos. La empresa involucrada en el proyecto debe iniciar un proceso de administración de riesgos para poder aprender más acerca de ellos. La administración de riesgos incluye estudiar áreas de riesgo, desarrollar opciones para administrar los riesgos, monitorear los riesgos para determinar cambios y documentar los resultados del programa de administración de riesgos. Asimismo, permite manejar las amenazas clave de una manera estructurada y asegurar el valor del proyecto.

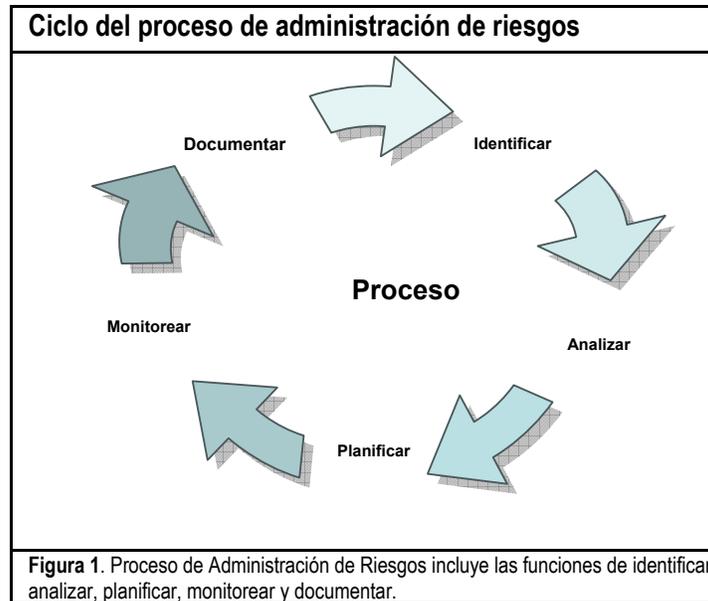
El proyecto de administración de riesgos puede describirse en las siguientes fases (Ver Figura 1):

- **Identificación de Riesgos** es el proceso de identificar y analizar áreas del proyecto y riesgos críticos para incrementar la probabilidad de alcanzar los objetivos de costo, tiempo y desempeño del proyecto.
- **Análisis de Riesgos** es el proceso de examinar cada área de riesgo identificada para refinar la descripción de cada riesgo, señalar las causas y determinar sus efectos. Incluye la priorización de riesgos basada en probabilidades, severidad de impactos y relación entre riesgos.
- **Planificación de Riesgos** es el proceso de desarrollar y documentar la estrategia y metodología de administración de riesgos de manera organizada, comprensiva e interactiva para dar seguimiento a áreas de riesgo, desarrollar planes de mitigación, determinar cambios en el estatus de los riesgos y asignar recursos adecuados. Incluye datos específicos como acciones a tomar, fechas objetivo, asignación de responsabilidades, y costos y duraciones asociadas a los riesgos.
- **Monitoreo de Riesgos** es el proceso que sistemáticamente sigue y evalúa el desempeño de las acciones tomadas para administrar riesgos de acuerdo a medidores establecidos a lo largo del proyecto, y desarrolla nuevas opciones de manejo de riesgos, según sea adecuado.



- **Documentación de Riesgos** es el proceso de documentar y reportar avances, análisis, planes, monitoreo y resultados.

Para una exitosa administración de riesgos se requiere reconocerlos anticipadamente, planificación y la ejecución agresiva de los planes de acción y mitigación. Para prever los riesgos e incorporar las acciones de mitigación en la planificación y en las proyecciones presupuestarias, es necesario llevar a cabo los análisis con tiempo.



I.2. Principios del modelo de Riesgos y Estimación de Contingencias

Los estimados de costos de un proyecto de infraestructura, en cualquiera de sus etapas de desarrollo, se componen de tres elementos, los cuales se diferencian según la cantidad de información: costos conocidos y cuantificables (“*Known/knowns*”), costos conocidos pero no cuantificables (“*Known/unknowns*”) y costos aún no reconocidos (“*Unknown/unknowns*”). (Ver figura 2).

Los estimados de proyectos conllevan grandes incertidumbres en las primeras etapas de diseño. Los métodos y las herramientas de estimación de costos deben emplearse en términos de definición (el detalle) del diseño disponible durante las distintas fases del desarrollo del proyecto. En general, el riesgo del proyecto no está incluido en los detalles de un presupuesto, sino que debe ser analizado y cuantificado como contingencia del proyecto. Para determinar la contribución de los costos asociados con los tres elementos al estimado de costos se requieren diferentes métodos de definición y cuantificación. Según avanza el proyecto, una porción cada vez mayor de los costos es cuantificable, mientras que la contingencia va disminuyendo.



Composición de los elementos del estimado de costos a medida que avanza el proyecto

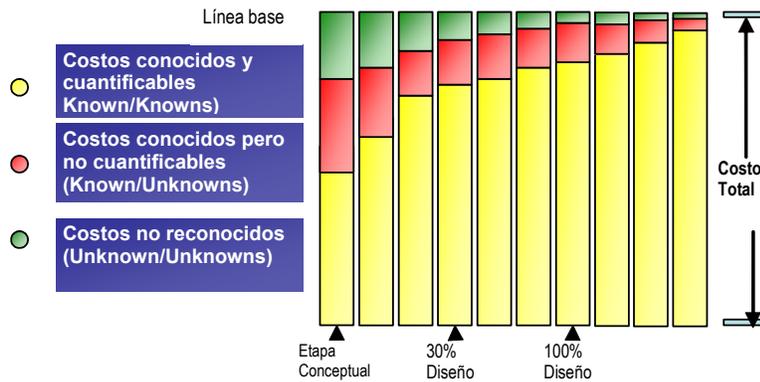
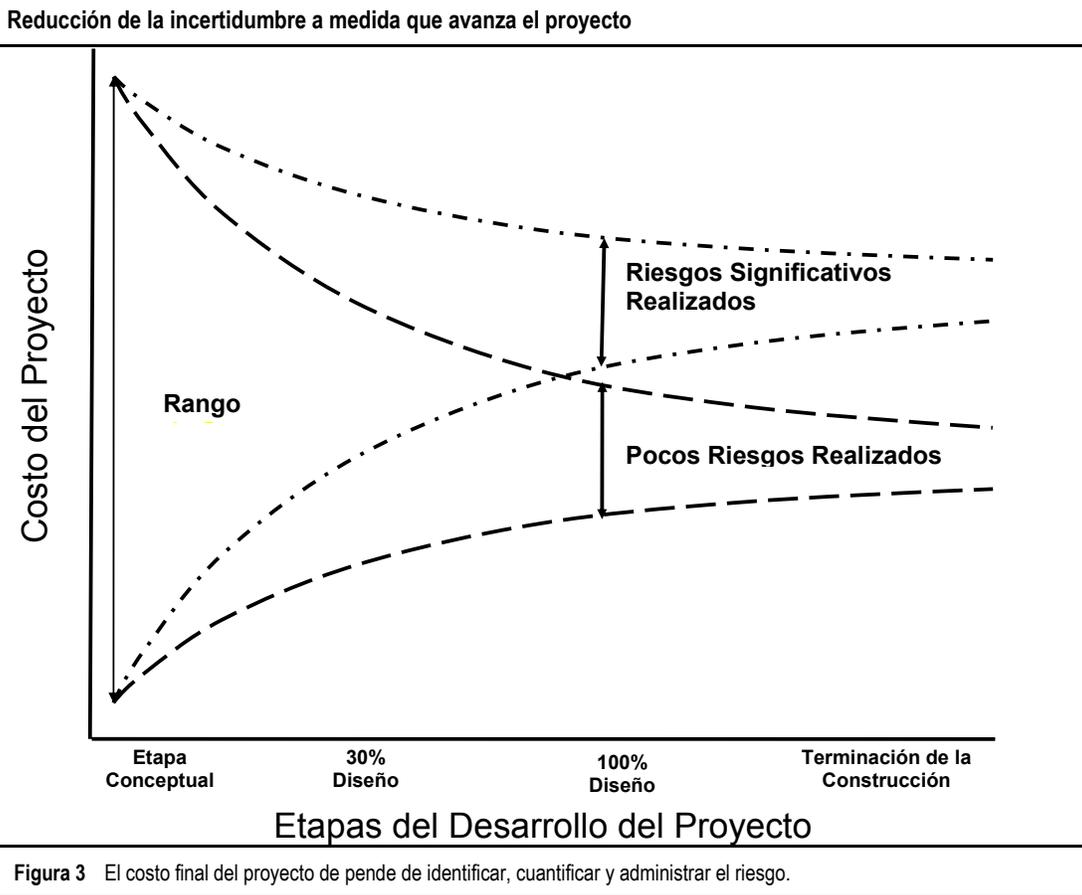


Figura 2 Los estimados de costo de un proyecto, en cualquiera de sus etapas de desarrollo, están compuestos por tres elementos: costos conocidos y cuantificables ("Known/knowns"), costos conocidos pero no cuantificables ("Known/unknowns") y costos aún no reconocidos ("Unknown/unknowns").

El costo final del proyecto

depende de la identificación, cuantificación y administración de las incertidumbres de los costos y el tiempo del proyecto (Ver Figura 3). Cuando en un estimado se ha incluido la incertidumbre en alguna de las etapas iniciales del proceso de diseño, el rango del costo o la incertidumbre del cronograma debe ir decreciendo a medida que el proyecto pasa de ser un concepto a un diseño final. La exactitud del estimado mejora a medida que se desarrolla el diseño, se definen mejor las variables de costos y se descubren las incertidumbres.



El costo total estimado se mantendrá dentro de lo esperado si durante las primeras etapas del diseño del proyecto se materializan las incertidumbres que han sido incluidas en el estimado en carácter de contingencia. Sin embargo, es frecuente que a medida que se aplican medidas de administración de riesgos y otros procesos de control a las incertidumbres (riesgos) identificadas, se haga posible mitigar los riesgos (costos de contingencia) y entregar el proyecto a menor costo.

II. Desarrollo del Modelo de Riesgos

A lo largo del proceso de identificación de riesgos y desarrollo del modelo de riesgos, la ACP incorporó la participación de un gran número de expertos cuya contribución ha resultado ser un recurso valioso para el propósito de nuestro modelo. Al identificar los riesgos, los participantes de la ACP y los asesores internacionales indicaron cuáles consideraban como los riesgos potenciales del proyecto del tercer juego de esclusas.

Al desarrollar el modelo de riesgos, la asesoría de expertos de renombre mundial enriqueció esta herramienta administrativa de forma tal que los



propios expertos reconocen el valor del modelo resultante (Ver Apéndice 3). A continuación se detallan los pasos que llevaron a este resultado.

II.1. Identificación de riesgos y selección de riesgos críticos

La Autoridad del Canal de Panamá, como parte de la evaluación del proyecto del tercer juego de esclusas, realizó varios esfuerzos para identificar los riesgos críticos que podrían constituir una amenaza para el Programa de Ampliación del Canal. Estos esfuerzos incluyen:

- La evaluación del riesgo de la ampliación del Canal
- El Taller de Administración de Valor
- El Taller de Riesgos del Programa de Ampliación



Evaluación de los riesgos de la Ampliación del Canal

Aon Risk Services realizó el estudio “Informe de Evaluación de los Riesgos de la Ampliación del Canal”. Dentro de sus objetivos estaba la identificación y clasificación de riesgos dependiendo de cuán crítico llega a ser cada riesgo para los resultados generales del proyecto.

Los riesgos del programa fueron identificados y clasificados bajo cuatro categorías generales: riesgos de mercado, riesgos de la ejecución del proyecto, riesgos administrativos y operacionales, y riesgos ambientales, políticos y sociales (Ver Figura 4).

Los riesgos contenidos en estas categorías fueron evaluados en términos de probabilidad de ocurrencia, impacto financiero y tiempo de advertencia, con base en las siguientes clasificaciones (Ver Tabla 1):



Evaluación de riesgos en términos de probabilidad de ocurrencia, tiempo de advertencia e impacto financiero

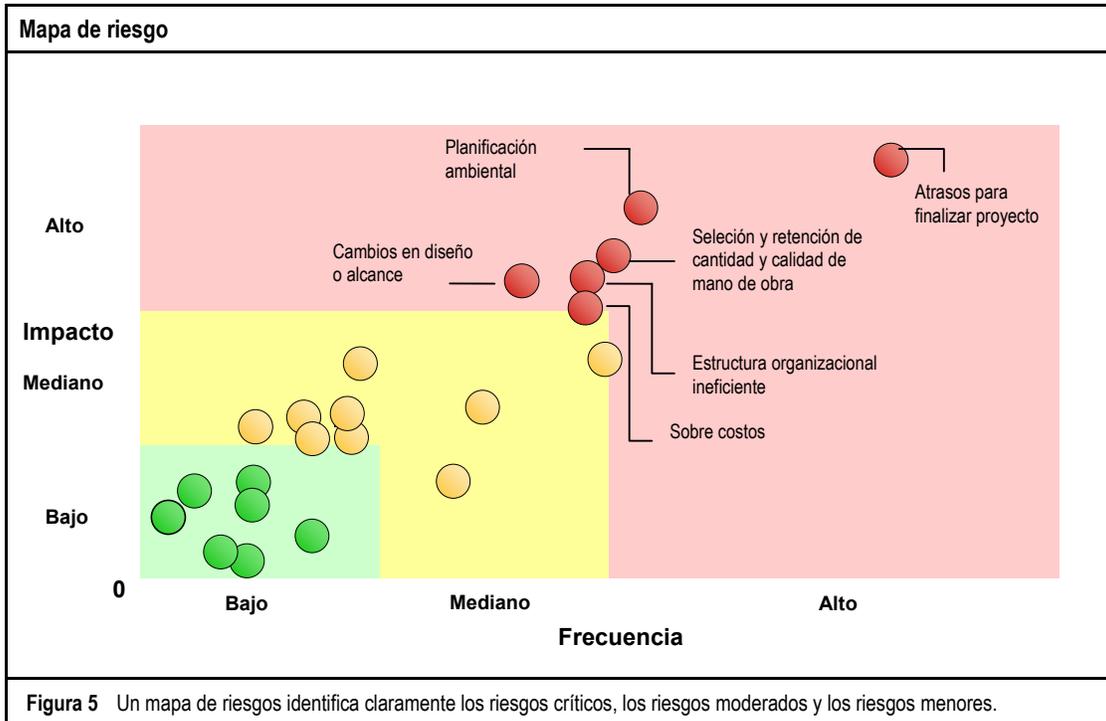
Puntaje	Probabilidad
1	Extremadamente rara
2	Rara
3	Periódica
4	Recurrente
5	Ocurre frecuentemente

Puntaje	Tiempo de Advertencia
1	Advertencia a largo plazo (meses o años)
2	Advertencia a corto plazo (días o semanas)
3	Sin advertencia

Puntaje	Impacto
1	Menos de \$10,000,000 (Menos de 1 mes de atraso)
2	\$ 10,000,001 - \$ 60,000,000 (1-3 meses de atraso)
3	\$60,000,001 - \$100,000,000 (4-11 meses de atraso)
4	\$100,000,001 - \$ 200,000,000 (1-1.5 años de atraso)
5	Más de \$200,000,000 (Atraso de más de 1.5 años)

Tabla 1 Los riesgos identificados fueron evaluados en términos de probabilidad de ocurrencia, tiempo de advertencia e impacto financiero

Un grupo representativo de diferentes áreas de la ACP participó en la evaluación arriba mencionada, incluyendo a altos ejecutivos de la Autoridad de Canal de Panamá. Los resultados del estudio arriba mencionado generaron un mapa de riesgos que identifica claramente los objetos potenciales de riesgos críticos, riesgos moderados y riesgos menores del programa de ampliación. Los riesgos críticos fueron evaluados a profundidad y, como resultado de esta evaluación, se creó un modelo preliminar de riesgos (Ver Figura 5).



Taller de Administración de valor

Después del Estudio de Evaluación de Riesgos, se realizó un taller de Administración de valor (AV). El grupo estuvo compuesto por expertos de los Estados Unidos, Suecia, Bélgica, Venezuela, Colombia, Francia, Inglaterra, Australia y Panamá. El taller AV tuvo un componente de administración de riesgos en el cual, mediante la metodología de jerarquía de riesgos, se identificaron más de trescientos riesgos para el Programa de Ampliación. La jerarquía de los riesgos, según su clasificación general es la siguiente:

1. Administración
2. Recursos humanos
3. Operaciones
4. Diseño
5. Condiciones del sitio
6. Finanzas
7. Política
8. Construcción

Se evaluaron los riesgos identificados en el taller de forma cualitativa, en términos de su probabilidad e impacto (Ver Tabla 2):



Evaluación cualitativa de los riesgos	
Probabilidad	Impacto
A = Alta = Ocurrirá	A = Alto = Efectos desastrosos
M = Mediana = 50% de probabilidad	M = Mediano = Administrable, pero con muchos recursos
B = Baja = Casi seguro que no ocurrirá	B = Bajo = Solamente resulta irritante

Tabla 2 Los riesgos identificados en el Taller de Administración de Valor fueron evaluados cualitativamente, en términos de su probabilidad e impacto.

Como resultado del proceso de evaluación de la AV se clasificaron los riesgos en tres categorías generales con base en su probabilidad-impacto, como mayor (MA), moderado (MO) y menor (ME) mediante el sistema detallado a continuación (Ver Tabla 3).

Clasificación de riesgos	
Probabilidad-Impacto	Clasificación
AA	Mayor (MA)
MA	Mayor (MA)
AM	Moderado (MO)
MM	Moderado (MO)
BA	Moderado (MO)
AB	Menor (ME)
MB	Menor (ME)
BM	Menor (ME)
BB	Menor (ME)

Tabla 3 Los riesgos identificados en el Taller de Revisión Gerencial fueron clasificados cualitativamente de conformidad con su probabilidad y su impacto.

En consecuencia, después de haber realizado dos evaluaciones distintas: el estudio de Evaluación de Riesgos y el taller de AV, la ACP decidió integrar ambos esfuerzos para generar una sola lista de los riesgos potenciales del Programa de Ampliación. La categorización de riesgos de la lista integrada de riesgos se basó en la clasificación utilizada en el taller de AV, adaptando los riesgos identificados por el estudio de Aon a las clasificaciones de probabilidad e impacto utilizadas en el taller AV. Esta lista de riesgos fue revisada para agrupar riesgos similares y eliminar aquellos que fueron evaluados como riesgos menores.

Taller de Riesgos del Programa de Ampliación

En octubre del 2005, se realizó un taller de evaluación de riesgos. Cerca de 40 personas de distintas áreas de la ACP participaron en el taller, incluyendo al Subadministrador y varios directores de departamento. Durante el taller, se evaluaron 184 riesgos en términos de su probabilidad de ocurrencia y su impacto sobre el tiempo y los costos. Además, se identificaron medidas preliminares de mitigación para cada uno de los riesgos. Se discutieron los resultados con los participantes y se efectuaron ajustes para llegar a un consenso (Ver Apéndice 2).



Los resultados del taller fueron revisados para identificar los riesgos críticos del proyecto. La lista de riesgos críticos resultante coincidió con los resultados del Estudio de Evaluación de Riesgos y del taller de Administración de Valor, ratificando la validez y robustez de este ejercicio. A continuación se encuentra la lista de 14 riesgos, cuyo análisis mediante un modelo cuantitativo para estimar contingencias, se consideró crítico e importante. (Ver Tabla 4 y Apéndice 3).

Lista de Riesgos Críticos	
1	Riesgos organizacionales
2	Falta de controles
3	Planificación ineficiente
4	Ineficiencias en el proceso de contratación
5	Inflación general
6	Atrasos en el referendo
7	Condiciones climáticas extremas
8	Cambios ocasionados por el dueño del proyecto
9	Insuficiencia de ingresos
10	Administración inadecuada de los reclamos
11	Huelgas laborales locales
12	Diseño cambiante, modificaciones en las cantidades
13	Falta de mano de obra calificada local
14	Aumentos en los costos de los materiales, el equipo y la mano de obra

Tabla 4 La lista resultante de riesgos críticos coincidió con los resultados del Estudio de Evaluación de Riesgos y el taller de Administración de Valor

II.2. Modelo Inicial

El análisis estocástico presenta grandes beneficios para los dueños del proyecto. Cuando se realiza un análisis estático a un proyecto, una serie de supuestos y variables producen un resultado de valor único, mientras que un análisis estocástico o probabilístico le da al analista un rango de valores como resultado. Los resultados estocásticos son mucho más realistas que estimados de valor único usados más comúnmente, ya que se enfocan tanto en la probabilidad de ocurrencia como en las consecuencias o impactos de los riesgos potenciales. (Ver la figura 6). Debido a esta característica, los modelos probabilísticos permiten la medición de las variables clave, facilitan la recolección de información acerca del comportamiento de las variables críticas y hacen posible que el dueño del proyecto mida la incertidumbre relacionada al mismo.



Ventajas del Enfoque Probabilístico

Resultado de Modelo Estático



Resultados de Modelo Probabilístico

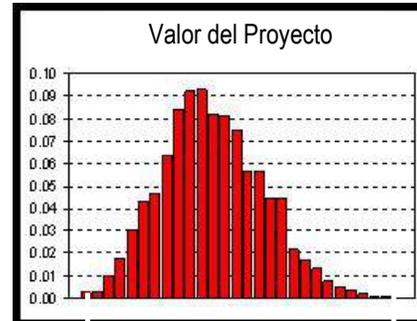
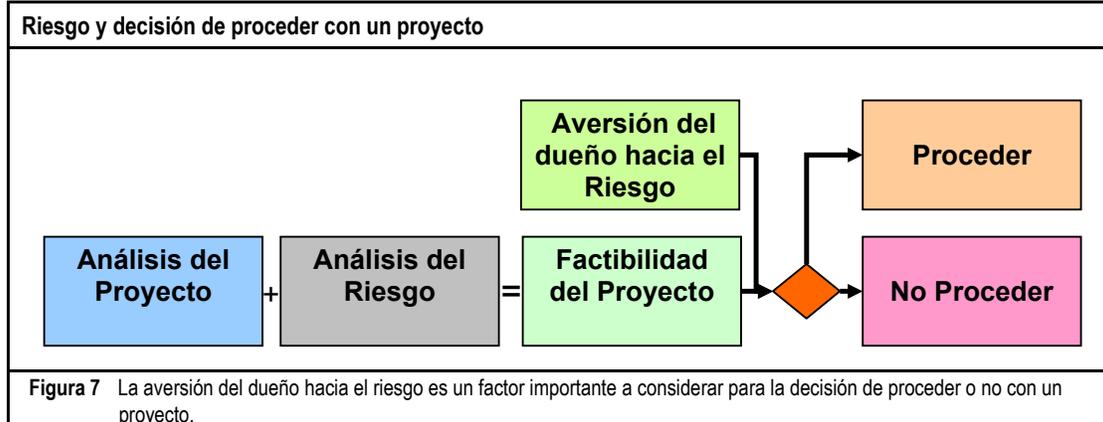


Figura 6 En el modelo estático, tenemos un valor bajo supuestos específicos. Cada vez que los supuestos cambian, se debe calcular un nuevo valor. Por otro lado, el modelo probabilístico conlleva un rango de valores basados en la probabilidad y el impacto de los riesgos potenciales.

La ACP aprovechó su capacidad analítica para desarrollar un modelo que:

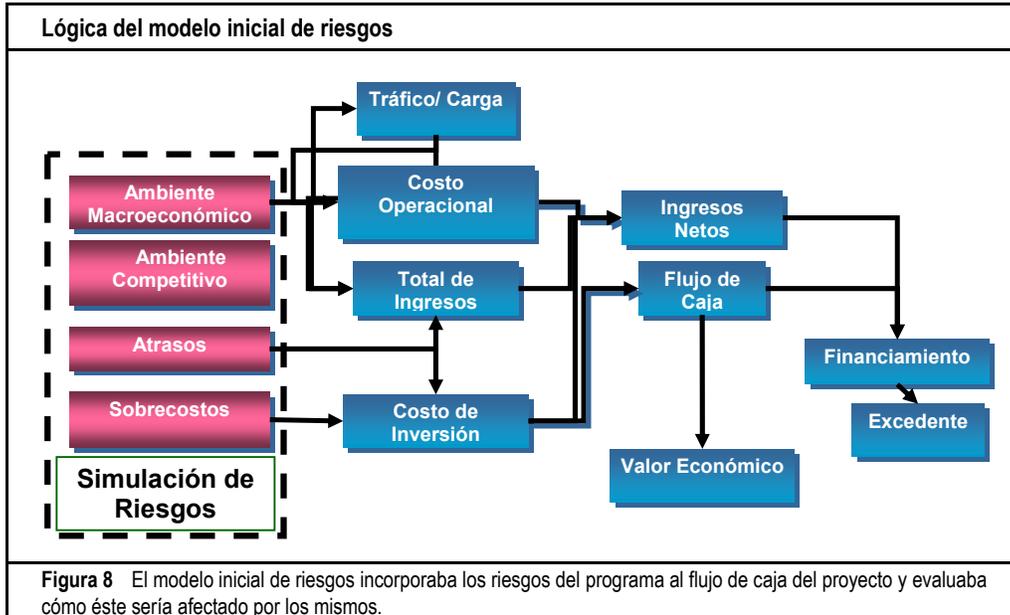
- Incrementaría las probabilidades de éxito del Proyecto de Ampliación a través del análisis de los riesgos potenciales.
- Reduciría el costo de los problemas que podrían surgir durante el proyecto.
- Minimizaría la duplicidad de trabajo y esfuerzos imprevistos del proyecto.
- Facilitaría la realización ajustes al plan del proyecto, a medida que se descubrieran las debilidades.
- Establecería rangos de resultados razonables en términos de tiempo y dinero para el proyecto.
- Despertaría consciencia sobre la exposición del proyecto a posibles contingencias.
- Demostraría la incertidumbre de los resultados del proyecto y facilitaría el establecimiento de reservas para el cronograma y los recursos.
- Ayudaría en la decisión de proceder o no con el Proyecto de Ampliación. (Ver Figura 7).



Se elaboró un primer modelo estocástico para comprender mejor la distribución de los posibles resultados del proyecto de ampliación. Este modelo estocástico introdujo la aleatoriedad de las variables para producir tanto resultados, como la probabilidad asociada a que dichos resultados ocurran, mediante la simulación Monte Carlo. Estas variables aleatorias entran en cálculos financieros y operacionales que miden el valor del Programa de Ampliación.

La simulación Monte Carlo es una técnica de análisis de riesgos que incorpora múltiples simulaciones de resultados con la variabilidad de elementos individuales para producir una distribución de resultados potenciales. Para cada simulación, la herramienta de simulación Monte Carlo escoge al azar un valor para cada evento de riesgo dentro de su rango de valores posibles, pero de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia de cada uno de éstos. Luego se combinan los valores escogidos al azar para generar un solo resultado para una simulación. Este proceso se repite un cierto número de veces (típicamente más de 1,000 iteraciones), y se produce un rango de resultados potenciales igualmente probables.

El concepto detrás del modelo inicial era incorporar los riesgos del programa al flujo de caja proyectado y evaluar cómo estos riesgos afectarían al flujo de caja. El modelo inicial variaba los escenarios macroeconómicos y competitivos para generar diferentes demandas de carga y tráfico. El costo de inversión se veía afectado por atrasos y sobrecostos. Los atrasos en la fecha de terminación incidían también sobre los ingresos futuros. Todas estas variaciones generaban diferentes flujos de caja y, en consecuencia, distintos indicadores económicos y financieros. (Ver Figura 8).

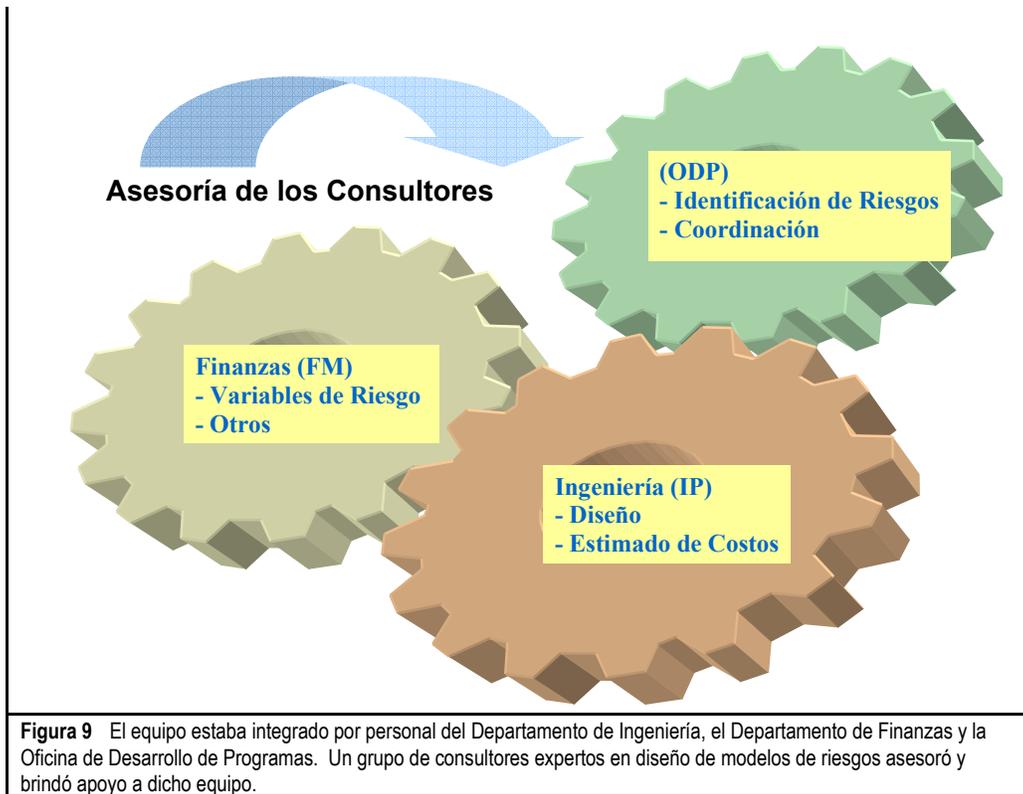


El enfoque de este modelo inicial iba de lo general a lo específico. Capturaba los riesgos principales, pero en un nivel muy general. No captaba el alto nivel de detalle utilizado para preparar el estimado de costos. No podía manipular variables de costo específicas, tales como las de productividad y cantidades. Además, el modelo inicial se basaba en eventos. La mayoría de los riesgos fueron modelados usando distribuciones generales de probabilidad.

Por otro lado, enfoque del estimado de costos iba de lo específico a lo general. El equipo de costos desarrolló una estimación muy detallada de los costos y tiempos del proyecto para el nivel actual del diseño. Sin embargo, la contingencia fue calculada como un porcentaje. Como resultado de una revisión del estimado de costos, realizada por consultores independientes, se determinó que la contingencia del estimado de costos no era resultado de un análisis detallado de los riesgos.

Por consiguiente, la ACP dio comienzo a un esfuerzo para integrar el estimado de costos al modelo de riesgos con el fin de generar un estimado de contingencia basada en riesgos. A estos efectos, se creó un equipo que desarrollaría un nuevo modelo integrado de costos para calcular el costo de contingencia para el proyecto del tercer juego de esclusas. (Ver Figura 9). El equipo estaba integrado por personal del Departamento de Ingeniería y la Oficina de Desarrollo de Programas. Se contrató un grupo de consultores expertos en diseño de modelos de riesgo para proyectos de construcción, para que asesoraran y apoyaran al equipo.

Equipo multidisciplinario para generar la contingencia basada en riesgos





II.3 Metodología para desarrollar un modelo integrado de riesgos:

El análisis de riesgos para estimar la contingencia se fundamentó en el estimado de costos del diseño, el cual fue desarrollado por el Departamento de Ingeniería. Dentro de esta estructura, el modelo de riesgos suministraría la contingencia que se debería añadir al costo y el cronograma básicos, reflejando los rangos de valor del costo y la fecha de terminación.

Uno de los objetivos de este esfuerzo integrado era establecer un costo estimado como línea base para el Programa de Ampliación, el cual incluiría variables financieras, de mercado, de demanda, y de riesgo crítico. Para desarrollar este estimado de contingencia basada en riesgos, el equipo consideró los siguientes pasos metodológicos:

1. Homologación de conceptos
2. Ajustes al estimado de costos
3. Definición de la estructura del modelo
 - a. Mercado
 - b. Atrasos
 - c. Sobrecostos
 - d. Supuestos
4. Validación del modelo

El equipo comenzó por enfocarse en homologar los conceptos de definición y riesgos del proyecto, con la intención de integrar el estimado de costos preparado por el Departamento de Ingeniería y el modelo de riesgos desarrollado por el Departamento de Finanzas. El próximo paso era definir la nueva estructura para el modelo de riesgos, asegurándose de que el modelo representara los riesgos críticos identificados en el taller. La nueva estructura del modelo permitiría hacer enlaces directos entre los riesgos críticos y las variables incluidas en el estimado de costos y el cronograma. Finalmente, se validó el modelo integrado a través de una serie de sesiones de trabajo en las cuales los participantes tuvieron la oportunidad de evaluar todos los supuestos y parámetros.

El grupo de consultores brindó asesoría a lo largo del proceso, contribuyendo a la revisión de variables y la estructura del modelo.

A continuación se explican detalladamente las etapas de la metodología utilizada:

1. Homologación de conceptos

El grupo acordó que era necesario eliminar el 20% de contingencia que había sido incluido en el estimado de costos del diseño del canal de acceso y las esclusas; el 8.5% de contingencia en la excavación seca; y el 3% de contingencia en la actividad de dragado incluida en el estimado de costos del cauce de navegación, con la finalidad de derivar una nueva contingencia para



cada componente con base en un análisis de riesgo y agrupar las contingencias bajo un único valor denominado contingencia total.

La meta del esfuerzo para generar una contingencia basada en riesgos, era producir distribuciones de probabilidad para el costo total y el tiempo hasta la terminación del proyecto, las cuales incluyeran el estimado base de costos y la duración de los eventos de riesgo y oportunidad.

Como resultado de la revisión, el equipo identificó que una porción significativa de las contingencias incluían algunos costos no-cuantificados que normalmente formaban parte del estimado de costos. Estos costos fueron incluidos en el estimado de costos como “provisiones”. (Ver Apéndice 4).

2. Ajustes al estimado de costos.

El equipo interdisciplinario modificó el estimado de costos para posibilitar su integración con el modelo de riesgos. Los cambios fueron:

- estructurar el estimado de costos por componentes,
- clasificar actividades con el mismo tipo de cuadrilla y productividad,
- agrupar actividades similares en categorías más abarcadoras, y
- establecer provisiones en el estimado base.

3. Definición de la estructura del modelo

La ACP había desarrollado un modelo financiero estático para calcular el valor del proyecto de ampliación. En lugar de construir un modelo completamente nuevo, el grupo modificó el modelo financiero estático desarrollado previamente.

Los 14 riesgos, que fueron identificados durante el taller como críticos, podían ser modelados en tres áreas principales: el impacto de la reducción de los ingresos, el impacto de los atrasos y el impacto de los sobrecostos del proyecto de ampliación. Algunos de los riesgos afectan directamente a las demoras, otros afectan principalmente a los sobrecostos, y algunos inciden sobre los atrasos y sobrecostos al mismo tiempo. (Ver la figura 10; para detalles adicionales, ver el Apéndice 5).



Áreas afectadas por los riesgos críticos

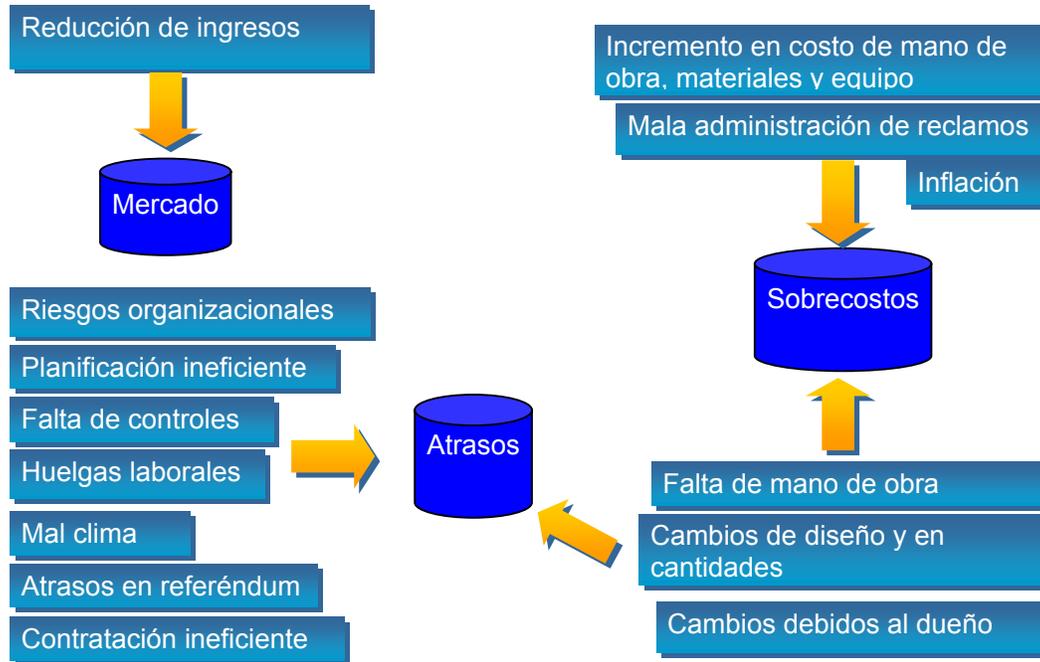


Figura 10 Algunos de los riesgos afectan directamente a las demoras, otros afectan principalmente a los sobrecostos, y algunos inciden sobre los atrasos y sobrecostos al mismo tiempo.

a. Mercado

Los principales rubros de esta área del modelo son los tránsitos, la carga y los ingresos proyectados bajo diversos ambientes macroeconómicos y competitivos generados por un modelo de demanda provisto por Mercer Management Consulting Corporation. El primer paso consistió en introducir distintas predicciones macroeconómicas y de competencia en el modelo financiero de la ACP. Con este objeto, la ACP escogió tres escenarios macroeconómicos y tres escenarios competitivos. Estos escenarios fueron definidos como optimista, esperado y pesimista. La ACP asignó una probabilidad de 17.5%, 65% y 17.5% a cada uno de los escenarios macroeconómicos y una probabilidad de 10%, 80% y 10% a cada uno de los escenarios competitivos. La combinación de estos escenarios macroeconómicos y competitivos, resultó en nueve escenarios de mercado con las siguientes probabilidades (Ver Tabla 5):



Escenarios de Mercado			
Escenario Competitivo	Escenario Macroeconómico		
	Pesimista	Probable	Optimista
Pesimista	1.8%	6.5%	1.8%
Probable	14.0%	52.0%	14.0%
Optimista	1.8%	6.5%	1.8%

Tabla 5 Para cada iteración de la simulación se seleccionó uno de nueve escenarios de mercado, con sus predicciones de carga, tránsitos e ingresos.

Para cada iteración de la simulación se seleccionó uno de nueve escenarios de mercado, con sus predicciones de carga, tránsitos e ingresos, dadas las probabilidades asociadas con cada escenario de mercado. Estos escenarios tomaron en consideración una política de precios de un aumento real anual del 3.5% en los peajes, del año 2005 al 2025, contemplando todos los segmentos. Esta política de precios se aplicó tanto al Canal ampliado como al no ampliado.

b. Atrasos

Los atrasos impactan sobre el Proyecto de Ampliación de dos formas: primero, hay un atraso en ingresos adicionales provenientes de la apertura de un tercer juego de esclusas en el Canal; y segundo, existe un costo adicional que se origina al extender las obras más allá del tiempo programado (costos fijos del contratista y costos fijos del dueño). El modelo estima el cronograma a nivel de proyecto mediante el desarrollo de distribuciones de probabilidad que afectan la duración de cada actividad. Se agregan los efectos de las variables individuales de riesgo mediante el uso de simulación Monte Carlo, para obtener la distribución de probabilidad del cronograma o la fecha de terminación. Luego, se analiza el cronograma general del proyecto que resulta de este ejercicio para determinar su riesgo real e identificar los factores que lo afectan. (Para mayores detalles, ver el Apéndice 5).

Esta técnica amplía el Método de Ruta Crítica usado comúnmente para desarrollar el cronograma de un proyecto y obtener un cálculo realista del riesgo de dicho cronograma. El enfoque básico del Método de Ruta Crítica utiliza estimados de resultado único para la duración de las actividades del programa, al desarrollar la duración y el tiempo esperados del proyecto. Invariablemente, esto lleva a subestimar el tiempo requerido para terminar el proyecto y los atrasos del cronograma, primordialmente porque los estimados de resultado único no toman en cuenta adecuadamente la incertidumbre inherente a las actividades individuales.

En lugar de utilizar estimados de resultado único, el cronograma estocástico explica la incertidumbre mediante el uso del rango de tiempo que tomaría completar cada actividad. Posteriormente, se combinan estos rangos para determinar el tiempo estimado a nivel de proyecto (Ver Figura 12).

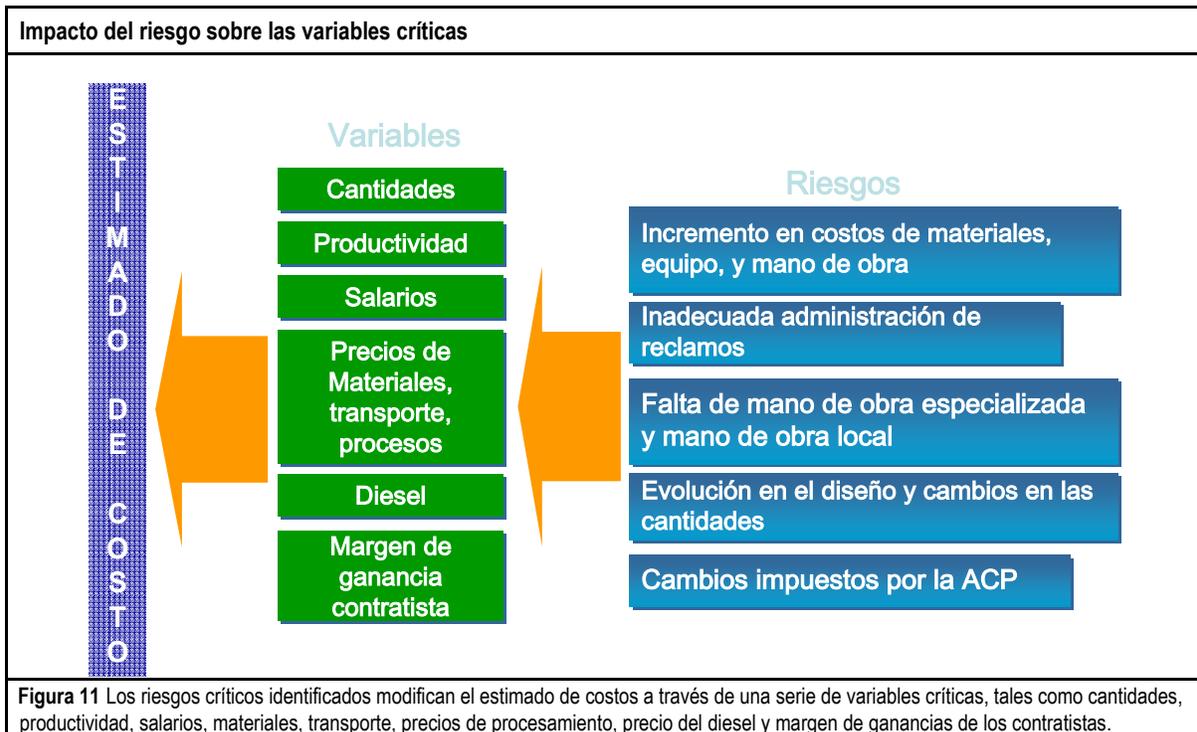


c. Sobrecostos

Para modelar los sobrecostos, se incorporó un estimado detallado de costos al modelo de riesgos. El estimado de costos incluye los siguientes componentes:

1. Las esclusas del Pacífico
2. Las esclusas del Atlántico
3. Los contratos del canal de acceso (6)
4. Los cauces de navegación
5. La elevación del lago Gatún

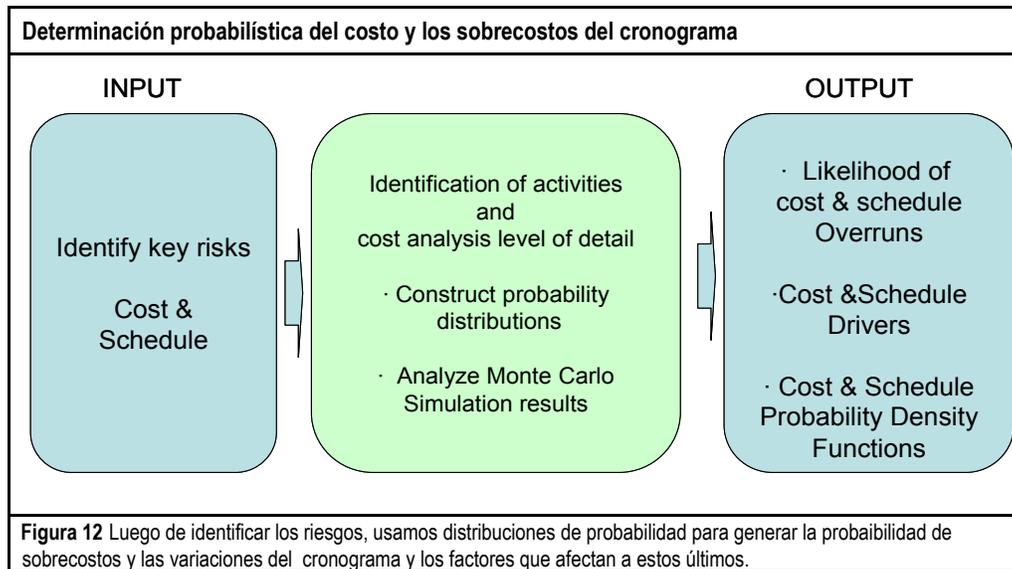
Los riesgos críticos previamente identificados modifican el estimado de costos mediante una serie de variables críticas, tales como: cantidades, productividad, salarios y precios, entre otras (Ver la figura 11). Para obtener una distribución de probabilidad del costo total, se agregan los efectos de las variables individuales de riesgos por medio de simulación Monte Carlo. Luego se analizan los resultados para determinar el riesgo real de los sobrecostos e identificar los factores que los afectan. (Para mayores detalles, refiérase al Apéndice 5).



El uso de estas distribuciones de probabilidad de costos como base para el estimado de la contingencia, es más realista que el uso de un porcentaje predefinido (por ejemplo, 20%), ya que estas consideran tanto la probabilidad de ocurrencia como las consecuencias o los impactos de los riesgos



potenciales. Además, elimina una de las principales causas de la subestimación de la contingencia y permite la evaluación de las causas de los costos en riesgos. Así, esta técnica provee una base para determinar un nivel “aceptable” de contingencia o riesgos de costos. (Ver Figura 12).

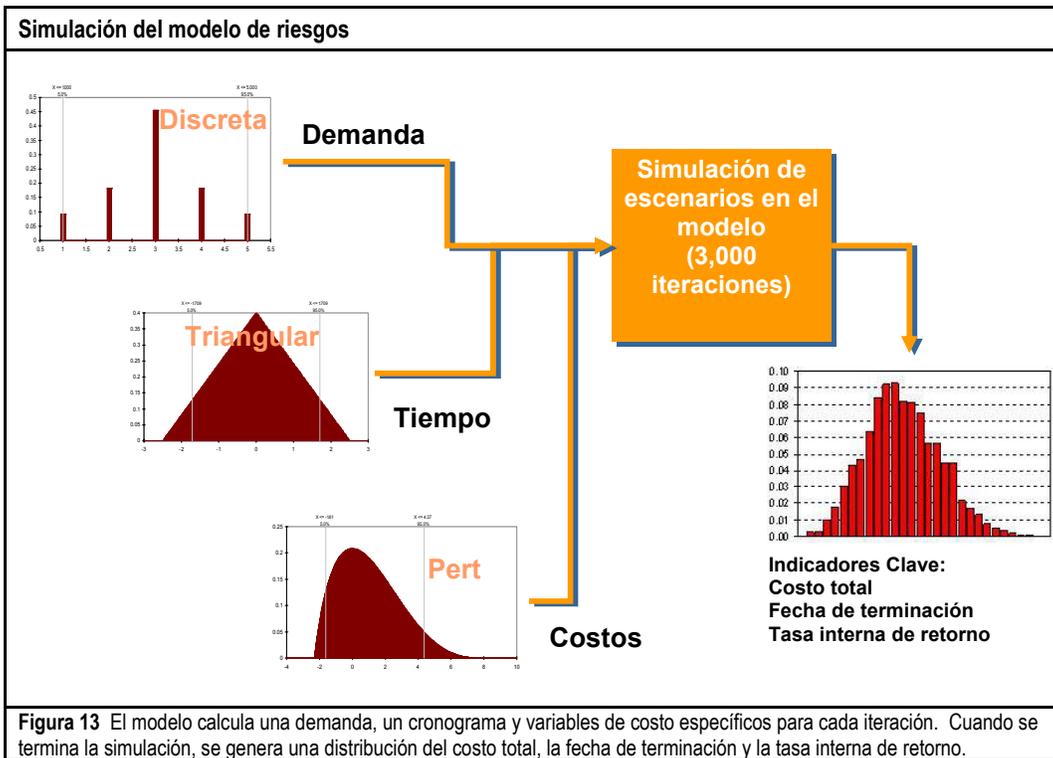


Se corrió el modelo a través de 3,000 iteraciones para calcular la distribución de resultados¹. Durante una iteración, el programa asigna un nuevo valor a cada variable aleatoria, basado en la distribución de probabilidad de cada una de ellas. Se agregan las variaciones en la demanda, el cronograma (tiempo) y el costo, para obtener una distribución de probabilidad para las siguientes variables:

- Costo total
- Contingencia
- Fecha de terminación
- Tasa interna de retorno

Para obtener este resultado, el modelo calcula y almacena el costo, el cronograma y las variables específicas para cada iteración. Cuando se termina la simulación, se devuelve una distribución, en lugar de un estimado puntual, del costo, el cronograma y las variables financieras. (Ver Figura 13). (Para más detalles acerca de las distribuciones de probabilidad, ver Apéndice 5).

¹ El número óptimo de iteraciones fue definido mediante convergencia de los de resultados clave a un nivel de 2.5% en su promedio y sus desviaciones estándares.



d. Supuestos generales:

Todos los supuestos utilizados en los estimados de costos y el modelo financiero son aplicables al modelo de riesgos. A continuación se detallan algunos supuestos básicos del modelo.

- El método de contratación es diseño-licitación-construcción.
- Las dragas de la ACP realizarán el dragado de aproximadamente 50% del volumen total dragado para la ampliación.
- Se contratará localmente toda la mano de obra no calificada.
- El personal técnico y administrativo clave del contratista será extranjero.
- La distribución de costos de contingencia se basó en la distribución de flujos del costo base estimado a través del tiempo.

4. Validación del modelo

Los parámetros aplicados a todas las variables fueron establecidos inicialmente por el equipo interdisciplinario, y luego discutidos y revisados con expertos técnicos de la ACP a través de varias sesiones de trabajo durante los meses de noviembre y diciembre del 2005. Además de la revisar el modelo, se presentó y discutió el modelo con personal clave de la Autoridad. Durante estas discusiones, se condujeron extensos debates, los que resultaron en revisiones y mejoras al modelo.



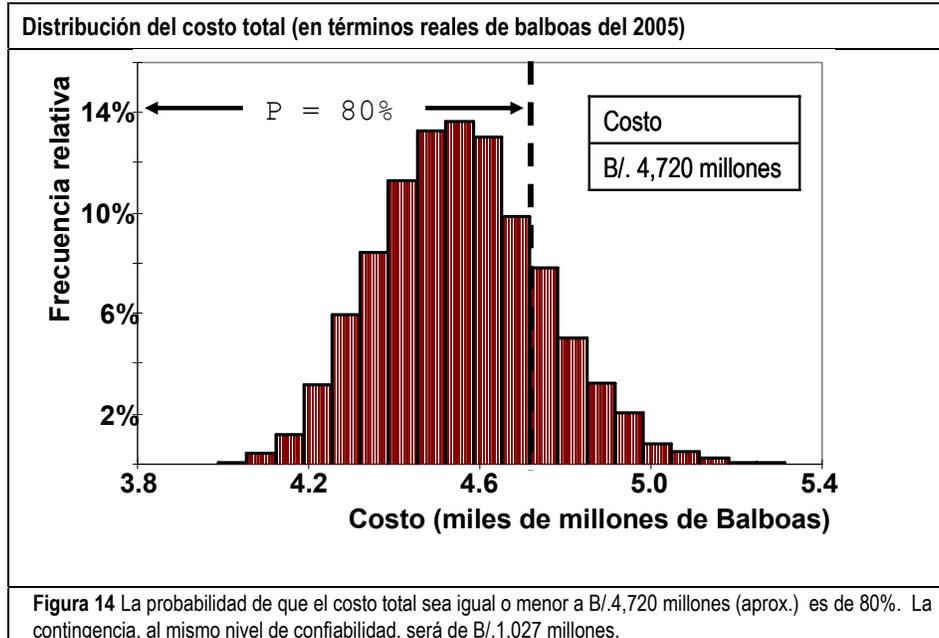
III. Resultados

En esta sección del documento se utilizan varios conceptos estadísticos. Entre ellos cabe destacar los siguientes: media y percentil. La media es el valor promedio de una variable luego de 3,000 iteraciones. Los resultados en términos de percentil deben ser interpretados como la probabilidad de que una variable sea igual o menor que el valor indicado en el percentil señalado. De esta manera, el percentil 80 es el punto en el que ochenta por ciento (80%) de las iteraciones serán iguales o menores que el valor presentado.

El percentil usado para definir la contingencia se relaciona con el nivel de aversión de la firma al riesgo. El valor típicamente usado en la industria para proyectos de esta magnitud es 80% porque constituye un criterio razonable y tiene una interpretación sencilla². Este modelo utiliza el percentil 80 como un buen nivel de confianza para el estimado.

La distribución del costo total toma en consideración simultáneamente todos los riesgos de sobrecostos y atrasos (ver Figura 4). Si se selecciona el percentil 80, la probabilidad de que el costo total del Programa sea igual o menor que B/. 4,720 millones es del ochenta por ciento (80%). Al seleccionar este percentil, fijamos el nivel de contingencia del estimado. A este nivel, la contingencia es de B/.1,027 millones, o 27.8% expresada como porcentaje del costo base.

² Para más detalles, ver el reporte “Development of Risk Based Contingency Values for a Baseline Project Budget Estimate of the Panama Canal 3rd Lane Locks”, Marzo 2006.

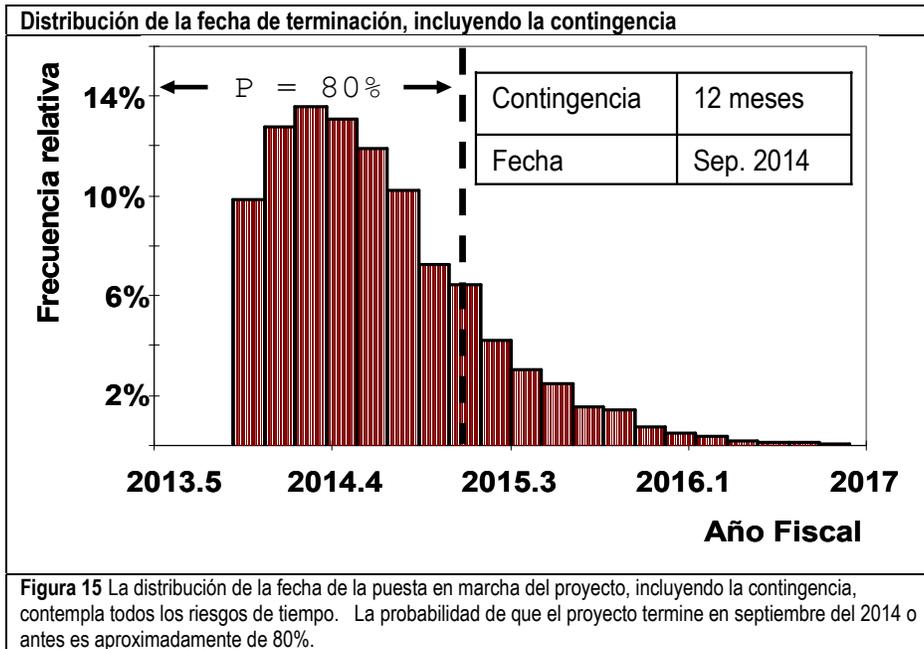


La tabla que aparece a continuación contiene un desglose de la contingencia basada en riesgo, de los componentes más importantes del Proyecto de Ampliación del Canal de Panamá. El costo base representa el estimado del proyecto sin contemplar ningún evento de riesgo o contingencia. Es decir, el estimado base incluye los costos conocidos y cuantificables, así como los costos no cuantificables aún desconocidos (provisiones para construcción). Los estimados de costo del percentil 80 (nivel de confiabilidad del 80%) representan el costo total con los riesgos identificados (Ver Tabla 6).

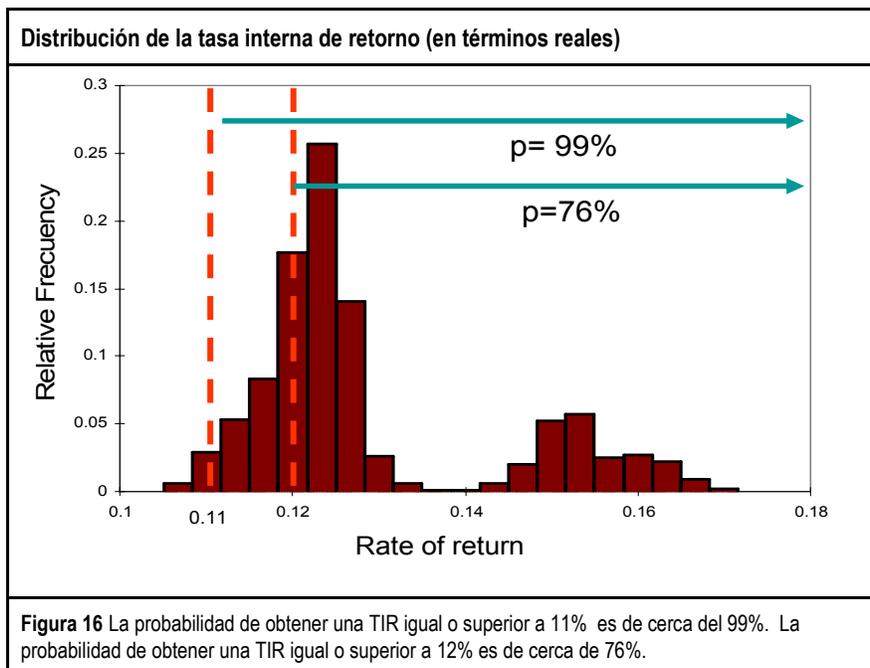
Desglose de la Contingencia de los Componentes más Importantes (en millones de balboas del 2005)				
Componentes	Costo Base Original	Contingencia	Contingencia (%)	Costo base al 80%*
Canal de Acceso	401	128	31.9%	530
Esclusas del Pacífico	1,241	344	27.7%	1,580
Esclusas del Atlántico	1,379	388	28.1%	1,770
Dragado	640	118	18.4%	760
Elevación del lago	33	50	152.3%	80
Inversión Total	3,694	1,027	27.8%	4,720

Tabla 6 La tabla muestra el desglose de contingencia para cada uno de los principales componentes. (*La última columna fue redondeada a 10 millones).

La distribución de la fecha de terminación del proyecto toma en consideración todos los riesgos que afectan al cronograma (Ver Figura 5). La probabilidad de que el Programa concluya antes de finalizar el año fiscal 2014 es de 80%. A este nivel, la contingencia de tiempo equivale a 12 meses.



La distribución de la tasa interna de retorno a nivel de proyecto toma en cuenta, simultáneamente, todos los riesgos de demanda, cronograma y sobrecostos. (Ver Figura 16). La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto captura todas las variaciones de mercado y de la inversión. .

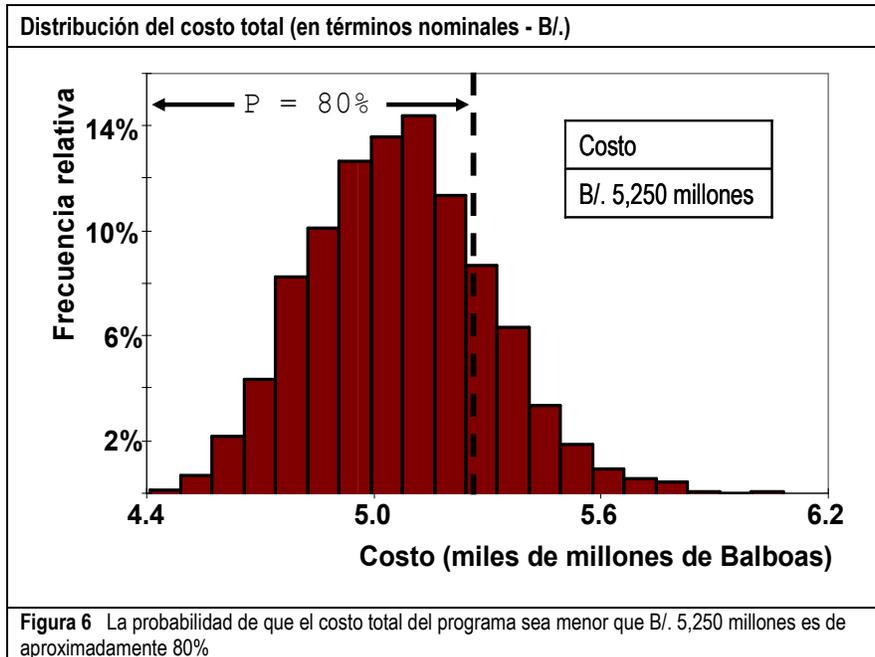


La probabilidad de que la TIR sea igual o superior a 12% (en términos reales) es de aproximadamente 76%, y la probabilidad de que la TIR sea igual o



superior a 11% (en términos reales) es de aproximadamente 99%. Si tomamos el valor al percentil 80, la probabilidad de que la TIR sea igual o superior a 11.9% es de 80%.

En la Figura 17 se muestra la distribución del costo total tomando en consideración el riesgo del cronograma, el de sobrecostos, y las variaciones en la inflación general. La probabilidad de que el costo total sea igual o inferior a B/.5,250 millones es de 80%. Se varió la inflación de Panamá de 0.6% a 3% por año. Esta variación refleja tanto la históricamente baja inflación del país como el aumento que se dio en la inflación el año pasado.



Después de definir la distribución del costo total del proyecto de ampliación, utilizamos un gráfico de tornado para determinar los factores o elementos que parecen tener mayor incidencia sobre la variación del costo total y la fecha de terminación. Los resultados muestran los primeros 10 factores que inciden sobre la variación del costo total. (Ver Figura 18). Los factores que afectan la variación del costo total se encuentran ordenados por un coeficiente que representa el impacto de una variación de cada factor en la variación del costo total. El ordenamiento de estos factores o elementos sentará las bases para el análisis de mitigación.

10 principales factores que afectan la variación total del costo

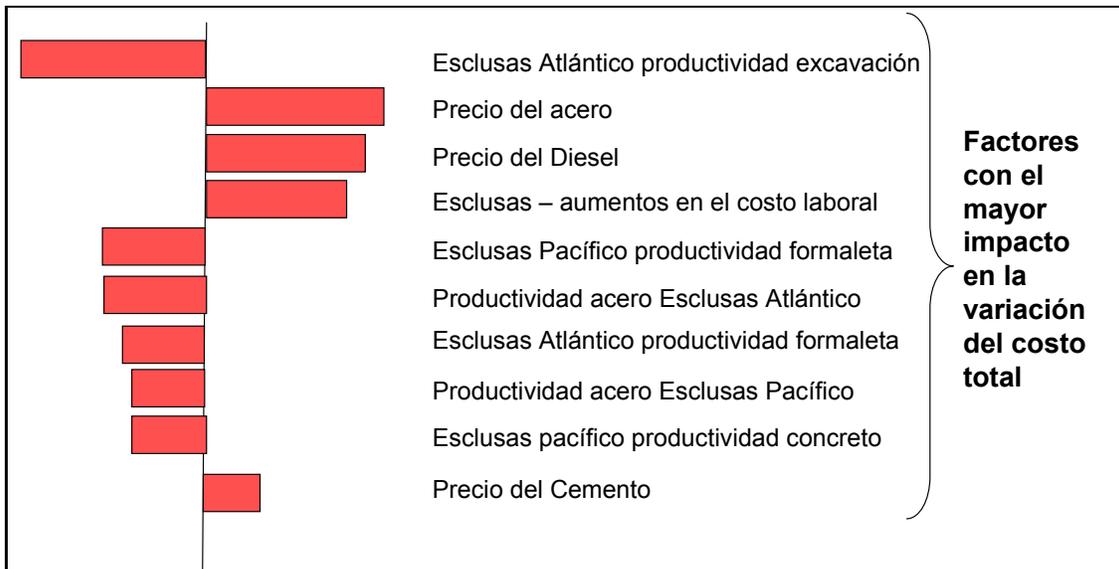


Figura 18 Los principales 10 factores se clasifican según el impacto de una variación del factor que afecta a la variación del costo total.

Los resultados muestran los 10 principales factores que afectan la fecha de terminación. (Ver Figura 19). Los factores que inciden sobre la fecha de terminación del proyecto se ordenan por medio de un coeficiente que representa el impacto de una variación del factor sobre la variación de la fecha de la puesta en marcha. El ordenamiento de estos factores sentará las bases para el análisis de mitigación.

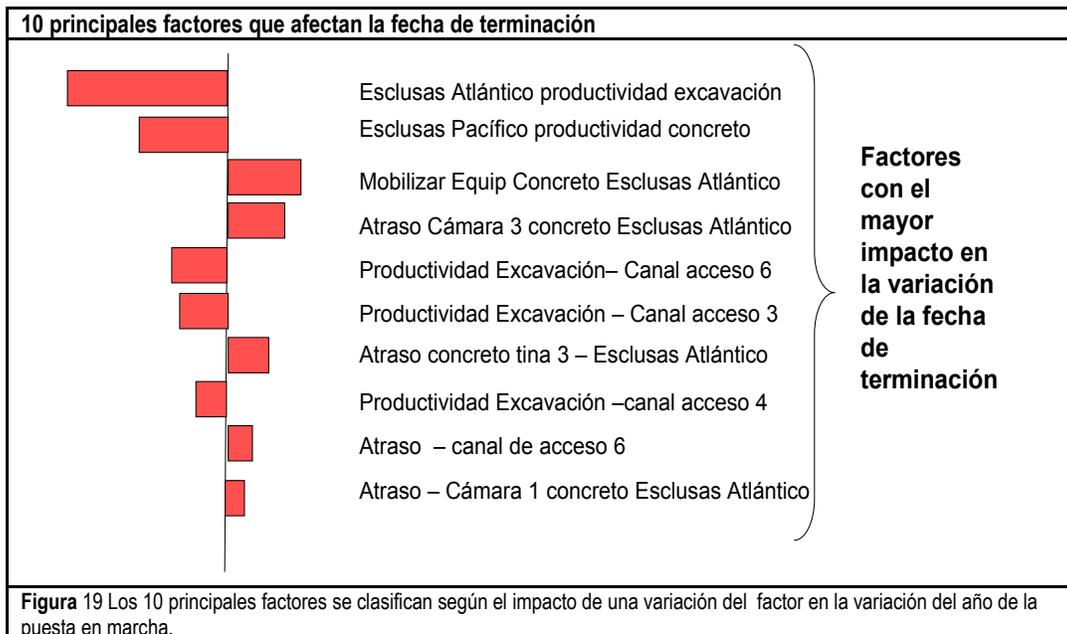


Figura 19 Los 10 principales factores se clasifican según el impacto de una variación del factor en la variación del año de la puesta en marcha.

En la tabla que aparece a continuación mostramos cómo se distribuye la contingencia a través del tiempo (Ver Tabla 7). Esta programación corresponde a un escenario con 80% de contingencia en costo y 80% de



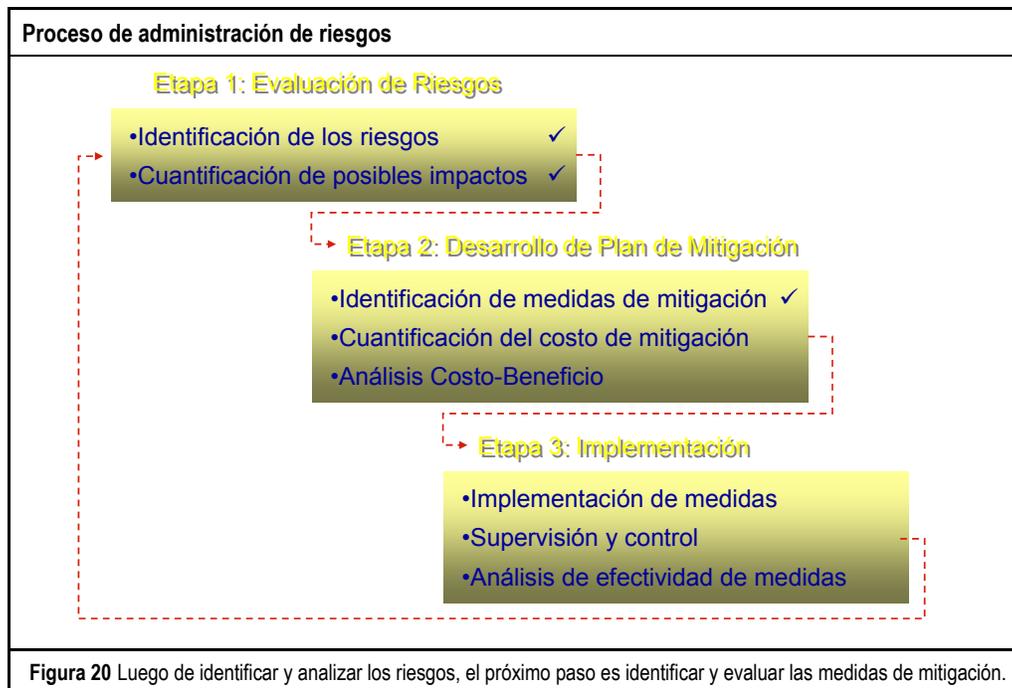
contingencia en tiempo. Básicamente, la provisión para el costo de contingencia se basó en la distribución de los flujos del estimado base de costo a través del tiempo.

Distribución de la contingencia a través del tiempo (en términos reales, millones de balboas de 2005, año fiscal)									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Costo base	77	264	695	1,125	873	389	197	74	3,694
Contingencia	31	82	164	288	205	92	92	72	1,027
Costo total	108	346	860	1,412	1,078	481	289	146	4,720

Tabla 7 La tabla muestra la distribución de la contingencia a través del tiempo. (El total fue redondeado a 10 millones).

IV. Sigüientes Pasos del Proceso

Luego de haber identificado y analizado los riesgos del proyecto, el siguiente paso en el proceso de administración de riesgos es identificar y evaluar medidas de mitigación de riesgos críticos y establecer herramientas y procedimientos para administrar dichos riesgos. (Ver Figura 20).



Hay cuatro formas de enfrentar los riesgos:

- **Evitar la exposición al riesgo:** reducir un riesgo mediante la modificación o eliminación de aquellos proyectos, requisitos, procesos o actividades operacionales que ocasionen estos riesgos.
- **Aceptar el riesgo:** reconocer el hecho de que en cualquier proyecto existen riesgos que tendrán que ser aceptados sin realizar ningún esfuerzo especial para controlarlos (Ejemplo: el clima).



- **Transferir el riesgo:** reducir la exposición al riesgo mediante una reasignación del riesgo de una parte a otra (Ejemplo: reasignación de los riesgos entre el gobierno y el contratista principal o entre el contratista principal y su subcontratista).
- **Mitigar o prevenir los riesgos:** tomar medidas para reducir la probabilidad/posibilidad de que se de un evento de riesgo y reducir su impacto potencial sobre el proyecto. La mayoría de las medidas para controlar el riesgo tienen dos características en común: que requieren que se comprometan los recursos del proyecto y que lograrlas puede requerir más tiempo. Así, la selección de medidas para controlar el riesgo indudablemente requerirá algún balance entre los recursos y el beneficio que se espera de dichas medidas.

Dado que a lo largo del proceso de identificación de riesgos se documentaron las medidas potenciales de mitigación, y específicamente durante el Estudio de Evaluación de Riesgos realizado por Aon y el Taller de Riesgos de la Ampliación, la ACP posee ahora un amplio bagaje de información donde puede buscar las soluciones para cualquier riesgo potencial. Además, el modelo de riesgos permitirá a los analistas de la ACP cuantificar algunos riesgos clave y así facilitar el desarrollo de un análisis de costo-beneficio.

Adicionalmente, la ACP, bajo la asesoría de los consultores del Comité de Técnico de Expertos (los profesores Ashley, Molenaar y Alarcón), ha comenzado a desarrollar un registro de riesgos. El registro de riesgos es una herramienta que le facilitará a la ACP controlar el estatus de un riesgo y su estrategia de mitigación.

Otra iniciativa a este respecto es el uso del registro de riesgos así como del modelo de riesgos para establecer una línea base para la resolver la contingencia. La idea detrás de la resolución de la contingencia es que, estableciendo los hitos del proyecto, se puede retroceder y revisar el modelo de riesgos/contingencias y reevaluar la contingencia, para así reducirla eficientemente. Por ejemplo, si se otorgara un contrato de alta envergadura para las esclusas, varios de los riesgos, como el riesgo de tener nuevos licitantes, deberían verse reducidos; y luego se deberían actualizar los parámetros del modelo para que reflejaran la nueva situación. Al mismo tiempo, se debe ajustar el registro de riesgos para que refleje el estatus del riesgo.

A lo largo de la vida del proyecto, la ACP puede (y debe) usar el modelo de riesgos, el registro de riesgos y el programa de resolución, con la ayuda del programa de administración de riesgos, como ayuda para administrar cualesquiera riesgos potenciales, dar seguimiento al uso de la contingencia, controlar las estrategias de mitigación y utilizar los recursos del proyecto con mayor eficiencia. El trabajo realizado hasta ahora constituye la piedra angular del camino que lleva a administración eficientemente los riesgos del proyecto del tercer juego de esclusas.



V. Apéndices

Apéndice 1 – Hitos del Análisis de Riesgos

Participantes del proyecto

Taller de Administración de Valor

Taller de Riesgos del Programa de Ampliación

Taller de Revisión de Parámetros

Información Adicional sobre los Consultores

Apéndice 2 – Resultados del Taller de Riesgos del Programa de Ampliación

Apéndice 3 – Definición de los Riesgos Críticos

Apéndice 4 – Provisiones para las Esclusas

Apéndice 5 – Parámetros y Supuestos del Modelo