

**Desarrollo e Implementación de un Modelo de
Riesgos y Estimación de Contingencia para el
Programa de Ampliación del Canal de Panamá**

Resumen

CONFIDENCIAL

Preparado por:

Angie Hanily (ODP), Patricia Alvarado (FMXR) y Ricardo Ungo (FMP)

Marzo, 2006



I. Introducción

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:

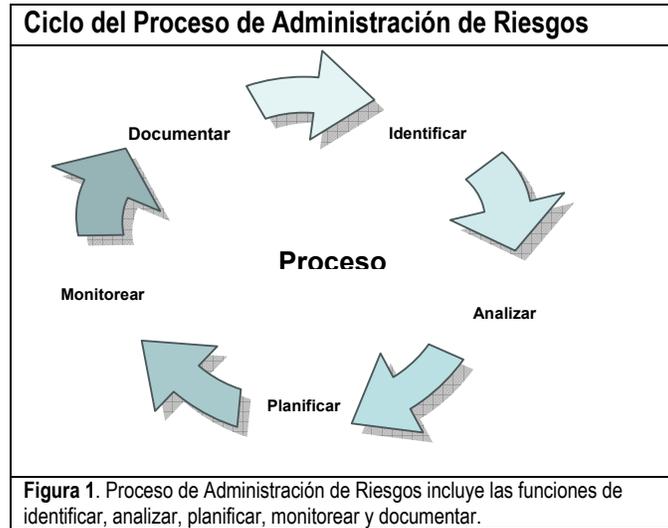
$$\text{Valor esperado del riesgo} = \text{Probabilidad del riesgo} \times \text{Impacto esperado}$$

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 de 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):

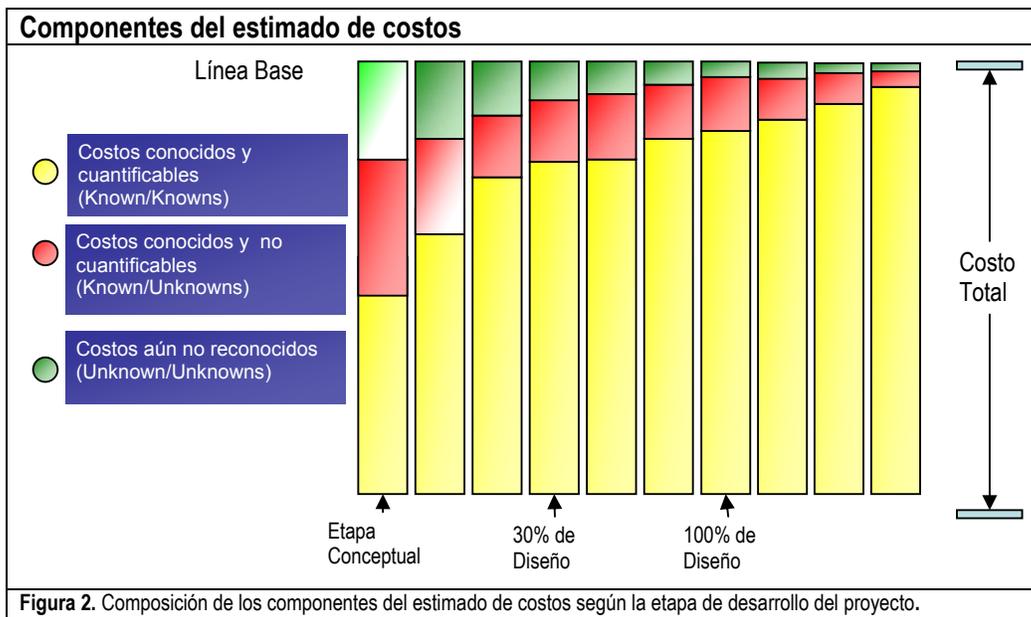
- **Identificación de Riesgos** es el proceso de identificar y analizar áreas del proyecto y riesgos críticos para incrementar la probabilidad de alcanzar los objetivos de costo, tiempo y desempeño del proyecto.
- **Análisis de Riesgos** es el proceso de examinar cada área de riesgo identificada para 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.

Una exitosa administración de riesgos busca el reconocimiento anticipado de los mismos, la planificación y la ejecución agresiva de los planes de acción y mitigación. Los análisis se deben llevar a cabo a tiempo para que los riesgos críticos sean previstos y las acciones de mitigación sean incorporadas en la planificación y en las proyecciones presupuestarias.



II. Modelo de riesgos y estimación de contingencias

Los estimados de costos de un proyecto de infraestructura, en cualquiera de sus etapas de desarrollo, está compuesto por 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).



En las primeras etapas de diseño, los estimados de proyectos conllevan una gran parte de los costos conocidos y no cuantificados, así como costos desconocidos. Los métodos y herramientas de estimación de costos deben emplearse dependiendo del nivel de definición del diseño a que se encuentre el 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. Los costos asociados con los tres elementos requieren diferentes métodos de definición y cuantificación para determinar su contribución al estimado de costos. Según avanza el proyecto, una porción cada vez mayor de los costos es cuantificable, mientras que la contingencia va disminuyendo.

En cualquier empresa, a mayores oportunidades, mayor es el grado de incertidumbre y, por lo tanto, mayores son los riesgos que se pueden materializar. De allí que se necesite un modelo lo suficientemente completo para cuantificar y administrar los riesgos potenciales del proyecto.

Basado en el nivel de diseño del Programa de Ampliación, la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) realizó un esfuerzo para integrar el ejercicio de estimación de costos del proyecto, y el modelo de análisis de los riesgos del proyecto. Un equipo interdisciplinario se creó con este propósito. El equipo estuvo compuesto por personal del Departamento de Ingeniería y Proyectos, el Departamento de Finanzas y la Oficina de Desarrollo de Programas. Adicionalmente, un grupo de consultores especializados en estimación de costos y modelos de riesgo para proyectos de construcción brindó asesoría al equipo durante el esfuerzo.

Para desarrollar el estimado de contingencias basado en riesgos el equipo consideró los siguientes pasos:

1. **Homologación de conceptos.** El objetivo de establecer una contingencia basada en riesgo fue generar distribuciones de probabilidad para el costo total y la fecha de terminación del proyecto, que incluyeran tanto el costo y duración base de los estimados como el costo y duración de los eventos de riesgo. El equipo interdisciplinario acordó eliminar cualquier contingencia anteriormente incluida en el estimado de costos para luego derivar la contingencia, basada en el análisis de riesgos, para cada uno de los componentes del Programa. Adicionalmente, se identificaron porciones de contingencias que incluían algunos costos no detallados, los cuales normalmente son parte del estimado y no de las contingencias (en inglés se les llama “*allowances*”). Estos costos se mantuvieron en el estimado base.
2. **Ajustes al estimado de costos.** El equipo interdisciplinario modificó el estimado de costos para hacer posible la integración con el modelo de riesgos. Los cambios fueron:
 - estructurar el estimado de costo por componentes,
 - clasificar actividades con el mismo tipo de cuadrilla y productividad,

- agrupar actividades similares en categorías más abarcadoras, y
 - establecer provisiones o “allowances” en el estimado base.
3. **Definición de la estructura del modelo.** Luego de haber identificado los riesgos críticos del Programa se determinó que los mismos podían ser modelados en 3 áreas de impacto: mercado, atrasos y sobrecostos. Los riesgos se modelarían según la incidencia en estas tres áreas (ver Figura 3).
 4. **Validación del modelo.** Los parámetros aplicados a todas las variables fueron establecidos inicialmente por el equipo interdisciplinario y luego discutido y revisadas con expertos técnicos de la ACP a través de varias sesiones de trabajo durante los meses de noviembre y diciembre de 2005. Adicionalmente a la revisión del modelo, y de la ya mencionada guía por parte de los consultores, se presentó y discutió el modelo con personal clave de la Autoridad. Se dio lugar a gran debate durante las discusiones, concluyendo en revisiones y mejoras al modelo.



Para la determinación de la contingencia basada en riesgos, el modelo desarrolló en gran detalle las áreas correspondientes a los posibles de atrasos y sobrecostos que puedan afectar el proyecto.

En la parte de atrasos, el modelo estima el cronograma a nivel de proyecto aplicando distribuciones de probabilidad a la duración de cada actividad y a los eventos que pudiesen impactarlas, utilizando una simulación Monte Carlo. Los efectos de las variables de riesgo individuales son agregados para obtener una distribución de probabilidad de la fecha de

terminación del proyecto. La distribución resultante nos da un estimado bastante realista del riesgo en tiempo.

En la parte de sobrecostos, el estimado detallado de costos fue incorporado al modelo, de acuerdo a los siguientes componentes: esclusas del Pacífico, esclusas del Atlántico, contratos del Canal de Acceso, Cause de navegación (dragado) y la elevación del Lago Gatún. Los riesgos previamente identificados afectan el estimado a través de un grupo de variables críticas, tales como: cantidades, productividad, salarios, precios de materiales, entre otros. Los efectos de las variables de riesgo individuales son agregados usando una simulación Monte Carlo para obtener una distribución de probabilidad del costo total. La distribución resultante nos da un estimado bastante realista del riesgo en costo.

El uso de las distribuciones de probabilidad del costo total y de la fecha de terminación son la base para el estimado de la contingencia basada en riesgo. Este método es más realista que el uso de un porcentaje predefinido para fijar la contingencia del estimado de costo, ya que considera la probabilidad de ocurrencia y los impactos de los riesgos potenciales. El uso de contingencias basadas en riesgos tiene la ventaja de eliminar la subestimación de las mismas y permite la evaluación de las causas de los riesgos.

Los siguientes son supuestos básicos para la estimación de la contingencia a través del modelo de riesgos:

- a. El método de contratación se supone que es del tipo “diseño-licitación –construcción” (en inglés “Design-Bid-Build”).
- b. La ACP ejecutará aproximadamente un 50% del volumen de dragado requerido en el programa de ampliación.
- c. La distribución de la contingencia a través del tiempo se basó en la distribución de los flujos del estimado de costos.
- d. El personal técnico y administrativo clave del (los) contratista(s) es extranjero.
- e. Toda la mano de obra no calificada se contrata localmente.

III. Resultados

Varios conceptos estadísticos se utilizan en esta sección del documento. Cabe destacar los siguientes conceptos: 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 igual o menor que el valor presentado.

El percentil usado para definir la contingencia se relaciona con el nivel de aversión al riesgo de la firma. Elegir un percentil 80 implica una contingencia con un nivel de confianza del ochenta por ciento (80%). Una contingencia del ochenta por ciento (80%) implica que cuatro de cada cinco

veces, el costo final estará por debajo de este número. El valor de ochenta por ciento (80%) es un valor típicamente usado en la industria para proyectos de esta magnitud y el mismo tiene una interpretación sencilla¹. Por ello, este modelo utiliza el percentil 80 como un buen nivel de confianza para el estimado.

Los resultados más relevantes del modelo de riesgos para la determinación de la contingencia son aquellos referentes al costo total del Programa de Ampliación (real y nominal), así como su tiempo estimado de terminación.

La distribución del costo total toma en consideración todos los riesgos de sobrecostos y atrasos simultáneamente (ver Figura 4). Seleccionando 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.

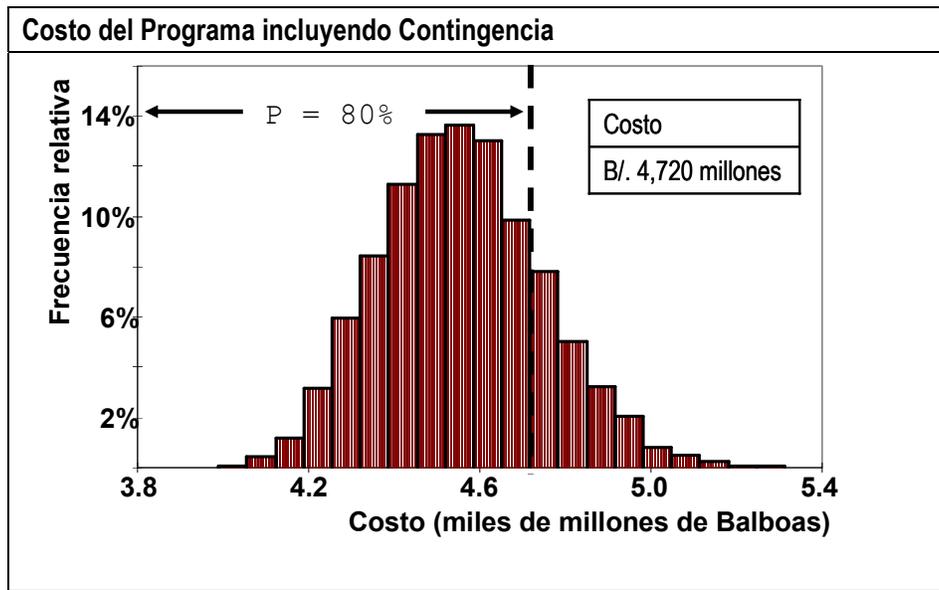
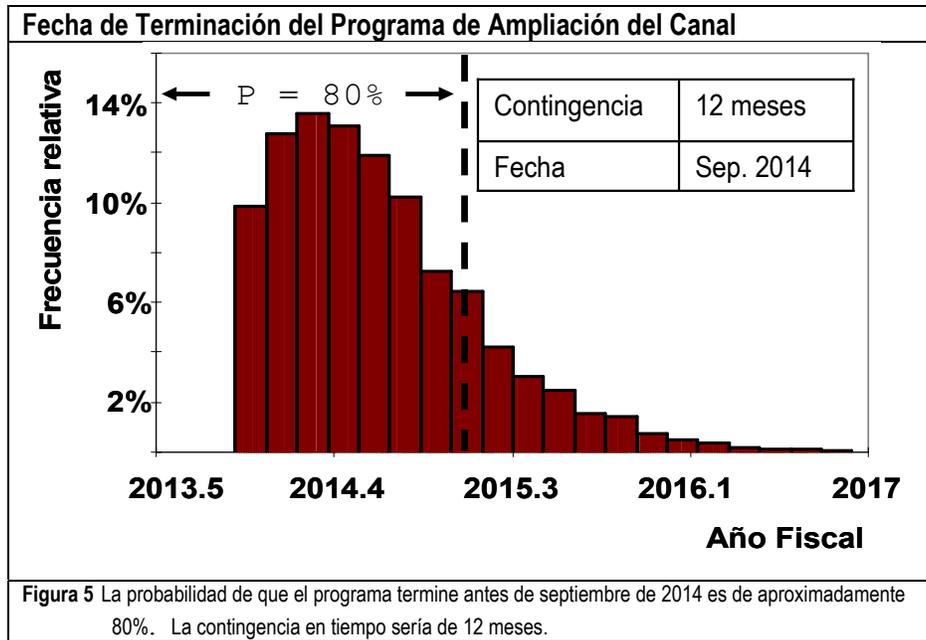


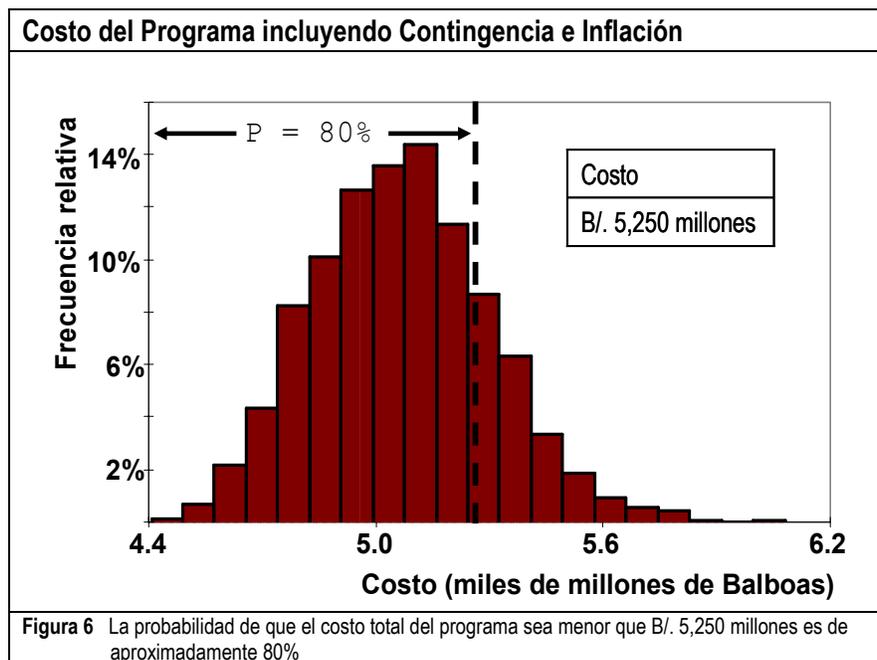
Figura 2 La probabilidad de que el costo total del programa sea menor que B/. 4,720 millones es de aproximadamente 80%. La contingencia, al mismo nivel de confiabilidad, sería de B/. 1,027 millones

La distribución de la fecha de terminación del proyecto toma en consideración todos los riesgos que afectan el 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.

¹ 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 distribución del costo total, tomando en consideración tanto los riesgos de demoras (o del cronograma) y sobre costos, como las variaciones en la inflación general, genera el valor del costo total con contingencia e inflación, es decir, en términos nominales. Esta variación en la inflación general² refleja tanto la baja inflación histórica de Panamá, así como su incremento en el último año. La probabilidad de que el costo total nominal sea igual o menor que B/. 5,250 millones es de ochenta por ciento (80%) (ver Figura 6).



² La inflación general a largo plazo se varía entre 0.6% y 3% anual.

IV. Próximos Pasos

Después de identificar y analizar los riesgos del Programa, los próximos pasos en el proceso de administración de riesgos son: identificar y evaluar medidas de mitigación para los riesgos críticos, y establecer herramientas y procedimientos para administrarlos. Ya se han identificado medidas potenciales de mitigación, las cuales han sido documentadas a través de varios estudios. Adicionalmente, el modelo de riesgos, al permitir la cuantificación de varios riesgos críticos, facilita el desarrollo de estudios beneficio-costos para los planes de manejo de riesgos críticos individuales.

La estrategia de mitigación de riesgos debe ir de acuerdo con el tipo de riesgo analizado, con su impacto, el costo para manejarlo, el tiempo de respuesta, y la asignación de personas responsables en su ejecución y manejo.

La ACP ha iniciado el desarrollo de un registro de riesgos. El registro de riesgos es una herramienta para darle seguimiento a los cambios en el comportamiento de los riesgos. Otra iniciativa es la utilización de un cronograma de resolución de riesgos. La resolución de riesgos facilita el manejo y evaluación de contingencias mediante el establecimiento de hitos de resolución de riesgos. El uso de éstas y otras herramientas permitirá el manejo adecuado de los riesgos del Programa de Ampliación.