



# Determinación del Valor por Dinero

Guía Metodológica  
del Comparador Público-Privado para  
esquemas de Participación Público-Privada  
en Uruguay

Abril 2012









## ❖ Aspectos generales

---

### ○ **Contratos de Participación Público-Privada**

Los contratos de Participación Público-Privada (PPP), son aquellos donde la Administración Pública encarga a una persona de derecho privado, por un período determinado, el diseño, la construcción y la operación de infraestructura o alguna de dichas prestaciones, además de la financiación. Los contratos tienen un período máximo de duración de 35 años.

Todo proyecto de Participación Público-Privada, deberá procurar el beneficio público, respetando el interés general, y adoptar los mecanismos de participación y control que serán de aplicación durante toda la vigencia del contrato.

El proceso para la suscripción de un contrato para el desarrollo de un proyecto de Participación Público-Privada, se inicia mediante una iniciativa pública, o bien, se origina en una iniciativa privada presentada por un proponente.

Con carácter previo a la iniciación del procedimiento de contratación, la Administración Pública contratante deberá contar con un documento de evaluación en que se ponga de manifiesto la viabilidad y la conveniencia del proyecto en cuestión.

Dependiendo de las características de cada proyecto, la evaluación previa podrá separarse en estudios de prefactibilidad, estudios de factibilidad y estudios de impacto.

El documento de evaluación deberá incluir, entre otros aspectos, un análisis comparativo con formas alternativas de contratación que justifiquen en términos técnicos, jurídicos, económicos y financieros, la adopción de esta fórmula de contratación.

El análisis comparativo desde el punto de vista financiero deberá mostrar que el modelo de contratación propuesto es el que permite a la Administración Pública obtener el mayor "Valor por Dinero".

### ○ **Objetivo del Manual**

El objetivo del presente Manual es proporcionar una metodología respecto de las etapas y actividades que debería emprender la Administración Pública a objeto de evaluar la alternativa más conveniente para desarrollar un proyecto público ya sea vía obra pública tradicional o a través de un contrato de Participación Público-Privada.

## ○ ¿Qué es Valor por Dinero (VpD)?

De manera general, el Valor por Dinero (VpD) es un término usado para describir un compromiso explícito que asegure el mejor resultado posible en términos de precio y calidad que puede ser obtenido de entre dos o más alternativas de solución para un problema que implique el uso de recursos públicos. La materialización del término anterior para la presente metodología consiste en definir una medida numérica que cuantifica la ganancia, para el sector público, de realizar un proyecto de infraestructura y servicios a través de un esquema de Participación Público-Privada.

El VpD se define como la diferencia entre el valor presente del costo total neto de un Proyecto Público de Referencia (PPR) ajustado por riesgo y por ingresos de terceras fuentes y el costo total del proyecto PPP. El costo total del proyecto PPP viene determinado por el valor presente del flujo de pagos que recibe el Contratista de parte de la Administración Pública, los costos de administración del contrato PPP, el costo de los riesgos retenidos del proyecto y la ganancia en competitividad.

Tabla 1: Componentes para la determinación del VpD			
Costo del PPR		Costos del proyecto PPP	
❖	Costo base del PPR	❖	Costo del riesgo retenido
❖	Ingresos de terceras fuentes	❖	Costo de administración del contrato
❖	Costo del riesgo retenido	❖	Pagos al Contratista
❖	Costo del riesgo transferible	❖	Ganancia en competitividad

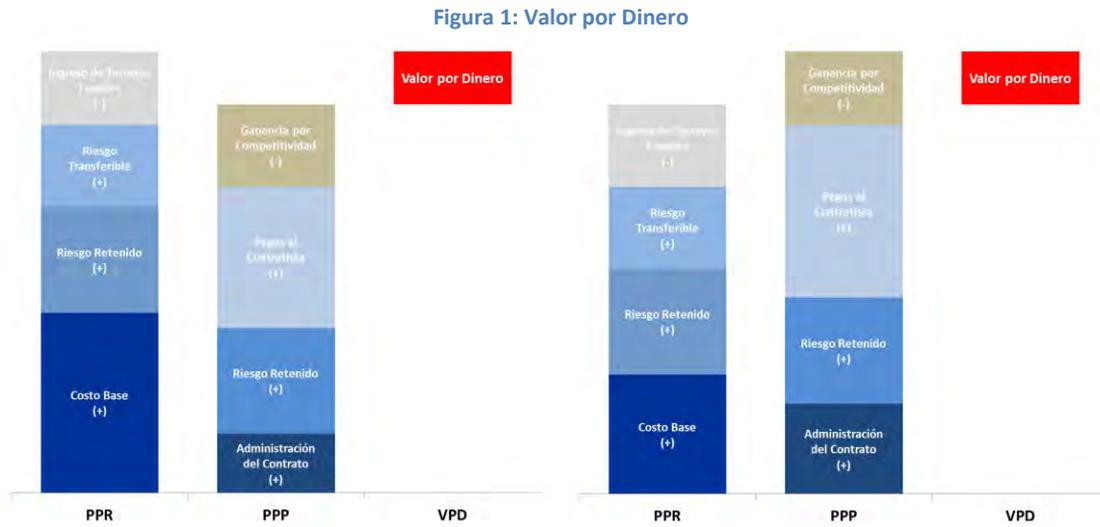
Cada uno de estos componentes debe poder valorizarse para determinar el costo total correspondiente al PPR que se usará como referencia para la etapa de autorización y adjudicación del proyecto. En un proyecto de Participación Público-Privada previo a la iniciación del procedimiento de contratación, la Administración Pública contratante deberá contar con un documento de evaluación en el cual se ponga de manifiesto la viabilidad y la conveniencia del proyecto en cuestión. En particular, se deberá mostrar a través de un estudio, que el modelo de contratación propuesto es el que permite al Estado obtener el mayor Valor por Dinero siguiendo la metodología que se desarrolla en este documento. Dicho estudio deberá ser presentado ante la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) para su consideración e informe. Por su parte, los entes autónomos y los servicios descentralizados, deberán realizar la presentación del estudio a través del Ministerio correspondiente.

## ○ Criterio de aplicación del VpD

El VpD será positivo cuando el costo de provisión pública ajustado por riesgo sea mayor al costo de provisión privada ajustado por riesgo y eficiencias. En este caso diremos que se crea valor al delegar el desarrollo del proyecto a un Contratista. En el caso que el VpD sea negativo, el costo monetario de provisión privada será mayor, y en este caso diremos que

no se obtiene VpD al entregar el proyecto a un Contratista para que lo implemente a través de una modalidad PPP.

La siguiente figura ilustra gráficamente el Valor por Dinero



## ❖ Metodología para la determinación del Valor por Dinero

---

### ○ Formulación conceptual

El Comparador Público Privado (CPP) es una forma objetiva de comparar una modalidad de ejecución pública, denominada Proyecto Público de Referencia (PPR), con una modalidad de ejecución privada, denominada Participación Público-Privada. En el presente Manual, el VpD será equivalente a construir un CPP para determinar la modalidad de ejecución y contratación, a fin de determinar si la participación privada en la provisión de infraestructura o del servicio público, implica un mayor beneficio para la sociedad, respecto a si éstos fuesen provistos por el Estado a través de un mecanismo de contratación de obra pública tradicional (OPT).

La metodología establece el procedimiento para construir un indicador que permita definir la conveniencia de proveer la prestación de un servicio público a través de un Contrato de Participación Público-Privada (CPPP) en relación a un esquema de obra pública tradicional. Este indicador es el Valor por Dinero (VpD), que puede ser expresado como la comparación en valor presente de los costos de desarrollar el proyecto bajo contratación tradicional considerando un Proyecto Público de Referencia y los costos de un proyecto desarrollado bajo Participación Público-Privada.

Para ello es necesario estimar los costos totales del PPR, considerando el costo de los riesgos que el sector público asume bajo modalidad de contratación tradicional, los que se comparan con las proyecciones estimadas de los pagos totales a realizar por la Administración Pública a un Contratista bajo un CPPP. En este sentido, y debido a que se considera desde el punto de vista técnico que ambas modalidades de contratación pueden ofrecer el mismo nivel de servicio, los costos base de partida para ambos esquemas son iguales.

El VpD genera un valor numérico, que permite a la Administración Pública, a través de la comparación de la alternativa definida en un proyecto público de referencia con la alternativa PPP teórica, decidir si es que la participación de la iniciativa privada aportará más valor a la prestación del servicio público en relación a la modalidad pública OPT.

La identificación y estimación de costos y riesgos del Proyecto Público de Referencia contra el cual se compara la alternativa de provisión del CPPP y posteriormente las ofertas privadas, son entonces fundamentales para asegurar el mejor escenario en que el proyecto aporte valor.

## ○ Formulación analítica

Para estimar el VpD, los costos se expresan en términos de valor presente, es decir consideran el valor del dinero en el tiempo.

La formulación básica para estimar el VpD es la siguiente:

$$VpD = \underbrace{\sum_{t=0}^n \frac{(CB_t - ITF_t + CRR_t + CRT_t)}{(1+r)^t}}_{PPR} - \underbrace{\sum_{t=0}^n \frac{(PC_t + CRR_t + CAD_t - GC_t)}{(1+r)^t}}_{PPP}$$

Donde:

- $VpD$  : Valor por dinero que genera el proyecto.
- $CB_t$  : Estimación del Costo Base del PPR en el período  $t$ .
- $ITF_t$  : Ingresos de Terceras Fuentes generados en el período  $t$ .
- $CRR_t$  : Costo del Riesgo Retenido en el período  $t$ .
- $CRT_t$  : Costo del Riesgo Transferible en el período  $t$ .
- $PC_t$  : Pago al Contratista en el período  $t$ .
- $CAD_t$  : Costo de administración del contrato PPP, en el período  $t$ .
- $GC_t$  : Ganancia en competitividad en el período  $t$ .
- $r$  : Tasa de descuento libre de riesgo.
- $n$  : Número de años del horizonte de evaluación.
- $t$  : Año del contrato, siendo el año 0 el de inicio de la construcción.

Para efectos de comparación de las dos modalidades de contratación, la tasa de descuento requiere ser la misma, y será igual a la tasa libre de riesgo para la República Oriental del Uruguay. Esta tasa será definida anualmente por el Ministerio de Economía y Finanzas y se encontrará disponible en su sitio WEB.

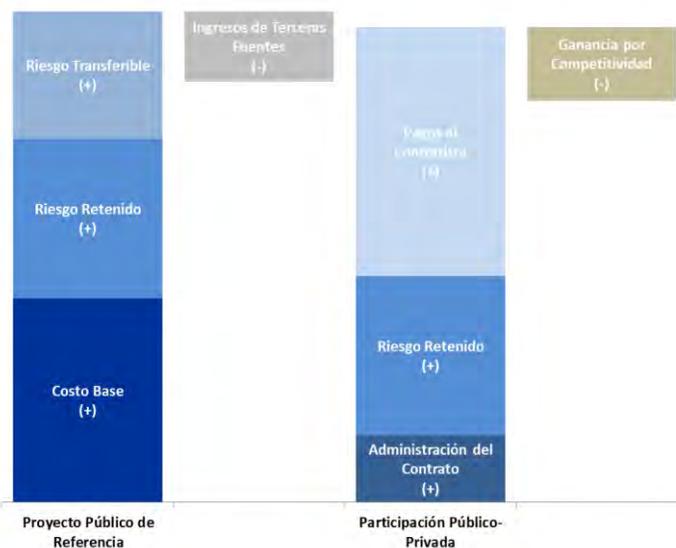
## ○ Formulación gráfica

En la figura siguiente, al lado izquierdo, se muestra el primer componente a determinar para la comparación: el costo base del proyecto público de referencia. El costo base del proyecto público de referencia incluye los costos de inversión, financiamiento, mantención, operación y supervisión de la infraestructura y servicios. También hay un componente de costo de la valoración de los riesgos totales que debe asumir Administración Pública en caso de desarrollar el proyecto por el mecanismo de contratación tradicional. Los riesgos totales pueden ser desagregados en riesgos retenidos y riesgos transferibles.

Un riesgo retenido es aquel que permanece bajo la responsabilidad y gestión de la Administración Pública, y por lo tanto en caso de activarse, tiene un impacto directo en el

presupuesto público. Un riesgo transferible al sector privado permanece bajo la administración y en la “contabilidad” de la empresa Contratista que firma el CPPP. Nuevamente, si el riesgo es activado, tiene un impacto directo en el presupuesto del proyecto y es de responsabilidad del Contratista mitigarlo y administrarlo.

Figura 2: Componentes del Valor por Dinero



Obsérvese que el componente de riesgo que puede potencialmente ser transferible al sector privado, bajo la modalidad de contratación tradicional es siempre retenido por el sector público. Finalmente, a los costos anteriores, se le debe restar el Ingreso por Terceras Fuentes. Dentro de estos ingresos, por ejemplo, se encuentran aquellos que la Administración Pública recibe por concepto de cobro de tarifas a los usuarios por el uso de la infraestructura y los servicios.

Por otra parte, en la alternativa PPP se estiman los costos asociados al desarrollo del proyecto en todas sus etapas (diseño detallado, construcción, operación y mantenimiento), así como los costos asociados al financiamiento del componente de la deuda del sector privado. Posteriormente se estima el valor presente de lo que sería una oferta económica (aportes públicos netos) a ser presentada por un Contratista privado que lleve a cabo el proyecto bajo la modalidad PPP obteniendo una rentabilidad por el capital invertido.

Dichas variables alimentan la modelación económico-financiera del negocio PPP desde el punto de vista privado, y se obtiene una estimación de los Pagos al Contratista que debe realizar la Administración Pública. Los Ingresos por Terceras Fuentes, que bajo la modalidad PPP generalmente son transferidos por la Administración Pública al sector privado ya se encuentran deducidos de la estimación de Pagos al Contratista. A lo anterior se agrega el costo de administración del contrato PPP que debe asumir el sector público durante toda la vida del proyecto, y el costo del riesgo retenido por el Estado. La

racionalidad de agregar tanto en la alternativa PPR como en la opción PPP el costo del riesgo retenido, es que cualquiera sea la modalidad de ejecución, dicho riesgo debe ser asumido por el Estado. La Ganancia en Competitividad (GC) se define como el valor de la reducción en los pagos al Contratista que debe realizar la Administración Pública, que es generada por la presencia de la competencia de otros licitantes al visualizar un negocio de largo plazo y/o por eficiencias en la estructura de costos del sector privado.

En la tabla siguiente se muestra un ejemplo de cálculo de Valor por Dinero, en la cual se observa que el Proyecto Público de Referencia tiene un costo de 720 unidades monetarias mientras que el costo del proyecto de Participación Público Privada tiene un costo igual a 680. Dicha diferencia proporciona VpD igual a UM 40.

Tabla 2: Ejemplo de cálculo de Valor por Dinero	
CPP	Valor
Costo Base Proyecto de Referencia	+370
Costo del Riesgo Retenido	+200
<b>PPR</b> Costo de Riesgo Transferido	+260
Ingresos de Terceras Fuentes	-110
<b>Costo Ajustado PPR</b>	<b>720</b>
Costo de Administración de Contrato PPP	+60
Costo de Riesgo Retenido	+200
<b>PPP</b> Pagos al Contratista	+495
Ganancia por Competitividad	-75
<b>Costo Ajustado PPP</b>	<b>680</b>
<b>VpD</b>	<b>40</b>

Resulta central para calcular el costo total del PPR, que no solamente incluya el costo base de las etapas de diseño, construcción, financiamiento, mantenimiento, operación y supervisión de la infraestructura y la provisión de servicios, sino también el costo estimado de los riesgos inherentes al proyecto debido a la ocurrencia principalmente de sobre costos y sobre plazos producidos por contingencias de cualquier naturaleza.

Asimismo, se deben calcular los riesgos que ocurren por una contingencia que afecta la demanda por los servicios y consecuentemente los ingresos del proyecto. En caso que el proyecto tenga una o varias fuentes de ingresos (Ingresos de Terceras Fuentes), por ejemplo el cobro directo de tarifas a los usuarios, se deberá reducir el costo base en el monto de los ingresos que el sector público está percibiendo y se deberán valorar los riesgos de demanda y/o ingresos que el sector público asume en caso de desarrollar el proyecto a través de la modalidad de obra pública tradicional. Una vez obtenido el costo total neto ajustado del PPR, se compara con el costo total neto del proyecto desarrollado mediante un esquema de Participación Público-Privada.

Si el costo total neto del PPR es mayor al costo total neto del proyecto PPP, entonces la modalidad de ejecución de menor costo para el desarrollo del proyecto es mediante la

provisión del servicio a través de un esquema PPP. En este caso, el proyecto genera VpD para el sector público, por lo tanto se crea valor al delegar el desarrollo del proyecto a un Contratista privado. En la situación de un VpD negativo, el costo de provisión privada será mayor, y en este caso, es posible asumir que no se genera valor al entregar el proyecto a un Contratista de largo plazo, razón por la cual la modalidad de ejecución más conveniente será la provisión del servicio mediante un proyecto público.

## ○ **Responsabilidad fiscal**

Las erogaciones y compromisos financieros que se asuman en el marco de proyectos de Participación Público-Privada deberán ser consistentes con la programación financiera del Estado, en un marco de responsabilidad fiscal y de la debida rendición de cuentas.

## ○ **Factores que generan Valor por Dinero.**

Los factores principales que permiten obtener Valor por Dinero al seleccionar una alternativa PPP son los siguientes:

- ❖ **Asignación de riesgo.** El factor principal se refiere a lograr una adecuada asignación de riesgos durante el ciclo de vida del proyecto, asegurando que la parte en mejores condiciones de administrar un determinado riesgo sea quien lo asuma. En efecto, la asociación entre el sector público y privado en el campo de la infraestructura y servicios resulta beneficiosa siempre y cuando se contextualice en una adecuada distribución de riesgos entre las partes, de modo que cada una asuma los riesgos que le son más fáciles de gestionar y por lo tanto mitigar.
- ❖ **Especificaciones funcionales.** Además de las necesarias especificaciones técnicas operacionales y normativas, las especificaciones de un proyecto de PPP deben estar basadas principalmente en elementos funcionales (*outputs*), de tal forma de incentivar y optimizar así la capacidad de innovación del Contratista privado para la prestación de servicios de mayor calidad al mejor precio asegurando los estándares de calidad perseguidos por la Administración Pública.
- ❖ **Naturaleza de largo plazo de los contratos.** La visión de largo plazo debe asegurar la recuperación de la inversión del Contratista privado, permitir alternativas de decisión e integración de la inversión inicial, operación, mantenimiento y conservación que sean coherentes con el ciclo de vida del proyecto. Asimismo, la instalación de un Contratista en el largo plazo que se encargue de la provisión del servicio público genera economías de escala en un contexto dinámico con el consiguiente efecto en la reducción de los costos.

- ❖ **Medición de niveles de servicio y mecanismo de pago.** La medición del cumplimiento de las especificaciones funcionales o niveles de servicio debe asegurar una adecuada alineación entre los intereses públicos y privados, la que acompañada de una apropiada definición de los mecanismos de pago generan incentivos a la eficiencia.
- ❖ **Competencia en la licitación.** La conducción por parte de la Administración Pública debe propender a generar un proceso competitivo en la licitación. Una alta competencia asegura valores de mercado en la provisión de la infraestructura y los servicios, y por lo tanto, favorece la generación de VpD. Asimismo, uno de los mecanismos centrales de la regulación de monopolios naturales de infraestructura es la competencia. En la medida que mayor sea la competencia, el Contratista que se adjudica el Contrato PPP obtendrá ganancias normales por su inversión, lo que se traducirá en un precio de mercado por la infraestructura construida y los servicios prestados.
- ❖ **Financiamiento privado de largo plazo.** Es altamente beneficioso para generar VpD que los Contratistas adjudicatarios orienten el componente de deuda de sus inversiones en financiamientos de largo plazo, de preferencia en moneda local y a tasa fija desde el inicio del proyecto. Al respecto, un mercado natural que complementa los financiamientos bancarios son los fondos institucionales, los que se encuentran disponibles en Uruguay.
- ❖ **Considerar a todos los agentes involucrados en el proyecto.** En el campo de los proyectos PPP, una activa participación de los actores involucrados es un factor decisivo que puede hacer que un proyecto logre finalmente implementarse y por lo tanto generar VpD. Se recomienda que en la etapa de diseño y en la posterior ejecución de un Contrato PPP se elaboren estrategias efectivas de comunicación y de participación con cada uno de los involucrados en el proyecto.
- ❖ **Flexibilidad.** Resulta muy importante que el sector privado, en el contexto del marco regulatorio vigente, disponga de la necesaria flexibilidad en las soluciones técnicas y de provisión de los servicios, de tal manera que tenga los incentivos de generar innovación tanto en los productos y servicios que ofrece como en los procesos que realiza, especialmente en el uso de tecnologías. De igual forma, el diseño de los Contratos PPP debe propender a incorporar la flexibilidad de manera explícita y regulada.

## ○ **Ámbito de aplicación de la metodología**

Se considera obligatoria la aplicación de la metodología del Comparador Público Privado en proyectos que impliquen contraprestaciones donde el Contratista reciba ingresos, en la forma de contribuciones públicas de manera exclusiva (Pagos al Contratista) o combinadas con tarifas de los usuarios.

Las contribuciones que otorgue la Administración Pública, podrán tener la forma de:

- ❖ Aportes pecuniarios,
- ❖ Otorgamiento de subvenciones,
- ❖ Créditos,
- ❖ Garantías para la financiación del proyecto,
- ❖ Garantías de obtención de ingresos mínimos, y
- ❖ Exoneraciones fiscales, entre otras.

Adicionalmente, podrían haber iniciativas de proyectos que no consideran ninguna de las contribuciones mencionadas anteriormente, pero que requerirían la cesión por parte de la Administración Pública de los ingresos que percibe por concepto de la explotación de un proyecto existente (cobro al usuario por el uso de la infraestructura) y que se está evaluando la posibilidad de entregar su mejoramiento, operación y mantenimiento bajo un esquema de Participación Público-Privada. En este caso, la Administración Pública dejará de percibir el cobro al usuario, por ejemplo, ingresos por peajes, tarifas portuarias o tarifas de embarque aeroportuarias, y estos ingresos al no ser percibidos por el Estado y ser cedidos al sector privado, constituyen desde el punto de vista del Estado un costo de oportunidad de los fondos públicos.

Por lo anterior, también en este caso debe realizarse el análisis del Comparador Público Privado, ya que la Administración Pública está obligada a evaluar la conveniencia (VpD) del esquema tradicional y el de Participación Público-Privada en el uso de estos fondos públicos.

Al respecto, el análisis de VpD deberá considerar cuatro opciones:

- ❖ **Opción 1:** Los ingresos que se ceden son iguales al costo base del proyecto de referencia. En este caso, el único componente del costo del PPR es el costo del riesgo total (retenidos más transferibles). Lo anterior se debe comparar con el costo de administración del contrato PPP, más el costo retenido por el Estado, más un canon o pago del sector privado al Estado por el derecho de percibir los ingresos.
- ❖ **Opción 2:** Los ingresos que se ceden son iguales al costo base del proyecto de referencia más el costo del riesgo total (retenidos más transferibles). Por lo tanto, el costo total del PPR es igual a cero. Lo anterior se debe comparar con el costo de administración del contrato PPP, más el costo retenido por el Estado, más un canon o pago del sector privado al Estado por el derecho de percibir los ingresos.

- ❖ **Opción 3:** Los ingresos que se ceden son mayores al costo base del proyecto de referencia, más el costo del riesgo total (retenidos más transferibles), es decir, hay ingresos netos. Lo anterior se debe comparar con el costo de administración del contrato PPP, más el costo retenido por el Estado, más un canon o pago del sector privado al Estado por el derecho de percibir los ingresos.
- ❖ **Opción 4:** Los ingresos que se ceden son menores al costo base del proyecto de referencia, más el costo del riesgo total (retenidos más transferibles), es decir, no hay ingresos netos. Lo anterior se debe comparar con el costo de administración del contrato PPP, más el costo retenido por el Estado, más un canon (o pago del sector privado al Estado por el derecho de percibir los ingresos). Esta es la opción más común para la aplicación del CPP.

### ○ Sectores de aplicación

La metodología deberá ser utilizada para proyectos que impliquen desarrollo de obras de infraestructura y provisión de servicios en los siguientes sectores de actividad:



- ❖ Obras viales, ferroviarias, portuarias y aeroportuarias (se considerarán incluidas dentro de las obras viales las de caminería rural).
- ❖ Obras de infraestructura energética<sup>1</sup>.
- ❖ Obras de disposición y tratamiento de residuos.

<sup>1</sup> Sin perjuicio de lo establecido en el Decreto - Ley Nº 14.694, de 1º de septiembre de 1977, (Ley Nacional de Electricidad) y Ley Nº 8.764, de 15 de octubre de 1931, (Creación de ANCAP).

- ❖ Obras de infraestructura social, incluyendo cárceles, centros de salud, centros de educación, viviendas de interés social, complejos deportivos y obras de mejoramiento, equipamiento y desarrollo urbano.

## ❖ Procedimiento de aplicación y etapas de la metodología

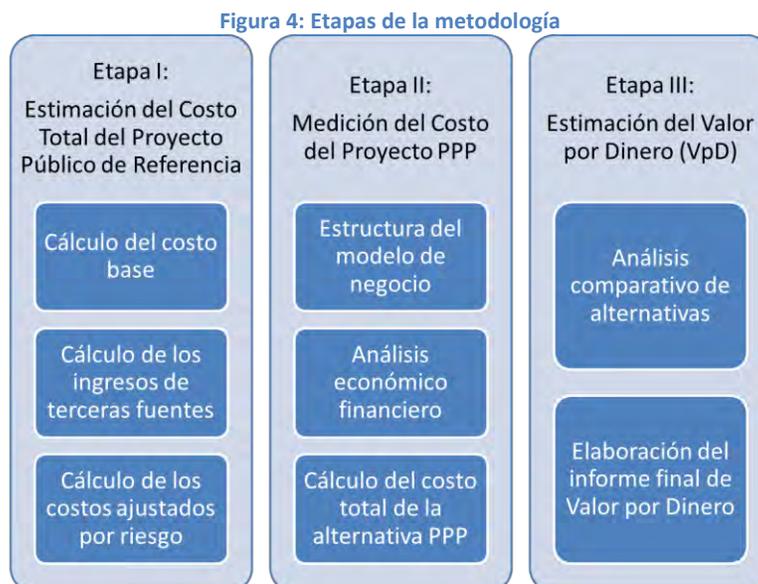
### ○ Procedimiento general de la metodología

❖ **Evaluación socioeconómica:** El proyecto que pretenda realizarse bajo algún esquema PPP, debe contar con el registro en la cartera de programas y proyectos de inversión que administra el Ministerio de Economía y Finanzas-OPP (MEF-OPP), para lo cual, la Administración Pública Contratante presentará el análisis de evaluación socioeconómica siguiendo los lineamientos que establece la OPP, y que de manera general se encuentran resumidos en el Anexo I.

❖ **Análisis de Elegibilidad:** Una vez que el proyecto PPP cuenta con la evaluación social, la Administración Pública que pretenda realizarlo, deberá continuar con el procedimiento de autorización, presentando al MEF un análisis de Elegibilidad siguiendo los lineamientos metodológicos definidos en el Manual de Elegibilidad de Proyectos de Participación Público-Privada.

### ○ Etapas de la metodología

El siguiente esquema muestra las etapas de la metodología del Comparador Público Privado:



## ▪ **Etapa I: Estimación del Costo Total del Proyecto Público de Referencia**

En esta etapa se calculan las componentes que permiten la evaluación del Proyecto Público de Referencia. Se incluye:

- ❖ Cálculo del costo base.
- ❖ Cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto.
- ❖ Cálculo de los costos ajustados por riesgo del PPR.

### **Subetapa I.1: Cálculo del costo base**

El Costo Base (CB) es calculado sobre la base del valor presente neto de los costos esperados para el sector público articulados en el PPR, durante el horizonte de vida del proyecto. El PPR debe entonces ser descrito en sus especificaciones técnicas y funcionales de diseño, construcción, operación, mantenimiento y conservación y de los costos asociados con ellas.

Típicamente, el costo base cubre la inversión inicial en activo fijo, equipamientos, financiación, costos de operación de los servicios, mantenimiento, conservación y las ampliaciones de capital o reinversiones en caso de ser necesarias.

Se debe incluir un resumen de las estimaciones de los costos básicos de los activos fijos, tales como infraestructura o equipamiento, incluyendo toda mejora que hubiera que realizarse a instalaciones existentes para poner en marcha el proyecto, conforme al uso requerido.

Estos costos incluyen los costos de diseño, costos de implementación, costos de construcción y costos de equipamiento.

- ❖ **Costos de diseño.** En esta parte se precisan todos los costos propios del estudio de ingeniería del proyecto, del estudio de demanda, del estudio de impacto ambiental y del estudio económico-financiero, entre otros estudios necesarios en la etapa de diseño.
- ❖ **Costos de implementación.** Incluyen los costos de posibles compras de terrenos o pago de derechos de expropiación, los posibles gastos por demoliciones y adaptaciones del terreno, la tramitación de permisos y licencias para desarrollar el proyecto, y los costos de transacción, incluidos aquí los gastos en consultores. También se deberá incluir el costo de supervisión y control que deberá incurrir la Administración Pública en caso que el proyecto sea desarrollado bajo OPT.

- ❖ **Costos de construcción.** Aquí se detallan los costos de construcción de la infraestructura misma.
- ❖ **Costos de equipamiento.** Incorpora los costos de equipos necesarios para el funcionamiento de la infraestructura y la provisión de los servicios

Las estimaciones del costo deben reflejar los costos completos del recurso para el proyecto. Es necesario detallar todos los supuestos y fuentes de información, en particular, los relacionados al cálculo de los precios unitarios, las cubicaciones, las especificaciones y el cronograma de gastos.

Los supuestos sobre el inicio, la ejecución o el progreso de avances en el trabajo de la construcción deben reflejar lo que podría ser realista esperar en el sector público. Las técnicas de construcción asumidas en la estimación de los costos de inversión deben reflejar la reciente práctica real en el sector público, conforme a la ejecutoria de los planes existentes.

Cuando hay razones fundadas para suponer que la provisión pública de la infraestructura tomará un tiempo superior al plazo que normalmente tomaría la provisión privada, es recomendable realizar el ajuste que se explica a continuación:

- ❖ Se determina el beneficio anual uniforme equivalente de la evaluación social, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$BAUE_{social} = VAN_{social} \times \frac{r_A(1 + r_A)^P}{(1 + r_A)^P - 1}$$

Donde  $VAN_{social}$  es el valor actual neto de los flujos de la evaluación social,  $r_A$  es la tasa de descuento en términos anuales, y  $P$  es el plazo de la evaluación social en años. La tasa de descuento corresponde a la tasa social de descuento cuyo valor se encuentra en el Anexo I.

- ❖ Posteriormente se mensualiza la tasa social de descuento de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$r_m = (1 + r_A)^{1/12} - 1$$

Donde  $r_m$  es la tasa de descuento en términos mensuales.

- ❖ Se calcula el valor actual de costos del retraso en la implementación del proyecto de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC_{espera} = \frac{BAUE_{social}}{12} \times \frac{(1 + r_m)^m - 1}{r_m (1 + r_m)^m}$$

Donde  $m$  es el número de meses de retraso esperable en la provisión pública de la infraestructura.

- ❖ Finalmente la cifra anterior es agregada al valor actual de costos del Proyecto Público de Referencia.

Para el caso de los proyectos sociales, cuando a través de la metodología costo-eficiencia, se asume que los beneficios de diferentes alternativas son los mismos o cuando existe dificultad en traducir algunos beneficios en términos monetarios, y consecuentemente no es posible calcular  $VAN_{social}$ , se deberá tomar como referencia un porcentaje del  $VAC_{social}$ . Para estos efectos, se asumirá que el Valor Actual de los Beneficios Sociales (VABS) es igual a  $VABS = (1 + \beta) \times VAC_{social}$ . El valor de  $\beta$  inicialmente será igual a 30%, y podrá ser corregido por la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP).

### Costos de operación, mantenimiento y conservación

Estas partidas de costos son incurridas durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto con el fin de habilitar el servicio durante todo su horizonte. Su naturaleza varía de acuerdo a cada proyecto. Las estimaciones de estos costos están basadas en la experiencia del evaluador en el sector en que se desarrolla el proyecto específico.

Pueden subdividirse en costos de operación y costos de mantenimiento y conservación.

- ❖ **Costos de operación.** Corresponden a aquellos costos necesarios para operar la infraestructura y proveer el servicio público. Deben incluir el personal, los insumos necesarios, y todos aquellos egresos en que incurra la Administración Pública mientras se encuentra prestando el servicio.
- ❖ **Costos de mantenimiento y conservación.** Corresponden a los costos periódicos necesarios para mantener el activo fijo y su equipamiento operando en su especificación original. Generalmente se divide en un mantenimiento rutinario expresado como un gasto anual equivalente a un porcentaje fijo de la inversión, y un mantenimiento mayor o periódico (o de conservación) que puede ser necesario tras cierto número de años<sup>2</sup>.
- ❖ **Costos del financiamiento público.** En el cálculo del costo total se deberá incluir el costo del financiamiento público. Para el presente Manual, se entiende por financiamiento público a los recursos monetarios que son necesarios de obtener a través de deuda internacional por parte del sector público. Para lo anterior, se usará como referencia un

<sup>2</sup> En el caso de proyectos de carreteras se deberá usar el modelo HDM-4.

financiamiento obtenido a través de organismos multilaterales, en lo que se relaciona a plazo y tasa. El plazo será como máximo de 25 años y contará con 5 años de gracia para el pago de los intereses. La tasa de interés de referencia será informada anualmente por parte del Ministerio de Economía y Finanzas, y estará disponible en su sitio WEB. Cualquier otra referencia de financiamiento público será definido y comunicado oportunamente por el MEF.

En base a la información anterior, es posible determinar analíticamente la deuda contraída, cuyo desarrollo considera una estructura de repago a través de cuotas constantes y que incluye períodos de gracia que contemplan el no pago de amortizaciones. Dichos períodos de gracia permiten el repago de la deuda cuando el margen operacional de los primeros períodos de un proyecto son pequeños o incluso negativos.

En el caso de deudas con cuotas constantes, la amortización es diferente en cada período y se determina como el monto de la cuota menos el interés correspondiente al período en cuestión. El monto de la cuota permite repagar la deuda en un plazo establecido, y se calcula matemáticamente de la siguiente manera:

$$Deuda = \frac{C}{1+r} + \frac{C}{(1+r)^2} + \frac{C}{(1+r)^3} + \dots + \frac{C}{(1+r)^n} = C \times \sum_{i=1}^n \frac{1}{(1+r)^i}$$

$$C = \frac{Deuda}{\frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^n}}$$

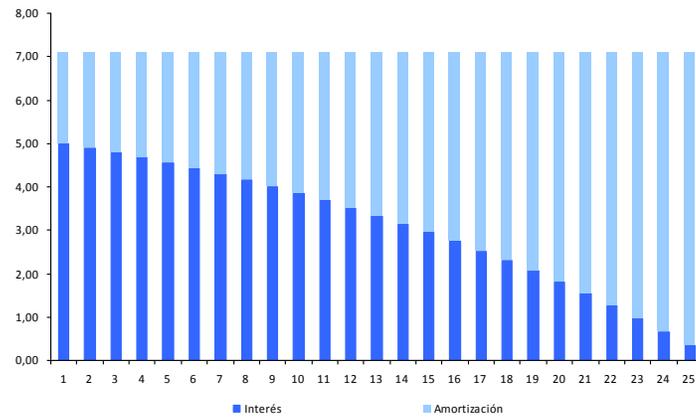
De esta forma, determinado el monto de la cuota, el desarrollo de la deuda es el siguiente:

Tabla 3: Desarrollo de la deuda con cuotas constantes			
Periodo	Deuda Permanente	Interés	Amortización
0 (Inicio)	$M$		
1	$M - (C - M \times r)$	$M \times r$	$C - M \times r$
2	$M - (C - M \times r) \times (1 + (1+r))$	$C - (C - M \times r) \times (1+r)$	$(C - M \times r) \times (1+r)$
3	$M - (C - M \times r) \times (1 + (1+r) + (1+r)^2)$	$C - (C - M \times r) \times (1+r)^2$	$(C - M \times r) \times (1+r)^2$
⋮	⋮	⋮	⋮
$n - 1$	$M - (C - M \times r) \times (1 + (1+r) + (1+r)^2 + \dots + (1+r)^{n-1})$	$C - (C - M \times r) \times (1+r)^{n-2}$	$(C - M \times r) \times (1+r)^{n-2}$
$n$	0	$C - (C - M \times r) \times (1+r)^{n-1}$	$(C - M \times r) \times (1+r)^{n-1}$

Donde M es el monto, C es la cuota y r es la tasa de interés.

El desarrollo de una deuda con cuotas constantes tiene un perfil con dicha característica, como el que se presenta a continuación en la siguiente figura:

Figura 5: Desarrollo de deuda con cuotas constantes



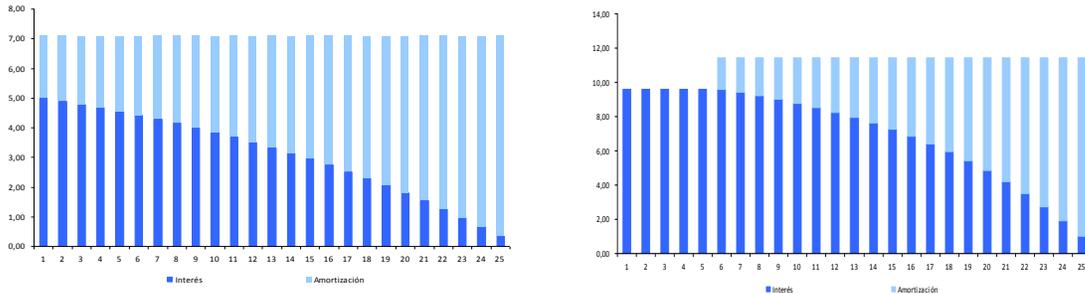
En el caso de una deuda que considera cuota constante y períodos de gracia para el pago amortizaciones, se permite por parte del acreedor, que durante cierto número de períodos se repaguen solamente los intereses del crédito, tal como se muestra en la siguiente tabla, donde se asume para efectos ilustrativos, que se conceden cinco períodos de gracia:

Tabla 4: Desarrollo de la deuda con cinco períodos de gracia en el pago de amortizaciones				
Periodo	Deuda remanente	Cuota	Interés	Amortización
0 (Inicio)	$DR_0 = M$			
1	$DR_1 = M$	$M \times r$	$M \times r$	0
2	$DR_2 = M$	$M \times r$	$M \times r$	0
3	$DR_2 - Amortización_3$	$C = PAGO(r; n - 2; M)$	$DR_2 \times r$	0
4	$DR_3 - Amortización_4$	$C$	$DR_3 \times r$	0
5	$DR_4 - Amortización_5$	$C$	$DR_4 \times r$	0
6	$DR_5 - Amortización_6$	$C$	$DR_5 \times r$	$C - Interés_6$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$n - 4$	$DR_{n-5} - Amortización_{n-4}$	$C$	⋮	⋮
$n - 3$	$DR_{n-4} - Amortización_{n-3}$	$C$	⋮	⋮
$n - 2$	$DR_{n-3} - Amortización_{n-2}$	$C$	⋮	⋮
$n - 1$	$DR_{n-2} - Amortización_{n-1}$	$C$	⋮	⋮
$n$	$DR_{n-1} - Amortización_n = 0$	$C$	$DR_{n-1} \times r$	$C - Interés_n$

Como se puede apreciar en la tabla anterior, tener 5 períodos de gracia en el pago de amortizaciones significa que durante esos cinco períodos sólo se paguen intereses, permaneciendo la deuda remanente constante, la cual debe ser pagada totalmente en  $n - 5$  períodos.

En la figura siguiente se muestra una comparación entre una deuda sin períodos de gracia y otra con los mismos parámetros, pero con cinco períodos de gracia para el pago de amortizaciones.

Figura 6: Comparación de perfiles de deuda con y sin períodos de gracia para amortizaciones



Por ejemplo, si se tiene una deuda de 100 unidades monetarias con una tasa de interés de un 9,60% y un plazo de repago del crédito de 25 años, el valor de la cuota cupón está dado por la siguiente expresión:

$$C = \frac{Deuda}{\frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^n}} = \frac{100}{\frac{1}{0,096} - \frac{1}{0,096(1+0,096)^{25}}} = 10,68$$

Por su parte el desarrollo de la deuda tanto para la deuda remanente, como para los montos de interés y amortización se muestran para cada uno de los períodos en la siguiente tabla:

Tabla 5: Ejemplo desarrollo de la deuda con cupones constantes				
Período	Deuda remanente	Cuota	Interés	Amortización
0	100,00			
1	98,92	10,68	9,60	1,08
2	97,74	10,68	9,50	1,18
3	96,44	10,68	9,39	1,30
4	95,02	10,68	9,26	1,42
5	93,46	10,68	9,13	1,56
6	91,76	10,68	8,98	1,71
7	89,89	10,68	8,81	1,87
8	87,84	10,68	8,63	2,05
9	85,59	10,68	8,44	2,25
10	83,13	10,68	8,22	2,46
11	80,43	10,68	7,98	2,70
12	77,47	10,68	7,72	2,96
13	74,22	10,68	7,44	3,24
14	70,67	10,68	7,13	3,55
15	66,77	10,68	6,79	3,90
16	62,50	10,68	6,41	4,27
17	57,82	10,68	6,00	4,68
18	52,69	10,68	5,55	5,13
19	47,07	10,68	5,06	5,62

**Tabla 5: Ejemplo desarrollo de la deuda con cupones constantes**

Período	Deuda remanente	Cuota	Interés	Amortización
20	40,91	10,68	4,52	6,16
21	34,16	10,68	3,93	6,75
22	26,75	10,68	3,28	7,40
23	18,64	10,68	2,57	8,11
24	9,75	10,68	1,79	8,89
25	0,00	10,68	0,94	9,75

Teniendo en cuenta las mismas condiciones o parámetros anteriores de la deuda en cuanto a la tasa de interés, período del crédito y deuda total, pero considerando 5 períodos de gracia para el pago de las amortizaciones, el desarrollo de la deuda se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6: Ejemplo desarrollo de la deuda con cinco períodos de gracia en el pago de amortizaciones**

Período	Deuda remanente (DR)	Cuota	Interés	Amortización
0	100,00			
1	100,00	9,60	9,60	0,00
2	100,00	9,60	9,60	0,00
3	100,00	9,60	9,60	0,00
4	100,00	9,60	9,60	0,00
5	100,00	9,60	9,60	0,00
6	98,17	11,43	9,60	1,83
7	96,17	11,43	9,43	2,00
8	93,98	11,43	9,24	2,19
9	91,57	11,43	9,03	2,40
10	88,94	11,43	8,79	2,64
11	86,05	11,43	8,54	2,89
12	82,88	11,43	8,26	3,17
13	79,42	11,43	7,96	3,47
14	75,61	11,43	7,63	3,80
15	71,44	11,43	7,26	4,17
16	66,88	11,43	6,86	4,57
17	61,87	11,43	6,42	5,01
18	56,38	11,43	5,94	5,49
19	50,36	11,43	5,41	6,02
20	43,77	11,43	4,84	6,59
21	36,54	11,43	4,20	7,23
22	28,62	11,43	3,51	7,92
23	19,94	11,43	2,75	8,68
24	10,43	11,43	1,92	9,51
25	0,00	11,43	1,00	10,43

## Subetapa I.2: Cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto

### Ingresos actuales

Corresponden a los ingresos que son percibidos por la Administración Pública al momento de realizar el análisis y que se espera serán entregados al Contratista una vez tomada la decisión de desarrollar el proyecto por la modalidad PPP. El ejemplo típico de este tipo de ingresos es la tarifa de peaje público vigente en una carretera que será entregada a privados a través de un contrato de largo plazo, y que la repartición pública dejará de percibir y entregará al Contratista.

### Ingresos potenciales

Corresponden a los ingresos que el sector público potencialmente podría cobrar por la prestación del servicio, pero que no se encuentran siendo percibidos al momento de realizar el análisis, y que sin embargo, se espera que el derecho potencial de cobro sea transferido al Contratista en el caso de tomar la decisión de desarrollo privado del proyecto.

Si la tarifa que cobrará el Contratista por la provisión del servicio público será fijada y regulada por la Administración Pública contratante, y no es una variable de licitación cuyo valor final será producto del proceso competitivo de licitación, entonces para efectos del CPP se debe utilizar directamente el valor fijo que la Administración Pública está definiendo.

Si la tarifa que cobrará el Contratista es una variable de licitación, entonces para efectos del Comparador, su valor debe estar determinado en base al modelo económico-financiero que simule la decisión de oferta del Contratista.

## Subetapa I.3: Cálculo de los costos ajustados por riesgo del PPR

En esta subetapa se procede a calcular el costo de provisión pública de la infraestructura o servicio público.

### Costo base ajustado

Corresponde a la suma del valor presente de las componentes de costo que tendría el proyecto si fuera desarrollado por el sector público.

$$CB = -INV + OMC + CF$$

Donde  $CB$  es el valor presente del costo base del proyecto referencia. La primera componente de la derecha de la ecuación corresponde a la inversión y equipamiento, que se obtiene del costeo tradicional que las instituciones públicas hacen sobre su proyecto de inversión, y se expresa en valor presente. La segunda componente corresponde al valor presente de los costos de operación, mantenimiento, conservación y supervisión ( $OMC$ ).

La tercera componente se refiere al costo de financiamiento del sector público (*CF*) en la forma que fue definido anteriormente. Esta deuda considera amortizaciones constantes, 5 años de gracia y un período máximo de 25 años.

### Costo del riesgo total (CRR+CRT)

El costo del riesgo total de la modalidad de ejecución tradicional puede ser dividido en un componente de costo que es retenido por la Administración Pública (*CRR*) y por otra componente de costo que puede potencialmente ser transferible (*CRT*) por la Administración Pública al Contratista en el caso que el proyecto se desarrollara bajo la modalidad PPP. En Anexo II se presentan distintas aproximaciones para la identificación, cuantificación y asignación de riesgos retenidos y transferibles.

Independiente de la tipología y el sector de la economía donde pueda ser desarrollado un proyecto por parte del sector público, es posible definir una serie de riesgos estándares, o que en su mayoría son comunes en cualquier iniciativa de inversión implementada bajo el mecanismo tradicional por la Administración Pública.

La definición de riesgos estándares que se propone a continuación se basa principalmente en casos de estudio, experiencia internacional y literatura relacionada a proyectos de inversión de infraestructura y provisión de servicios públicos.

La confección de esta matriz considera diferentes categorías para clasificar los riesgos de las distintas etapas de un proyecto de inversión pública y dispone de una descripción general del mismo.

En la siguiente tabla se presenta una matriz general de riesgos:

Tabla 7: Matriz General de Riesgos			
Categoría del riesgo	Etapas	Riesgos estándares	Descripción
Riesgo de implementación	Etapa licitación	Riesgo de adquisición de terrenos	Dificultad en la entrega del área de contrato y de los permisos de construcción en concordancia con un programa previamente definido lo que implica atrasos en el proceso constructivo y pérdida de beneficios económicos para la sociedad.
	Etapa licitación	Riesgo de demora en la aprobación de la adjudicación del contrato de construcción	El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto, generando pérdida de beneficios económicos netos para la sociedad.
Riesgos de construcción	Etapa de construcción	Riesgo de diseño	El diseño de ingeniería y/o arquitectura establecido para el proyecto puede ser insuficiente y/o incompleto, lo que puede generar ajustes en el volumen de inversiones contratadas y/o la realización de nuevas obras y/o inversiones complementarias respecto al diseño original, incrementando los costos del proyecto original.
	Etapa de construcción	Riesgos constructivos de costos incrementales	Aumento de costos de distintos ítems que se producen durante el proceso constructivo debido a incrementos en las ubicaciones, precios de los materiales, insumos y mano de obra.
	Etapa de construcción	Riesgo de atrasos	Aumentos de los costos por sobre un presupuesto estimado debido a atrasos en la ejecución de las actividades programadas

**Tabla 7: Matriz General de Riesgos**

Categoría del riesgo	Etapa	Riesgos estándares	Descripción
			para la etapa de construcción.
Riesgos de operación y mantenimiento	Etapa de explotación	Riesgo operacionales de costos incrementales	Aumento no previsto de los costos de operación y/o mantenimiento del proyecto debido a aumento en cantidades de obras adicionales, materiales y precios de los insumos productivos y mano de obra.
	Etapa de explotación	Riesgo de nivel de servicio	No se logra alcanzar un nivel de servicio para el proyecto acorde con las especificaciones definidas y contratadas generando impacto en los beneficios económicos netos.
	Etapa de explotación	Riesgo de discontinuidad del servicio	Interrupción y/o suspensión parcial o permanente de los servicios que lleva a una pérdida de ingresos monetarios, además del reclamo e inconformidad de los usuarios que se pueden traducir en demandas civiles.
Riesgos ambientales	Etapa de construcción/explotación	Riesgo ambiental	Ajuste medioambiental no previsto respecto a las normas establecidas, obstrucciones geológicas, climáticas, físicas y arqueológicas, entre otras que producen sobre plazos y mayores costos que los inicialmente proyectados para el proyecto.
Riesgos de fuerza mayor	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de catástrofes naturales	Hechos de la naturaleza que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, incrementan los costos, interrumpen el servicio no permitiendo su operación de manera adecuada con la consecuente pérdida de generación neta de ingresos.
Riesgos políticos	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de cambios en la legislación pertinente	Cambio en la legislación y/o regulación de los estándares (técnicos, ambientales, económicos, entre otros) genera efectos en los costos, ingresos e inversiones afectando la viabilidad del proyecto.
	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de terminación del proyecto	Por decisiones políticas se deja de desarrollar el proyecto y se genera una terminación anticipada.
Riesgos sociales	Todas las etapas del proyecto	Riesgo de conflicto social	Protestas, paros, huelgas y/o aspectos culturales que interfieran con el normal desarrollo del proyecto produciendo plazos y costos mayores a los estimados inicialmente.
Riesgos de ingresos	Etapa de explotación	Riesgo de demanda	La cantidad demandada por el servicio es diferente a la prevista, lo que tiene efectos en la dimensión del proyecto y los ingresos percibidos.
	Etapa de explotación	Riesgo tarifarios	El nivel de la tarifa es resistido por los usuarios y los cambios en los ajustes tarifarios no se efectúan en los plazos establecidos y/o no son sustentables de acuerdo a la disposición a pagar por el servicio afectando los ingresos percibidos.
Riesgos tecnológicos	Etapa explotación	Riesgo de obsolescencia tecnológica	Los equipos y tecnología necesarios para la operación, cumplen su ciclo de vida y quedan obsoletos, o no se encuentran operativos para satisfacer los requerimientos del proyecto, lo que implica un aumento de costos al remplazarlos y/o una disminución de ingresos del proyecto.
Riesgos de mercado	Etapa construcción/operación	Riesgo de incremento en el precio de los insumos	El precio de los insumos necesarios para la construcción de las obras o de la operación del proyecto aumenta por sobre los valores inicialmente estimados debido a contingencias macroeconómicas a nivel local y/o internacional.
Riesgos financieros	Etapa licitación	Riesgo de obtención de financiamiento	No obtención del financiamiento. El proyecto no puede levantar los fondos suficientes para ser materializado, lo que implica retrasos en su ejecución produciendo una disminución del beneficio económico neto para la sociedad.
	Todas las etapas	Riesgo de tasa de interés	Las tasas de interés fluctúan en forma desfavorable encareciendo los costos financieros.
	Todas las etapas	Riesgo de tipo de cambio	El tipo de cambio fluctúa de manera desfavorable afectando el costo de los insumos importados y/o eventualmente el costo del financiamiento internacional necesarios para la implementación del proyecto.

La materialización de los riesgos anteriores se traduce ya sea un aumento de costos del proyecto mayores a los inicialmente estimados y/o una disminución de los ingresos o beneficios que el proyecto puede percibir o generar.

## Costo ajustado total del Proyecto Público de Referencia

Una vez completados los pasos anteriores, se determina el Costo Ajustado Total (CAT) del proyecto público de referencia como la suma del costo base, costo del riesgo retenido, costo del riesgo transferible, menos los Ingresos de Terceras Fuentes:

$$CAT = CB + CRT + CRR - ITF$$

Donde:

- CB* : Valor presente del costo base del PPR
- CRT* : Valor presente del costo del riesgo transferible
- CRR* : Valor presente del costo del riesgo retenido
- ITF* : Valor presente de los Ingresos de Terceras Fuentes

### ▪ **Etapa II: Medición del costo del proyecto PPP**

En esta etapa se presentan y valorizan los elementos del costo asociado a la alternativa de Participación Público Privada de la infraestructura o servicio público.

#### **Subetapa II.1: Estructura del modelo de negocio**

El primer paso es definir el alcance o frontera de la provisión de los servicios por parte del sector privado. Esto es lo que se denomina el diseño o modelo del plan de negocio, y que consiste en la definición de las siguientes variables:

- ❖ Determinación del plazo del contrato.
- ❖ Definición del mecanismo de pago por parte de la Administración Pública Contratante
  - ❖ Pago por disponibilidad.
  - ❖ Pago por uso o tarifa sombra.
- ❖ Definición de las deducciones en los pagos.
- ❖ Tipología y niveles de garantías que serán solicitadas al Contratista.
- ❖ Mecanismo de revisión y de reajustes por los pagos de los servicios contratados al Contratista.
- ❖ Determinación de los gastos operacionales y administrativos del Contratista.
- ❖ Potencialidad de percibir ingresos adicionales identificando con precisión su tipología y el tipo de regulación que tendrán. Por ejemplo, ingresos percibidos por la venta de combustible en una estación de servicio en una carretera, ingresos por venta de servicios de *duty free* en un aeropuerto.
- ❖ Estimación de la tasas de descuento para el capital propio del Contratista.
- ❖ Estimación de la tasa de interés para la deuda, aportes de capital propio y deuda (nivel de apalancamiento), y tabla de desarrollo de la misma.

- ❖ Garantías y seguros que potencialmente el sector público otorgara que permita la bancabilidad del proyecto.

No se menciona en este listado el alcance, el monto de la inversión, su cronograma de ejecución, los equipamientos, los costos de operación de los servicios, los costos de conservación y la estimación de los Ingresos de Terceras Fuentes (demanda, ingresos, tarifas) porque ya fueron definidos e incluidos en el Costo Ajustado Total del PPR. Tampoco se menciona el análisis de riesgos, la definición y las especificaciones funcionales de los servicios porque fueron desarrollados en etapas previas para el dimensionamiento del PPR. Sin embargo, todas estas variables deben ser consideradas para estimar el costo de la alternativa PPP.

En lo que sigue se precisan algunas de las variables anteriores.

- ❖ **Plazo del contrato.** Corresponde a la definición del plazo a través del cual el servicio público será integrado a la explotación del Contratista privado. No es materia de esta metodología determinar cuál es la mejor extensión temporal del Contrato PPP. Sin embargo, se señala que a nivel internacional el plazo promedio de los Contratos PPP asciende a 20 años, y entre los criterios que se utilizan para su definición está la duración del activo principal, de los equipos, la capacidad del mercado financiero de aportar recursos para el desarrollo del proyecto en el mediano y largo plazo, las economías de escala que se pueden lograr, la intensidad en tecnología que el proyecto implica, el grado de conocimiento que se tiene sobre el proyecto y su impacto en la población de que éste sea desarrollado por el sector privado.
- ❖ **Mecanismo de pago.** Esta actividad consiste en la descripción de la mecánica de pago que se utilizará para remunerar al Contratista. Se deberán incluir los conceptos que incidirán en la determinación de los montos a pagar, los modelos de pago que se aplicarán a cada uno de ellos, la periodicidad con la que se utilizarán y los procedimientos e instrumentos que se utilizarán para medir las variables que incidan en la magnitud de los pagos. Al concluir esta actividad se dispondrá de una descripción detallada de los mecanismos de pago y de la forma de operarlos así como se resolución
- ❖ **Ingreso por cobro a usuarios.** Corresponde a los ingresos que el Contratista cobrará a los usuarios (de ser el caso), ya sea que este cobro sea preexistente, o se genere a partir del contrato. Estos ingresos no son contabilizados en el costo de la alternativa de provisión privada, sino que son utilizados de manera indirecta en el cálculo del aporte público requerido en la variable Pagos al Contratista (PC).
- ❖ **Demanda (número de usuarios o prestaciones del servicio).** Corresponde a la proyección del número de servicios por unidad de tiempo que serán prestados por el Contratista. No corresponden a un ítem de costo a ser reportado en el Comparador, sino a una de las variables utilizadas en el modelo económico-financiero, a partir del

cual se determina el nivel de financiamiento público esperable. Esta demanda es la misma que fue usada para el cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes en la alternativa PPR.

- ❖ **Ingresos por tarifa sombra o uso.** Corresponde a aquellos ingresos que son contingentes a la cantidad de servicios prestados, pero cuyas tarifas son pagadas por el sector público en lugar de los usuarios de esas prestaciones. Son parte del aporte público y no se reportan en forma separada. **Nivel del aporte público.** Corresponde a la suma de las fuentes de pago de sector público que contempla el diseño del negocio base para el Contratista. Se compone de los compromisos firmes (pagos directos no sometidos al cumplimiento de condiciones), los compromisos contingentes (pagos directos sometidos al cumplimiento de condiciones), las tarifas sombra (pagos contingentes sometidos exclusivamente a la cantidad de servicios prestados). Las componentes que están fijas en el diseño del negocio, son contabilizadas simplemente como el valor actual de costos asociado al Pago al Contratista (PC).
- ❖ **Garantías requeridas de la Administración Pública.** Corresponden a los mecanismos de pago contingentes que la Administración Pública podría entregar al Contratista y que se activan cuando ocurren ciertas condiciones objetivas establecidas en el CPPP (o previamente en el diseño de negocio). Ejemplo de estas garantías, son las garantías de compra de una cantidad mínima de servicios prestados por parte del Contratista, de tráfico mínimo y/o de ingresos mínimos. En la contabilidad pública estos compromisos se denominan pasivos contingentes.

## Subetapa II.2: Análisis económico-financiero

En esta sección se describe el modelo económico-financiero que simula y sistematiza la perspectiva de evaluación del Contratista frente a un proyecto PPP determinando las condiciones financieras para que el proyecto sometido a evaluación sea viable y bancable. El modelo de evaluación está basado en metodologías para el cálculo de presupuestos de capital y valoración de empresas, que son ampliamente usadas en el campo de las finanzas.

### Estructura del modelo de evaluación

El modelo económico-financiero es una herramienta utilizada para evaluar la viabilidad de proyectos de Participación Público-Privada, ya que permite determinar la rentabilidad y bancabilidad de éstos mediante la simulación de distintos escenarios de flujos y estructuras de financiamiento.

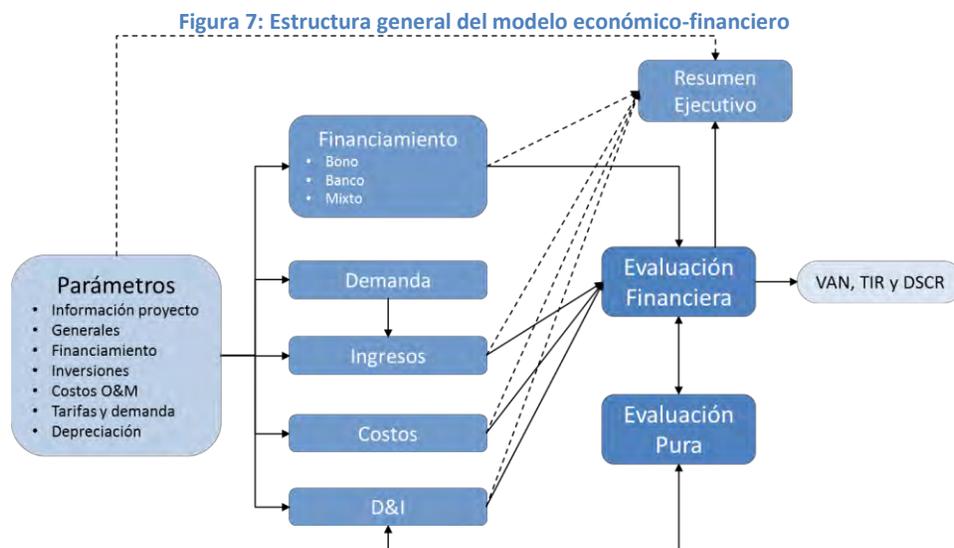
Habitualmente, el modelo económico-financiero se materializa en una planilla de cálculo desarrollado en plataforma Excel, que cuenta con subrutinas que automatizan la simulación de distintos escenarios y con menús desplegables para facilitar el ingreso de algunas variables del modelo y a la vez evitar la adopción de supuestos incorrectos que

puedan afectar su adecuado funcionamiento. Consta de varias hojas o planillas de cálculo vinculadas entre sí, donde el ingreso de la mayor parte de la información se realiza a través de una hoja de control (generalmente denominada hoja “Parámetros”).

En general, el modelo se compone de planillas u hojas, las cuales permiten realizar los cálculos a través de fórmulas basadas en funciones del programa Excel. Dichas planillas, sin perjuicio de que puedan ser consideradas otras en función de las características del proyecto, son las siguientes:

- ❖ Resumen Ejecutivo.
- ❖ Parámetros.
- ❖ Financiamiento (puede ser bancario, con mercado de capitales y/o mixto).
- ❖ Evaluación Financiera.
- ❖ Evaluación Pura.
- ❖ Cantidades demandadas.
- ❖ Ingresos.
- ❖ Costos.
- ❖ Impuestos y Depreciación.

En la siguiente figura se presenta la lógica de la estructura de un modelo económico-financiero típico, y la relación entre cada una de las hojas o planillas que conforman el núcleo del mismo y que permiten efectuar la evaluación financiera del proyecto:



En función de los componentes anteriores, el modelo puede ser diseñado para calcular pagos por disponibilidad, ya sea por concepto de inversión, operación y/o mantenimiento, de tal forma que éstos pagos más los ingresos por concepto de tarifas por la cantidad demandada, en caso de proceder, permitan el pago de la deuda contraída por el Contratista para desarrollar las obras, cubrir costos de mantenimiento y operación del

proyecto, y obtener la rentabilidad exigida por el Contratista sobre el capital propio colocado.

### Modalidades de Proyectos de Participación Público-Privada

La modelación económico-financiera debe estar orientada a distintas formas de modalidades de negocio, según las contribuciones que realiza la Administración Pública. En función de lo anterior, es posible identificar al menos tres modalidades:

#### ❖ PPP basados en pagos a cargo de la Administración Pública por disponibilidad y uso

Para este caso hay generalmente dos pagos que realiza la Administración Pública al Contratista: el Pago por Disponibilidad (PPD) y el Pago por Uso (PPU). El PPD financia generalmente la inversión inicial y el PPU financia los costos de operación y conservación. La componente asociada a la inversión se diseña para asegurar el pago de la deuda requerida para efectuar las obras de acuerdo a las condiciones establecidas, mientras que la componente asociada a los costos de operación y mantenimiento busca asegurar la prestación del servicio.

#### ❖ PPP basados en pagos que realizan los usuarios a través de tarifas

En esta modalidad de PPP son los usuarios finales los que pagan una tarifa por la utilización del servicio. Resulta importante determinar la disposición a pagar por parte del usuario.

#### ❖ PPP mixtos

Esta modalidad de PPP mezcla mecanismo de pago por disponibilidad y uso, con pagos realizados directamente por los usuarios a través de una tarifa por el servicio.

### Estimación de ingresos y costos

Para efectos de valorización se recomienda usar el método de Flujo de Capital del Inversionista. En este caso se calcula de manera directa el flujo de caja libre disponible para los accionistas tomando en consideración todos los pagos que se reciben y se realizan a los acreedores del proyecto. Los flujos resultantes se descuentan a la tasa de costo de capital propio de los accionistas.

En consecuencia, la valoración del proyecto requiere descontar los flujos de caja libres disponibles para accionistas a la tasa de costo de capital propio. Los flujos de caja para cada período pueden ser calculados de la siguiente forma:

<i>ING</i>	Ingresos
<i>-CV</i>	Costos Variables
<i>-CF</i>	Costos Fijos
<i>-Dep</i>	Depreciación

$EBIT$	Ganancias antes intereses e impuestos
$-K_d D$	Gastos en intereses
$EBITDA$	Ganancias antes impuestos depreciación y amortización
$-T$	Impuestos
$UN$	Utilidades netas
$+Dep$	Depreciación
$-CAPEX$	Gastos de capital (inversión inicial)
$-KTN$	Capital de trabajo neto
$+DN$	Préstamo neto
$= FCL$	Flujos de caja libre para accionistas

### Bancabilidad, apalancamiento de deuda y capital

Un proyecto es considerado bancable si los prestamistas están dispuestos a financiar el proyecto a una tasa de mercado competitiva y con exigencias normales de colaterales o garantías que respalden la deuda.

Generalmente, los proyectos PPP presentan niveles de apalancamiento que varían en guarismos 70:30 y 90:10. Esto significa que entre el 70% y el 90% de los fondos requeridos para el desarrollo del proyecto son provistos por el sector financiero por la vía de una deuda bancaria, bonos, u otro instrumento financiero de mediano y largo plazo.

Cuando la totalidad de los ingresos que recibe el Contratista es a través de un modelo basado en pagos por parte de la Administración Pública por disponibilidad y uso, el nivel de deuda puede estar más cercano al 90%. Mientras que, en la medida que mayor sea el componente de los ingresos que proviene de los usuarios, el porcentaje de deuda puede estar más cercano al 70%.

Por otro lado, el nivel de deuda que el sector financiero es capaz de colocar a disposición del proyecto tendrá directa relación con la percepción de riesgo que los agentes financieros tengan sobre el mismo. Para determinar el apalancamiento adecuado para ser utilizado en el modelo económico-financiero en cuestión, probablemente la aproximación metodológica más precisa es simplemente recurrir a entidades financieras, presentar el proyecto en los términos que se desea contratar, y consultar directamente a juicio de tales entidades cuáles serían las condiciones financieras factibles de ser implementadas.

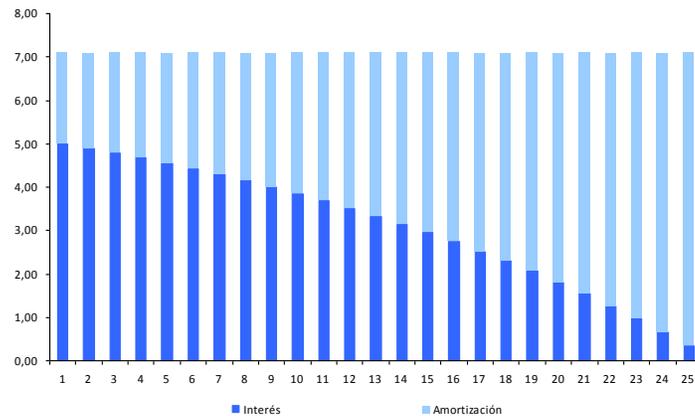
Para lo anterior, es importante tener en consideración que el nivel de apalancamiento dependerá del tipo de proyecto o modalidad de negocio a evaluar, y de otros factores tales como si el financiamiento es a una tasa variable o fija, si hay riesgo de demanda, que calidad crediticia posee la entidad encargada de los pagos, entre otros.

### Perfil del servicio de deuda

A menos que haya razones relevantes para suponer que el proyecto tendrá una capacidad de pago ostensiblemente variable durante su fase operativa, lo más apropiado en la

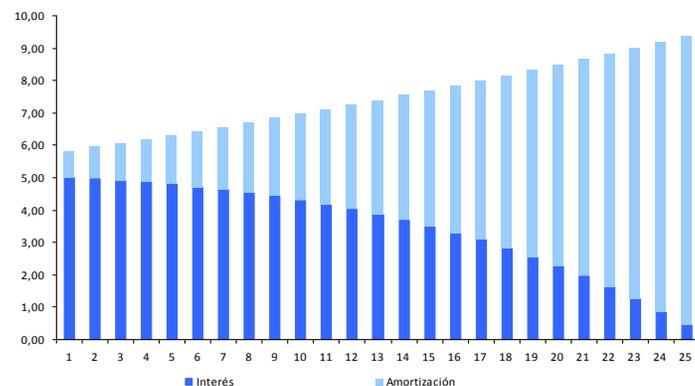
mayoría de los casos será asumir un servicio de deuda constante. El desarrollo de una deuda con cupones constantes tiene obviamente un perfil consistente con dicha estructura, como el que se presenta a continuación:

Figura 8: Desarrollo de deuda con cupones constantes



Esta estructura de repago es la más común y es la que se utiliza habitualmente en los créditos. Sin embargo, financiar los proyectos de esta manera, especialmente los PPP basados en tarifas de los usuarios, impone una restricción significativa a los primeros años del proyecto, donde los ingresos generalmente son menores. El perfil óptimo para financiar un proyecto es aquel que se comporta exactamente igual al margen operacional del proyecto. Bajo este escenario, sería posible suponer un perfil de deuda como el que se muestra a continuación:

Figura 9: Desarrollo de deuda con cupones constantes



Por otro lado también es normal que las entidades financieras, principalmente bancos, con el objeto de mitigar parcialmente los riesgos a los que se ven expuestos en un proyecto PPP, estén dispuestas a prestar fondos a un plazo que está entre dos tercios y tres cuartos del plazo total del contrato. El mercado de capitales, gobernado

principalmente por fondos institucionales, sin embargo, tiene preferencia por plazos largos y podría prestar a plazos más cercanos al plazo del Proyecto PPP (hasta 90% del plazo disponible, dejando un 10% del plazo como “cola” del proyecto sin financiamiento).

Cuando sí se pueden fundamentar variaciones relevantes en la capacidad de pago del proyecto, por ejemplo si el proyecto contempla una inversión por etapas en el tiempo, y por lo tanto la cantidad de servicios que es posible prestar por unidad de tiempo se ajustará a tales escalones de inversión, entonces se debe buscar una estructura de pago de deuda que sea lo más ajustada posible a la capacidad proyectada de pago del proyecto. También y de manera justificada se podrán estructurar financiamientos más innovadores, como por ejemplo, balones (*cada período se pagan solamente intereses y un pago del principal al final del crédito*) o incluso cupones-cero (*intereses y pago del capital de manera conjunta al final del crédito*) cuando haya evidencia que el mercado responde a este tipo de financiamientos.

### Tasa de costo de capital propio

Para la estimación del costo de capital propio, se recomienda utilizar el modelo de valoración de activos de capital (en adelante CAPM por *Capital Asset Pricing Model*). El modelo anterior es ampliamente usado en el campo de las finanzas. La explicación de sus fundamentos y aplicación se encuentra disponible en la mayoría de los libros de finanzas. Modelos alternativos pueden ser utilizados en la medida que estén debidamente fundamentados.

Para lo anterior, se debe asumir que en equilibrio un Contratista privado debería esperar recibir por sus capitales invertidos (equity) al menos la tasa libre de riesgo más un premio por el riesgo específico del proyecto determinado por el factor Beta.

Para su aplicación a un país específico, una adaptación implica realizar un cambio al modelo CAPM tradicional que consiste en agregarle un término que refleje un premio por riesgo-país asociado, en este caso a Uruguay.

La aproximación se presenta en la siguiente ecuación:

$$\mathbb{E}(R_p) = \mathbb{E}(R_f) + \beta (R_m - \mathbb{E}(R_f)) + PRP$$

Donde *PRP* es Premio por Riesgo País,  $\mathbb{E}(R_f)$  es el valor esperado de la tasa libre de riesgo según se define más abajo,  $R_m$  es el retorno del portfolio de mercado y  $\beta$  es un factor que mide la covarianza entre el riesgo del proyecto y el riesgo de mercado, es decir el riesgo que no es diversificable por el potencial Contratista.

El valor esperado de la tasa libre de riesgo a utilizar corresponderá al promedio simple del retorno de los bonos del tesoro de los Estados Unidos de Norteamérica desde el año 2004



Para los sectores clasificados entre el 1 y el 6 la fuente para el Beta es Banco Mundial (2005)<sup>3</sup> y para los sectores 7, 8 y 9 la fuente es Banco Mundial<sup>4</sup>. Para el resto de las clasificaciones la fuente es *Australian Government* (2008)<sup>5</sup>.

Para los casos de proyectos PPP en sectores en que el factor Beta no se encuentre definido en la tabla anterior, entonces la Administración Pública que presenta el Comparador deberá acompañar información fundada con la mejor estimación de dicho factor según les sea sugeridas por sus asesores financieros.

Asimismo, si a través de nueva evidencia estadística o documental, algunos de los valores de Beta que se encuentran en la tabla anterior, sufren variaciones hacia arriba o hacia abajo, entonces la Administración Pública respectiva podrá presentar estudios fundados que respalden los nuevos valores. El MEF podrá realizar actualizaciones a los factores Beta y éstos serán materializados a través de Notas Técnicas específicas que serán consideradas como adenda al presente documento, y se encontraran disponibles en la página WEB del MEF.

Como se ha señalado, modelos alternativos para el cálculo del costo de capital pueden ser usados, tanto en su justificación conceptual como numérica pero deberán ser correctamente justificados.

#### Aproximación de tasas a pesos uruguayos

El CPP podrá ser estimado en dólares o en Unidades Indexadas (UI). Cualquiera sea el caso será importante mantener consistencia en el uso de las tasas. Por ejemplo, en el caso que el CPP se estime usando la Unidad Indexada (UI) y debido a que las tasas y parámetros de costo de capital se encuentren expresados en dólares, se podría usar el *Cross Currency Basis Swap*. Los *Swaps* de monedas involucran el intercambio de una serie de flujos en una moneda, por otra serie de pagos en una moneda distinta. Las condiciones y la frecuencia de los pagos del *Swap* son acordadas de antemano por las partes. Estos instrumentos pueden ser pactados de tasa fija versus tasa fija, fija por flotante (y viceversa) o flotante por flotante. La información anterior, actualizada a la fecha de presentación del análisis de CPP deberá ser consultada al MEF.

#### Estimación de los costos financieros

Al momento de realizar la modelación económico-financiera deberán fundamentarse los diferentes supuestos de tasa a utilizar. Para la alternativa de un crédito bancario se deberá seleccionar la tasa UI más apropiada, concordante con el período de pago de intereses del

<sup>3</sup> Sirtaine, S., Pinglo, M., Guash, J. y V. Foster (2004) "How Profitable are Infrastructure Concessions in Latin America? Empirical Evidence and Regulatory Implications". Trend and Policy Options 2. The World Bank Group.

<sup>4</sup> Alexander, I., Estache, A. y A. Oliveri (1999) "A Few Things Transport Regulators Should Know About Risk and the Cost of Capital" The World Bank Group.

<sup>5</sup> Australian Government (2008) Discount guide methodology guidance. Technical Note5, National Public Private Partnerships Guidelines. December 2008.

crédito (por ejemplo, la tasa de crédito de 180 días para un crédito con pagos de intereses semestrales). La estimación del nivel de sobretasa del crédito es más compleja, pues involucra, por una parte, estimar el nivel de riesgo que podría alcanzar la deuda del proyecto y por otra realizar una lectura de mercado respecto de sobretasas vigentes en ese momento para el nivel de riesgo estimado.

Para el caso de una emisión de bonos, que normalmente se estructura con una tasa fija, se recomienda utilizar como referencia, las Notas del Tesoro emitidas por el BCU en Unidades Indexadas. Una vez determinada la tasa base es preciso estimar la sobretasa, para lo cual se recomienda recurrir a informes financieros recientes que preparan periódicamente diversos bancos o casas de bolsa, y que analizan en profundidad las cotizaciones de instrumentos de renta fija privados y públicos durante el período de análisis y muestran niveles de sobretasa para instrumentos privados de distintas categorías de riesgo. Puesto que se estructura una emisión de bonos para alcanzar un cierto nivel de riesgo, utilizando estas publicaciones se podrá encontrar la sobretasa promedio para instrumentos privados calificados en dicho nivel.

La estructuración de cualquier financiamiento normalmente requiere incurrir en gastos asociados al proceso, pues éste normalmente involucra la contratación de asesores expertos, técnicos, jurídicos y financieros, que en conjunto ayuden a evaluar y estructurar los riesgos del proyecto y su financiamiento. Los gastos asociados a los financiamientos bancarios normalmente son menores a los que requiere un financiamiento con mercado de capitales, pues estos últimos requieren de actividades adicionales, tales como calificaciones crediticias, registros públicos, entre otras.

Para la estimación de los costos del financiamiento siempre resulta beneficioso realizar un sondeo de mercado con agentes del sector financiero, y consultar directamente los términos y condiciones de financiamiento que estarían dispuestos a otorgar al proyecto.

### **Subetapa II.3: Cálculo del costo total de la alternativa PPP**

En la presente sección se explica cómo se determinan los distintos elementos de costo de provisión privada de la infraestructura, y en particular cómo a partir del modelo económico-financiero se determina el nivel de financiamiento que se espera será requerido por los agentes privados en la licitación del proyecto.

#### **Costo del riesgo retenido**

Corresponde exactamente al mismo valor determinado anteriormente en la Subetapa I.3.

#### **Costo de administración del contrato**

Corresponde al costo en que incurre la Administración Pública para estructurar, supervisar y controlar el contrato que se establecería con el sector privado. Estándares

internacionales muestran que dicho costo asciende a 1% anual del valor de la inversión inicial.

### Costo del Pago al Contratista (PC)

El Pago al Contratista se expresa en el valor presente de los pagos diferidos prorrateados en el tiempo (pagos por disponibilidad y pagos por uso), y corresponde al flujo de pagos periódicos que la Administración Pública compromete ante el Contratista para solventar la totalidad o parte de los ingresos del Contrato PPP, de modo tal que satisfaga su condición de equilibrio económico-financiero, y de bancabilidad.

### Ganancia en competitividad

En un esquema de PPP, es probable que el sector privado pueda alcanzar niveles de eficiencia en el manejo de los costos de construcción, de operación y de mantención, mayores que en una modalidad de obra pública tradicional, y que se traduzcan en Ganancias de Competitividad (GC).

Por lo tanto, un coeficiente de competitividad puede ser aplicado, con una rigurosa y precisa metodología que fundamente su justificación, especialmente a los costos de construcción. Lo anterior, implica multiplicar los costos de construcción y mantención por un coeficiente  $\lambda$  menor a 1. Esto permite, por ejemplo traducir la capacidad del Contratista de negociar mejor con sus proveedores y realizar ganancias de productividad que se materializan en una reducción de costos.

Asimismo, dado que un Contrato PPP ofrece la posibilidad que un Contratista se encargue tanto del diseño (de manera total o parcial), construcción y mantención de la infraestructura, es posible que el Contratista seleccione un método constructivo más eficiente, y probablemente más exigente en calidad y durabilidad de los materiales e insumos productivos que utiliza, para así ahorrar recursos en operación, mantención y rehabilitación durante la vida del contrato, logrando de esta forma que el valor presente de los costos sea menor que un proyecto público de referencia. También la posibilidad de contar con un contrato de largo plazo en un esquema PPP, y no una sumatoria de contratos de corto plazo que ofrece la modalidad de obra pública tradicional, genera economías de escala que reducen los costos de la alternativa PPP.

De manera complementaria, la ganancia en competitividad puede ser expresada como la reducción en el aporte del Estado exigido por el licitante, que es generada por la presencia de la competencia de otros postores en un esquema PPP.

En una licitación, cada postor se presenta con una tasa de retorno exigida como mínima, lo cual, dados unos parámetros de tarifas, plazo, costos estándar (incluidos la inversión, los costos de operación, mantenimiento y conservación y los costos financieros) e ingresos esperados (existentes o potenciales), define un nivel de aporte público requerido para sostener el equilibrio económico-financiero a esa tasa de retorno.

Supóngase que la variable de licitación fuera el menor valor presente de los pagos por disponibilidad (PPD) y pagos por uso (PPU) requeridos. Un licitante cualquiera podría analizar tres alternativas (y propuestas) económicas, correspondientes a distintas exigencias de financiamiento en PPD y PPU. Debido a que en su modelo de evaluación los parámetros de tarifa, plazo, costos e ingresos son iguales para las tres alternativas, lo único que puede generar variaciones en el valor del aporte de los PPD y PPU es la tasa de descuento aplicada. Si en la licitación hubiera un solo postor, es esperable que él presente la propuesta con la mayor solicitud de aporte en PPD y PPU, porque puede especular con la tasa de retorno esperada mayor.

A medida que aumente el número de postores, el licitante se enfrentaría a la situación de sostener su máxima tasa requerida, pero con alto riesgo de perder la subasta, o reducir sus expectativas de tasa de retorno pero mejorando su posibilidad de ganar el contrato.

En tal caso, si el número de competidores fuera, por ejemplo, tres o cuatro, podría presentar la segunda oferta con una tasa de retorno intermedia. Si en cambio, hubiera muchos competidores, por ejemplo seis o siete, es muy probable que presente la oferta de menor aporte de PPD y PPU, que es compatible con la tasa de retorno esperada más baja que estaría dispuesto a aceptar por ganarse el contrato. Esta tasa sería la tasa de retorno mínima aceptable realmente por el postor, en tanto que en las otras ofertas posibles, dicha tasa exigible en realidad incorpora un elemento especulativo vinculado al grado de competencia enfrentada.

De esta forma, un mecanismo de transmisión de las eficiencias del sector privado con respecto a un Proyecto Público de Referencia puede ser expresado también a través del mecanismo de competencia en la licitación y se materializaría en ajustes en la tasa de descuento del potencial Contratista. Para lo anterior, se define:

$$r_{PPP} = TMAR_{PPP} + \theta_{COM}$$

Donde:

- $r_{PPP}$  : Tasa de descuento aplicable a los flujos del modelo financiero del licitante de la modalidad PPP.
- $TMAR_{PPP}$  : Tasa mínima atractiva de retorno del licitante de la modalidad PPP.
- $\theta_{COM}$  : Prima por especulación por ausencia de competencia en la licitación de la modalidad PPP.

En la medida que la prima por especulación ( $\theta_{COM}$ ) se acerque a cero, entonces significará que se espera que un mayor número de competidores participe en la licitación. De esta forma, el cálculo de este componente se realiza con el modelo económico-financiero, pudiendo establecerse rangos de tasas de descuento de acuerdo al número de postores esperados. Así, el costo total de la alternativa PPP podrá reducirse, si es que la

Administración Pública asegura o puede demostrar de manera fundada al Ministerio de Economía y Finanzas que la licitación del contrato tendrá un número adecuado de postores, de tal forma que el sector público capture las eficiencias privadas a través de un menor Pago al Contratista (PPD + PPU) que debe realizar en el tiempo.

Si ninguno de los dos mecanismos que se proponen para capturar las ganancias de competitividad, a saber coeficiente  $\lambda$  y la prima por especulación ( $\theta_{COM}$ ), son posibles de fundamentar y sustentar, entonces la ganancia por competitividad debe ser asumida como cero ( $GC = 0$ ).

### Costo ajustado total del contrato PPP

Corresponde a la suma del valor presente de los pagos al Contratista, más el valor presente del costo del riesgo retenido, más el valor presente de los costos de administración del contrato PPP y menos la ganancia en competitividad. En todos los casos, según se indica en 2.2., para el cálculo del valor presente se deberá usar la tasa libre de riesgo para la República Oriental del Uruguay:

$$CAPPP = PC + CRR + CAD - GC$$

Donde:

*CAPPP* : Costo ajustado total del proyecto PPP.

*PC* : Valor presente del pago al Contratista (pagos por disponibilidad + pago por uso).

*CRR* : Valor presente del costo del riesgo retenido.

*CAD* : Valor presente de los costos de administración del contrato PPP.

*GC* : Ganancia en competitividad.

### ▪ **Etapa III: Estimación del Valor por Dinero (VpD)**

En esta etapa se presentan las componentes que permiten la evaluación del CPP”, y se complementa la condición necesaria (Análisis de Elegibilidad) con la condición suficiente (VpD) para llevar a cabo un proyecto PPP. Se realizan el análisis comparativo de alternativas y se elabora el reporte final de Valor por Dinero.

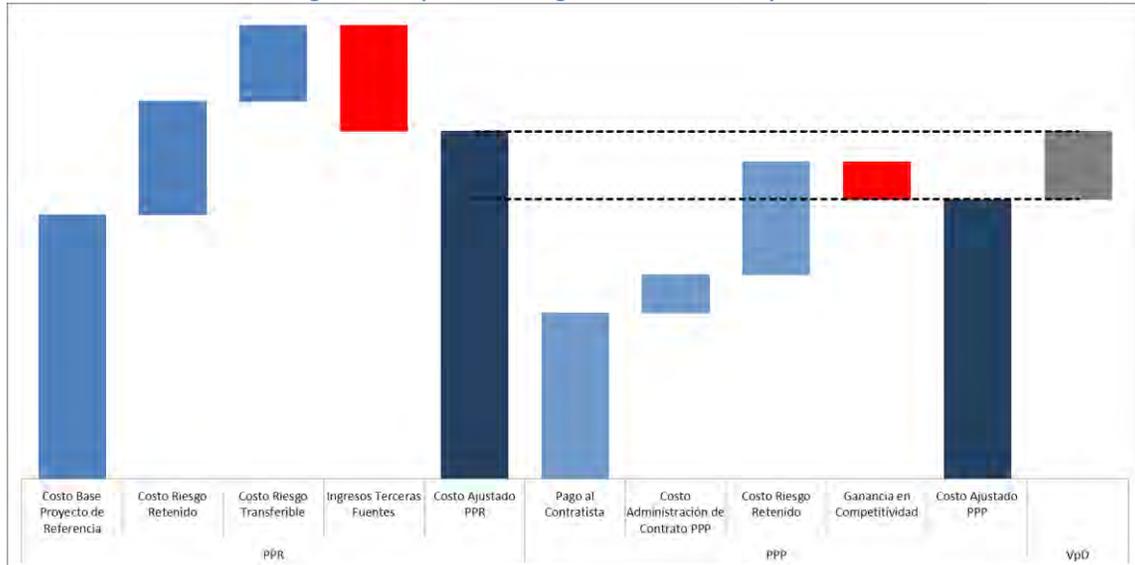
#### **Subetapa III.1: Análisis comparativo de alternativas**

En esta sección se detalla la forma de presentar los resultados del análisis y sus conclusiones.

#### Presentación de resultados y diagrama comparativo

La representación gráfica de los resultados del análisis se muestra en la figura siguiente:

Figura 10: Representación gráfica de resultados y análisis



Cada una de las barras verticales corresponde al valor presente del costo respectivo.. Las barras de color rojo representan el resultado final del costo de provisión pública y el costo de provisión privada. La diferencia entre ellas (la barra de color gris), sea ésta positiva o negativa, representa el valor que se está generando o destruyendo por la vía de contratar el proyecto a privados.

### Cálculo del VpD

El valor por dinero es la diferencia del costo ajustado por riesgo entre la provisión pública y la provisión privada de la infraestructura. En la figura anterior la última barra representa gráficamente este diferencial, para un caso en que el costo privado es menor al costo público y por lo tanto se está creando valor al contratar la provisión de infraestructura mediante PPP.

### Subetapa III.2: Elaboración del reporte final del análisis del Valor por Dinero

El reporte final que se elabore con los resultados del análisis del proyecto debe seguir la pauta que se presenta en Anexo V.

# Anexo I: Antecedentes para la evaluación socioeconómica del proyecto

---

## ❖ Evaluación Socioeconómica

Todo proyecto de inversión a desarrollarse bajo la modalidad de Participación Público-Privada (PPP) debe demostrar que es rentable desde el punto de vista económico social, es decir debe ser beneficioso para la sociedad en su conjunto.

Para ello la Administración Pública Contratante (APC) formulará los estudios de evaluación económico-social siguiendo las guías metodológicas y precios de cuenta utilizados por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), que se encuentran disponibles en la siguiente página Web: [www.opp.gub.uy/SNIP](http://www.opp.gub.uy/SNIP).

## ❖ Evaluación Socioeconómica - Perfil

En una primera etapa la APC presentará los estudios de evaluación económico-social a nivel de perfil siguiendo la metodología utilizada por el SNIP.

## ❖ Análisis de Elegibilidad

De ser aprobado el estudio a nivel de perfil, se podrá continuar con el procedimiento de autorización presentando un Análisis de Elegibilidad con el objetivo de contar con un primer indicador acerca de la viabilidad de utilizar la modalidad PPP para la realización del proyecto.

El análisis de elegibilidad deberá realizarse, siguiendo los lineamientos metodológicos definidos en el Manual de Elegibilidad de Proyectos de Participación Público-Privada.

## ❖ Evaluación Socioeconómica–Factibilidad

En una segunda etapa la APC presentará un estudio de evaluación económico-social del proyecto a nivel de factibilidad, siguiendo las guías metodológicas y precios de cuenta utilizados por el SNIP mencionados anteriormente.

# Anexo II: Análisis de Riesgos para proyectos de Participación Público-Privada

## ❖ Definición

Desde el ámbito de los proyectos de inversión, el concepto de riesgo e incertidumbre puede expresarse de manera integrada como sigue: *“riesgo es un evento incierto que si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto, tales como plazo, tiempo, costo, ámbito y/o calidad”*. También es posible agregar en la definición anterior, *“el impacto negativo que se genera en la satisfacción percibida por el usuario del proyecto, y la duración que este evento tiene”*.

Por lo tanto, el riesgo puede ser definido como una combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias, incluyendo la severidad de éstas.

## ❖ Fases del Análisis de Riesgos

Las fases del Análisis de Riesgos están orientadas a identificar, describir y medir las probabilidades de ocurrencia y sus impactos. Generalmente, el Análisis de Riesgos está compuesto por las siguientes etapas:

- ❖ Identificación
- ❖ Descripción
- ❖ Valoración
- ❖ Asignación

El siguiente esquema muestra las etapas del análisis de riesgos en un esquema PPP de manera secuencial:



## ❖ Identificación

El primer paso del Análisis de Riesgos es la identificación de todos posibles eventos que generan consecuencias e impactos en el desempeño del cumplimiento de los objetivos del proyecto de inversión de infraestructura. Se trata de identificar todas las posibles causas potenciales que pueden producirse y que tendrían impacto en el resultado esperado del

proyecto. En otras palabras, en esta etapa se debe responder la pregunta acerca de: ¿Cuáles eventos o acciones podrían afectar adversamente el plazo, costo, ámbito y/o la viabilidad de la materialización del proyecto y la provisión de los servicios previstos?

En la etapa de identificación de riesgos, resulta central utilizar como referencia la Matriz General de Riesgos presentada en la tabla 7. Tomando en consideración esta matriz, se procederá a complementarla estableciendo la definición y los impactos de los riesgos identificados. De esta forma, esta nueva matriz obtenida permitirá la descripción y la posterior evaluación de los riesgos de tal manera de facilitar su comprensión. La descripción de los riesgos debiera contener el nombre del riesgo, los impactos, su naturaleza, el grado de tolerancia, su tratamiento, recomendaciones para priorizar el riesgo, la etapa en el desarrollo del proyecto en que se produce, su asignación, es decir si el riesgo es retenido por el sector público o es transferido al sector privado. Asimismo, esta matriz permitirá realizar el procedimiento de jerarquización de riesgos. Ver Anexo III para mayor detalle.

### ❖ Valoración

La estimación del riesgo puede ser cuantitativa o cualitativa en términos de la probabilidad de ocurrencia y sus consecuencias en los objetivos del proyecto.

En su forma cuantitativa, la valoración del riesgo puede estar expresada en valores monetarios, multiplicando el costo del proyecto o algunos de sus componentes por la probabilidad de ocurrencia y su impacto.

Si no es posible cuantificar el impacto numéricamente, entonces se debe realizar un análisis de manera cualitativa. Hay una variedad de técnicas cuantitativas para la valoración del riesgo de impacto, entre los que se incluyen los métodos con soluciones analíticas, cuando la distribución de probabilidad puede ser estimada, o los métodos desarrollados a través de simulación cuando es necesario estimar la distribución. Entre estos últimos se encuentran los métodos de Monte Carlo y Bootstrap (Ver Anexo V).

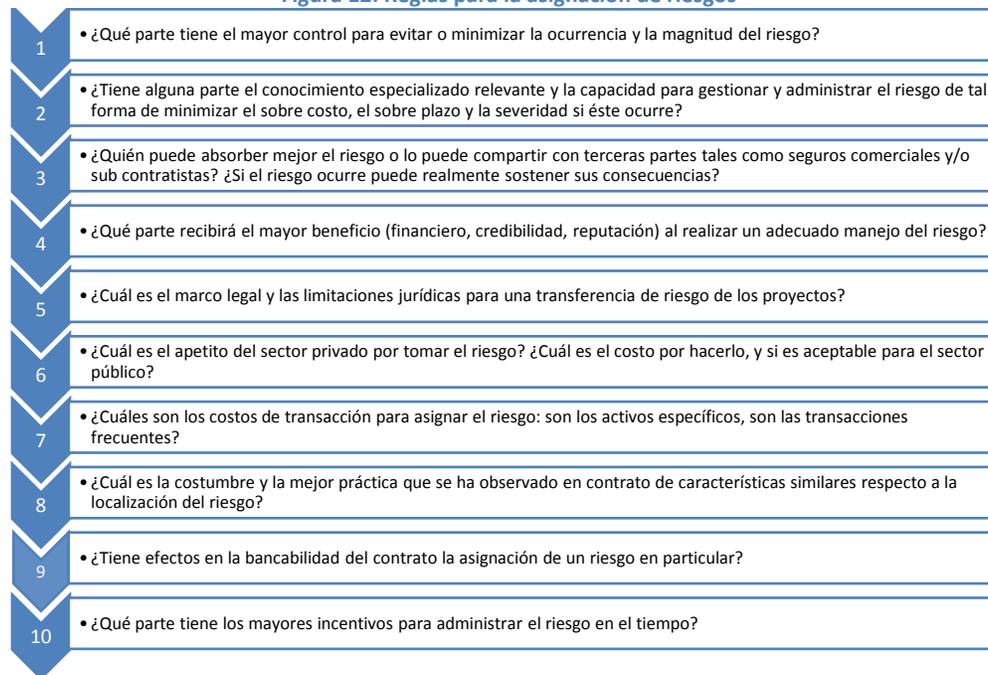
### ❖ Asignación

Uno de los aspectos claves de los proyectos PPP es la localización, distribución o asignación de los riesgos entre el sector público y el sector privado que se materializa en un contrato de largo plazo. Esto se produce una vez que todos los riesgos han sido identificados, descritos y valorados. En dicho contrato queda escrito en la forma de cláusulas, la tipología de riesgos cuya gestión es de responsabilidad del sector público, y por lo tanto son riesgos retenidos, y los riesgos que son de responsabilidad del sector privado, y por lo tanto, son riesgos transferibles. Una inadecuada asignación de los riesgos entre ambos sectores, implica un mayor costo para el proyecto, e incluso se genera un incremento de la exposición del proyecto a nuevos riesgos. En esta etapa de asignación de riesgos, también determinan los elementos mitigadores de los riesgos más importantes, lo

que implica buscar las herramientas para reducir la probabilidad de que los eventos adversos ocurran y de esta manera se reduzcan sus impactos en el objetivo del proyecto.

En función de lo anterior, las reglas - expresadas en términos de preguntas - que comúnmente aparecen en la literatura especializada orientada a la asignación de riesgos, son las siguientes:

Figura 12: Reglas para la asignación de riesgos



En Anexo III se presenta un ejemplo de asignación de riesgos.

## ❖ Metodología para la valoración de riesgos

### ❖ Definición del costo del riesgo

El costo del riesgo se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento multiplicada por el impacto que genera en el valor monetario del proyecto. Por consiguiente, la expresión analítica general se define como:

$$CR = VPIN \times PO \times RI$$

Donde:

- CR* : Costo del riesgo.
- VPIN* : Componente de la inversión o costo del proyecto.
- PO* : Probabilidad de ocurrencia del riesgo (en porcentaje).
- RI* : Impacto que genera sobre el proyecto (en porcentaje).

## ❖ Valoración del impacto del riesgo a través de la volatilidad

El impacto que genera un riesgo sobre un proyecto de inversión es una variable aleatoria que define el comportamiento del riesgo. Sin embargo, puede suceder que no se encuentre evidencia fundamentada que indique el tipo de distribución asociada al impacto que genera un riesgo. En este sentido la estadística ofrece una regla empírica y otra por medio de una desigualdad en función de la media y la volatilidad, para la medición del impacto que genera el riesgo sobre el ciclo de vida del proyecto de inversión. La primera se deriva a partir de las propiedades de una distribución normal y la segunda se deriva de la aplicación de la “regla empírica de la desigualdad” cuando no se tiene conocimiento de la distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria.

- ❖ Regla percentil 5-50-95 cuando se conoce o se aproxima a la distribución normal.

**Tabla 9: Componentes para la determinación del VpD**

Regla Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 1.645\sigma$	$P_5$
$\mu$	$P_{50}$
$\mu + 1.645\sigma$	$P_{95}$

- ❖ Regla empírica de la desigualdad, se emplea cuando no se conoce la distribución de la variable aleatoria.

**Tabla 10: Componentes para la determinación del VpD**

Regla Percentil 5-50-95	Percentiles
$\mu - 3.162\sigma$	$P_5$
$\mu$	$P_{50}$
$\mu + 3.162\sigma$	$P_{95}$

## ❖ Fuentes para obtener la información estadística

Los enfoques para la valoración de riesgos se basan en el cálculo de la media, la volatilidad y/o la distribución de probabilidad de una variable aleatoria, como por ejemplo el costo, el plazo, y la demanda, entre otros. Por lo tanto, resulta un aspecto central en el estudio de la valoración de riesgos, las fuentes para obtener información estadística que permitan realizar el cálculo de cada uno de los estadígrafos.

Las siguientes fuentes de información pueden ser utilizadas:

### ❖ Información a través de datos históricos

Una de las primeras aproximaciones al análisis y valoración de los riesgos es el levantamiento y análisis de la información pasada en base a una interpretación objetiva de la probabilidad. Típicamente lo que se hace es tomar la información de la variable aleatoria y transformarla en un histograma para analizar la frecuencia con que tienden a ocurrir ciertos eventos. La ventaja de hacer esto es que a partir del histograma es posible reconocer las formas básicas de distribución de probabilidad que son conocidas y cuya formulación está formalizada. Cuando la cantidad de información es suficiente, y es posible razonablemente asumir una u otra distribución de probabilidad, se pueden calcular intervalos de confianza y valorar el riesgo de las variables. Por ejemplo, una distribución normal puede ser comprobada a través de distintas pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, Shapiro-Wild, Jarque Bera, entre otras pruebas disponibles en la mayoría de los paquetes computacionales estadísticos).

### ❖ Información a través de un taller de riesgos

Se basa en los juicios de valor o en la experiencia de una o un grupo de expertos, pero no necesariamente en la frecuencia estadística con que se ha producido realmente un determinado resultado en el pasado. Por lo tanto, la información o habilidades diferentes para procesar la misma información pueden influir en la probabilidad subjetiva. La práctica en valoración de riesgos en proyectos de infraestructura, en ausencia o dificultad de obtener información basada en datos objetivos, utiliza de manera extensiva un proceso de toma de decisiones en equipo respecto a diferentes aspectos del Análisis de Riesgos. En este proceso un grupo de expertos se organiza en un Taller donde se identifican, valoran y se asignan los riesgos. En el Anexo III se entregan elementos orientados a la gestión y a la operación de un Taller de Riesgos.

### ❖ Información con estudios referenciales

Cuando no es posible obtener información histórica ni realizar un Taller de Riesgo para capturar la percepción de riesgo, una alternativa es recurrir a las referencias internacionales, y de ser factible complementarlas con referencias o estudios nacionales, relacionadas con la identificación y valoración de riesgos, especialmente en proyectos de gran tamaño e impacto en la población. Por ejemplo, la Comisión Mundial de Represas<sup>6</sup> en noviembre de 2000 publicó un documento que constata que el sobre costo en la construcción de represas era de un 40%, considerando una muestra internacional de 81 represas. Asimismo, en un estudio desarrollado en el año 2002<sup>7</sup> se trabaja con una

<sup>6</sup> Comisión Mundial de Represas (2000) "Represas y Desarrollo: Un nuevo marco para la toma de decisiones".

<sup>7</sup> Bent Flyvbjerg, Mette Skamris Høla y Søren Buhl (2002) "Underestimating costs in public works projects: Error or lie?" publicado por el Journal of the American Planning Association.

muestra de 258 proyectos de infraestructura de transporte en el mundo y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 11: Modelo comparativo internacional aplicado a proyectos de transporte			
Tipo de proyectos	Número de casos	Sobre costo promedio (%)	Volatilidad
Ferrocarriles Interurbanos y Urbanos	58	44.7	38.4
Túneles y Puentes	33	33.8	62.4
Carreteras y Autopistas	167	20.4	29.9
<b>Todos los proyectos</b>	<b>258</b>	<b>27.6</b>	<b>38.7</b>

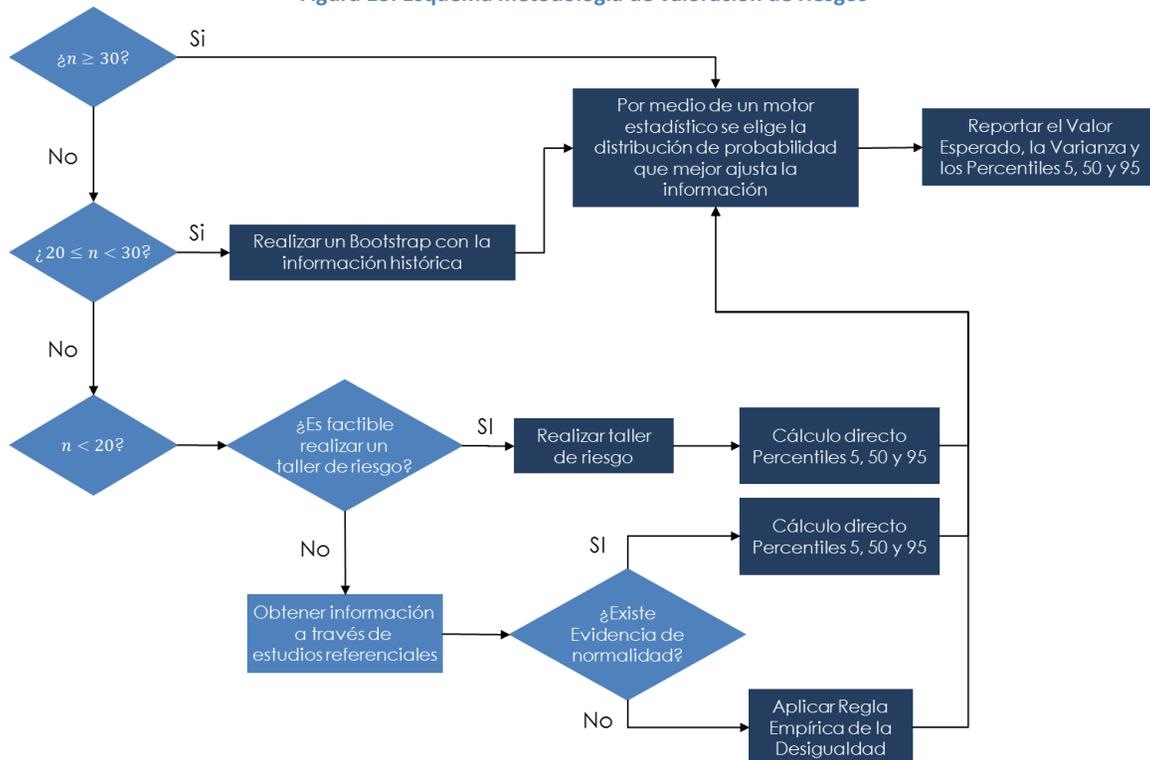
Fuente: Adaptado de Flyvbjerg, Holm y Buhl (2002)

Como se observa de la tabla anterior, la información que interesa capturar de estudios de referencia para ser utilizado en la valoración de riesgos corresponde generalmente al valor esperado y la volatilidad.

### ❖ Metodología de valoración de riesgos

La metodología para obtener la información estadística requerida para el valor esperado, la volatilidad y los percentiles<sup>8</sup> de las variables aleatorias es la siguiente:

Figura 13: Esquema metodología de valoración de riesgos



<sup>8</sup> El percentil es una medida de localización, el cual puede variar entre 0% y 100%, y describe la cantidad de datos acumulados hasta el valor del porcentaje especificado en el percentil, por ejemplo:  $P_{45}$  indicará que hasta el valor del percentil  $P_{45}$ , se encuentra acumulado el 45% del total de la información o datos que se desea analizar.

- ❖ Si el tamaño de la información histórica ( $n$ ) es mayor a 30, es decir:  $n \geq 30$ , entonces, a través de un motor estadístico<sup>9</sup> se elige la distribución de probabilidad que mejor ajusta la información histórica, y por medio de la simulación de Monte Carlo se reporta el valor esperado, la volatilidad y los Percentiles 5, 50 y 95 del riesgo que se desea valorar.
- ❖ Si el tamaño de la información histórica ( $n$ ) es mayor igual a 20, es decir:  $20 \leq n < 30$ , se procede a realizar un Bootstrap con la información histórica. Con la nueva información y mediante un motor estadístico se elige la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a la información remuestreada, de tal manera que por medio de la simulación de Monte Carlo se reporte el valor esperado, la volatilidad y los Percentiles 5, 50 y 95 del riesgo que se desea valorar.
- ❖ Si el tamaño de la información ( $n$ ) es inferior a 20, es decir:  $n < 20$ , y siempre que sea posible realizar un Taller de Riesgos<sup>10</sup>, se procede a preguntar a cada uno de los expertos que conforman dicho taller, por los valores “mínimo”, “más probable” y “máximo” acerca del riesgo que se desea evaluar. Para obtener la medida más representativa de cada conjunto de valores, se considera el valor de la mediana del conjunto de datos de tal manera que sea posible obtener: un valor mínimo, un valor más probable y un valor máximo como medida de tendencia central más representativa del riesgo que se desea valorar. Teniendo en cuenta que dichos valores corresponden a los parámetros de una distribución triangular, en el motor estadístico se elige este tipo de distribución, de tal manera que empleando la simulación de Monte Carlo se reporte el valor esperado, la volatilidad y los percentiles 5, 50 y 95 del riesgo que se desea valorar.
- ❖ Cuando del análisis de los estudios referenciales no se tenga evidencia del tipo de distribución que está asociada con los datos correspondientes a la variable aleatoria analizada, se recomienda usar la Regla Percentil 5-50-95 a través de la aplicación de la “regla empírica de la desigualdad” descrita anteriormente. Posteriormente, y por medio de un motor estadístico, se procede a realizar simulaciones de Monte Carlo, para de esta manera reportar el valor esperado, la volatilidad y los percentiles 5, 50 y 95 del riesgo que se desea valorar.

---

<sup>9</sup> Como motor estadístico entiéndase a programas como:

- ❖ ModelRisk ([www.vosesoftware.com](http://www.vosesoftware.com));
- ❖ Crystall Ball ([www.oracle.com/us/crystalball/index.html](http://www.oracle.com/us/crystalball/index.html));
- ❖ @Risk (<http://www.palisade-lta.com/risk/>);
- ❖ SimulAr (<http://www.simularsoft.com.ar/>);
- ❖ Risk Simulator (<http://www.software-shop.com>); entre otros.

<sup>10</sup> Elementos para estructurar y obtener conclusiones de un Taller de Riesgos se puede encontrar en Anexo III

## ❖ Valoración del costo del riesgo de sobre costo y sobre plazo

### ❖ Riesgos de sobre costos

Para la cuantificación del riesgo de sobre costo de un proyecto PPP, es necesario conocer numéricamente los distintos componentes de la inversión y de los costos del proyecto, y para cada uno de ellos calcular el costo del riesgo. Los percentiles 5-50-95 de la distribución del costo del riesgo de sobre costo<sup>11</sup> indican una posición frente al riesgo. De esta forma el costo del riesgo para el caso de valorar un sobre costos se representa de la siguiente manera:

$$CR_{sobrecosto} = VPIN \times PO \times RI$$

Donde:

- $CR_{sobrecosto}$  : Costo del riesgo del sobre costo.  
 $VPIN$  : Componente de la inversión o costo del proyecto.  
 $PO$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobre costo durante el ciclo de vida del proyecto (en porcentaje).  
 $RI$  : Impacto del riesgo de sobre costo generado en el proyecto (en porcentaje).

### ❖ Riesgos de sobre plazos

Para la cuantificación del riesgo de sobre plazo de un proyecto el componente de la inversión y/o costos del proyecto se debe evaluar la posibilidad de agregar todos los componentes en valor presente. Adicionalmente, se deben utilizar los siguientes parámetros: la tasa social de descuento y el plazo inicial de ejecución de la inversión del proyecto.

$$CR_{sobreprazo} = ((1 + r_s)^{1/360} - 1) \times VPIN \times PI \times POR \times RIS$$

Donde:

- $CR_{sobreprazo}$  : Costo del riesgo de sobre plazo del proyecto PPP por día de atraso.  
 $r_s$  : Tasa social de descuento anual (en porcentaje) definido por el MEF-OPP para el año respectivo de evaluación.  
 $VPIN$  : Componente de la Inversión o costo del proyecto.  
 $POR$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobre plazo (en porcentaje).  
 $RIS$  : Impacto del sobre plazo (en porcentaje). Corresponde al número de

<sup>11</sup> Esta información se obtiene por medio de información histórica, taller de riesgo o modelo comparativo internacional, según corresponda.

días adicionales por sobre el plazo inicial de ejecución del proyecto medido en porcentaje.

*PI* : Plazo inicial de ejecución del proyecto bajo análisis (en días).

## ❖ Valoración del riesgo de ingreso y/o demanda

### ❖ Modelación de la tasa de crecimiento mediante procesos estocásticos

Una aproximación ampliamente usada al problema de proyectar la cantidad demandada de los servicios, consiste en realizar un análisis econométrico donde se compute la relación entre la cantidad demandada de servicios y el nivel de actividad económica (PIB). Cuando las variables se expresan en logaritmos a esta relación se le denomina elasticidad ingreso-PIB. Luego en base a proyecciones oficiales del PIB en función de valor numérico de la elasticidad ingreso, se estima el nivel que tendrá en el futuro la cantidad demandada por los servicios. Cada uno de los servicios demandados es multiplicado por sus respectivos precios (que se asumen exógenos) y se determina el valor de los ingresos esperados del proyecto. No obstante la simplicidad de lo anterior, en la medida que la información requerida se encuentre disponible, siempre es recomendable a fin de evitar sesgos de estimación, estimar econométricamente una especificación lo más completa posible para la demanda por los servicios que provee el proyecto.

Una vez proyectados estos ingresos se determina su valor presente:

$$ING = \sum_{t=0}^n \frac{ITE_t + ITP_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

*ING* : Valor presente del nivel de ingresos generados por los servicios del proyecto.

*ITE<sub>t</sub>* : Ingresos de Terceras Fuentes vigentes en el periodo *t*.

*ITP<sub>t</sub>* : Ingresos de Terceras Fuentes potenciales en el periodo *t*.

*r* : Tasa de descuento.

*n* : Número de períodos de evaluación.

Para la cuantificación del costo del riesgo se debe considerar que el valor de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto, para un periodo *t*, puede ser representado como una secuencia de los ingresos iniciales *ING<sub>0</sub>* y la tasa de crecimiento  $\rho_0$  estimada econométricamente, de la siguiente manera:

$$ING_t = ING_0 \sum_{t=1}^T (1 + \rho_0)^{i_t}$$

En esta Metodología se asumirá que la tasa de crecimiento  $\rho$  del PIB puede seguir alguno de los dos siguientes procesos estocásticos:

#### ❖ Modelo Browniano Geométrico

Cuando se asume que la dinámica de un activo sigue un movimiento browniano, la expresión diferencial estocástica es la siguiente:

$$dS = \mu S dt + \sigma S dZ$$

Donde  $\mu$  y  $\sigma$  son valores constantes que describen la media y la volatilidad del activo. Por el Lema de Itô, es posible obtener una función  $G$  de  $S$  y  $t$ , de la siguiente manera:

$$dG = \left( \frac{\partial G}{\partial S} \mu dS + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) dt + \frac{\partial G}{\partial S} \sigma S dZ$$

Donde  $dZ = \sqrt{t} \varepsilon_t$  y  $\varepsilon_t \sim iid(0,1)$ . Sin embargo, cuando el activo  $S$  se distribuye lognormal (sólo puede ser positiva). Se define:

$$G = \ln S$$

Debido a:

$$\frac{\partial G}{\partial S} = \frac{1}{S}, \quad \frac{\partial^2 G}{\partial S^2} = -\frac{1}{S^2}, \quad \frac{\partial G}{\partial t} = 0$$

Remplazando de manera conveniente, donde además se hace el cambio de variable:  $dG = \ln \rho_t - \ln \rho_0$ , se obtiene la dinámica de la tasa de crecimiento de los ingresos:

$$\rho_t = \rho_0 \times \exp \left[ \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) t + \sigma \sqrt{t} \varepsilon_t \right]$$

Donde  $\mu$  es la media,  $\sigma$  es la volatilidad de la tasa de crecimiento respectivamente, para cada periodo de tiempo, además  $\varepsilon_t \sim iid(0,1)$ .

Considérese el siguiente ejemplo, donde  $\mu = 20\%$  y  $\sigma = 15\%$ .

Tabla 12: Ejemplo modelo browniano geométrico		
Tasa de crecimiento	Error aleatorio	Cambio de la tasa de crecimiento
5,0%	83%	1,8%
6,8%	-81%	-1,5%
5,3%	2%	0,7%

Tabla 12: Ejemplo modelo browniano geométrico		
6,1%	-10%	-0,1%
5,9%	-58%	-0,4%
5,5%	-30%	0,2%
5,8%	-27%	0,0%
5,8%	-8%	0,2%
6,0%	-87%	-0,7%
5,3%	-29%	0,5%
5,8%	10%	0,3%
6,1%	-20%	-0,3%
5,9%	70%	0,9%
6,7%	70%	0,0%
6,7%	26%	-0,4%
6,3%	-59%	-0,7%
5,5%		

A modo de ejemplo, para la obtención de la cuarta tasa de crecimiento se realizó el siguiente cálculo:

$$\begin{aligned}
 & 5,0\% \times \exp \left[ \left( 20\% - \frac{1}{2} 15\%^2 \right) \times 1 + 15\% \times \sqrt{1} \times (2\%) \right] \\
 & = 5,0\% \times \exp[18,88\% + 0,30\%] = 5,0\% \times \exp[19,18\%] \\
 & = 5,0\% \times 121,14\% = 6,1\%
 \end{aligned}$$

❖ **Modelo en Tasa de Crecimiento**

$$\rho_i = \rho_0 \times \prod_{j=1}^i (1 + W_j), \quad W_j \sim iid(\mu, \sigma)$$

Empleando la misma muestra aleatoria del ejemplo anterior se obtienen los siguientes valores para la modelación de la tasa de crecimiento.

Tabla 13: Ejemplo modelo tasa de crecimiento		
Tasa de crecimiento en el periodo	Error aleatorio	Cambio de la tasa de crecimiento
12%	0,69	8%
20%	0,40	-3%
17%	0,07	-4%
13%	-0,06	-2%
11%	0,67	9%
20%	-0,46	-14%
6%	0,67	14%
20%	-0,49	-14%
6%	0,92	-6%

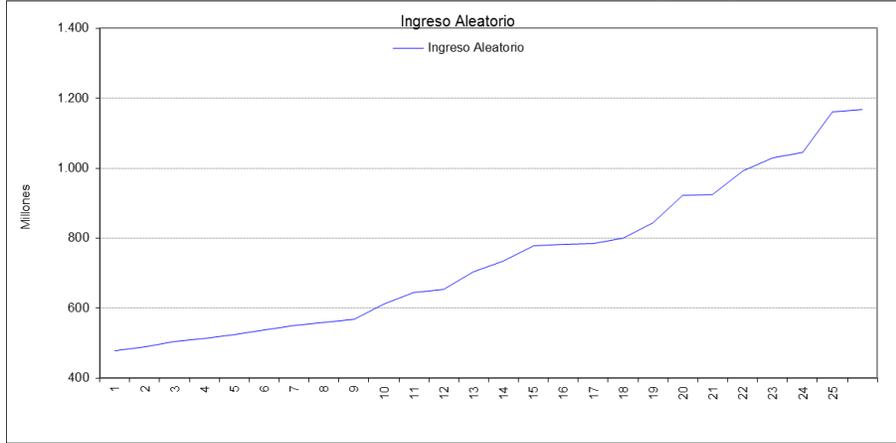
Para la simulación de la secuencia de ingresos se emplea el método de Monte Carlo utilizando la siguiente relación para ingresos iniciales  $I_0$  y tasa de crecimiento  $\rho_{t,k}$ :

$$ING_t = I_0 \sum_{t=1}^T \prod_{j=1}^i (1 + \rho_{j,i_t})$$

Donde  $\rho_{j,i_k}$ , corresponde al año  $t$  de la  $k$ -ésima simulación. A partir de este procedimiento se puede estimar el perfil de ingresos para todo el horizonte del proyecto. De esta forma si el periodo establecido para la evaluación es  $T$  años, la primera muestra de Monte Carlo generará  $T$  niveles de ingresos que deberán ser comparados con el perfil de Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto a la tasa promedio  $\rho_0$ .

La comparación de dicho perfil de ingresos simulados con el perfil referencial de Ingresos de Terceras Fuentes promedio, mostrará que los ingresos públicos se encontrarán por arriba del perfil en algunos períodos, y por debajo en otros periodos, y el monto en el que lo harán.

**Figura 14: Modelación estocástica de la tasa de crecimiento de los Ingresos por Terceras Fuentes**



Sin embargo, para efectos del cálculo del riesgo de ingresos, se asume que el grado de aversión al riesgo del Estado es mayor que en el caso de los riesgos de sobre costos, que de manera principal ocurren en la etapa de construcción del proyecto, ya que los riesgos de demanda ocurren durante todo el período del contrato, y por lo tanto son de largo plazo.

Dado lo anterior, el costo del riesgo es un valor igual al máximo entre la diferencia de las expresiones anteriores, y cero. Es decir, el riesgo esperado de los ingresos públicos del proyecto, se calcula de acuerdo a la siguiente expresión, para todos los períodos:

$$E(CRING) = \frac{I_0}{m} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^T \left[ \frac{\max\{(1 + \rho_0)^{i_k} - \prod_{j=1}^i (1 + \rho_{j,i_k}), 0\}}{(1 + r)^{i_k}} \right]$$

Donde:

- $\mathbb{E}(CRING)$  : Valor promedio del costo del riesgo de los Ingresos de Terceras Fuentes del proyecto.
- $ING_0$  : Estimación de los ingresos anuales que percibirá el sector público en el período 0 de evaluación.
- $\rho_0$  : Tasa de crecimiento del PIB correspondiente al período de presentación del Comparador.
- $\rho_{j,i,k}$  : Tasa de crecimiento obtenida por el método de Monte Carlo para el año  $j$ , del período  $i$  en la simulación  $k$ .
- $T$  : Período del proyecto.
- $m$  : Número de simulaciones o iteraciones de Monte Carlo.

### ❖ Posición del sector público frente al riesgo

Para los efectos de esta Metodología se asumirá que el sector público toma posiciones frente al riesgo en función de percentiles 5, 50 y 95.

#### ❖ La solución con aversión baja

Si el supuesto es que el sector público se encuentra en una situación de aversión baja al riesgo, se usará el *Percentil 5* como situación de referencia.

#### ❖ La solución con aversión promedio

Si el supuesto es que el sector público se encuentra en una situación de aversión de neutralidad al riesgo, se usará el *Percentil 50* como situación de referencia.

#### ❖ La solución con aversión superior

Si el supuesto es que el sector público se encuentra en una situación de aversión superior al riesgo, se deberá considerar el *Percentil 95* como situación de referencia.

### ❖ Ejemplos sobre el cálculo del costo del riesgo de sobre costo, sobre plazo y variación de los ingresos.

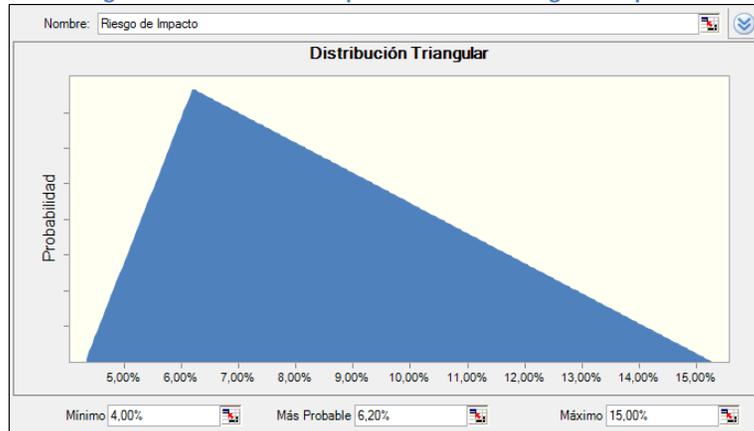
A continuación se presentan tres ejemplos independientes, que tienen por finalidad orientar el cálculo del costo del riesgo de sobre costos, sobre plazos e ingresos.

#### ❖ Riesgo de sobre costo

Supongamos que hay un único riesgo de sobre costo y se ajusta a una distribución triangular. La probabilidad de ocurrencia del riesgo que se ha estimado es igual al 75%, y

el riesgo de impacto “más probable” es 6,2%, un valor mínimo de 4% y un valor máximo de 15%.

**Figura 15: Distribución de probabilidad del riesgo de impacto**



Considerando que el valor presente del costo sujeto a análisis es igual a 120 millones de unidades indexadas (UI), se procede a calcular el Costo del Riesgo Esperado, teniendo en cuenta que:

$$CR_{sobrecosto} = VPIN \times PO \times RI$$

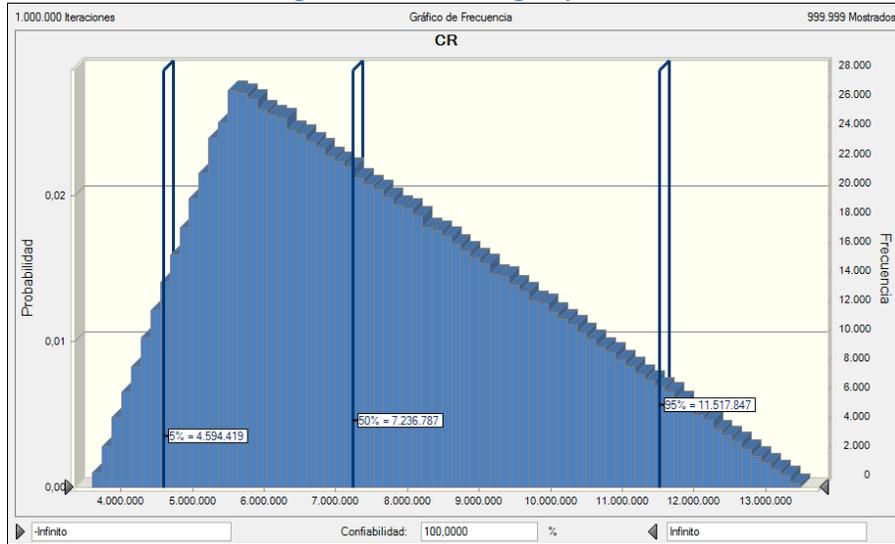
Por consiguiente, se tiene que  $VPIN = UI\ 120$  millones,  $PO = 75\%$  y  $RI = 6,2\%$  (Distribución Triangular). De esta forma:

$$CR_{sobrecosto} = UI\ 120 \times 75\% \times 6,2\% = UI\ 5.580.000$$

Realizando 1.000.000 de simulaciones para la obtención del Costo de Riesgo de Sobreplazo, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 14: Resultados de la simulación		
Percentil	Monto	Monto/Inversión inicial
5%	UI 4.594.419	3,8%
50%	UI 7.236.787	6,0%
95%	UI 11.517.847	9,6%

Figura 16: Costo del riesgo esperado

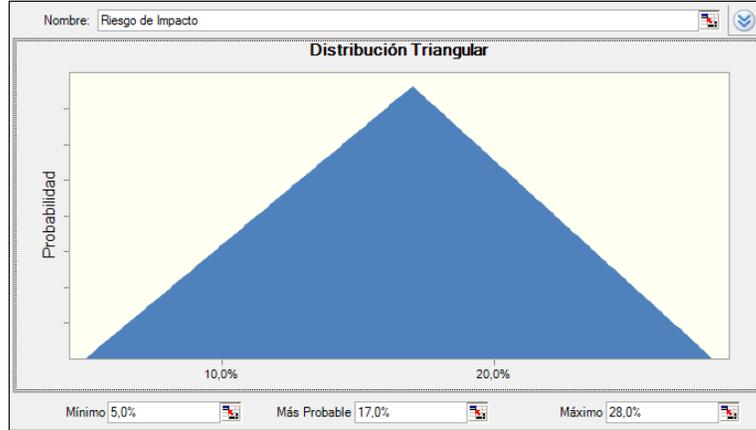


La figura muestra el resultado de la simulación del costo del riesgo de sobre costo, y la valoración de las diferentes posiciones del sector público frente al riesgo. Para una posición de aversión baja frente al riesgo se tiene que el costo del riesgo de sobre costo es igual a UI 4.594.419, el cual representa el 3,8% del valor presente de la inversión inicial. Si la posición del sector público frente al riesgo es de aversión media se tiene que el costo del riesgo de sobre costo es igual a UI 7.236.787, el cual representa el 6,0% del valor presente de la inversión inicial. Si el sector público toma una posición de aversión superior frente al riesgo el costo del riesgo de sobre costo es UI 11.517.847, el cual representa el 9,6% del valor presente de la inversión inicial.

#### ❖ Riesgo de sobre plazo

Supóngase que se cuenta con un único riesgo de sobre plazo para un proyecto, y producto de la elicitación de un grupo de expertos reunidos en un Taller de Riesgo para discutir sobre los parámetros que permitirían cuantificar el riesgo de sobre plazo, se llegó a los siguientes resultados: la probabilidad de ocurrencia del riesgo es igual a un 45%, el riesgo de impacto “Más probable” bajo el esquema PPR es de un 17%, con un valor mínimo de un 5% y una valor máximo de un 28%.

**Figura 17: Distribución de probabilidad del riesgo de impacto**



Si se considera que el valor presente de la inversión es de UI 210 millones, que el plazo inicial de ejecución del proyecto de 1080 días (=3x360) y que la Tasa social de descuento anual es igual al 10%, se tiene que:

$$CR_{sobreplazo} = ((1 + r_s)^{1/360} - 1) \times VPIN \times PI \times POR \times RIS$$

Por consiguiente, se tiene que  $VPIN = UI$  210 millones,  $PI = 1080$ ,  $POR = 45\%$ ,  $RIS = 17\%$ , y  $r_s = 10\%$ . Entonces:

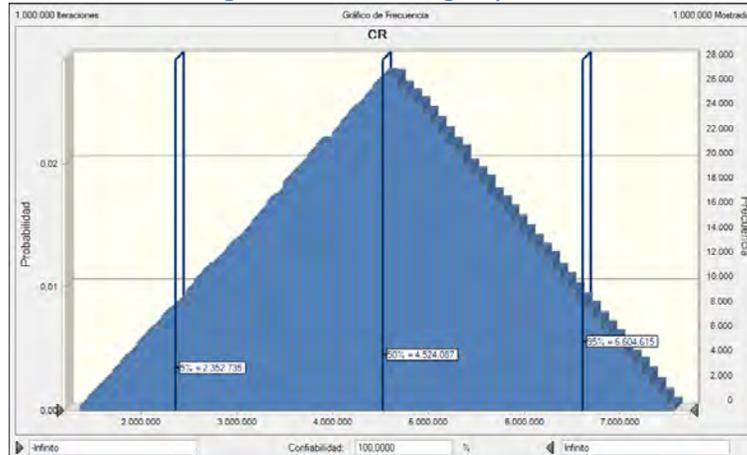
$$CR_{sobreplazo} = ((1 + 10\%)^{1/360} - 1) \times UI\ 210 \times 1080 \times 45\% \times 17\%$$

$$CR_{sobreplazo} = UI\ 4.524.082$$

Realizando 1.000.000 de simulaciones para la obtención del Costo de Riesgo de Sobreplazo, se obtienen los resultados que se muestran a continuación:

Tabla 15: Resultados de la simulación		
Percentil	Monto	Monto/Inversión inicial
5%	UI 2.352.735	1,1%
50%	UI 4.524.087	2,2%
95%	UI 6.604.615	3,1%

Figura 18: Costo del riesgo esperado



De la figura anterior se observa que el costo del riesgo de sobre plazo cuando el sector público toma un posición de aversión baja frente al riesgo es igual al 1,1%. Si adopta una posición de aversión media frente al riesgo es igual al 2,2%, y si toma una posición de aversión superior frente al riesgo igual al 3,1% del valor presente de la inversión inicial respectivamente.

#### ❖ Riesgo de ingresos

Un proyecto PPP tiene un periodo de contrato de 25 años. Producto de los estudios de demanda se determinó que los ingresos se espera que crezcan a una tasa del 3% anual durante toda la vigencia del proyecto.

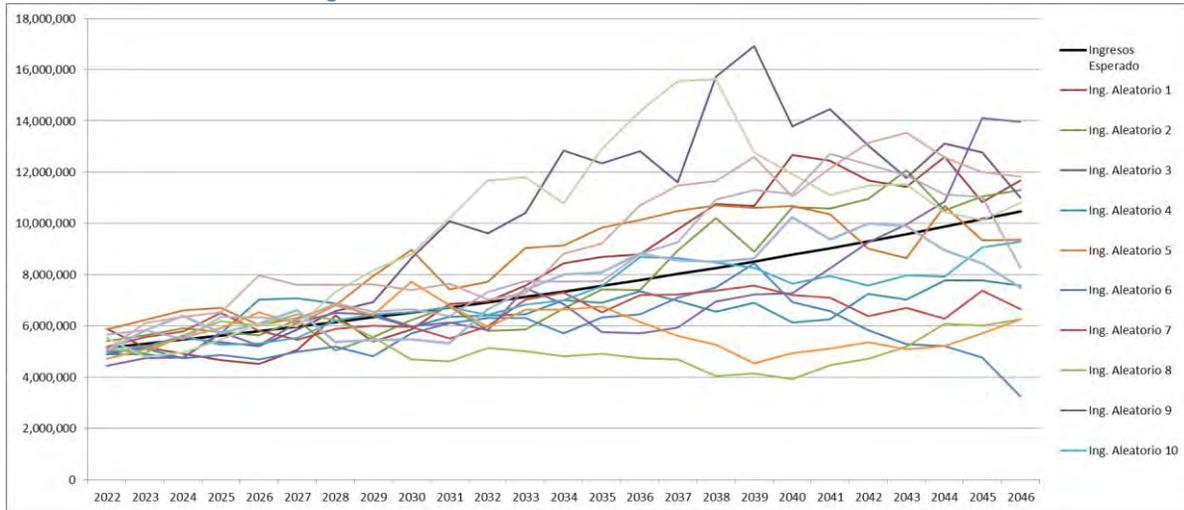
En la siguiente tabla se muestra la proyección de los ingresos anuales del proyecto:

Tabla 16: Supuestos para la modelación estocástica			
Año	Ingresos (UI)	Año	Ingresos (UI)
1	5.000.000	14	7.562.949
2	5.304.500	15	7.789.837
3	5.463.635	16	8.023.532
4	5.627.544	17	8.264.238
5	5.796.370	18	8.512.165
6	5.970.261	19	8.767.530
7	6.149.369	20	9.030.556
8	6.333.850	21	9.301.473
9	6.523.866	22	9.580.517
10	6.719.582	23	9.867.933
11	6.921.169	24	10.163.971
12	7.128.804	25	10.468.890
13	7.342.669		

Se considera un modelo estocástico en tasa de crecimiento para modelar los ingresos, mediante Monte Carlo. Para tal fin se han realizado los siguientes supuestos que se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 17: Supuestos para la modelación estocástica	
Ingresos iniciales estimados	UI 5.000.000
Número de simulaciones	1.000
Periodos del proyecto	25
Tasa inicial anual de crecimiento de los ingresos	3%
Media de la tasa de crecimiento de los ingresos	3%
Volatilidad de la tasa de crecimiento de los ingresos	10%

Figura 19: Modelación estocástica en tasa de crecimiento



El resultado de la simulación de Monte Carlo para la cuantificación del Costo del Riesgo de Demanda se muestra en la siguiente tabla, considerando las respectivas posiciones frente al riesgo de parte del sector público:

Tabla 18: Resultados de la simulación de Monte Carlo			
Modelo		Monto	Monto/Ingresos iniciales
$E[CRIN]$	UI	669.400	13,4%
Percentil 5	UI	0	0,0%
Percentil 50	UI	461.979	9,2%
Percentil 95	UI	2.021.015	40,4%

La modelación de la demanda mediante el modelo estocástico en tasa de crecimiento, entrega un valor esperado del costo del riesgo de demanda igual al 13,4% de los ingresos iniciales estimados, sin embargo, las posiciones del sector público frente al riesgo en caso de aversión baja representa el 0%, en caso de aversión promedio el 9,2% y en el caso de aversión superior el 40,4% con respecto de los ingresos iniciales estimados.

# Anexo III: Elementos para el desarrollo del Taller de Riesgos

---

## ❖ Definición

Un Taller de Expertos es una técnica que se utiliza como recurso para obtener información sistemática cuando el problema aún sin ser susceptible al uso de técnicas analíticas, requiere que se utilicen juicios cualitativos sobre un tema en específico.

De manera particular, un Taller de Riesgos, se concentra en analizar el proceso de gestión de riesgos de un proyecto de inversión en un activo físico y en los servicios públicos que provee, y se orienta a facilitar la toma de decisiones en equipo.

El principio central que sustenta esta técnica es que el juicio subjetivo es útil si se utiliza sobre una base colectiva. Esta metodología es una adaptación que combina distintas técnicas para la toma de decisiones grupales en la cual se rescatan las opiniones de un grupo de expertos en las etapas de la gestión de riesgos, con el objetivo de identificar las causas y efectos de los riesgos, la probabilidad y los impactos para valorarlos cuantitativamente, y la asignación de los riesgos al agente mejor preparado.

## ❖ Objetivos del Taller

### ❖ Cuando no se dispone de información histórica para medir el sobre costo y el sobre plazo

- ❖ Identificar de manera exhaustiva los riesgos, teniendo en cuenta las características propias del proyecto y de su entorno interno/externo, y la Matriz de General de Riesgos, definida en la tabla 7.
- ❖ Jerarquizar los riesgos identificados tomando en cuenta agrupaciones generales de probabilidades y consecuencias.
- ❖ Determinar las probabilidades específicas de ocurrencia y los impactos en el costo del proyecto de cada uno de los riesgos jerarquizados.
- ❖ Calcular el costo del riesgo de cada uno de los riesgos jerarquizados y el riesgo total del proyecto público de referencia.
- ❖ Clasificar cada uno de los riesgos entre retenidos y transferidos.

## ❖ Cuando se dispone de información histórica para medir el sobre costo y el sobre plazo

- ❖ Identificar de manera exhaustiva las causas más probables que dieron origen al sobre costo y el sobre plazo cuantificado.
- ❖ Jerarquizar las causas identificadas.
- ❖ Determinar las probabilidades de ocurrencia y los impactos en el costo del proyecto de cada uno de las causas jerarquizadas.
- ❖ Clasificar el costo del riesgo de sobre costo y sobre plazo en retenido y transferido.

## ❖ Agenda

En lo que sigue se presentan de manera general algunas pautas para el desarrollo de un Taller de Riesgos. Sin embargo, para cada proyecto y/o sector es posible ajustar las pautas y adaptarlas a las características propias de los participantes, a la situación del sector y del proyecto, y a la dinámica que se desee imprimir al Taller.

Una Agenda del Taller de Riesgo debería contar al menos con las siguientes presentaciones:

- ❖ Presentación por parte del Jefe de Proyecto del Proyecto Público de Referencia (PPR) en sus aspectos técnicos, económicos-financieros, regulatorios y legales.
- ❖ Presentación de los objetivos del Taller en el contexto del Comparador Público-Privado.
- ❖ Presentación de la metodología para jerarquizar riesgos o causas, valoración de riesgos y asignación de riesgos.

Al finalizar la sesión de trabajo, es recomendable que la autoridad correspondiente de la Administración Pública levante un acta con los acuerdos obtenidos del Taller de Riesgo, la que deberá de llevar la firma de todos los participantes expertos.

## ❖ Selección de expertos

El panel de expertos debe estar compuesto por no menos de quince (15) miembros. Por lo general, el pronóstico que se realiza basado en las respuestas de por lo menos 15 expertos sería relativamente similar al producto de una muestra mayor; por lo tanto, este número se le considera una muestra adecuada en la mayoría de los casos.

Los expertos deberán contar con experiencia suficiente y comprobada de la materia bajo análisis y serán conducidos por un Coordinador General y un Coordinador Técnico especialista en el sector al que pertenece el PPR. El Coordinador General fungirá como

facilitador de la sesión y del desarrollo de la dinámica grupal del taller. El Coordinador Técnico dirigirá y orientará la discusión especializada. Es recomendable que un resumen simple del currículum vitae de cada experto y del Coordinador Técnico deberá ser anexado en el acta que se levante al término del Taller de Riesgo (TR).

### ❖ **Dinámica del panel de taller de riesgos**

El Coordinador General dará inicio al Taller de Riesgo, presentando a los asistentes, los objetivos de la sesión y los resultados que se pretende con el panel.

A continuación, se dará inicio al bloque de presentaciones del proyecto en cuestión con la finalidad de homogenizar el conocimiento del PPR, y las particularidades técnicas del Comparador Público-Privado para el tema específico.

Este primer bloque estará conformado por:

- ❖ Presentación del Proyecto Público de Referencia.
- ❖ Presentación del Comparador Público-Privado.

Cuando no se dispone de información histórica para medir el sobre costo y el sobre plazo, el segundo bloque tendrá como objetivo la identificación de riesgos, donde se dará a conocer la Matriz General de Riesgos y se invitará a una propuesta de ideas para decidir si hay otros riesgos que podrían ser considerados, así como también cuales deberían ser omitidos porque no se consideran relevantes para el proyecto que se pretende analizar. El tercer bloque corresponderá al proceso de jerarquización de riesgos. El cuarto bloque se orientará a la cuantificación o valoración; y el quinto bloque para la asignación de los riesgos.

Para el cuarto bloque que corresponde a la valoración de los riesgos, se entregarán cartillas con los riesgos definidos en el bloque anterior, y se procederá a cuantificar la probabilidad de ocurrencia y el impacto. Posteriormente se asignarán cada uno de ellos, entregando un porcentaje para el Riesgo Retenido (RR) y otro porcentaje para el Riesgo Transferible (RT). Este proceso se repetirá para cada una de los riesgos individuales que generan sobre costo y sobre plazo. En todos los casos, a menos que el Coordinador General del Taller indique lo contrario, se asumirá una Distribución de Probabilidad Triangular para la cuantificación de los riesgos.

Cuando se dispone de información histórica para medir el sobre costo y el sobre plazo, el (los) analista(s) que disponga la Administración Pública deberá(n) presentar los análisis desarrollados, los supuestos y la base de datos utilizada para la determinación numérica del Costo Total del Riesgo.

En base a lo anterior, el segundo bloque tendrá como objetivo lograr la identificación de las causas que provocaron el sobre costo y el sobre plazo cuantificado. El tercer bloque

corresponderá al proceso de jerarquización de las causas. El cuarto bloque corresponderá a la etapa de asignación de las causas. Obsérvese que bajo este escenario, la etapa de valoración y cuantificación de riesgos de sobre costos y sobre plazos fue realizada por analistas con anterioridad a la realización del Taller, y por lo tanto serán variables exógenas para los participantes expertos.

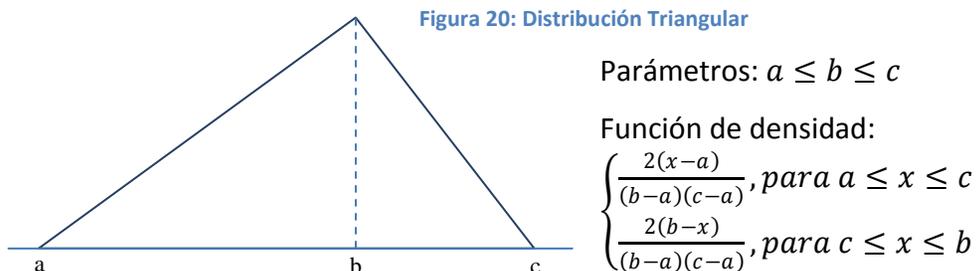
Para el cuarto bloque, el Coordinador General entregará cartillas con las causas de los riesgos de sobre costo y sobre plazo jerarquizados en el bloque anterior, y los expertos procederán a la asignación de cada uno de ellos, entregando un porcentaje para el RR y otro porcentaje para el RT.

Dependiendo del sector y de la información disponible los expertos que cuantifiquen los riesgos pueden no ser los mismos que los expertos que asignen los riesgos. Sin embargo, es central que si los expertos que cuantifican los riesgos no son los mismos que los que asignan, estos últimos participen, solo con derecho a voz, en la etapa de identificación y cuantificación.

También puede ser recomendable en ciertos sectores y proyectos al inicio del primer bloque tomar un cuestionario a los expertos del Taller de tal forma que permita al Coordinador General obtener y posteriormente procesar información que complemente los resultados del Taller. Preguntas como: ¿De acuerdo a su experiencia, existen sobre costos/sobreplazos en las obras públicas realizadas en Uruguay según la definición aportada por el Coordinador? ¿De acuerdo a su experiencia, cuál es el porcentaje de sobre costo promedio que se producen en las obras públicas realizadas en Uruguay?

### ❖ La Distribución de Probabilidad Triangular

Esta distribución es ampliamente utilizada para la administración y Análisis de Riesgos en las áreas de la ingeniería y la gerencia de proyectos de infraestructura debido a su sencillez la que es fácilmente comprendida por los analistas. Su nombre se debe a que su función de densidad tiene una forma triangular, pudiendo ser totalmente asimétrica, dado que depende de la posición del valor más probable ( $b$ ) con respecto a los valores extremos, los cuales pueden ser, una estimación pesimista ( $a$ ) y una optimista ( $c$ ). A continuación se muestra en forma gráfica la distribución, y la expresión analítica para la función de densidad y sus dos principales momentos: media y varianza.



$$\text{Media: } \frac{a+b+c}{3}, \text{ Varianza: } \frac{a^2+b^2+c^2-ab-bc-ca}{18}$$

## ❖ Procedimiento de identificación de riesgos/causas

En lo que sigue, la palabra *Riesgos* se referirá al caso en que la Administración Pública no disponga de información histórica para su cuantificación. Se referirá a *Causas* cuando la Administración Pública a través de un estudio realizado de manera previa al Taller, haya cuantificado el valor del riesgo total de sobre costo y de sobre plazo, pero le sea muy difícil identificar las razones que afectaron los costos de los proyectos de la muestra, como una condición necesaria para el proceso de asignación de riesgos en su componente retenido y transferible. El procedimiento que a continuación se explica usará como notación “riesgo/causa” según se trate de información histórica no disponible/disponible respectivamente.

Para la etapa de Identificación se propone que los expertos desarrollen ideas sobre riesgos/causas a través de las siguientes tres fases:

### ❖ Fase de Generación de Ideas de Riesgos/Causas

Es la fase inicial durante la cual se aclaran las expectativas, objetivos y normas para el Taller y se procede a la generación de ideas por parte de los participantes hasta que se agoten. Estas ideas, generalmente son progresivamente superiores en calidad y cantidad.

Es recomendable que inicialmente el Coordinador General del Taller entregue un tiempo prudencial para que cada experto piense y escriba sus ideas sobre riesgos/causas de los sobre plazos y los sobre costos.

Se recomienda que cada miembro del grupo aporte una idea de riesgo/causa por turno. El Coordinador Técnico se encargará de escribir en una planilla de cálculo o una pizarra (o papelógrafo) las ideas sobre las causas/riesgos que se vayan generando en el transcurso de la sesión, la que será proyectada para que sea visualizada por cada uno de los participantes.

### ❖ Fase de Clarificación

En esta fase el Coordinador Técnico revisa la lista de ideas sobre riesgos/causas generadas para garantizar que todos los expertos las entiendan con claridad, descartándose aquellas ideas de riesgos/causas que no corresponden al objetivo del Taller.

Es usual encontrar problemas (síntomas – efectos) mezclados con causas, los cuales de no evitarse, sesgarán la solución. El Coordinador General debe, en esta fase, retomar el objetivo de del Taller, aclararlo, y dar ejemplos de cómo se expresa el mismo.

## ❖ Fase de Evaluación

En esta fase, guiados por el Coordinador Técnico, el panel de expertos revisará la lista de ideas de riesgos/causas con el objetivo de eliminar duplicaciones. Esto último siempre y cuando, quien la propuso esté de acuerdo en que realmente la idea de riesgo/causa está repetida o está contenida en otra. El Coordinador General debe evitar largas discusiones, y especialmente evitar sesgos de participación, detectando quienes serán los expertos que por razones de su personalidad lideran el Taller y pueden influir en agregar/eliminar riesgos/causas.

Para que la participación sea amplia, se logre eficiencia en la opinión y se aproveche la experiencia de los expertos, se recomienda que el Coordinador General del Taller procure el cumplimiento de las siguientes normas:

- ❖ **Prohibición estricta de la crítica:** Se deberá evitar criticar las opiniones y calificarlas de buenas o malas. La persona que se sienta criticada puede sentirse cohibida para expresarse posteriormente. Ninguna idea de riesgo/causa debe ser considerada como no pertinente.
- ❖ **Libertad y opinión libre:** No deben hacerse restricciones a la libre expresión de las ideas en función de aspectos como jerarquías o responsabilidad sobre la materia del Taller. Se asume que cualquier experto miembro del panel puede proponer riesgos/causas importantes, o si es el caso, de ver causas o problemas que otros no han advertido antes como tales. Este aspecto es central. Muchas veces el efecto de la jerarquía de un experto sobre otro cohibe la participación activa.
- ❖ **Más es preferible a menos:** Un principio es que cuantas más ideas se produzcan es mejor, debido a que hay más probabilidades de que a través de ellas se llegue a la idea de riesgo/causa superior.
- ❖ **Aprovechar las opiniones:** Se debe promover la producción de nuevas ideas sobre riesgos/causas, a partir de la asociación o perfeccionamiento de otras ya sugeridas.
- ❖ **Facilitar la sesión:** Es importante la presencia de un Coordinador General que conduzca y oriente el Taller desde el punto de vista de las normas básicas y otras expectativas establecidas por los expertos como: tiempo de la reunión, secuencia de preguntas, tiempos para cada participante para dar su opinión. Es recomendable que cada sesión del Taller tenga máximo 6 horas de trabajo. En proyectos complejos, y cuando no se encuentra disponible la información histórica, y se deben realizar todas las etapas de un análisis de riesgos, es posible llegar a 30 horas (5 días en 5 sesiones).

## ❖ Procedimiento para la jerarquización de los riesgos/causas

El objetivo de este procedimiento es jerarquizar los riesgos/causas previamente identificadas para el PPR, teniendo como datos de entrada o información relevante provista por los expertos, el impacto en el proyecto del riesgo/causa y la probabilidad de ocurrencia del riesgo/causa.

- ❖ **Impacto:** La valoración cualitativa del impacto asigna un rango de opciones no superpuestas que incluyen todas las consecuencias posibles de la causa o riesgo. Las definiciones de estas categorías expresan de la siguiente manera:

Tabla 19: Definición y criterios del impacto en el proyecto del riesgo/causa		
Consecuencia del Impacto	Impacto	Criterio
Crítico (C)	Mayor o igual al 60%	Impacto que podría llevar a la cancelación del proyecto dado que produce alteraciones de las principales variables de costo y plazo muy por sobre lo esperado
Severo (S)	Menor al 60% y Mayor o igual al 40%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto negativo significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor al 40% y Mayor o igual al 10%	Cualquier impacto que causaría un cambio en la planificación de manera importante o que podría conducir a un efecto notable e inoportuno para el proyecto.
Mínimo (Mi)	Menor al 10% y Mayor o igual al 5%	Cualquier impacto que puede ser tratado y administrado al interior del equipo de proyecto y que tendría un efecto manejable en el largo plazo.
Despreciable (D)	Menor al 5%	Cualquier impacto que afecta de manera insignificante el ciclo de vida del proyecto y sus principales variables de costo, calidad y plazo.

- ❖ **Probabilidad de Ocurrencia:** Se entenderá como la probabilidad de ocurrencia a la probabilidad que un riesgo/causa ocurra durante todo el ciclo de vida del proyecto. La probabilidad de cualquier riesgo/causa específico, toma valores entre cero (sin posibilidad de ocurrencia) y uno (ocurre inevitablemente). La evaluación de los riesgos/causas por medio de métodos cualitativos divide las opciones en rangos de probabilidad y requiere de una asignación dentro de los rangos definidos. La evaluación cuantitativa del riesgo/causa asigna una fracción específica entre cero y uno (entre cero y 100 por ciento), tal como se describe a continuación:

Tabla 20: Definición y criterios de la probabilidad de ocurrencia		
Probabilidad de ocurrencia	Probabilidad	Descripción
Muy Alto (MA)	Mayor o igual al 80%	Es muy probable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Alto (A)	Menor al 80% y Mayor o igual al 50%	Probablemente el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado (M)	Menor al 50% y Mayor o igual al 20%	Puede o no ocurrir el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo (B)	Menor al 20% y Mayor o igual al 5%	Es improbable que el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Muy Bajo (MB)	Menor al 5%	Es muy poco probable que ocurra el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.

- ❖ **Valor de Borda:** Con la finalidad de obtener la jerarquización de los riesgos/causas, es decir, determinar cuáles son los riesgos/causas que deben de ser tomados en consideración debido al grado de importancia que representan para el proyecto, la practica sugiere aplicar el Método de Borda<sup>12</sup>. Supongamos que se tienen definidos 8 riesgos/causas tal como se muestra a continuación:

N°	Riesgos/ Causas	Probabilidad de ocurrencia (%)	Impacto	Valor de Borda
C1/R1	XXX	90%	C	1
C2/R2	XXX	60%	S	3
C3/R3	XXX	50%	Mo	5
C4/R4	XXX	30%	Mi	6
C5/R5	XXX	99%	C	0
C6/R6	XXX	65%	S	2
C7/R7	XXX	58%	Mo	4
C8/R8	XXX	5%	D	7

Para cada uno de los riesgos/causas se considera el impacto y la probabilidad de ocurrencia definidos, y sobre la base de una evaluación de múltiples criterios, se pondera y se logra jerarquizar los riesgos/ causas que afectan al proyecto. Como se puede observar en el ejemplo que se presenta en la Tabla 21, los riesgos/causas C1/R1, C5/R5 y C6/R6 son considerados con una mayor probabilidad de ocurrencia y mayor impacto sobre el proyecto.

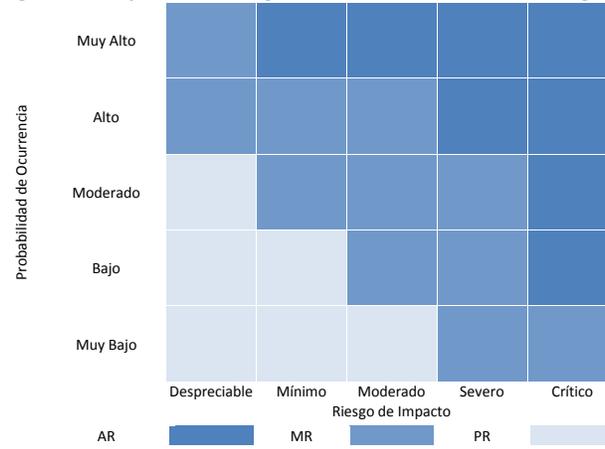
- ❖ **Clasificación:** El proceso de clasificación se inspira en el Principio de Pareto (PP), el cual tiene como objetivo dar prioridad a los riesgos/causas que podrían afectar el normal desarrollo del proyecto. Aquellos que resultan de la aplicación del PP serán los que representan un alto riesgo/causa. Además el resultado de la combinación entre probabilidad de ocurrencia y su impacto implica que los riesgos/causas pueden ser clasificados en tres categorías: Altamente Relevantes (AR), Medianamente Relevantes (MR) y Poco Relevantes (PR), tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Probabilidad de ocurrencia	Riesgo/Causa de impacto				
	Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico
Muy Alto (MA)	MR	AR	AR	AR	AR
Alto (A)	MR	MR	MR	AR	AR
Moderado (M)	PR	MR	MR	MR	AR
Bajo (B)	PR	PR	MR	MR	AR
Muy Bajo (MB)	PR	PR	PR	MR	MR

<sup>12</sup> Cuyo proceso de cálculo se detalla en Apéndice I

A continuación se muestra la representación del impacto por la probabilidad, con zonas de clasificación de los riesgos:

**Figura 21: Representación gráfica de la clasificación de riesgos**



El Principio de Pareto señala que no todos los acontecimientos son realmente importantes para explicar fenómenos. En una situación es posible definir aquellas variables que afectan considerablemente (pocos “vitales”) y aquellas que la afectan muy relativamente (muchos “triviales”). Este principio se conoce también con el nombre de 80-20/20-80 e indica que en todo fenómeno que resulte como consecuencia de la intervención de varias causas o factores, se encontrará que un pequeño número de causas, contribuyen a la mayor parte del efecto (20%); mientras que el numeroso grupo de causas restantes contribuye solamente a una pequeña parte del efecto (80%).

Además por el mismo principio se logra priorizar el total de riesgos/causas a solo aquellos que son clasificados como de alta probabilidad de ocurrencia e impacto sobre el proyecto.

Empleando el ejemplo considerado en la Tabla 21 y aplicando el proceso de clasificación se tiene el siguiente resultado:

Tabla 23: Ejemplo de jerarquización de las causas identificadas – Continuación						
N°	Riesgos/ Causas	Probabilidad de ocurrencia (%)	Impacto	Valor de Borda	Clasificación	
C1/R1	XXX	90%	C	1	AR	
C2/R2	XXX	60%	S	3	MR	
C3/R3	XXX	50%	Mo	5	MR	
C4/R4	XXX	30%	Mi	6	PR	
C5/R5	XXX	99%	C	0	AR	
C6/R6	XXX	65%	S	2	AR	
C7/R7	XXX	58%	Mo	4	MR	
C8/R8	XXX	5%	D	7	PR	

## ❖ Procedimiento para la asignación de riesgos para el caso donde se cuenta con información histórica

Dado el costo del riesgo de sobre costo y/o sobre plazo, el objetivo de este procedimiento es calcular qué parte del costo total corresponde al costo del riesgo retenido y que parte al riesgo transferible, contando para ello con una matriz de causas, las que han sido debidamente jerarquizadas según el procedimiento mostrado anteriormente.

Dado que el Costo Total del Riesgo  $CR$  es producto del análisis de la información histórica y es conocido, el objetivo es asignarlo en riesgo retenido y transferible, respectivamente. Para ello, los expertos responderán la siguiente pregunta: **¿Qué porcentaje de la causa jerarquizada se asigna como riesgo retenido?**<sup>13</sup>. El Coordinador General procede entonces a desarrollar la dinámica del Taller para responder esta pregunta por cada uno de los expertos de manera individual y posteriormente obtener la mediana de las respuestas por causa y agregadas.

Para lo anterior, el Coordinador General explicará y sugerirá a los expertos que se tengan presentes las siguientes reglas para la asignación según fuera ya expuesta en Anexo II:

Figura 22: Reglas para la asignación de riesgos



<sup>13</sup> Donde se tendrá en cuenta que:  $RR + RT = 100\%$ .

En la siguiente tabla se muestran las respuestas de cada experto para cada causa. Por ejemplo, el experto  $j$  opina que para la Causa 2, la asignación como riesgo retenido es igual a  $RR_2^j$ .

Tabla 24: Riesgo Retenido							
Causas	Experto 1	Experto 2	...	Experto $j$	...	Experto $m$	Mediana
Causa 1	$RR_1^1$	$RR_1^2$	...	$RR_1^j$	...	$RR_1^m$	$RR_1$
Causa 2	$RR_2^1$	$RR_2^2$	...	$RR_2^j$	...	$RR_2^m$	$RR_2$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Causa $i$	$RR_i^1$	$RR_i^2$	...	$RR_i^j$	...	$RR_i^m$	$RR_i$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Causa $n$	$RR_n^1$	$RR_n^2$	...	$RR_n^j$	...	$RR_n^m$	$RR_n$

Donde  $RR_i^j$  es el porcentaje de la causa  $i$  que se asigna como riesgo retenido según la opinión del experto  $j$ .  $RR_i$  representa la mediana del conjunto de valores  $\{RR_i^1, RR_i^2, \dots, RR_i^m\}$  que fueron proporcionados por los  $m$  expertos<sup>14</sup>. Dada la complementariedad con el riesgo transferible, se obtienen los siguientes valores:

Tabla 25: Riesgo Transferible							
Causas	Experto 1	Experto 2	...	Experto $j$	...	Experto $m$	Mediana
Causa 1	$(1 - RR_1^1)$	$(1 - RR_1^2)$	...	$(1 - RR_1^j)$	...	$(1 - RR_1^m)$	$(1 - RR_1)$
Causa 2	$(1 - RR_2^1)$	$(1 - RR_2^2)$	...	$(1 - RR_2^j)$	...	$(1 - RR_2^m)$	$(1 - RR_2)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Causa $i$	$(1 - RR_i^1)$	$(1 - RR_i^2)$	...	$(1 - RR_i^j)$	...	$(1 - RR_i^m)$	$(1 - RR_i)$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Causa $n$	$(1 - RR_n^1)$	$(1 - RR_n^2)$	...	$(1 - RR_n^j)$	...	$(1 - RR_n^m)$	$(1 - RR_n)$

La combinación de los resultados de la obtención de las medianas para las filas correspondientes, se obtiene el siguiente cuadro resumen:

Tabla 26: Riesgo Retenido y Transferible		
Causas	Riesgo Retenido	Riesgo Transferido
Causa 1	$RR_1$	$RT_1 = (1 - RR_1)$
Causa 2	$RR_2$	$RT_2 = (1 - RR_2)$
⋮	⋮	⋮
Causa $i$	$RR_i$	$RT_i = (1 - RR_i)$
⋮	⋮	⋮
Causa $n$	$RR_n$	$RT_n = (1 - RR_n)$

De la tabla anterior se obtiene el parámetro  $\lambda$ , el cual representa la mediana del conjunto de valores  $\{RR_1, RR_2, \dots, RR_n\}$ . Por lo tanto, es posible conocer cómo se asigna el costo del riesgo, es decir:

<sup>14</sup> La mediana se define como el valor que ocupa el lugar central de todos los datos cuando éstos están ordenados de menor a mayor

**Tabla 27: Cálculo de la Asignación del Costo del Riesgo**

Costo del Riesgo	Costo del Riesgo Retenido	Costo del Riesgo Transferido
$CR$	$\lambda \times CR$	$(1 - \lambda) \times CR$

Para una aplicación consideremos el siguiente ejemplo. El número de expertos es igual a 15 ( $m = 15$ ) y el número de causas obtenidas de mayor relevancia después de ser jerarquizadas es igual a 10 ( $n = 10$ ). Además, producto de los estudios previos, los analistas de la Administración Pública determinaron que el promedio de sobre costo total es igual a 80%, con una volatilidad igual a 20%.

En la siguiente tabla se muestran las respuestas de cada uno de los 15 expertos para las 10 causas identificadas. La última columna muestra la mediana de las respuestas para cada causa.

**Tabla 28: Ejemplo – Riesgo Retenido**

Causas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Mediana
C1	2%	3%	13%	68%	7%	61%	55%	28%	56%	48%	52%	3%	20%	9%	32%	28%
C2	69%	26%	47%	33%	62%	24%	33%	45%	44%	52%	23%	68%	62%	13%	46%	45%
C3	49%	7%	68%	43%	22%	64%	66%	32%	38%	56%	7%	3%	20%	15%	23%	32%
C4	4%	32%	24%	52%	65%	31%	9%	13%	39%	63%	67%	60%	58%	3%	49%	39%
C5	47%	65%	57%	34%	2%	11%	10%	13%	62%	5%	23%	2%	45%	27%	34%	27%
C6	67%	37%	12%	23%	59%	61%	60%	48%	47%	2%	33%	57%	17%	66%	5%	47%
C7	60%	21%	37%	26%	41%	13%	55%	33%	38%	38%	29%	13%	56%	65%	53%	38%
C8	13%	50%	53%	26%	45%	39%	28%	64%	40%	28%	2%	58%	30%	44%	47%	40%
C9	46%	25%	28%	32%	3%	64%	37%	36%	61%	53%	63%	46%	60%	54%	57%	46%
C10	21%	67%	62%	37%	68%	40%	54%	20%	13%	40%	6%	34%	57%	18%	18%	37%

Por ejemplo, de la tabla anterior se puede observar que el Experto 8 (E8) opina que 33% de la Causa 7 (C7) corresponde a Riesgo Retenido. Asumiendo que el  $RT = (1-RR)$ , se obtiene la Tabla 29.

**Tabla 29: Ejemplo – Riesgo Transferible**

Causas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Mediana
C1	98%	97%	87%	32%	93%	39%	45%	72%	44%	52%	48%	97%	80%	91%	68%	72%
C2	31%	74%	53%	67%	38%	76%	67%	55%	56%	48%	77%	32%	38%	87%	54%	55%
C3	51%	93%	32%	57%	78%	36%	34%	68%	62%	44%	93%	97%	80%	85%	77%	68%
C4	96%	68%	76%	48%	35%	69%	91%	87%	61%	37%	33%	40%	42%	97%	51%	61%
C5	53%	35%	43%	66%	98%	89%	90%	87%	38%	95%	77%	98%	55%	73%	66%	73%
C6	33%	63%	88%	77%	41%	39%	40%	52%	53%	98%	67%	43%	83%	34%	95%	53%
C7	40%	79%	63%	74%	59%	87%	45%	67%	62%	62%	71%	87%	44%	35%	47%	62%
C8	87%	50%	47%	74%	55%	61%	72%	36%	60%	72%	98%	42%	70%	56%	53%	60%

Tabla 29: Ejemplo – Riesgo Transferible																
Causas	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	Mediana
C9	54%	75%	72%	68%	97%	36%	63%	64%	39%	47%	37%	54%	40%	46%	43%	54%
C10	79%	33%	38%	63%	32%	60%	46%	80%	87%	60%	94%	66%	43%	82%	82%	63%

Se puede observar de la tabla anterior, que para el Experto 14 (E14), el 51% de la Causa 4 (C4) corresponde a Riesgo Transferido.

Teniendo en consideración la información de las columnas correspondientes a las medianas de las Tablas 28 y 29, se obtiene lo siguiente:

Tabla 30: Ejemplo – Riesgo Retenido y Transferible		
Causas	Riesgo Retenido	Riesgo Transferible
C1	28%	72%
C2	45%	55%
C3	32%	68%
C4	39%	61%
C5	27%	73%
C6	47%	53%
C7	38%	62%
C8	40%	60%
C9	46%	54%
C10	37%	63%
Mediana	$\lambda = 39\%$	$(1 - \lambda) = 61\%$

Con la información de la Tabla 30, se procede a obtener el valor de  $\lambda = 39\%$ , que indica el porcentaje del costo del riesgo que corresponde al riesgo retenido y por consiguiente el 61% del costo del riesgo corresponde al riesgo transferible.

Tabla 31: Ejemplo – Asignación del Costo del Riesgo		
Costo del Riesgo	Costo del Riesgo Retenido	Costo del Riesgo Transferible
80%	$31,2 = 80\% \times 39\%$	$48,8\% = 80\% \times 61\%$

### ❖ Procedimiento para la valoración y asignación de riesgos para el caso donde no se cuenta con información histórica

Cuando no sea posible obtener información histórica sobre proyectos de similares características al PPR que se desea evaluar, se deberá usar un proceso de generación de información cualitativa a través de expertos. Una vez que los riesgos han sido identificados y jerarquizados según los procedimientos anteriores, entonces el Coordinador General solicitará a los expertos que precisen las probabilidades de ocurrencia de acuerdo a la siguiente pregunta: **¿De acuerdo a su experiencia, cuál es su estimación acerca de la probabilidad de ocurrencia mínima, más probable y máxima**

**para el riesgo jerarquizado?** Esta pregunta se repetirá para cada uno de los riesgos jerarquizados, y será posible construir los tabla 32a y 32b siguientes:

Tabla 32a: Probabilidad de Ocurrencia según la opinión de cada uno de los expertos											
Riesgos	Experto 1			...	Experto $j$			...	Experto $m$		
	Mínimo	Más Probable	Máximo	...	Mínimo	Más Probable	Máximo	...	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$PO_{1,a}^1$	$PO_{1,c}^1$	$PO_{1,b}^1$	...	$PO_{1,a}^j$	$PO_{1,c}^j$	$PO_{1,b}^j$	...	$PO_{1,a}^m$	$PO_{1,c}^m$	$PO_{1,b}^m$
Riesgo 2	$PO_{2,a}^1$	$PO_{2,c}^1$	$PO_{2,b}^1$	...	$PO_{2,a}^j$	$PO_{2,c}^j$	$PO_{2,b}^j$	...	$PO_{2,a}^m$	$PO_{2,c}^m$	$PO_{2,b}^m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$PO_{i,a}^1$	$PO_{i,c}^1$	$PO_{i,b}^1$	...	$PO_{i,a}^j$	$PO_{i,c}^j$	$PO_{i,b}^j$	...	$PO_{i,a}^m$	$PO_{i,c}^m$	$PO_{i,b}^m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$PO_{n,a}^1$	$PO_{n,c}^1$	$PO_{n,b}^1$	...	$PO_{n,a}^j$	$PO_{n,c}^j$	$PO_{n,b}^j$	...	$PO_{n,a}^m$	$PO_{n,c}^m$	$PO_{n,b}^m$

Donde:

- $PO_{i,a}^j$  : Valor mínimo de la probabilidad de ocurrencia proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .
- $PO_{i,c}^j$  : Valor más probable de la probabilidad de ocurrencia proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .
- $PO_{i,b}^j$  : Valor máximo de la probabilidad de ocurrencia proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .

Tabla 32b: Probabilidad de Ocurrencia del riesgo agregada			
Riesgos	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$PO_{1,a}$	$PO_{1,c}$	$PO_{1,b}$
Riesgo 2	$PO_{2,a}$	$PO_{2,c}$	$PO_{2,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$PO_{i,a}$	$PO_{i,c}$	$PO_{i,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$PO_{n,a}$	$PO_{n,c}$	$PO_{n,b}$

Donde,  $PO_{i,a}$  representa la mediana del conjunto de valores mínimos de la probabilidad de ocurrencia proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$ ,  $PO_{i,c}$  representa la mediana del conjunto de valores más probables de la probabilidad de ocurrencia proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$  y  $PO_{i,b}$  representa la mediana del conjunto de valores máximo de la probabilidad de ocurrencia proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$ . Es decir,

$$PO_{i,a} = \text{Mediana}\{PO_{i,a}^1, PO_{i,a}^2, \dots, PO_{i,a}^j, \dots, PO_{i,a}^{m-1}, PO_{i,a}^m\}$$

$$PO_{i,c} = \text{Mediana}\{PO_{i,c}^1, PO_{i,c}^2, \dots, PO_{i,c}^j, \dots, PO_{i,c}^{m-1}, PO_{i,c}^m\}$$

$$PO_{i,b} = \text{Mediana}\{PO_{i,b}^1, PO_{i,b}^2, \dots, PO_{i,b}^j, \dots, PO_{i,b}^{m-1}, PO_{i,b}^m\}$$

A continuación, el Coordinador General solicitará a los expertos que precisen los impactos en el plazo y en el costo del proyecto para cada uno de los riesgos realizando la siguiente pregunta: **¿De acuerdo a su experiencia, cuál es su estimación acerca del impacto mínimo, más probable y máximo para el riesgo jerarquizado?** Esta pregunta se repetirá para cada uno de los riesgos jerarquizados, y será posible construir las tablas 33 y 34 siguientes:

Tabla 33: Impacto generado por el riesgo											
Riesgos	Experto 1			...	Experto $j$			...	Experto $m$		
	Mínimo	Más Probable	Máximo	...	Mínimo	Más Probable	Máximo	...	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$I_{1,a}^1$	$I_{1,c}^1$	$I_{1,b}^1$	...	$I_{1,a}^j$	$I_{1,c}^j$	$I_{1,b}^j$	...	$I_{1,a}^m$	$I_{1,c}^m$	$I_{1,b}^m$
Riesgo 2	$I_{2,a}^1$	$I_{2,c}^1$	$I_{2,b}^1$	...	$I_{2,a}^j$	$I_{2,c}^j$	$I_{2,b}^j$	...	$I_{2,a}^m$	$I_{2,c}^m$	$I_{2,b}^m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$I_{i,a}^1$	$I_{i,c}^1$	$I_{i,b}^1$	...	$I_{i,a}^j$	$I_{i,c}^j$	$I_{i,b}^j$	...	$I_{i,a}^m$	$I_{i,c}^m$	$I_{i,b}^m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$I_{n,a}^1$	$I_{n,c}^1$	$I_{n,b}^1$	...	$I_{n,a}^j$	$I_{n,c}^j$	$I_{n,b}^j$	...	$I_{n,a}^m$	$I_{n,c}^m$	$I_{n,b}^m$

Donde:

- $I_{i,a}^j$  : Valor mínimo del impacto proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .
- $I_{i,c}^j$  : Valor más probable del impacto proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .
- $I_{i,b}^j$  : Valor máximo del impacto proporcionado por el  $j$ -ésimo experto con respecto al riesgo  $i$ .

Tabla 34: Probabilidad de Ocurrencia del riesgo			
Riesgos	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$I_{1,a}$	$I_{1,c}$	$I_{1,b}$
Riesgo 2	$I_{2,a}$	$I_{2,c}$	$I_{2,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$I_{i,a}$	$I_{i,c}$	$I_{i,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$I_{n,a}$	$I_{n,c}$	$I_{n,b}$

Donde,  $I_{i,a}$  representa la mediana del conjunto de valores mínimos del impacto proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$ ,  $I_{i,c}$  representa la mediana del conjunto de valores más probables del impacto proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$  y  $I_{i,b}$  representa la mediana del conjunto de valores máximo del impacto proporcionados por cada uno de los expertos con respecto al riesgo  $i$ . Es decir,

$$I_{i,a} = \text{Mediana}\{I_{i,a}^1, I_{i,a}^2, \dots, I_{i,a}^j, \dots, I_{i,a}^{m-1}, I_{i,a}^m\}$$

$$I_{i,c} = \text{Mediana}\{I_{i,c}^1, I_{i,c}^2, \dots, I_{i,c}^j, \dots, I_{i,c}^{m-1}, I_{i,c}^m\}$$

$$I_{i,b} = \text{Mediana}\{I_{i,b}^1, I_{i,b}^2, \dots, I_{i,b}^j, \dots, I_{i,b}^{m-1}, I_{i,b}^m\}$$

La tabla 35 resume las medianas de las probabilidades de ocurrencia y de los impactos de cada riesgo.

Tabla 35: Probabilidad de Ocurrencia e Impacto de cada uno de los riesgos						
Riesgos	Probabilidad de Ocurrencia			Riesgo de Impacto		
	Mínimo	Más Probable	Máximo	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$PO_{1,a}$	$PO_{1,c}$	$PO_{1,b}$	$I_{1,a}$	$I_{1,c}$	$I_{1,b}$
Riesgo 2	$PO_{2,a}$	$PO_{2,c}$	$PO_{2,b}$	$I_{2,a}$	$I_{2,c}$	$I_{2,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$PO_{i,a}$	$PO_{i,c}$	$PO_{i,b}$	$I_{i,a}$	$I_{i,c}$	$I_{i,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$PO_{n,a}$	$PO_{n,c}$	$PO_{n,b}$	$I_{n,a}$	$I_{n,c}$	$I_{n,b}$
Mediana	$PO_a$	$PO_c$	$PO_b$	$I_a$	$I_c$	$I_b$

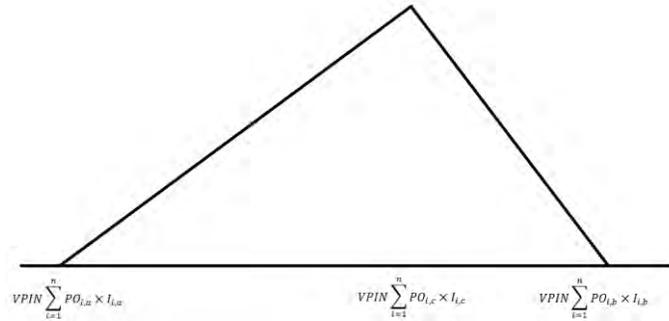
$PO_a$  representa la mediana del conjunto de valores mínimos de la probabilidad de ocurrencia  $\{PO_{1,a}, PO_{2,a}, \dots, PO_{i,a}, \dots, PO_{n,a}\}$ ,  $PO_c$  representa la mediana del conjunto de valores más probable de la probabilidad de ocurrencia  $\{PO_{1,c}, PO_{2,c}, \dots, PO_{i,c}, \dots, PO_{n,c}\}$  y  $PO_b$  representa la mediana del conjunto de valores máximos de la probabilidad de ocurrencia  $\{PO_{1,b}, PO_{2,b}, \dots, PO_{i,b}, \dots, PO_{n,b}\}$ .  $I_a$  representa la mediana del conjunto de valores mínimos del impacto  $\{I_{1,a}, I_{2,a}, \dots, I_{i,a}, \dots, I_{n,a}\}$ ,  $I_c$  representa la mediana del conjunto de valores más probable del impacto  $\{I_{1,c}, I_{2,c}, \dots, I_{i,c}, \dots, I_{n,c}\}$  y  $I_b$  representa la mediana del conjunto de valores máximos del impacto  $\{I_{1,b}, I_{2,b}, \dots, I_{i,b}, \dots, I_{n,b}\}$ .

La tabla 36 muestra el cálculo del costo de riesgo utilizando la definición de costo del riesgo que se indica en el Anexo II.

Tabla 36: Cálculo del costo del riesgo según la distribución triangular			
Riesgos	Mínimo	Más Probable	Máximo
Riesgo 1	$VPIN \times PO_{1,a} \times I_{1,a}$	$VPIN \times PO_{1,c} \times I_{1,c}$	$VPIN \times PO_{1,b} \times I_{1,b}$
Riesgo 2	$VPIN \times PO_{2,a} \times I_{2,a}$	$VPIN \times PO_{2,c} \times I_{2,c}$	$VPIN \times PO_{2,b} \times I_{2,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $i$	$VPIN \times PO_{i,a} \times I_{i,a}$	$VPIN \times PO_{i,c} \times I_{i,c}$	$VPIN \times PO_{i,b} \times I_{i,b}$
⋮	⋮	⋮	⋮
Riesgo $n$	$VPIN \times PO_{n,a} \times I_{n,a}$	$VPIN \times PO_{n,c} \times I_{n,c}$	$VPIN \times PO_{n,b} \times I_{n,b}$
Riesgo Total	$VPIN \sum_{i=1}^n PO_{i,a} \times I_{i,a}$	$VPIN \sum_{i=1}^n PO_{i,c} \times I_{i,c}$	$VPIN \sum_{i=1}^n PO_{i,b} \times I_{i,b}$

La sumatoria de cada una de las columnas correspondiente a los riesgos, representa el costo del riesgo total. Este cálculo es posible dado que se asume que los riesgos son independientes entre sí<sup>15</sup>. Debido a que se ha trabajado con una distribución triangular, los valores obtenidos corresponden a sus parámetros y por lo tanto, se tendrá:

**Figura 23: Representación del costo del riesgo como parámetros de una distribución triangular**



Con los parámetros de la distribución y empleando la fórmula del percentil, según corresponda, se obtienen los percentiles 5-50-95 que representan el valor del costo del riesgo para las distintas posiciones frente al riesgo que puede tomar el sector público según se muestra en la tabla 37:

Tabla 37: Posición frente al riesgo en función de los percentiles		
Aversión Baja	Aversión Promedio	Aversión Superior
$P_5$	$P_{50}$	$P_{95}$

**Ejemplo:**

Supongamos que se desea evaluar el costo del riesgo del sobre costo, para lo cual, luego del proceso de jerarquización se obtienen 20 riesgos. Los riesgos serán evaluados por un grupo de 15 expertos quienes utilizan la distribución de probabilidad triangular tanto para la probabilidad de ocurrencia y como para medir el impacto.

Los resultados para las probabilidades de ocurrencia para cada riesgo se presentan en la tabla siguiente:

<sup>15</sup> Cuando se encuentre evidencia de una relación no causal entre los riesgos, implica que es posible considerar alguna correlación entre los riesgos para determinar de esta forma las relaciones directas entre ellos. Solamente si hay evidencia fundada acerca de la presencia de dichas correlaciones. El coeficiente de correlación indica un número entre -1 y 1 que especifica matemáticamente el valor de correlación negativa y positiva, respectivamente. La presencia de correlación no afecta el valor esperado del riesgo total. Sin embargo, la volatilidad del riesgo total se ve afectada a medida que aumenta el coeficiente de correlación (siempre que las variables correlacionadas tiren el resultado para el mismo lado). Actualmente existen diferentes motores estadísticos que permiten además de generar distintos escenarios mediante simulaciones de Monte Carlo, definir previamente las variables que consideremos que deben de estar correlacionadas.

Tabla 38: Probabilidades de ocurrencia para cada riesgo por cada uno de los expertos

Riesgos	Experto 1			Experto 2			Experto 3			Experto 4			Experto 5			Experto 6			Experto 7			Experto 8			Experto 9			Experto 10			Experto 11			Experto 12			Experto 13			Experto 14			Experto 15		
	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max																											
R1	14%	28%	41%	19%	33%	44%	9%	25%	44%	6%	20%	39%	15%	33%	38%	19%	22%	40%	18%	22%	45%	17%	32%	42%	6%	27%	41%	5%	22%	38%	9%	30%	41%	19%	32%	43%	8%	31%	47%	17%	29%	36%	10%	25%	42%
R2	13%	31%	47%	11%	24%	38%	19%	33%	39%	13%	26%	47%	19%	23%	36%	10%	33%	43%	19%	29%	36%	13%	29%	44%	17%	34%	38%	7%	31%	36%	12%	32%	36%	7%	26%	42%	19%	20%	44%	8%	23%	43%	9%	22%	48%
R3	7%	29%	49%	18%	24%	46%	13%	32%	36%	9%	29%	48%	16%	29%	43%	9%	33%	47%	15%	24%	37%	6%	32%	37%	5%	22%	37%	6%	25%	44%	14%	23%	46%	8%	24%	37%	13%	32%	46%	15%	33%	37%	16%	22%	45%
R4	13%	28%	36%	12%	21%	46%	17%	20%	39%	19%	31%	39%	14%	22%	41%	17%	28%	46%	6%	23%	39%	18%	22%	45%	18%	32%	41%	5%	26%	39%	12%	34%	47%	17%	25%	39%	16%	30%	38%	9%	23%	43%	14%	30%	38%
R5	13%	26%	38%	18%	29%	47%	11%	30%	43%	12%	34%	35%	16%	23%	38%	16%	26%	46%	11%	26%	46%	19%	30%	48%	15%	28%	43%	17%	23%	37%	5%	30%	46%	8%	31%	44%	19%	31%	42%	12%	23%	46%	14%	23%	45%
R6	8%	29%	37%	16%	33%	37%	17%	26%	42%	8%	23%	43%	13%	32%	46%	17%	34%	49%	10%	22%	45%	17%	27%	35%	10%	30%	35%	7%	31%	43%	15%	28%	47%	14%	21%	47%	14%	29%	37%	18%	26%	43%	12%	25%	47%
R7	5%	20%	42%	7%	31%	44%	11%	20%	37%	17%	28%	48%	15%	30%	49%	5%	27%	41%	15%	24%	44%	9%	24%	35%	19%	29%	38%	17%	26%	38%	16%	32%	40%	12%	32%	38%	10%	26%	45%	12%	28%	36%	6%	27%	49%
R8	18%	32%	49%	15%	30%	43%	5%	25%	45%	5%	20%	46%	12%	32%	42%	7%	31%	37%	19%	34%	39%	15%	34%	40%	19%	20%	42%	8%	27%	38%	13%	29%	35%	18%	29%	39%	5%	29%	35%	7%	22%	35%	6%	22%	49%
R9	7%	21%	49%	14%	24%	42%	5%	22%	49%	15%	32%	47%	6%	30%	46%	12%	24%	43%	13%	22%	43%	19%	25%	39%	11%	26%	49%	8%	30%	36%	14%	31%	49%	13%	30%	44%	19%	20%	48%	14%	21%	37%	16%	26%	38%
R10	13%	29%	46%	6%	22%	40%	8%	20%	41%	6%	25%	40%	15%	34%	46%	14%	20%	36%	7%	31%	49%	19%	21%	47%	8%	22%	33%	13%	29%	36%	19%	20%	35%	8%	26%	39%	8%	27%	41%	13%	22%	48%	18%	32%	36%
R11	13%	21%	37%	11%	24%	42%	14%	30%	47%	8%	24%	49%	7%	20%	37%	6%	29%	45%	6%	33%	35%	11%	25%	48%	18%	20%	46%	11%	29%	35%	17%	22%	45%	8%	30%	37%	7%	27%	46%	14%	24%	49%	15%	34%	36%
R12	11%	23%	39%	19%	34%	45%	13%	28%	47%	8%	34%	40%	8%	34%	36%	13%	31%	44%	16%	21%	41%	19%	34%	41%	11%	23%	38%	13%	23%	49%	18%	22%	39%	7%	24%	43%	10%	24%	44%	16%	28%	40%	14%	27%	42%
R13	11%	24%	44%	5%	29%	40%	14%	33%	36%	10%	27%	42%	17%	23%	41%	7%	31%	39%	19%	34%	44%	17%	34%	46%	10%	25%	36%	12%	30%	38%	14%	29%	36%	16%	21%	37%	8%	21%	46%	9%	29%	48%	11%	33%	48%
R14	19%	25%	43%	7%	26%	44%	12%	26%	38%	15%	29%	35%	14%	23%	40%	11%	28%	36%	6%	27%	38%	5%	32%	47%	18%	24%	39%	6%	30%	40%	9%	24%	37%	13%	23%	37%	18%	23%	49%	14%	23%	44%	18%	28%	44%
R15	17%	22%	39%	16%	34%	42%	8%	20%	46%	14%	26%	36%	12%	23%	37%	6%	25%	48%	19%	24%	37%	12%	27%	44%	17%	20%	35%	6%	24%	47%	16%	31%	49%	15%	20%	35%	13%	34%	43%	18%	27%	37%	13%	23%	38%
R16	16%	30%	42%	19%	25%	36%	10%	22%	42%	5%	20%	38%	11%	25%	38%	19%	20%	43%	6%	22%	47%	19%	33%	40%	9%	22%	46%	14%	34%	38%	16%	34%	44%	6%	28%	43%	14%	24%	40%	11%	24%	45%	17%	33%	49%
R17	12%	26%	46%	19%	28%	37%	9%	30%	41%	6%	31%	38%	6%	33%	39%	16%	27%	37%	12%	31%	45%	18%	24%	37%	11%	31%	49%	16%	23%	45%	5%	26%	49%	8%	22%	44%	18%	24%	35%	14%	22%	36%	6%	31%	37%
R18	5%	32%	48%	9%	32%	36%	14%	31%	42%	8%	32%	49%	11%	24%	38%	7%	26%	47%	8%	24%	49%	11%	24%	44%	10%	29%	47%	19%	21%	45%	16%	34%	44%	11%	26%	37%	11%	21%	36%	13%	34%	41%	17%	30%	35%
R19	17%	31%	42%	13%	25%	49%	9%	22%	42%	19%	27%	37%	14%	30%	39%	5%	31%	44%	14%	24%	39%	16%	24%	39%	14%	28%	44%	16%	20%	40%	11%	28%	43%	8%	32%	37%	18%	27%	46%	16%	20%	38%	15%	22%	38%
R20	9%	20%	42%	13%	32%	39%	17%	27%	43%	13%	25%	36%	7%	23%	35%	10%	31%	48%	14%	24%	40%	7%	33%	41%	18%	25%	39%	9%	31%	37%	5%	20%	38%	18%	25%	49%	17%	22%	42%	13%	27%	40%	7%	30%	49%

Por ejemplo, de las tablas anteriores se puede observar que para el Experto 5 con respecto al Riesgo 4, el valor mínimo de la probabilidad de ocurrencia es igual al 14%, el valor más probable de la probabilidad de ocurrencia es igual a 22% y el valor máximo para la probabilidad de ocurrencia es a 41%.

Por su parte las tablas siguientes muestran para cada experto, la percepción del impacto de cada riesgo jerarquizado.

Tabla 39: Impacto para cada riesgo por cada uno de los expertos

Riesgos	Experto 1			Experto 2			Experto 3			Experto 4			Experto 5			Experto 6			Experto 7			Experto 8			Experto 9			Experto 10			Experto 11			Experto 12			Experto 13			Experto 14			Experto 15					
	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max	Min	Más	Max																														
R1	18%	21%	37%	5%	31%	41%	19%	30%	43%	15%	21%	43%	5%	34%	47%	6%	33%	38%	14%	23%	42%	8%	20%	47%	6%	27%	48%	17%	32%	46%	5%	29%	39%	5%	29%	37%	7%	28%	38%	11%	25%	48%	13%	34%	40%			
R2	5%	29%	39%	12%	33%	45%	14%	28%	43%	6%	32%	44%	10%	27%	42%	10%	32%	40%	7%	25%	35%	15%	29%	46%	9%	27%	42%	5%	31%	41%	8%	29%	35%	6%	21%	46%	7%	28%	49%	16%	34%	48%	15%	33%	42%			
R3	5%	25%	44%	9%	32%	43%	10%	21%	49%	13%	26%	37%	13%	29%	36%	11%	30%	44%	11%	34%	37%	19%	29%	40%	11%	28%	42%	9%	26%	49%	8%	20%	40%	5%	21%	46%	6%	27%	39%	9%	31%	40%	17%	24%	48%			
R4	12%	21%	46%	11%	33%	45%	9%	33%	39%	5%	25%	39%	12%	34%	40%	5%	23%	40%	12%	34%	40%	15%	20%	37%	11%	34%	41%	9%	28%	45%	17%	27%	39%	6%	31%	37%	8%	28%	45%	12%	27%	45%	18%	26%	46%			
R5	7%	25%	38%	12%	30%	35%	13%	29%	38%	10%	29%	41%	9%	27%	49%	10%	22%	43%	6%	32%	49%	11%	24%	37%	16%	27%	39%	12%	26%	47%	16%	34%	40%	13%	25%	41%	15%	20%	47%	15%	25%	37%	12%	20%	41%			
R6	16%	24%	36%	7%	31%	46%	6%	24%	48%	12%	20%	49%	10%	22%	48%	15%	32%	39%	16%	27%	49%	11%	23%	47%	9%	27%	41%	11%	30%	39%	19%	32%	44%	18%	22%	41%	6%	30%	45%	19%	21%	36%	7%	33%	48%			
R7	13%	23%	35%	5%	24%	48%	18%	27%	40%	13%	22%	38%	18%	34%	45%	14%	33%	47%	5%	27%	44%	8%	29%	38%	18%	28%	47%	5%	26%	38%	9%	33%	42%	8%	28%	35%	16%	29%	39%	11%	33%	37%	13%	34%	40%			
R8	18%	33%	39%	10%	26%	45%	13%	30%	39%	15%	25%	40%	5%	21%	35%	18%	23%	35%	11%	25%	40%	18%	34%	37%	17%	31%	39%	15%	23%	40%	11%	26%	47%	14%	20%	49%	13%	28%	45%	17%	34%	44%	15%	31%	37%			
R9	11%	26%	36%	10%	33%	36%	12%	34%	49%	12%	29%	41%	16%	21%	37%	9%	28%	46%	10%	25%	44%	17%	31%	39%	14%	26%	45%	5%	26%	42%	19%	33%	44%	8%	30%	44%	8%	30%	44%	10%	24%	35%	19%	31%	47%	16%	34%	46%
R10	10%	25%	49%	7%	28%	35%	18%	33%	45%	15%	33%	36%	9%	32%	37%	11%	23%	37%	16%	20%	36%	7%	33%	48%	18%	25%	37%	8%	22%	45%	5%	21%	40%	15%	26%	41%	5%	22%	39%	11%	24%	37%	7%	33%	42%			
R11	8%	30%	42%	5%	30%	46%	18%	27%	41%	14%	25%	36%	12%	25%	36%	10%	29%	42%	10%	27%	45%	10%	22%	44%	12%	21%	47%	15%	23%	48%	13%	26%	47%	10%	22%	43%	6%	27%	36%	14%	33%	39%	18%	22%	35%			
R12	14%	20%	43%	13%	23%	38%	9%	23%	36%	10%	24%	49%	9%	33%	48%	5%	29%	35%	12%	31%	48%	5%	33%	41%	7%	29%	49%	13%	21%	35%	17%	26%	45%	8%	33%	43%	17%	34%	40%	5%	25%	45%	15%	34%	43%			
R13	17%	21%	43%	14%	31%	43%	7%	27%	47%	12%	24%	48%	12%	25%	42%	11%	30%	48%	9%	26%	37%	12%	24%	43%	9%	30%	37%	13%	32%	41%	19%	23%	45%	7%	20%	48%	15%	20%	44%	12%	26%	36%	18%	31%	49%			
R14	15%	29%	35%	10%	24%	38%	6%	21%	42%	10%	29%	40%	10%	23%	43%	13%	33%	45%	17%	31%	42%	12%	27%	43%	15%	33%	38%	13%	22%	49%	10%	21%	42%	7%	29%	38%	14%	27%	36%	7%	29%	39%	17%	30%	42%			
R15	14%	30%	44%	7%	25%	47%	16%	26%	48%	5%	23%	39%	13%	29%	41%	15%	23%	48%	12%	24%	36%	19%	24%	36%	10%	28%	47%	19%	21%	46%	6%	27%	35%	18%	28%	42%	10%	26%	35%	14%	29%	45%	14%	21%	40%			
R16	8%	25%	44%	13%	33%	37%	19%	29%	37%	14%	26%	47%	8%	31%	44%	8%	33%	37%	6%	24%	47%	7%	30%	48%	11%	32%	36%	8%	23%	44%	9%	34%	40%	9%	31%	47%	18%	23%	38%	15%	25%	47%	13%	27%	44%			
R17	17%	22%	39%	17%	34%	44%	13%	31%	36%	9%	29%	48%	12%	31%	38%	18%	22%	44%	11%	21%	42%	18%	32%	49%	8%	28%	48%	11%	25%	47%	10%	26%	44%	8%	24%	45%	5%	33%	39%	7%	25%	43%	11%	29%	42%			
R18	5%	20%	47%	14%	24%	47%	19%	31%	35%	11%	27%	38%	16%	27%	41%	11%	24%	46%	13%	20%	48%	18%	27%	43%	8%	28%	37%	7%	33%	44%	6%	20%	47%	10%	24%	47%	8%	30%	41%	6%	20%	38%	16%	30%	37%			
R19	19%	27%	44%	9%	25%	37%	14%	33%	44%	19%	21%	37%	6%	28%	37%	11%	31%	42%	10%	22%	35%	6%	26%	36%	9%	31%	48%	10%	31%	46%	15%	24%	35%	8%	30%	41%	13%	29%	39%	6%	31%	41%	11%	27%	44%			
R20	18%	20%	44%	9%	21%	43%	18%	29%	49%	5%	30%	40%	18%	24%	47%	18%	23%	46%	7%	33%	35%	12%	25%	41%	13%	32%	41%	15%	27%	43%	14%	23%	48%	18%	34%	40%	7%	33%	39%	16%	28%	48%	19%	20%	47%			

Por ejemplo, de la anterior, se puede observar que para el Experto 9 con respecto al Riesgo 18, percibe que el impacto sobre el PPR puede ser igual como mínimo igual a 8% de sobre costo, el valor más probable igual a 28% y el valor de impacto máximo es un sobre costo de 37%.

Con la información de las tablas anteriores, agregando las medianas para todos los expertos, se obtiene la tabla 40:

Tabla 38: Probabilidades de ocurrencia e Impacto de los riesgos						
Riesgos	Probabilidad de ocurrencia			Impacto		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
R1	14%	28%	41%	8%	29%	42%
R2	13%	29%	42%	9%	29%	42%
R3	13%	29%	44%	10%	27%	42%
R4	14%	26%	39%	11%	28%	40%
R5	14%	28%	44%	12%	26%	41%
R6	14%	28%	43%	11%	27%	45%
R7	12%	27%	41%	13%	28%	40%
R8	12%	29%	40%	15%	26%	40%
R9	14%	25%	44%	12%	29%	44%
R10	13%	25%	40%	10%	25%	39%
R11	11%	25%	45%	12%	26%	42%
R12	13%	27%	41%	10%	29%	43%
R13	11%	29%	41%	12%	26%	43%
R14	13%	26%	40%	12%	29%	42%
R15	14%	24%	39%	14%	26%	42%
R16	14%	25%	42%	9%	29%	44%
R17	12%	27%	39%	11%	28%	44%
R18	11%	29%	44%	11%	27%	43%
R19	14%	27%	40%	10%	28%	41%
R20	13%	25%	40%	15%	27%	43%

De acuerdo a la definición del costo del riesgo, y asumiendo un VPIN= USD 50.000.000 se obtiene lo siguiente:

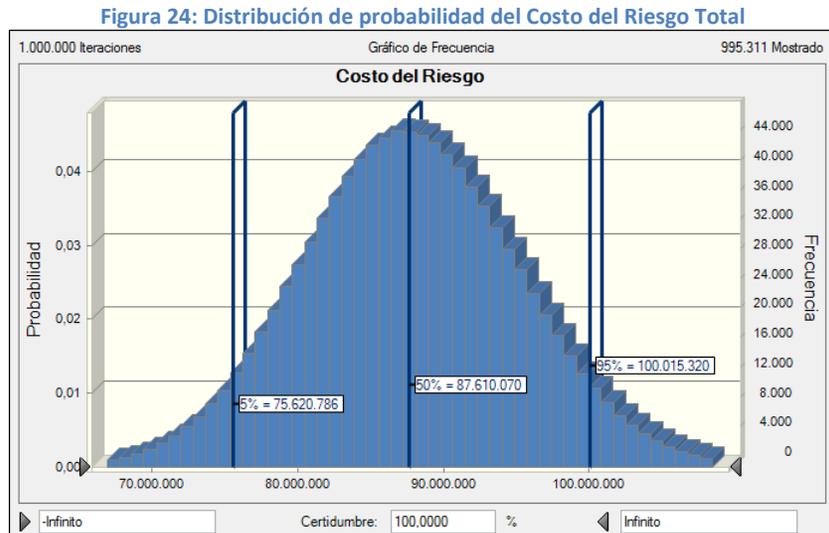
Tabla 39: Cálculo del Costo del Riesgo			
Riesgos	Mínimo	Más Probable	Máximo
R1	560.000	4.060.000	8.610.000
R2	585.000	4.205.000	8.820.000
R3	650.000	3.915.000	9.240.000
R4	770.000	3.640.000	7.800.000
R5	840.000	3.640.000	9.020.000
R6	770.000	3.780.000	9.675.000
R7	780.000	3.780.000	8.200.000
R8	900.000	3.770.000	8.000.000
R9	840.000	3.625.000	9.680.000
R10	650.000	3.125.000	7.800.000
R11	660.000	3.250.000	9.450.000

Tabla 39: Cálculo del Costo del Riesgo			
Riesgos	Mínimo	Más Probable	Máximo
R12	650.000	3.915.000	8.815.000
R13	660.000	3.770.000	8.815.000
R14	780.000	3.770.000	8.400.000
R15	980.000	3.120.000	8.190.000
R16	630.000	3.625.000	9.240.000
R17	660.000	3.780.000	8.580.000
R18	605.000	3.915.000	9.460.000
R19	700.000	3.780.000	8.200.000
R20	975.000	3.375.000	8.600.000
Total	14.645.000	73.840.000	174.595.000

Por ejemplo, para el riesgo R15, en el caso más probable el valor de 3.120.000 se obtiene de la siguiente manera:

$$3.120.000 = 50.000.000 \times 24\% \times 26\%$$

Luego de realizar 1.000.000 de iteraciones mediante una simulación de Monte Carlo se obtiene los siguientes resultados para diferentes posiciones frente al riesgo de parte del sector público mediante los percentiles de la distribución de probabilidad del Costo del Riesgo Total, que corresponde a la suma de los costos del riesgo de los respectivos riesgos.



A continuación se muestra el resultado de la simulación.

Tabla 40: Cálculo del Costo del Riesgo			
	$P_5$	$P_{50}$	$P_{95}$
Costo del Riesgo	75.620.786	87.610.070	100.015.320

El costo del riesgo total calculado debe ser asignado en riesgos retenidos y riesgos transferibles utilizando el mismo procedimiento mostrado en el caso cuando se disponía de información histórica con la diferencia que ahora se están analizando riesgos (y no causas del riesgo total), y el costo del riesgo se ha calculado con probabilidad de ocurrencia y de impacto de manera subjetiva.

Siguiendo con el ejemplo, para la etapa que sigue se asume que el Coordinador General le pregunta a cada experto la pregunta: **¿Qué porcentaje del riesgo valorado y jerarquizado se asigna como riesgo retenido?**

Una vez que cada experto responde la pregunta anterior, el procedimiento de la información es idéntico al mostrado para el caso presentado cuando se cuenta con información histórica.

## Apéndice: Método de Borda

El método de Borda se emplea para poder obtener una jerarquización de los riesgos teniendo en cuenta el impacto y la probabilidad de ocurrencia sobre la base de una aplicación multicriterio.

En 1970 J-C. Borda propuso el siguiente método de votación: dado  $n$  candidatos, se asignará el siguiente puntaje  $n - 1$  al primer lugar,  $n - 2$  al segundo lugar y al último lugar se le asigna un puntaje igual a 0. Por consiguiente, el candidato ganador será aquel que logre acumular la mayor cantidad de puntos asignados. El puntaje ingresado por cada uno de los votantes puede ser reemplazado por criterios, que reflejen la percepción sobre cada uno de los candidatos.

Para el desarrollo del Método de Borda se tendrá en cuenta el siguiente que se muestra a continuación de manera parcial.

Tabla 41: Ejemplo – riesgo de impacto y probabilidad de ocurrencia		
Riesgos/Causas	Riesgo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia (%)
RC1	C	90%
RC2	S	60%
RC3	Mo	25%
RC4	D	4%
RC5	Mi	18%
RC6	Mo	75%
RC7	S	85%
RC8	D	85%

Sea  $Q_j$  el valor del  $j$ -ésimo impacto de tal manera que  $Q_j > Q_{j+1}$ , dado los impactos definidos en el tabla 43. Además, se define  $M_j$  como el número de riesgos que tienen el impacto  $Q_j$ , siguiendo con el ejemplo de la tabla 43 se obtiene los siguientes valores:

Tabla 42: Ponderación de los impactos en función al número de riesgos			
$j$	$Q_j$	$M_j$	$T_j$
1	C	1	1,0
2	S	2	2,5
3	Mo	2	4,5
4	Mi	1	6,0
5	D	2	7,5

Donde se ha definido a  $T_j$  como el rango para todos los riesgos que tienen el  $j$ -ésimo impacto. Dado que existen  $M_1$  riesgos que están restringidos entre las posiciones 1 y  $M_1$ ,

entonces la suma de todas las posiciones es igual<sup>16</sup> a  $(M_1/2)(1 + M_1)$ . Por lo tanto el promedio de la suma es igual a  $T_1 = (1/2)(1 + M_1)$ . De manera análoga, existen  $M_2$  riesgos que están restringidos a las posiciones  $M_1 + 1$  hasta la posición  $M_1 + M_2$ , por consiguiente el promedio de la suma de todas las posiciones es igual a  $T_2 = (1/2)(1 + 2M_1 + M_2)$ . Por inducción, se puede generalizar para un número de riesgo  $M_j > 0$  de la siguiente manera:

$$T_j = \frac{1}{2}(2C_j + 1 + M_j), \text{ donde } C_j = \sum_{k=1}^{j-1} M_k \text{ tal que } C_1 = 0.$$

Para el ejemplo, se tiene cada uno de los valores de  $T_j$  en el Tabla 44, a continuación se describe el proceso de cálculo para  $j$ :

$$T_1 = \frac{1}{2}(1 + M_1) = \frac{1}{2}(1 + 1) = 1,0$$

$$T_2 = \frac{1}{2}(2M_1 + 1 + M_2) = \frac{1}{2}(2 \times 1 + 1 + 2) = 2,5$$

$$T_3 = \frac{1}{2}(2(M_1 + M_2) + 1 + M_3) = \frac{1}{2}(2 \times (1 + 2) + 1 + 2) = 4,5$$

$$T_4 = \frac{1}{2}(2(M_1 + M_2 + M_3) + 1 + M_4) = \frac{1}{2}(2 \times (1 + 2 + 2) + 1 + 1) = 6,0$$

$$T_5 = \frac{1}{2}(2(M_1 + M_2 + M_3 + M_4) + 1 + M_5) = \frac{1}{2}(2 \times (1 + 2 + 2 + 1) + 1 + 2) = 7,5$$

Asimismo, sea  $r_{ik}$  la calificación del riesgo  $i$  bajo el criterio  $k$ , donde un valor de  $k = 1$  indica el riesgo de impacto y  $k = 2$  indica la clasificación de las probabilidades de ocurrencia inversamente al valor de las probabilidades respectivas.

Tabla 43: Jerarquización individual con respecto al impacto y la probabilidad				
Riesgos estándares	Riesgo de Impacto	Probabilidad de ocurrencia (%)	$r_{i1}$	$r_{i2}$
RC1	C	90%	1	1
RC2	S	60%	2,5	5
RC3	Mo	25%	4,5	6
RC4	D	4%	7,5	8
RC5	Mi	18%	6	7
RC6	Mo	75%	4,5	4
RC7	S	85%	2,5	2,5
RC8	D	85%	7,5	2,5

Sin embargo la probabilidad de ocurrencia es jerarquizado en función a su valor, es decir, al riesgo RC5 le corresponde el valor de 7, por ser el mayor de todos los valores correspondientes a las probabilidades de ocurrencia, de esta misma manera se obtiene

<sup>16</sup> Dado que se encuentran ordenados de tal manera que forman una progresión aritmética, entonces la suma de todos los elementos que indican las respectivas posiciones es igual a  $(n/2)(a + b)$ , donde  $n$  indican el número de sumandos,  $a$  y  $b$  representan el primer y último elemento de la progresión aritmética, respectivamente.

que el riesgo RC2 le corresponde el valor de 5, por el mayor de todos después de RC4, en la tabla 45 se muestra la jerarquización de todas las probabilidades.

El siguiente paso es la aplicación de Contador de Borda, con la finalidad de obtener una jerarquización teniendo en cuenta aquellas individuales anteriormente calculadas, lo cual se realiza por medio de la siguiente expresión:

$$b_i = (N - r_{i1}) + (N - r_{i2}), \quad i = 1, \dots, N$$

Donde  $N$  representa el número de riesgos analizados. Continuado con el ejemplo anterior el valor de  $N = 8$ ,

$$\begin{aligned} b_1 &= (8 - 1,0) + (8 - 1) = 14 \\ b_2 &= (8 - 2,5) + (8 - 5) = 8,5 \\ b_3 &= (8 - 4,5) + (8 - 6) = 5,5 \\ b_4 &= (8 - 7,5) + (8 - 8) = 0,5 \\ b_5 &= (8 - 6,0) + (8 - 7) = 3,0 \\ b_6 &= (8 - 4,5) + (8 - 4) = 7,5 \\ b_7 &= (8 - 2,5) + (8 - 2,5) = 11,0 \\ b_8 &= (8 - 7,5) + (8 - 2,5) = 6,0 \end{aligned}$$

El paso final es la jerarquización de los riesgos con respecto a sus respectivos Contadores de Borda. En particular, el riesgo con mayor Contador de Borda es considerado como el riesgo más crítico, el riesgo con el segundo mayor Contador de Borda es el siguiente riesgo más crítico y así sucesivamente. El Valor de Borda para un riesgo dado es calculado en función del Contador de Borda tal como se muestra a continuación:

Tabla 44: Resultado de la jerarquización								
N°	Riesgo	Riesgo de Impacto	Probabilidad de Ocurrencia (%)	I Rank	Po Rank	Contador de Borda	Valor de Borda	Clasificación
1	XXX	C	90%	1	1	14	1	AR
2	XXX	S	60%	2,5	5	8,5	3	AR
3	XXX	Mo	25%	4,5	6	5,5	6	MR
4	XXX	D	4%	7,5	8	0,5	8	PR
5	XXX	Mi	18%	6	7	3	7	PR
6	XXX	Mo	75%	4,5	4	7,5	4	MR
7	XXX	S	85%	2,5	2,5	11	2	AR
8	XXX	D	85%	7,5	2,5	6	5	MR

## Anexo IV: Ejemplo de aplicación del Valor por Dinero

El objetivo de este ejemplo, es determinar el Valor por Dinero para un proyecto de inversión y provisión de servicios de infraestructura considerando la valoración de los riesgos de sobre costos (sobre plazos). Dicha valoración se efectúa a través de un Taller de Riesgos, el cual está conformado por 15 expertos, y donde cada uno entrega un valor respecto de la probabilidad de ocurrencia y del riesgo de impacto de cada uno de los riesgos considerados (4), teniendo en cuenta que la distribución de probabilidad asociada a los riesgos es la distribución triangular.

La probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto de cada uno de los riesgos afectan directamente el cálculo del costo del riesgo total. En la siguiente tabla se muestran los supuestos que se han considerado para el cálculo del costo del riesgo:

Tabla 45: Supuestos para la modelación	
Parámetro	Valor
Porcentaje riesgo retenido	35%
Porcentaje riesgo transferido	65%

En las siguientes tablas se muestra el resultado de la elicitación de los 15 expertos con respecto a los riesgos considerados, además del cálculo de los percentiles que permitirán calcular el costo del riesgo para diferentes posiciones frente al riesgo por parte del sector público:

Tabla 46: Probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto del Riesgo 1						
Experto	Probabilidad de Ocurrencia			Riesgo de Impacto		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
E1	3%	19%	25%	7%	22%	26%
E2	6%	13%	24%	13%	19%	32%
E3	7%	20%	26%	12%	21%	33%
E4	5%	17%	26%	6%	20%	27%
E5	3%	14%	23%	5%	18%	30%
E6	5%	13%	26%	8%	22%	28%
E7	7%	16%	23%	11%	22%	31%
E8	4%	20%	23%	8%	19%	30%
E9	3%	17%	25%	10%	19%	28%
E10	5%	18%	25%	11%	14%	30%
E11	7%	14%	29%	10%	14%	27%
E12	3%	19%	22%	12%	16%	33%
E13	6%	15%	30%	6%	18%	26%
E14	9%	20%	23%	12%	15%	30%
E15	4%	13%	24%	13%	21%	32%
<b>Promedio representativo</b>	<b>5%</b>	<b>17%</b>	<b>25%</b>	<b>10%</b>	<b>19%</b>	<b>30%</b>

**Tabla 47: Percentiles del Riesgo 1**

Probabilidad de Ocurrencia		Riesgo de Impacto	
Percentil 5%	3,3%	Percentil 5%	3,0%
Percentil 50%	10,5%	Percentil 50%	19,3%
Percentil 95%	21,9%	Percentil 95%	26,7%

**Tabla 48: Probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto del Riesgo 2**

Experto	Probabilidad de Ocurrencia			Riesgo de Impacto		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
E1	7%	20%	39%	10%	13%	22%
E2	7%	23%	43%	7%	14%	39%
E3	5%	20%	41%	9%	17%	38%
E4	2%	23%	41%	6%	18%	21%
E5	3%	24%	44%	9%	18%	25%
E6	8%	15%	41%	7%	13%	22%
E7	2%	16%	37%	8%	20%	43%
E8	7%	24%	31%	8%	17%	29%
E9	3%	17%	44%	6%	14%	40%
E10	9%	24%	37%	7%	15%	33%
E11	6%	22%	44%	9%	19%	31%
E12	5%	16%	40%	10%	18%	22%
E13	8%	16%	43%	7%	13%	24%
E14	6%	17%	32%	6%	13%	40%
E15	5%	20%	44%	8%	17%	39%
<b>Promedio representativo</b>	<b>6%</b>	<b>20%</b>	<b>41%</b>	<b>8%</b>	<b>17%</b>	<b>31%</b>

**Tabla 49: Percentiles del Riesgo 2**

Probabilidad de Ocurrencia		Riesgo de Impacto	
Percentil 5%	4,9%	Percentil 5%	3,3%
Percentil 50%	21,9%	Percentil 50%	18,2%
Percentil 95%	35,0%	Percentil 95%	27,1%

**Tabla 50: Probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto del Riesgo 3**

Experto	Probabilidad de Ocurrencia			Riesgo de Impacto		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
E1	12%	10%	33%	12%	20%	40%
E2	12%	18%	27%	11%	24%	44%
E3	11%	12%	31%	14%	28%	41%
E4	11%	20%	20%	14%	23%	36%
E5	12%	17%	29%	11%	29%	44%
E6	11%	15%	22%	15%	24%	40%
E7	10%	12%	22%	14%	22%	41%
E8	11%	11%	31%	14%	30%	40%
E9	11%	12%	25%	11%	26%	37%
E10	10%	19%	27%	15%	25%	44%
E11	11%	14%	24%	10%	26%	43%
E12	11%	19%	21%	12%	20%	44%
E13	10%	11%	31%	12%	22%	39%
E14	11%	14%	30%	15%	30%	37%
E15	10%	15%	32%	14%	21%	39%
<b>Promedio representativo</b>	<b>11%</b>	<b>14%</b>	<b>27%</b>	<b>14%</b>	<b>24%</b>	<b>40%</b>

**Tabla 51: Percentiles del Riesgo 3**

Probabilidad de Ocurrencia		Riesgo de Impacto	
Percentil 5%	1,7%	Percentil 5%	3,8%
Percentil 50%	16,9%	Percentil 50%	25,6%
Percentil 95%	24,1%	Percentil 95%	35,3%

**Tabla 52: Probabilidad de ocurrencia y el riesgo de impacto del Riesgo 4**

Experto	Probabilidad de Ocurrencia			Riesgo de Impacto		
	Mínimo	Más probable	Máximo	Mínimo	Más probable	Máximo
E1	9%	23%	24%	10%	20%	40%
E2	4%	17%	40%	9%	27%	41%
E3	9%	23%	35%	10%	19%	35%
E4	7%	24%	26%	13%	30%	36%
E5	5%	24%	24%	9%	28%	38%
E6	6%	20%	39%	10%	26%	39%
E7	7%	17%	40%	10%	20%	36%
E8	7%	22%	21%	12%	24%	37%
E9	5%	19%	44%	10%	22%	44%
E10	9%	16%	25%	13%	25%	41%
E11	7%	18%	42%	9%	29%	38%
E12	5%	21%	25%	11%	18%	44%
E13	6%	20%	36%	11%	18%	40%
E14	8%	19%	34%	11%	24%	42%
E15	8%	23%	31%	11%	29%	41%
<b>Promedio representativo</b>	<b>7%</b>	<b>20%</b>	<b>34%</b>	<b>10%</b>	<b>24%</b>	<b>40%</b>

**Tabla 53: Percentiles del Riesgo 4**

Probabilidad de Ocurrencia		Riesgo de Impacto	
Percentil 5%	4,3%	Percentil 5%	4,5%
Percentil 50%	13,4%	Percentil 50%	24,6%
Percentil 95%	29,3%	Percentil 95%	34,8%

Como medida promedio más representativa de cada una de las columnas se ha empleado la mediana de los datos, con la finalidad de evitar problemas de asimetría en la información presentada por los expertos. La información así obtenida corresponde a los parámetros de la distribución triangular, y el cálculo de los percentiles se detalla a continuación.

Punto de inflexión (*I*):

$$I = \frac{\text{Más probable} - \text{Mínimo}}{\text{Máximo} - \text{Mínimo}}$$

Percentil  $k$ :

Percentil  $k$

$$= \begin{cases} k \leq I \Rightarrow X = \text{Mínimo} + \sqrt{k(\text{Máximo} - \text{Mínimo})(\text{Más probable} - \text{Mínimo})} \\ k > I \Rightarrow X = \text{Máximo} + \sqrt{(1 - k)(\text{Máximo} - \text{Mínimo})(\text{Máximo} - \text{Más probable})} \end{cases}$$

Para el cálculo del VpD, se han establecido los siguientes supuestos:

Tabla 54: Supuestos generales	
Parámetro	Valor
Ingresos Terceras Fuentes	USD 20.082.250
Pago al Contratista	USD 211.969.489
Costo administración contrato PPP	0,5% inversión
Ganancia en competitividad	USD 50.000.000

Tabla 55: Cálculo del costo base del PPR	
Parámetro	Valor
Costo operación	USD 47.862.493
Costo mantenimiento	USD 70.831.012
Costo inversión	USD 110.930.000
Costo Base Proyecto de Referencia	USD 229.623.505

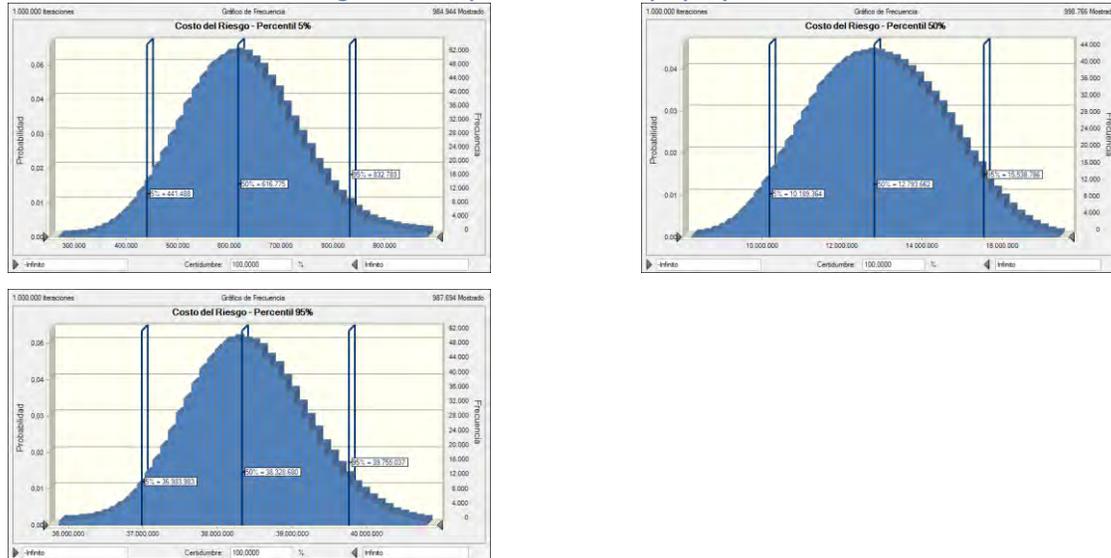
Después de 1.000.000 de simulaciones de Monte Carlo se obtuvieron los siguientes resultados para el costo del riesgo:

Tabla 56: Resultados del Taller de Riesgo para el costo del riesgo total			
	Percentil 5	Percentil 50	Percentil 95
Costo del Riesgo	441.488	12.793.662	39.755.037
Riesgo Retenido	154.521	4.477.782	13.914.263
Riesgo Transferible	286.967	8.315.881	25.840.774

Tabla 57: Supuestos sobre el riesgo de demanda			
Modelo estocástico	Percentil 5%		Percentil 95%
Modelo en tasa de crecimiento	USD	0	USD 50.017.548

Tabla 58: Cálculo del costo del riesgo transferido			
	Percentil 5%	percentil 50%	Percentil 95%
Riesgo Transferible	286.967	8.315.881	25.840.774
Modelo en tasa de crecimiento	0	13.436.878	50.017.548
Costo Riesgo Transferible	286.967	21.752.759	75.858.322

**Figura 25: Comportamiento del VpD por percentil**



Mediante la simulación de Monte Carlo y dado los supuestos considerados en el ejemplo, se obtuvieron los siguientes resultados para cada uno de los percentiles, según el modelo considerado para modelar la tasa de crecimiento de los ingresos:

Tabla 59: Resultados del VpD considerando el modelo en tasa de crecimiento (USD)				
Modalidad de ejecución	Parámetros de medición	Percentil 5%	Percentil 50%	Percentil 95%
PPR	Costo Base Proyecto de Referencia	229.623.505	229.623.505	229.623.505
	Costo Riesgo Retenido	154.521	4.477.782	13.914.263
	Costo Riesgo Transferible	286.967	21.752.759	75.858.322
	Ingresos Terceras Fuentes	20.082.250	20.082.250	20.082.250
	<b>Costo Ajustado PPR</b>	<b>209.982.743</b>	<b>235.771.796</b>	<b>299.313.840</b>
PPP	Pago al Contratista	211.969.489	211.969.489	211.969.489
	Costo Administración de Contrato PPP	554.650	554.650	554.650
	Costo Riesgo Retenido	154.521	4.477.782	13.914.263
	Ganancia en Competitividad	50.000.000	50.000.000	50.000.000
	<b>Costo Ajustado PPP</b>	<b>162.678.660</b>	<b>167.001.921</b>	<b>176.438.402</b>
<b>VpD</b>		<b>47.304.083</b>	<b>68.769.875</b>	<b>122.875.438</b>

Figura 26: VpD mediante el modelo en tasa de crecimiento – Percentil 5%

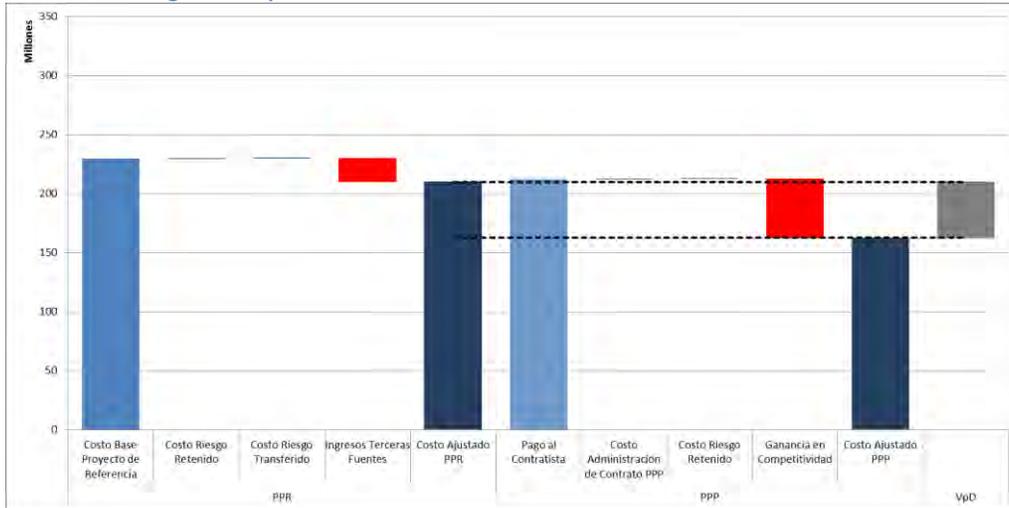


Figura 27: VpD mediante el modelo en tasa de crecimiento – Percentil 50%

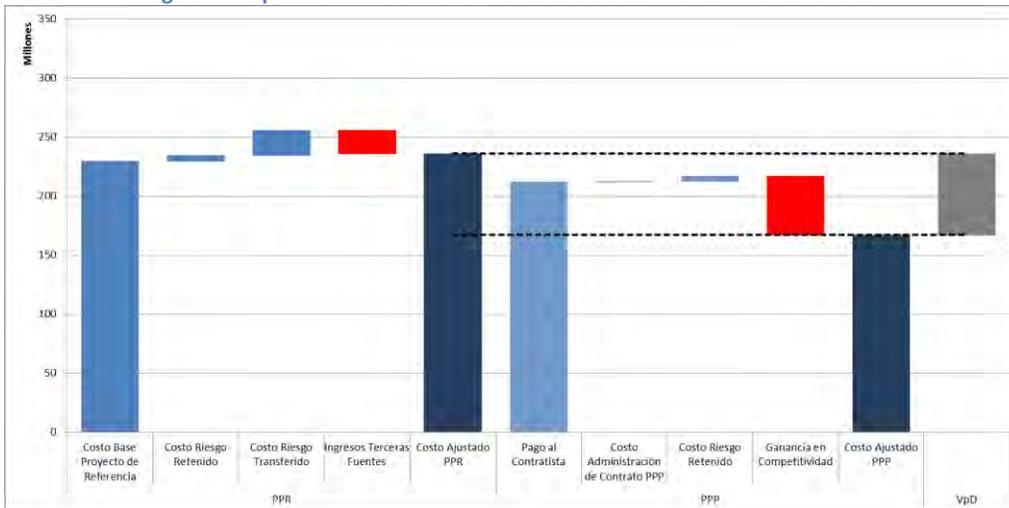
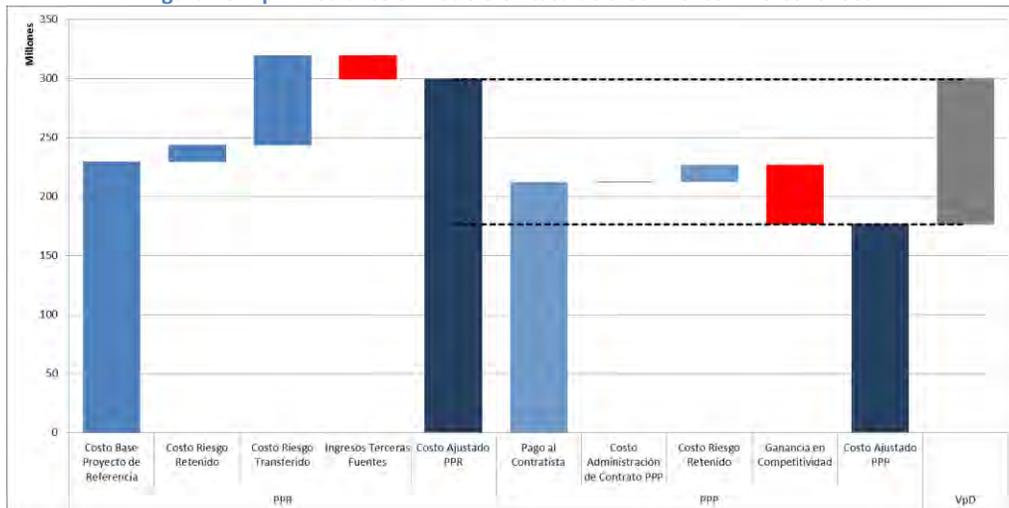


Figura 28: VpD mediante el modelo en tasa de crecimiento – Percentil 95%



Dado los resultados de la simulación de Monte Carlo y el modelo en tasa de crecimiento para cuantificar el riesgo transferible, el cual depende del riesgo transferible determinado en el Taller de Riesgo y del costo del riesgo de demanda, se concluye que el proyecto debe de ser ejecutado bajo la modalidad PPP, indiferente de la posición que tome el sector público frente al riesgo, dado que hay VPD.

# Anexo V: Simulación de Monte Carlo y Bootstrap

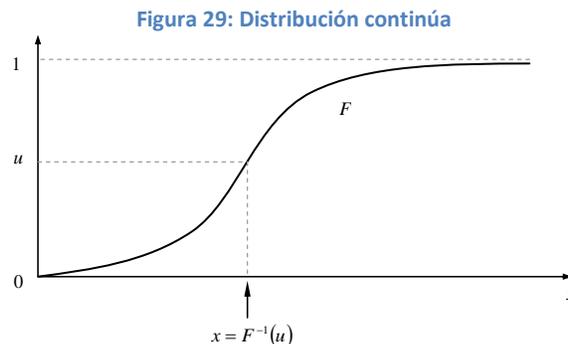
## Simulación de Monte Carlo

La simulación de Montecarlo permite realizar análisis de riesgos financieros mediante la construcción de modelos para posibles resultados mediante la sustitución de un rango de valores por medio de una distribución de probabilidad para cualquier variable que tiene una incertidumbre inherente. El proceso se repite un número finito de veces, y en cada vez emplea un conjunto diferentes de números aleatorios asociado a una cierta distribución de probabilidad, así como también permite observar directamente sus resultados. De esta manera, la simulación de Monte Carlo proporciona una visión mucho más amplia de lo que puede suceder o la forma en el cual es más probable que suceda.

Para entender el proceso de la generación del conjunto de números aleatorios que se genera en cada iteración, sea una función de densidad de probabilidad  $f(x)$  definida en la recta real, su función de distribución acumulada (la cual expresa la probabilidad que  $x \leq a$ ) está dado por la siguiente ecuación:

$$F(a) = \mathbb{P}(X \leq a) = \int_{-\infty}^a f(t)dt$$

Si se elige  $a$  con densidad de probabilidad  $f(a)$ , entonces la probabilidad integrando hasta el punto  $a$ ,  $F(a)$ , es en sí misma una variable aleatoria que se producirá con densidad de probabilidad sobre  $[0,1]$ . Si  $x$  puede tomar cualquier valor, e ignorando los valores extremos, se encuentra un único  $x$  elegido de la función de densidad de probabilidad  $f(\cdot)$  para algún valor de su dominio, si se define  $u = F(x)$ , siempre es posible encontrar la inversa de  $F$ , definido por  $x = F^{-1}(u)$ . Este método se muestra en el gráfico siguiente:



En la gráfica anterior, se emplea un número aleatorio  $u$  elegido de una distribución uniforme (0,1) para encontrar un número aleatorio  $x$  de una distribución con función de distribución acumulada  $F$ . En la actualidad, algunos motores estadísticos cuentan con este modelo para realizar simulaciones.

### El método Bootstrap

Consideremos el siguiente conjunto de datos  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  de tamaño  $n$ , la cual corresponde a información histórica de un cierto riesgo (sobre costos, sobre plazos) asociados a proyectos similares al proyecto en evaluación, los pasos para la aplicación de la metodología Bootstrap son los siguientes:

- ❖ Se procede a construir una muestra de tamaño  $n$ , con los elementos de la muestra original. A la nueva muestra se le conoce como muestra Bootstrap.
- ❖ La construcción de cada uno de los elementos de la muestra es realizando extracciones con reemplazo de la muestra original, hasta completar  $n$  elementos, donde es posible que se repitan algunos de los elementos que conforman el conjunto de datos.
- ❖ Este proceso se repite una cantidad finita de veces. Para cada muestra Bootstrap se procede a calcular su media y volatilidad.
- ❖ Para la cuantificación del riesgo, se procede a realizar el cálculo del valor promedio del conjunto de media y las volatilidades obtenidas para cada una de las muestras Bootstrap, es decir,  $\bar{\mu}$  y  $\bar{\sigma}$ . Con estos nuevos valores, se procede a aplicar la Regla Percentil 5-50-95, de la siguiente manera:

Tabla 60: Regla Percentil 5-50-95		
$P_5$	$P_{50}$	$P_{95}$
$\mu - 1,645\sigma$	$\mu$	$\mu + 1,645\sigma$

Donde:

$$\bar{\mu} = \frac{\sum_{i=1}^m \mu_i}{m} \quad \text{y} \quad \bar{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^m \sigma_i}{m}$$

- $\mu_i$  : Media de la muestra Bootstrap  $i$ .
- $\sigma_i$  : Volatilidad de la muestra Bootstrap  $i$ .
- $m$  : Número de muestras Bootstrap.

A continuación, se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología Bootstrap, donde la muestra original corresponde a sobre costos (en porcentaje) de diferentes proyectos de infraestructura en un sector determinado de características similares a un proyecto que se desea evaluar:

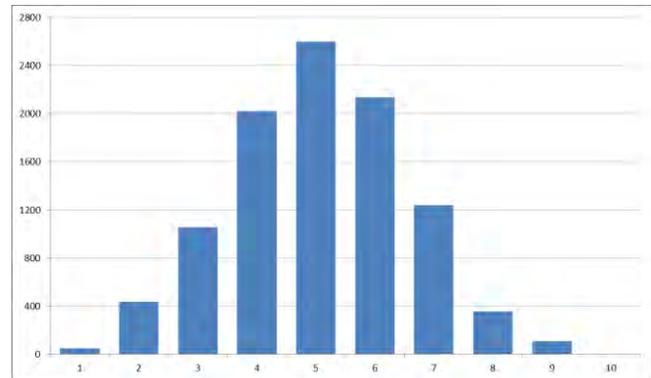
**Tabla 61: Bootstrapping de información histórica sobre inversión proyectos de infraestructura**

Número de datos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\mu$	$\sigma$
<b>Muestra</b>	<b>74%</b>	<b>57%</b>	<b>55%</b>	<b>15%</b>	<b>9%</b>	<b>6%</b>	<b>70%</b>	<b>29%</b>	<b>15%</b>	<b>74%</b>	<b>13%</b>	<b>8%</b>	<b>67%</b>	<b>44%</b>	<b>34%</b>	<b>37%</b>	<b>60%</b>	<b>50%</b>	<b>67%</b>	<b>70%</b>		
Bootstrap 1	44%	8%	9%	67%	9%	9%	37%	70%	60%	74%	8%	67%	34%	13%	70%	74%	15%	44%	6%	9%	36,4%	27,3%
Bootstrap 2	67%	60%	37%	74%	34%	74%	13%	55%	60%	67%	57%	60%	15%	60%	8%	15%	34%	9%	6%	37%	42,1%	24,1%
Bootstrap 3	29%	67%	50%	6%	6%	50%	8%	8%	37%	70%	70%	70%	50%	6%	13%	50%	55%	55%	6%	13%	36,0%	25,4%
Bootstrap 4	55%	74%	60%	9%	74%	29%	50%	70%	15%	15%	15%	67%	67%	70%	15%	9%	15%	13%	55%	34%	40,6%	25,6%
Bootstrap 5	67%	29%	44%	8%	70%	34%	29%	34%	67%	57%	57%	9%	67%	29%	74%	15%	13%	70%	67%	8%	42,4%	24,2%
Bootstrap 6	57%	55%	74%	70%	13%	6%	9%	55%	13%	60%	13%	8%	57%	67%	70%	34%	74%	50%	60%	37%	44,1%	24,9%
Bootstrap 7	67%	34%	70%	70%	44%	8%	74%	50%	60%	60%	74%	15%	60%	74%	60%	70%	70%	15%	9%	60%	52,2%	23,2%
Bootstrap 8	15%	74%	67%	50%	13%	15%	70%	57%	74%	37%	44%	70%	74%	37%	15%	70%	34%	44%	37%	13%	45,5%	23,1%
Bootstrap 9	15%	74%	67%	13%	70%	50%	8%	6%	37%	6%	55%	37%	34%	9%	50%	34%	29%	60%	6%	29%	34,5%	23,1%
Bootstrap 10	60%	57%	74%	37%	57%	60%	70%	50%	44%	74%	67%	29%	70%	9%	9%	67%	74%	67%	15%	60%	52,5%	21,6%
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Bootstrap 10.000	57%	6%	37%	60%	70%	70%	13%	6%	50%	13%	6%	60%	9%	70%	70%	37%	9%	70%	34%	15%	38,1%	26,3%
																					<b>42,8%</b>	<b>24,1%</b>

A continuación se muestra la tabla de frecuencias y la distribución de las medias, por medio del Teorema del Límite Central se puede concluir que la muestra Bootstrap se distribuye normalmente.

**Tabla 62: Tabla de frecuencias de las medias**

Clase	Frecuencia
0,1	50
0,2	439
0,3	1056
0,4	2018
0,5	2598
0,6	2134
0,7	1237
0,8	356
0,9	112
1	0



La tabla anterior, muestra un ejemplo donde el tamaño de la muestra es igual a 20, y se han generado 10.000 muestras Bootstrap a partir de la muestra original, para cada una de las cuales se ha procedido a calcular su media y volatilidad. De dicho cálculo, se obtiene los siguientes resultados:  $\bar{\mu} = 42,8\%$  y  $\bar{\sigma} = 24,1\%$ . Con estos valores se procede a cuantificar el riesgo asociado al proyecto en evaluación, aplicando la Regla Percentil 5-50-95.

**Tabla 63: Regla Percentil 5-50-95 del ejemplo Bootstrap**

$P_5$	$P_{50}$	$P_{95}$
3,16%	42,8%	82,4%

# Anexo VI: Estructura del Informe de Valor por Dinero

---

El presente anexo muestra la estructura para la preparación del documento del Comparador Público Privado para el proyecto en evaluación y que se recomienda sea utilizado en la elaboración del Informe final:

## ❖ Contenido del Informe de Valor por Dinero

El contenido Informe será el siguiente:

- ❖ Resumen ejecutivo
- ❖ Introducción
- ❖ Antecedentes
- ❖ Descripción del proyecto público de referencia
- ❖ Matriz de riesgos del proyecto
- ❖ Estimación de sobre costos
- ❖ Estimación de sobre plazos
- ❖ Estimación de riesgo de demanda y/o ingresos
- ❖ Valoración de los riesgos
- ❖ Asignación de los riesgos en retenidos y transferidos
- ❖ Estimación del costo del proyecto PPR
- ❖ Medición del costo del proyecto PPP
- ❖ Construcción del comparador, resultados y análisis comparativo de alternativas
- ❖ Conclusiones

## ❖ Resumen ejecutivo

El resumen ejecutivo incluirá los principales aspectos, resultados y análisis de la aplicación del Comparador, así como los supuestos más relevantes.

## ❖ Introducción

Planteamiento del problema, en la cual se justifica la necesidad del Comparador, así como la racionalidad de la metodología. Detalle del contenido del informe.

## ❖ Antecedentes

Se deberá indicar en primer lugar los antecedentes generales, particularmente indicando como se realiza en la actualidad la provisión de dicha infraestructura, cómo se mantiene,

opera y quién financia este tipo de obras. Asimismo, se deberá indicar como se eligió evaluar la alternativa PPP, los resultados del estudio de elegibilidad, los resultados del estudio de perfil y/o prefactibilidad y en caso que corresponda el estudio de factibilidad.

### ❖ Descripción del Proyecto Público de Referencia

Describir de manera precisa el proyecto público de referencia, identificando los objetivos específicos de proyectos, los impactos, los beneficiarios, las inversiones iniciales y cronograma de inversiones, los costos de operación, mantenimiento y conservación. Se deberá incluir la definición de los niveles de servicios esperados con la materialización del proyecto y la forma de supervisión y control. Asimismo, un estudio de demanda por los servicios públicos, así como de localización de ser el caso deberá ser descrito. La forma de cálculo de los Ingresos de Terceras Fuentes de ser el caso deberá ser incluida.

### ❖ Matriz de riesgos del proyecto

Una Matriz de Riesgo según se indica la Tabla 7 deberá ser precisada para el Proyecto Público de Referencia.

### ❖ Estimación de sobre costos

En este capítulo se debe indicar cuál es la base de información para el cálculo del sobre costo y la metodología utilizada para la obtención y procesamiento de la información estadística. La fundamentación de cuantificación deberá estar basada en el Anexo II. El grado de abertura de los sobre costos estará en función de la información disponible y deberá ser debidamente justificada.

### ❖ Estimación de sobre plazos

De igual forma que para la estimación de los sobre costos, se deberá indicar la fuente de datos a utilizar y cuál ha sido la aproximación estadística utilizada para la obtención y procesamiento de la información. La fundamentación de cuantificación deberá estar basada en el Anexo II.

### ❖ Estimación de los riesgos de ingreso y demanda

Tomando como referencia algunas de las aproximaciones metodológicas señaladas en el Anexo II se deberá explicar la forma como se ha estimado el riesgo de ingresos de ser el caso.

### ❖ Estimación del costo ajustado total del proyecto PPR

Se deberán computar el costo base, el costo del riesgo retenido y transferible, y de ser el caso los Ingresos de Terceras Fuentes de tal forma de mostrar el costo ajustado total del PPR.

### ❖ Medición del costo del proyecto PPP

En este capítulo se deberán incluir todos los supuestos de la modelación económico-financiera necesarios para la estimación de los Pagos al Contratista. Se deberán incluir los costos de los riesgos retenidos, los costos de administración del contrato y de ser el caso justificar el cálculo de las ganancias en competitividad.

### ❖ Construcción del Comparador, resultados y análisis comparativo de alternativas

La forma y los supuestos utilizados en el CPP, así el análisis comparativo de alternativas deberá ser reportado. El resultado numérico del Valor por Dinero, así como un análisis de sensibilidad o de probabilidad basado en percentiles 5, 50, 95 deberá ser incluido.

### ❖ Conclusiones

Las conclusiones deberán ser claras y precisas, en cuanto a la recomendación o no de desarrollar el Proyecto Público de Referencia mediante la modalidad PPP.

### ❖ Anexos:

Sin perjuicio de la información que se crea necesario incorporar, el informe del Comparador deberá contener los siguientes anexos:

- ❖ Tasas de descuentos utilizadas
- ❖ Modelo econométrico para la estimación de la relación demanda-PIB
- ❖ Modelo para la proyección del PIB
- ❖ Supuestos macroeconómicos utilizados para la modelación económico-financiera
- ❖ Supuestos para la realización de las simulaciones Monte Carlo
- ❖ Organización e informe del Taller de Riesgos

## Glosario de Términos

---

- ❖ **Administración Pública:** Entidad u organismo encargado de promover o desarrollar un proyecto. Se consideran comprendidos en el término "Administración Pública" los Poderes del Estado, Tribunal de Cuentas, Corte Electoral, Tribunal de lo Contencioso Administrativo, Entes Autónomos, Servicios Descentralizados, y Gobiernos Departamentales, sin perjuicio de las atribuciones, facultades, derechos y obligaciones que les asignen la Constitución de la República y normas legales aplicables.
- ❖ **Análisis de Elegibilidad:** Consiste en determinar en función de una serie de criterios, la potencialidad en etapas tempranas que tiene un proyecto de inversión y servicios para desarrollarse a través de un esquema PPP, usando para ellos un Índice de Elegibilidad.
- ❖ **Asignación de riesgos:** Corresponde a la distribución de responsabilidades entre el Estado y el sector privado sobre los diferentes riesgos de un proyecto. Se ve reflejada en una matriz de riesgos y en el Contrato de Participación Público Privada.
- ❖ **Análisis económico-financiero:** Análisis efectuado una vez identificados los esquemas de PPP bajo los cuales podría desarrollarse el proyecto a objeto de determinar la viabilidad financiera del proyecto de desarrollarse.
- ❖ **Bancabilidad de un contrato:** Conjunto de condiciones jurídicas y económico-financieras endógenas y exógenas que permiten que más de un agente del mercado bancario o del mercado de capitales o ambos a la vez, estén dispuestos a otorgar financiamiento a un contrato a un costo y garantías razonables dadas las condiciones de mercado.
- ❖ **Canon:** Pago del sector privado al Estado por el derecho de percibir ingresos.
- ❖ **CAPM ("Capital Asset Pricing Model"):** Modelo de valoración de activos de capital. Se utiliza para la estimación del costo de capital propio o de la rentabilidad esperada de un potencial contratista privado que participa en un sector determinado.
- ❖ **Comparador Público Privado:** Corresponde a una metodología que se orienta a comparar una alternativa de contratación bajo dos escenarios: 100% pública y bajo un Contrato de Participación Público Privada.
- ❖ **Contingencia:** hechos o situaciones no previstas en la planeación de un proyecto de inversión, que tienen su expresión en sobre costos o sobre plazos del proyecto o pérdidas de ingresos.

- ❖ **Contratista:** Es el responsable de la prestación de servicios durante toda la vigencia del contrato, en los términos que éste describa, contrato donde a su vez se plasma la distribución de riesgos acordada entre la Administración Pública y el contratista privado.
- ❖ **Contrato de Participación Público Privada (CPPP):** Contrato donde la Administración Pública encarga a una persona de derecho privado, por un período determinado, el diseño, la construcción y la operación de infraestructura o alguna de dichas prestaciones, además de la financiación.
- ❖ **Costo base del Proyecto Público de Referencia:** Es el costo esperado de implementar el proyecto por parte de la Administración Pública, asociado a las fases de diseño, construcción, operación, mantenimiento y supervisión bajo los estándares de calidad especificados como exigibles bajo condiciones de gestión privada, calculados en valor presente.
- ❖ **Costos de Administración Contrato PPP:** Corresponde al costo en que incurre la Administración Pública para estructurar, supervisar y controlar el contrato que se establecería con el sector privado.
- ❖ **Costos de diseño:** Costos propios del estudio de ingeniería del proyecto, del estudio de demanda, del estudio de impacto ambiental y del estudio económico-financiero, entre otros estudios necesarios en la etapa de diseño y análisis de factibilidad del proyecto.
- ❖ **Costos de equipamiento:** Corresponden a aquellos costos que consideran los equipos necesarios para el funcionamiento de la infraestructura y la provisión de los servicios.
- ❖ **Costos del financiamiento público:** Se entiende por financiamiento público a los recursos monetarios que son necesarios de obtener a través de deuda internacional o local por parte del sector público.
- ❖ **Costos de implementación:** Incluyen los costos de posibles compras de terrenos o pago de derechos de expropiación, los posibles gastos por demoliciones y adaptaciones del terreno, la tramitación de permisos y licencias para desarrollar el proyecto, y los costos de transacción, incluidos los gastos en consultores, entre otros.
- ❖ **Costos de mantenimiento y conservación:** Corresponden a los costos periódicos necesarios para mantener el activo fijo y su equipamiento operando en su especificación original. Generalmente se divide en un mantenimiento rutinario expresado como un gasto anual equivalente a un porcentaje fijo de la inversión, y un mantenimiento mayor o periódico (o de conservación) que puede ser necesario tras cierto número de años.

- ❖ **Costos de operación:** Corresponden a aquellos costos necesarios para operar la infraestructura y proveer el servicio público. Deben incluir el personal, los insumos necesarios, y todos aquellos egresos en que incurra la Administración Pública y/o el Contratista mientras se encuentra prestando servicio.
- ❖ **Costo del riesgo total:** El costo del riesgo total de la modalidad de ejecución tradicional puede ser dividido en un componente de costo que es retenido por la Administración Pública (CRT) y por otra componente de costo que puede potencialmente ser transferido (CRT) por la Administración Pública al Contratista en el caso que el proyecto se desarrollara bajo la modalidad PPP.
- ❖ **Costo ajustado total del contrato PPP:** Corresponde a la suma del valor presente de los pagos al Contratista, más el valor presente del costo del riesgo retenido, más el valor presente de los costos de administración del contrato PPP y menos la ganancia en competitividad.
- ❖ **Demanda (número de usuarios o prestaciones del servicio):** Corresponde a la proyección del número de servicios por unidad de tiempo que serán prestados por el Contratista.
- ❖ **Descripción de riesgos:** Consiste en establecer la definición e impacto de los riesgos identificados de una manera narrativa en un formato claro que facilite su comprensión. La descripción de los riesgos debiera contener el nombre del riesgo, los impactos, su naturaleza, el grado de tolerancia, su tratamiento, recomendaciones para priorizar el riesgo, la etapa en el desarrollo del proyecto en que se produce, y su asignación, es decir si el riesgo es retenido por el sector público o es transferido al sector privado.
- ❖ **Desviación estándar:** Medida que permite calcular el grado de proximidad de los datos alrededor de la media. Mientras menor sea la desviación estándar, los datos se agruparan estrechamente alrededor de la media.
- ❖ **Distribución de probabilidad:** Es una agrupación teórica de las frecuencias asociadas a una variable aleatoria. Es decir, a los posibles resultados que muestran como se espera que se comporte una variable aleatoria, se le denomina función de distribución de probabilidad de la variable aleatoria asociada.
- ❖ **Equity:** Capital propio invertido por el contratista privado.
- ❖ **Especificaciones funcionales:** Corresponden a aquellas especificaciones de un proyecto de PPP que están basadas principalmente en elementos funcionales (outputs).

- ❖ **Financistas:** Son los agentes en un Contrato PPP que aportan la financiación de la deuda necesaria para llevar a cabo un proyecto. Generalmente corresponden a instituciones bancarias, instituciones financieras, organismos multilaterales, fondos de pensiones y/o compañías de seguros.
- ❖ **Ganancia en Competitividad:** Es el valor de la reducción en los pagos al Contratista que debe realizar la Administración Pública, que es generada por la presencia de la competencia de otros licitantes al visualizar un negocio de largo plazo y/o por eficiencias en la estructura de costos del sector privado.
- ❖ **Garantías requeridas de la Administración Pública:** Corresponden a los mecanismos de pago contingentes que la Administración Pública podría entregar al Contratista y que se activan cuando ocurren ciertas condiciones objetivas establecidas en el contrato PPP (o previamente en el diseño de negocio). Ejemplo de estas garantías, son las garantías de compra de una cantidad mínima de servicios prestados por parte del Contratista, de tráfico mínimo y/o de ingresos mínimos. En la contabilidad pública estos compromisos se denominan pasivos contingentes.
- ❖ **Histograma:** Es una representación gráfica de la organización de un conjunto de datos, de tal manera que sea posible señalar el valor para el cual los datos analizados tienden a concentrarse. De esta forma es posible distinguir los valores extremos (el valor más alto y más bajo) del conjunto de datos. En este sentido, un histograma describe una distribución de frecuencias o número de veces que la variable aleatoria ha tomado un rango de valores determinado, empleando una gráfica de barras (rectángulos verticales adyacentes), donde la altura de cada una de las barras es proporcional a la frecuencia de la amplitud del intervalo que representa.
- ❖ **Identificación de riesgos:** Esta etapa del análisis de riesgos trata de identificar todas las posibles causas potenciales que pueden producirse y que tendrían impacto en el resultado esperado del proyecto.
- ❖ **Incertidumbre:** Situación en la cual no se conoce la función de probabilidad de que ocurra un determinado evento.
- ❖ **Ingresos de Terceras Fuentes:** Son los ingresos que se reciben por la venta de los servicios públicos.
- ❖ **Ingresos actuales:** Corresponde a los ingresos que son percibidos por la Administración Pública al momento de realizar el análisis y que se espera serán entregados al Contratista una vez tomada la decisión de desarrollar el proyecto por la modalidad PPP.

- ❖ **Ingreso por cobro a usuarios:** Corresponde a los ingresos que el Contratista cobrará a los usuarios (de ser el caso), ya sea que este cobro sea preexistente, o se genere a partir del contrato.
- ❖ **Ingresos por tarifa sombra o uso:** Corresponde a aquellos ingresos que son contingentes a la cantidad de servicios prestados, pero cuyas tarifas son pagadas por el sector público en lugar de los usuarios de esas prestaciones.
- ❖ **Ingresos potenciales:** Corresponden a los ingresos que el sector público potencialmente podría cobrar por la prestación del servicio, pero que no se encuentran siendo percibidos al momento de realizar el análisis, y que sin embargo, se espera que el derecho potencial de cobro sea transferido al Contratista en el caso de tomar la decisión de desarrollo privado del proyecto.
- ❖ **Matriz de riesgos:** Se trata de un cuadro en donde se identifican los distintos riesgos de un proyecto (en sus diferentes etapas), su descripción y su asignación a quien corresponde (sector público o privado) así como sus medidas de mitigación.
- ❖ **Mecanismo de pagos:** es la parte del CPPP que define y gestiona los pagos a ser realizados por la Administración Pública en contraprestación por el diseño, de ser el caso, la construcción de la infraestructura requerida y por la prestación de los servicios necesarios de acuerdo con las especificaciones del proyecto. Generalmente, los pagos descritos se basan en un pago unitario en función del nivel de inversión, corregido en base al rendimiento del contratista privado o a los resultados del desempeño de sus funciones como operador mediante ajustes por disponibilidad de los servicios.
- ❖ **MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas de la República Oriental del Uruguay.
- ❖ **Método Delphi:** Método de estructuración de un proceso de comunicación grupal efectivo cuando un grupo de individuos, trata un problema complejo. Actúa rescatando las opiniones de un grupo de especialistas con el objetivo de predecir la probabilidad de realización de una hipótesis, tomar decisiones o evaluar resultados.
- ❖ **Método de Bootstrap:** Es un método de extracción de datos con reemplazo, con la finalidad de generar nuevas muestra a partir de una muestra original, donde los elementos de la nueva muestra pueden ser repetidos.
- ❖ **Método de Borda:** Método utilizado para obtener una jerarquización de los riesgos teniendo en cuenta el riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia asociados a un proyecto sobre la base de una aplicación multicriterio.

- ❖ **Método de Monte Carlo:** Es un método que permite la generación de números aleatorios a partir de la inversa de la distribución de probabilidad asociada a una variable aleatoria con la finalidad de generar un modelo estocástico.
- ❖ **Mitigación de riesgos:** Consiste en reducir las consecuencias probables de un riesgo, a través de medidas adecuadas para ello.
- ❖ **Modelo económico-financiero:** Es una herramienta utilizada para evaluar la viabilidad de proyectos de Participación Público-Privada, ya que permite determinar la rentabilidad y bancabilidad de éstos mediante la simulación de distintos escenarios de flujos y estructuras de financiamiento, mismos que son combinados con diversas variables que inciden en el desarrollo del negocio en cuestión.
- ❖ **Modelación estocástica:** Es el resultado de la simulación de un modelo matemático que tiene una componente determinística y una componente aleatoria la cual se encuentra asociada a una distribución de probabilidad.
- ❖ **Motor estadístico:** Software estadístico involucrado en el proceso de valoración de riesgos. Dentro de estos programas se encuentran: ModelRisk, Crystall Ball, @Risk, SimulAr, Risk Simulator y Stata entre otros.
- ❖ **Nivel de servicio:** Corresponde a una condición o exigencia que establece o define la Administración Pública, ya sea en el diseño de las obras o en el mantenimiento de éstas, las que pueden ser extensivas a niveles de respuesta o actuaciones del contratista privado ante situaciones contingentes.
- ❖ **Nivel del aporte público:** Corresponde a la suma de las fuentes de pago de sector público que contempla el diseño del negocio base para el Contratista.
- ❖ **Obra Pública Tradicional (OPT):** Mecanismo de compra y contratación estatal que rige a la Administración Pública en Uruguay.
- ❖ **Pagos al Contratista:** Ingresos que recibe el Contratista por parte de la Administración Pública, en la forma de contribuciones públicas de manera exclusiva. Dichas contribuciones podrán tener la forma de aportes pecuniarios, otorgamiento de subvenciones, créditos, garantías para la financiación del proyecto, garantías de obtención de ingresos mínimos, y exoneraciones fiscales, entre otras.
- ❖ **Panel de expertos:** Conjunto de especialistas de un área o sector determinado. Y que tienen por objetivo exponer su opinión y puntos de vista al ser consultados sobre un tema en particular.

- ❖ **Percentil:** Es un estadístico, que representa todos aquellos valores que se encuentran por debajo de un porcentaje dado, el cual puede variar entre 1% y 100%, el cual se denotará por  $P_k$ , donde  $k$  nos denota el porcentaje de datos acumulados, y  $P_k$  es el valor que se encuentra del porcentaje  $k$ .
- ❖ **Período de gracia:** Períodos del desarrollo de la deuda que contemplan el no pago de amortizaciones.
- ❖ **PIB:** Producto Interno Bruto.
- ❖ **Plazo del contrato:** Corresponde a la definición del plazo a través del cual el servicio público será integrado a la explotación del Contratista privado.
- ❖ **PPP basados en pagos a cargo de la Administración Pública por disponibilidad y uso:** PPP donde hay generalmente dos pagos que realiza la Administración Pública al Contratista: el Pago por Disponibilidad (PPD) y el Pago por Uso (PPU). El PPD financia generalmente la inversión inicial y el PPU financia los costos de operación y conservación.
- ❖ **PPP basados en pagos que realizan los usuarios a través de tarifas:** Modalidad de PPP donde son los usuarios finales los que pagan una tarifa por la utilización del servicio.
- ❖ **PPP mixtos:** Esta modalidad de PPP mezcla mecanismo de pago por disponibilidad y uso, con pagos realizados directamente por los usuarios a través de una tarifa por el servicio.
- ❖ **Probabilidad:** Es una medida de ocurrencia de un evento, la cual puede tomar valores entre 0 y 1. Cuando el valor de la probabilidad sea igual a 0, indicará que el evento jamás sucederá. Sin embargo, cuando el valor de la probabilidad se acerca al valor de 1, indicará que es casi seguro que ocurra el evento.
- ❖ **Proyecto Público de Referencia:** Proyecto técnico que se presenta como referencia bajo desarrollo tradicional con recursos públicos, y con el cual se debe comparar la alternativa PPP.
- ❖ **Regla Empírica de la Desigualdad:** También conocida en la literatura estadística como el Teorema de Chebyshev. La regla empírica de la desigualdad se aplica cuando no se conoce la distribución de la probabilidad de la variable aleatoria analizada. El Teorema de Chebyshev, permite obtener una cota superior a la probabilidad de que los valores caigan fuera de esa distancia respecto de su valor promedio, independiente de la distribución de probabilidad asociada a la variable aleatoria.
- ❖ **Riesgo:** Evento incierto que si ocurre, tiene un efecto negativo o positivo en al menos uno de los objetivos de un proyecto. El riesgo puede ser definido como una

combinación de la probabilidad de ocurrencia de un evento y sus consecuencias, incluyendo la severidad de éstas.

- ❖ **Riesgo de impacto:** Efecto que genera un riesgo o un conjunto de riesgos sobre un proyecto, en el largo plazo o durante el ciclo de vida del mismo y que podrían conllevar a la cancelación del proyecto.
- ❖ **Riesgo Retenido:** Es aquel que permanece bajo la responsabilidad y gestión de la Administración Pública, y por lo tanto en caso de activarse, tiene un impacto directo en el presupuesto público.
- ❖ **Riesgo Transferible:** Riesgo que permanece bajo la administración y en la “contabilidad” de la empresa contratista que firma el Contrato PPP. Si el riesgo es activado tiene un impacto directo en el presupuesto del proyecto y es de responsabilidad del contratista privado mitigarlo y administrarlo.
- ❖ **Swap de moneda:** Los *Swaps* de monedas involucran el intercambio de una serie de flujos en una moneda, por otra serie de pagos en una moneda distinta. Las condiciones y la frecuencia de los pagos del *Swap* son acordadas de antemano por las partes.
- ❖ **Taller de Riesgos:** Reunión de trabajo conjunta, con un procedimiento sistematizado de toma de decisiones y participación en equipo de un grupo o panel de expertos y que tiene por objetivo explicitar información respecto a riesgos.
- ❖ **Tasa de descuento del Contratista:** Corresponde a la estimación sobre la rentabilidad que exigirá el contratista privado al proyecto para participar en él. Es sugerido apoyarse en las estimaciones que se desprende de la aplicación del CAPM.
- ❖ **Tasa libre de riesgo:** Corresponde a una tasa de rendimiento que se obtiene al invertir en un activo financiero que no tiene riesgo de incumplir su pago.
- ❖ **Tasa social de descuento:** Tasa aplicable para descontar flujos en el tiempo en proyectos públicos. Es una tasa temporal que valora el bienestar económico de una serie de generaciones futuras.
- ❖ **Valor de Borda:** Valor que se construye a partir del riesgo de impacto y la probabilidad de ocurrencia, y que permite obtener la jerarquización de los riesgos.
- ❖ **Valor por Dinero:** El Valor por Dinero es una medida numérica que cuantifica la ganancia, para el sector público, de realizar un proyecto de infraestructura y servicios a través de un esquema de Participación Público-Privada. Se define como la diferencia entre el valor presente del costo total neto de un Proyecto Público de Referencia ajustado por riesgo y por ingresos de terceras fuentes y el costo total del proyecto PPP.

- ❖ **Variable aleatoria:** Variable que toma un conjunto de valores, los cuales tienen probabilidades especificadas por medio de una distribución de probabilidad asociada.