



MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

Unidad de Coordinación de Préstamos Sectoriales – UCPS

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF

Banco Mundial

TAL Fiscal – Convenio de Préstamos N° 7255-PE

Actividad 1.1.1 – “ Se preparará las normas legales, documentos metodológicos y modelos a ser usados por los gobiernos subnacionales en la preparación de sus respectivos informes de gestión multianuales”

Subejecutor: DGAES

Consultoría para la elaboración de un manual de utilización de la metodología de valuación de los pasivos contingentes del Estado derivados de la suscripción de los contratos en la modalidad de Asociación Público Privada (APP), en el ámbito de la descentralización

Consultora: Macroconsult S.A.

Contrato N° F-003-0-7255

Lima, 22 de Mayo de 2007



MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

Manual de uso del programa para valoración de pasivos contingentes

Macroconsult

Mayo, 2007



MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

ÍNDICE

Resumen Ejecutivo	Pág. 2
1. Introducción	Pág. 5
2. Estructura general del mercado	Pág. 5
2.1 Resultados y salidas del modelo	Pág. 6
2.2 Hojas con detalles de cada proyecto	Pág. 8
2.3 Generación de variables aleatorias	Pág. 18
3. Cómo ejecutar una simulación del modelo	Pág. 19
4. Conclusiones y recomendaciones	Pág. 21
Anexo	Pág. 22

Resumen Ejecutivo

El programa desarrollado como parte de la consultoría permite la valoración de pasivos contingentes de forma relativamente sencilla y eficiente. La herramienta se aplica en el programa *Microsoft Excel* con el añadido del programa *Crystal Ball Standard*. Este manual tiene por objetivo explicar el modelo y facilitar su uso por parte de las autoridades peruanas.

En este informe se utilizaron exclusivamente modelos estadísticos para modelar los tráficos y la demanda. En primer lugar, estos modelos son más simples y sus resultados son similares a los de modelos más complejos.

La primera parte del modelo en Excel sección contiene las hojas donde se presentan los resultados de las simulaciones y se resume la información de salida del modelo. Consta de 4 hojas: “Cuadros valoración” (resumen los valores tanto de los pasivos como activos contingentes), “Cuadros flujos anuales medios” (muestran los flujos financieros promedio por año de cada proyecto), “Gráficos” (que resumen la información de los resultados del proyecto) y “Simulaciones” (se guardan las simulaciones de los flujos realizadas por *Crystal Ball* y se determina el promedio de los mismos, por lo que la información presentada puede ser de interés para el analista en la elaboración de escenarios y análisis de sensibilidad).

La segunda parte comprende las hojas con los detalles de cada proyecto, una hoja “Diccionario” (recordatorio de la categorización de cada celda) y una hoja de “Supuestos Generales” (parámetros que son transversales a todos los proyectos evaluados). En las hojas de cada proyecto se plasman los compromisos y condiciones contractuales de cada uno, los pasivos y activos directos, así como la estimación de los flujos o demanda requeridos para la valoración de los pasivos o activos contingentes. Antes de las hojas por proyecto, sin embargo, hay dos hojas generales que se describen a continuación:

Al comienzo de cada una de esas hojas se puede encontrar un cuadro resumen con información general. Debajo del cuadro se encuentran los supuestos particulares de cada

proyecto. La mayoría de las celdas de esta parte son amarillas y constituyen estimados preliminares del equipo consultor sobre la base de la información disponible. Se sugiere que el usuario modifique estos parámetros en función de la recolección de nueva información. A la derecha del cuadro general y de los supuestos se encuentran los cuadros con los flujos de cada activo y pasivo, sea directo o contingente que se encuentre en los proyectos analizados. Cuando el proyecto involucra un activo o pasivo contingente que depende de la demanda o flujo esperado, los cuadros presentan las estimaciones de estos flujos de tráfico o demanda. En estos casos, más a la derecha de los flujos de tráfico habrá otro cuadro donde estos flujos son ajustados para aplicar el procedimiento de valoración del activo o pasivo contingentes descrito en el capítulo 6 del informe principal de esta consultoría.

La última parte del modelo es la hoja “Generación de *Shocks* Aleatorios”, donde se generan “los shocks o variables aleatorias con distribución normal” para realizar las simulaciones de *Crystal Ball*. Esta hoja tiene, primero, una matriz donde se definen la correlación entre los *shocks* de cada proyecto. La segunda matriz contiene los parámetros de la descomposición de Cholesky que se utilizan para generar *shocks* aleatorios con la correlación deseada a partir de un vector de variables aleatorias no correlacionadas. Se recomienda no modificar esta matriz, a menos que el analista conozca bien estas materias. Finalmente, al lado derecho de estas matrices hay dos tablas. En la primera tabla, se han definido variables aleatorias (con distribución normal) independientes para cada proyecto y año. Para definir estas variables se han utilizado los comandos disponibles en *Crystal Ball*. Las celdas que contienen los supuestos de distribución de las variables aleatorias están coloreadas de verde y es ahí donde *Crystal Ball* genera los *shocks* iniciales para las simulaciones. La segunda tabla transforma estos *shocks* simples en *shocks* correlacionados entre los distintos proyectos. Para ello se utiliza la descomposición de Cholesky. Se recomienda no modificar estas dos tablas.

Con la información ingresada en todas las hojas, el programa *Crystal Ball* permite generar *shocks* a partir de una distribución definida en cada hoja de cálculo. Usando los comandos del *Crystal Ball* los *shocks* son generados en la hoja “Generación de *shocks* aleatorios”. La

hoja “Simulaciones” sirve como planilla auxiliar y automáticamente guarda los valores de las simulaciones realizadas por *Crystal Ball*.

1. Introducción

El programa desarrollado como parte de la consultoría permite la valoración de pasivos contingentes de forma relativamente sencilla y eficiente. La herramienta se aplica en el programa *Microsoft Excel* con el añadido del programa *Crystal Ball Standard*. Este manual tiene por objetivo explicar el modelo y facilitar su uso por parte de las autoridades peruanas.

2. Estructura general del Modelo¹

En primer lugar, se recuerda brevemente la lógica y las características del modelo general utilizado². Dos grandes categorías para modelar son los modelos económicos y los modelos estadísticos. En el primer caso, los flujos de tráfico y demanda se modelan en función de otras variables subyacentes, como el PIB per cápita del país, el precio de los combustibles y otras variables. En el segundo caso, la evolución del tráfico se modela directamente mediante una tasa de crecimiento esperada y una volatilidad alrededor de esa tasa de crecimiento. En cierta forma, el modelo estadístico es una forma ‘reducida’ del modelo económico.

En este informe se utilizaron exclusivamente modelos estadísticos para modelar los tráficos y la demanda. En estos modelos se requieren únicamente dos parámetros para cada concesión: la tasa esperada de crecimiento, μ , que puede ser distinta para distintos años, y la volatilidad en torno a esa tasa, σ o σ^2 . Para cada modelo de tráfico o demanda entonces se definen estos parámetros.

Existen varias razones para adoptar modelos estadísticos para representar los tráficos. En primer lugar, estos modelos son más simples de especificar y modelar, por lo cual son un buen punto de partida para el caso peruano donde recién se empieza a manejar concesiones

¹ Esta sección desarrollado lo solicitado en los puntos a y c del Alcance del Trabajo.

² Esta sección desarrolla lo solicitado en el punto b del Alcance del Trabajo. Para mayores detalles consultar los capítulos IV y VI del informe principal de esta consultoría.

por APP. Más adelante, estos modelos se pueden ir refinando. En segundo lugar, un modelo económico requiere una cantidad de datos y modelos auxiliares que no se puede conseguir en este momento. En tercer lugar, y tal vez lo más importante, los resultados descritos en Banco Mundial (2003) e Irwin (2005) para el caso de Chile, muestran que tanto los flujos como los valores de los pasivos y activos contingentes no son muy diferentes cuando se utilizan los modelos estadísticos en comparación con los modelos económicos.

Como la variable estocástica no es un activo transado en algún mercado, al final se deben ajustar los flujos simulados del modelo estadístico para proceder a la valoración del activo o pasivo contingente en cuestión.

Ahora bien, la implementación del modelo en *Excel* y *Crystal Ball* consta de tres partes:

2.1 Resultados y salidas del modelo

Esta sección contiene las hojas donde se presentan los resultados de las simulaciones y se resume la información de salida del modelo. Consta de 4 hojas:

- “Cuadros valoración”: Estos cuadros resumen los valores tanto de los pasivos como activos contingentes y desagregados por el tipo de moneda (Nuevos Soles o Dólares de Estados Unidos) en que están expresados. Los primeros cuadros presentan esta información por proyecto y el cuadro más a la derecha de esta hoja presenta la información agregada. Una forma de interpretar los datos de estos cuadros es pensar en ellos como una estimación del precio de mercado al cual un inversionista estaría dispuesto a transar el activo o pasivo correspondiente.

- “Cuadros flujos anuales medios”: Estos cuadros muestran los flujos financieros promedio por año de cada proyecto. Es decir, muestra los flujos anuales esperados (considerando la totalidad de shocks aleatorios) de cada pasivo y activo³.
- “Gráficos”: En esta hoja se pueden encontrar los gráficos que resumen la información de los resultados del proyecto y que son explicados en el capítulo 6. Estos gráficos complementan los cuadros descritos en las primeras dos hojas del modelo.
- “Simulaciones”: En esta hoja se guardan las simulaciones de los flujos realizadas por *Crystal Ball* y se determina el promedio de los mismos; información que luego pasa a los cuadros de la segunda hoja del modelo. En esta hoja también se guardan las simulaciones de la valoración de cada activo o pasivo contingente, información que luego pasa a los cuadros de la primera hoja del modelo. Se debe recordar que no todos los proyectos involucran activos y pasivos contingentes, por lo que solamente están presentes en esta hoja aquellos proyectos donde sí había un componente contingente que requería simulaciones para su valoración. Además, se guardan las simulaciones de la suma de los pasivos y activos contingentes, en distinta moneda, así como el flujo que corresponde al 5% y el 95% de las simulaciones; información que luego es utilizada en algunos gráficos de la hoja ‘Gráficos’.

Si bien esta hoja tiene como objetivo principal guardar resultados intermedios del modelo, la información presentada puede ser de interés para el analista ya que permite visualizar la distribución de los flujos de cada proyecto en cada año. Aquellas casillas de color verde son donde *Crystal Ball* realiza las simulaciones para cada año y proyecto. Situando el cursor en una de esas casillas es posible obtener información

³ Cómo se discutió en el informe principal de este proyecto, el valor de los activos y pasivos contingentes no es equivalente a los flujos promedios descontados por la tasa de descuento. Los flujos requieren ser ajustados antes de calcular el valor o ‘precio’ de los mismos. Este ajuste se realiza en la hoja correspondiente a cada proyecto que tenga un pasivo o activo contingente.

sobre la distribución completa de los flujos para todas las simulaciones⁴. Esta información sirve para contestar preguntas como “¿Cuál es la probabilidad de que en el año X la autoridad concedente tenga que pagar Y o más de garantía?”. Para contestar esta pregunta se requiere conocer el número de simulaciones (sobre el total) donde el pago de garantías del proyecto fue de Y o superior. Esta información es la que entrega *Crystal Ball* en la distribución de los flujos del año X del proyecto. De esta manera, el programa permite la elaboración de escenarios y análisis de sensibilidad.

2.2 Hojas con detalles de cada proyecto

La siguiente sección del modelo comprende las hojas con los detalles de cada proyecto. En ellas se plasman los compromisos y condiciones contractuales de cada uno, los pasivos y activos directos, así como la estimación de los flujos o demanda requeridos para la valoración de los pasivos o activos contingentes. Antes de las hojas por proyecto, sin embargo, hay dos hojas generales que se describen a continuación:

- La hoja “Diccionario” contiene un recordatorio de la categorización de cada celda de acuerdo a colores. Como se indica en la hoja, las celdas amarillas en todo el libro contienen parámetros que pueden ser fácilmente cambiados por el usuario del programa. Las celdas celestes contienen resultados de la valoración de pasivos y activos. Las celdas blancas con texto en azul contienen datos históricos. Las celdas de tonos verdes contienen variables estocásticas que han sido definidas con la herramienta *Crystal Ball* para las simulaciones. Las celdas de color azul turquesa son donde *Crystal Ball* guarda los resultados de las simulaciones (en la hoja Simulaciones, por ejemplo).

⁴ Ver detalles de cómo obtener esta información del manual de *Crystal Ball*.

- La hoja “Supuestos generales” contiene los parámetros que son transversales a todos los proyectos evaluados, tal y como fue descrito en la sección correspondiente del capítulo 6 del informe principal de este proyecto. En particular, esta sección contiene los supuestos macroeconómicos que pueden afectar a todos los proyectos⁵. Todas las celdas ahí son amarillas, lo que significa que estos parámetros son fácilmente modificables por el usuario.

Las hojas “Trasvase Olmos”, “IIRSA Norte”, “Interoceánica Sur”, “Aeropuertos regionales”, “Saneamiento Piura y Paita” y “Muelle Sur Callao” contienen la información de los pasivos y activos contingentes o directos de cada proyecto. La estructura de cada hoja es particular debido a las peculiaridades de cada proyecto, pero siguen ciertos patrones comunes.

Al comienzo de cada una de esas hojas se puede encontrar un cuadro resumen como el siguiente:

Nombre concesión:	Trasvase del Proyecto Olmos
Año comienzo de operación:	2010
Mes de comienzo de la concesión:	3
Duración (años):	20

En este se consigna la información sobre los plazos del proyecto, como el año y mes de comienzo de operación y la duración de la concesión. Como se mencionó en el capítulo 6, las fechas introducidas aquí son preliminares y están sujetas a revisión a medida que se recolecte nueva información. Cambiar el mes de inicio es en principio simple, pero para cambiar el año se debe hacer un cambio más radical en todo el programa. En este último caso, hay que tener mucho cuidado al modificar el año de partida de un proyecto ya que generalmente la fórmula del primer año de una concesión es distinta a la de los otros años. Lo más simple sería

⁵ Sin embargo, debe recordarse que la metodología desarrollada en el texto principal de esta consultaría es esencialmente estadística, y no usa modelos económicos, por lo que esta no es intensiva en supuestos macroeconómicos. Esto brinda simplicidad al modelo, sin necesidad de contar con datos detallados ni perder realismo de forma significativa (ver Pág. 80 de informe principal). Además, al tratar las variables directamente en términos reales, no se necesita hacer supuestos de inflación (ver Pág. 77 de informe principal).

modificar la columna que indica el año correspondiente a cada fila y no tocar las columnas con fórmulas. Luego, se cambian las celdas de la hoja “Simulaciones” correspondientes al proyecto en cuestión para que los flujos coincidan con el año requerido. En todo caso, se recomienda consultar con el autor del modelo si se requiere cambiar el año de partida de un proyecto.

Debajo del cuadro anterior se encuentran los supuestos particulares de cada proyecto. La mayoría de las celdas de esta parte son amarillas y constituyen estimados preliminares del equipo consultor sobre la base de la información disponible. Se sugiere que el usuario modifique estos parámetros en función de la recolección de nueva información.

A la derecha del cuadro general y de los supuestos se encuentran los cuadros con los flujos de cada activo y pasivo, sea directo o contingente que se encuentre en los proyectos analizados. Cuando el proyecto involucra un activo o pasivo contingente que depende de la demanda o flujo esperado, los cuadros presentan las estimaciones de estos flujos de tráfico o demanda. En estos casos, más a la derecha de los flujos de tráfico habrá otro cuadro donde estos flujos son ajustados para aplicar el procedimiento de valoración del activo o pasivo contingentes descrito en el capítulo 6 (ver página 84).

A continuación se describe cada hoja en mayor detalle, junto con la especificación del procedimiento por tipo de contrato:

- “Trasvase Olmos”. En este caso, sólo se encuentra la estimación de los flujos de pago por trasvase, el cual es un pasivo directo. Este proyecto no genera activos y pasivos contingentes por lo que esta hoja es relativamente simple. El único parámetro que se debe modificar en esta hoja es el de reajuste del IPC de Estados Unidos desde julio 2004 hasta la fecha del análisis que se está realizando. Este parámetro refleja una condición contractual de este contrato que indica que el pago comprometido debe reajustarse por el IPC de Estados Unidos.

- “IIRSA Norte”. En IIRSA Norte encontramos la estimación del valor de los PAO y PAMO, que son pasivos directos. Luego se encuentra la estimación del valor de los activos contingentes derivados de los ingresos por peajes. En cada columna se encuentran las unidades de peaje proyectadas con su respectiva estimación de flujos de tráfico, junto con la tarifa promedio por eje, determinada según la información del contrato de concesión y aquella provista por el MEF. Al costado de este cuadro se encuentra una serie de columnas similares pero con el ajuste a los flujos para su valoración.

Debido a la incertidumbre respecto al tráfico efectivo que existirá al momento de la entrada en operación de esta concesión, el tráfico inicial en cada plaza de peaje se modeló como una distribución triangular⁶. Esta distribución tiene una moda y un máximo y mínimo. Estos parámetros para cada plaza de peaje pueden modificarse cambiando las celdas que están a la izquierda de esta hoja y que se presenta a continuación:

Determinación del flujo de tráfico inicial

Moda del flujo inicial (2006) en:

PAITA	1901	ejes
CHULUCANAS	1843	ejes
OLMOS	1011	ejes
DV.OLMOS (actual)	1635	ejes
PUCARA	1817	ejes
BAGUA	1746	ejes
PEDRO RUIZ	2078	ejes
AGUAS CLARAS	2405	ejes
MOYOBAMBA	1015	ejes
AGUASHIYACU	484	ejes

Valor inferior de distribución triangular para el flujo el primer año
 Valor superior de distribución triangular para el flujo el primer año

80%	de moda
120%	de moda

⁶ Se optó por modelar este flujo inicial por una distribución triangular debido a que los valores que puede tomar la variable aleatoria están acotados por el valor máximo y mínimo. De haber utilizado otra distribución, como la normal, por ejemplo, existiría una probabilidad (tal vez pequeña) de que el flujo inicial fuera absurdamente pequeña (incluso negativa) o increíblemente alta. Más detalles sobre esta distribución se puede encontrar en el anexo de este manual.

Para cada plaza de peaje, se puede modificar el valor de la moda de la distribución y para todas las plazas en conjunto, el porcentaje de la moda que determina el máximo y mínimo de la distribución.

Si a la fecha del análisis, el flujo inicial de tráfico para cada plaza de peaje ya es un dato conocido, entonces se debe ignorar el cuadro anterior y reemplazar el valor efectivo del tráfico en las celdas *O17* a *X17*, y en las celdas de los siguientes años si también se conocen esos valores. Además, se requiere desactivar las simulaciones que realiza *Crystal Ball* con las celdas *O17* a *X17*. Para ello es necesario borrar el supuesto de distribución en estas celdas⁷.

Otro parámetro del modelo es la tasa de crecimiento promedio asumido para el flujo de tráfico. Este parámetro es común para todas las plazas de peaje y se encuentra en la columna *N* de la hoja. El usuario puede cambiar este parámetro correspondiente a cada año de la concesión.

Finalmente, hay dos parámetros adicionales del modelo para este proyecto. Estos parámetros están relacionados con la volatilidad de la tasa de crecimiento del flujo de tráfico y la correlación entre estos flujos y otros activos de la economía. El primer parámetro determina cuan volátil son los flujos de tráfico y debería ser determinado en base a datos históricos del comportamiento de estos flujos. Debido a que esta información no estaba disponible al momento de construir el modelo, el dato establecido es un supuesto que debe ser revisado a futuro. El segundo parámetro se requiere para ajustar los flujos y así valorar los activos o pasivos contingentes. Este parámetro también debería ser determinado en base al comportamiento empírico de los flujos de tráfico. En consecuencia, una vez que esté disponible información histórica de los flujos de tráfico de esta concesión, se podrá precisar el valor exacto de estos parámetros.

⁷ Ver el Manual de *Crystal Ball* para realizar esta operación.

Volatilidad de la tasa de crecimiento del tráfico

Desviación estándar del crecimiento anual del flujo de tráfico

0,2 sigma_iirsa

Correlaciones entre tráficos y retorno de activos para valoración

Coeficiente Beta entre tráfico y activos en el Perú

0,1 beta_iirsa

- “Interoceánica Sur”. En esta hoja se encuentra una estructura análoga a la de IIRSA Norte. Sin embargo, un punto que debe notarse es que la información sobre tráficos en cada unidad de peaje representa una aproximación realizada por el equipo consultor a partir de la información recibida. Esta última se encontraba clasificada de acuerdo a tramos de carretera por lo que se ha debido aproximar el flujo de tráfico en cada unidad de peaje utilizando la información de las carreteras adyacentes. En ciertos casos, esto no se ha podido realizar por falta de información exacta sobre la ubicación de la unidad de peaje. En esos casos se ha usado como referencia las carreteras que parecían como más cercanas. Sin embargo, esta información está sujeta a un margen de error. Por ello, el valor inicial de los flujos en cada plaza de peaje se modeló incorporando esta incertidumbre en la forma de una distribución triangular para los flujos del primer año. Se puede cambiar la moda y máximo y mínimo de estas distribuciones de la misma forma que en el caso de la hoja “IIRSA Norte” descrito más arriba. El usuario debería proceder a corregir los datos en la medida que la información necesaria esté disponible.

También, en forma análoga al caso de “IIRSA Norte”, en esta hoja se deben revisar los supuestos de crecimiento anual de los flujos de tráfico así como los parámetros de volatilidad de los flujos.

Si a la fecha del análisis, el flujo inicial de tráfico para cada plaza de peaje ya es un dato conocido, entonces se debe ignorar el cuadro anterior y reemplazar el valor efectivo del tráfico en las celdas S17 a AA17, y en las celdas de los siguientes años si también se conocen esos valores. Además, se requiere desactivar las simulaciones que

realiza *Crystal Ball* con las celdas S17 a AA17. Para ello es necesario borrar el supuesto de distribución en estas celdas⁸.

- “Aeropuertos regionales”. La hoja de aeropuertos regionales esta organizada siguiendo los rubros necesarios para realizar la estimación de la fórmula del cofinanciamiento. Al comienzo se definen los pagos por PAO y PAMO. Luego se estiman los flujos por Ingresos Regulados, Ingresos no Regulados, IGI (Incentivo por Generación de Ingresos), RE (Retribución Económica) y finalmente la estimación del cofinanciamiento. Después de esto se encuentran los flujos ajustados para valoración.

Esta hoja contiene muchos supuestos debido a la complejidad del contrato de concesión. En primer lugar, a la fecha del estudio aún no había certeza sobre el monto del PAO de la concesión ya que esto depende del Plan Maestro que elabora el concesionario. Por lo tanto, las cifras de la columna *L* deben ser revisadas.

Por otro lado, tampoco había certeza sobre el flujo inicial de tráfico para calcular los ingresos regulados. Al igual que el caso de los proyectos anteriores, se supuso una distribución triangular para este flujo inicial. Los parámetros de esta distribución (moda, máximo y mínimo) pueden modificarse en la siguiente sección de la hoja:

Determinación del flujo de tráfico del primer año de operación

Moda del flujo en WLU

1.050.908 (WLU)

Valor inferior de distribución triangular para el flujo el primer año

20% de la moda

Valor superior de distribución triangular para el flujo el primer año

20% de la moda

La tasa de crecimiento del flujo para estimar los ingresos regulados se puede modificar en la columna *N* de la hoja. La volatilidad de la tasa de crecimiento puede modificarse en la siguiente sección de la parte izquierda de la hoja:

⁸ Ver el Manual de *Crystal Ball* para realizar esta operación.

Volatilidad de la tasa de crecimiento de los flujos de servicios regulados

Desviación estándar del crecimiento anual del flujo en WLU

0,117 sigma_wlu

Al igual que en los otros proyectos, también existe un parámetro de correlación de los flujos y los retornos de los activos de la economía. Este parámetro es requerido para ajustar los flujos para valorar los activos o pasivos contingentes y depende del comportamiento histórico de los flujos. El parámetro se puede cambiar en la siguiente sección de la parte izquierda de la hoja:

Correlaciones entre tráficos y retorno de activos para valoración

Coeficiente Beta entre tráfico WLU y activos en el Perú

0,0846 beta_wlu

La tarifa promedio para calcular los ingresos regulados también es un supuesto que debe revisarse. Para ello basta con ingresar nuevos parámetros para cada año en la columna *P* de la hoja.

El mecanismo de cofinanciamiento depende también de los ingresos no regulados. Estos se modelaron como un porcentaje de los ingresos regulados. Como existe incertidumbre sobre el monto exacto de estos ingresos, se supuso una distribución triangular para el porcentaje de los ingresos regulados que representan los ingresos no regulados. Los parámetros de esta distribución se pueden modificar en la siguiente sección de la hoja:

Determinación del porcentaje de INR sobre los IR de cada año

Moda del porcentaje

50,0% mu_INR

Límite superior de la distribución

55,0% sup_INR

Límite inferior de la distribución

45,0% inf_INR

Según las condiciones del contrato, es necesario reajustar el ingreso no regulado base (INRB) utilizado en la formula de cofinanciamiento por la variación del IPC de Estados Unidos. Los detalles de este ajuste se encuentran en la respectiva cláusula del contrato. Este parámetro se puede modificar en la siguiente sección de la parte izquierda de la hoja:

Ajuste al Ingreso No Regulado Base (INRB) por variación en el IPC de USA
Ajuste al Ingreso No Regulado Base (INRB) por variación en el IPC de USA

7,66%

Finalmente, hay otro supuesto que corresponde a la factura por cobrar a las fuerzas armadas. Esta factura se supuso como un porcentaje fijo de los ingresos totales del concesionario. Para modificar este parámetro se puede cambiar el supuesto en la siguiente sección de la hoja:

Supuesto para calcular las facturas por cobrar a las Fuerzas Armadas
Porcentaje de los ingresos totales del concesionario

1% %FPC

El mecanismo de cofinanciamiento depende además de algunos parámetros adicionales. Los valores de estos parámetros están fijos en el contrato, por lo que no debería ser objeto de modificación. Sin embargo, para facilitar la comprensión de las fórmulas de la hoja, estos parámetros se han definido explícitamente en la hoja:

Otros Parámetros del mecanismo de autofinanciamiento

Factores de cofinanciamiento

Factor si PAMO es menor que la suma de los IR más INRB

0,5	f1
0,6	f2
0,682	f3
0,15	f6

Factor de incentivo para el IGI

Factor de sensibilidad de pasajeros al PIB de USA

Factor para la fórmula de RE

Tasa impositiva

30,0% %Tx
5,0% %P

Participación de trabajadores

A menos que ocurra una renegociación del contrato, estos parámetros no deberían cambiarse en el modelo.

- “Saneamiento Piura y Paita”. Esta hoja se encuentra pendiente debido a la falta de información para poder realizar la valoración, de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 6 del informe final de la consultoría.

- “Muelle Sur Callao”. En esta hoja, los parámetros siguen el mismo esquema de los otros proyectos. Los flujos de tráfico del primer año de operación de la concesión se han modelado con una distribución triangular. La moda, máximo y mínimo de esta distribución para el tráfico de importación y exportación, y para el tráfico de trasbordo, se pueden modificar en la siguiente sección de la hoja:

Determinación del flujo de tráfico del primer año de operación

Moda del flujo de Exp/Imp en primer año de operación

Valor inferior de distribución triangular para el flujo el primer año

Valor superior de distribución triangular para el flujo el primer año

496.087	(TEU)
30%	de la moda
20%	de la moda

Moda del flujo de Transbordo en primer año de operación

Valor inferior de distribución triangular para el flujo el primer año

Valor superior de distribución triangular para el flujo el primer año

160.082	(TEU)
70%	de la moda
120%	de la moda

Al igual que en los casos anteriores, hay que definir los parámetros de volatilidad y de correlación con los activos de la economía para ambos tipos de tráfico. Estos parámetros se modifican en las siguientes secciones:

Volatilidad de la tasa de crecimiento de los flujos

Desviación estándar del crecimiento anual del flujo Exp/Imp

Volatilidad del crecimiento del flujo Transbordo

0,120
0,120

Correlaciones entre tráficos y retorno de activos para

Coeficiente Beta entre tráfico Exp/imp y retorno de los activos

Coeficiente Beta entre tráfico Transbordo v retorno de los activos

0,011
0,011

Las tasas de crecimiento esperado para cada tipo de flujo están en la columna *N* y *O*, respectivamente. Estos supuestos se pueden modificar fácilmente cambiando los valores en estas columnas.

Por otro lado, la tarifa promedio para ambos tipos de tráficos también son supuestos que deben ser revisados a la luz de los nuevos antecedentes que puedan existir respecto de este proyecto. Las columnas *T* e *U* contienen los valores de estas tarifas. Un aspecto particular a este contrato de concesión es que las tarifas se revisan cada

cinco años. Aún cuando es imposible predecir el resultado de este proceso de revisión tarifaria, en el modelo se ha hecho un supuesto muy simple de que las tarifas reales disminuyen en un X anual a partir de la revisión. Inicialmente se supuso un valor de 2% para este parámetro, pero es trivial modificarlo en la sección de supuestos de la parte izquierda de la hoja:

Revisión tarifaria al 5º de operación de la concesión
después de la primera revisión tarifaria

2,0%

x

Por lo tanto, el analista tiene la opción de modificar este último parámetro (además de las tarifas asumidas para los primeros cinco años de operación de la concesión) o modificar directamente los valores de las tarifas de todos los años⁹.

2.3 Generación de variables aleatorias

La última sección del modelo es la hoja “Generación de *Shocks Aleatorios*” que, como su nombre lo indica, es donde se generan “los shocks o variables aleatorias con distribución normal” para realizar las simulaciones de *Crystal Ball*. Esta hoja tiene primero una matriz donde se definen la correlación entre los *shocks* de cada proyecto. Si en las casillas amarillas de esta matriz se definen todos los valores iguales a cero, entonces cada proyecto tendrá *shocks* aleatorios que no están relacionados con los de los otros proyectos. Sin embargo, es razonable suponer que los tráficos y flujos de los distintos proyectos están relacionados entre sí debido a las fluctuaciones generales de la economía. Si hay una recesión en la economía peruana, lo más probable es que afecte los flujos de todos los proyectos simultáneamente. Por este motivo es recomendable establecer algún grado de correlación. La matriz inicial supone una correlación de 0,3 entre los *shocks* de los distintos proyectos, aunque una correlación más alta, de 0,8, en el caso de los dos flujos de tráfico del Muelle Sur de Callao. Estos parámetros se pueden modificar cambiando el valor en las celdas en amarillo.

⁹ En este último caso, al ingresar un valor en las casillas que contienen una formula, ésta se borra.

La segunda matriz contiene los parámetros de la descomposición de Cholesky que se utilizan para generar *shocks* aleatorios con la correlación deseada a partir de un vector de variables aleatorias no correlacionadas. Se recomienda no modificar esta matriz, a menos que el analista conozca bien estas materias. Antes que nada es muy importante verificar que la hoja ha identificado la función *Cholesky*. Para que esto sea posible, se debe tener definida la función *Cholesky* en el programa *Excel*. Para ello, es necesario copiar en un formulario de *Visual Basic* de *Excel* el código que aparece en el Apéndice 3 del informe final de la consultoría¹⁰.

Finalmente, al lado derecho de estas matrices hay dos tablas. En la primera tabla, se han definido variables aleatorias (con distribución normal) independientes para cada proyecto y año. Para definir estas variables se han utilizado los comandos disponibles en *Crystal Ball*. Las celdas que contienen los supuestos de distribución de las variables aleatorias están coloreadas de verde y es ahí donde *Crystal Ball* genera los *shocks* iniciales para las simulaciones. La segunda tabla transforma estos *shocks* simples en *shocks* correlacionados entre los distintos proyectos. Para ello se utiliza la descomposición de *Cholesky*. Se recomienda no modificar estas dos tablas.

3. Cómo ejecutar una simulación del modelo

Con la información ingresada en dichas hojas, el programa *Crystal Ball* permite generar *shocks* a partir de una distribución definida en cada hoja de cálculo. De esta manera, se puede elaborar escenarios y análisis de sensibilidad. Por ejemplo, la hoja “Muelle Sur Callao” define la distribución de la variable estocástica necesaria con una moda de 496,087 TEUs y una distribución triangular con un límite inferior equivalente a 30% menos de la moda y un límite superior que es mayor en 20% a la moda. Usando los comandos del *Crystal Ball* los *shocks* son generados en la hoja “Generación de *shocks* aleatorios”. La hoja “Simulaciones”

¹⁰ Los comandos de *Excel* a seguir son los siguientes: “Herramientas”, “Macros”, “Editor de Visual Basic”, tras lo cual aparecerá el editor de Visual Basic. Luego, utilizar el comando “Insertar” y “Modulo” para que aparezca un formulario en blanco, luego copiar el código de texto de la función Cholesky en este formulario en blanco.

sirve como planilla auxiliar y automáticamente guarda los valores de las simulaciones realizadas por *Crystal Ball*. Nótese que los valores de los *shocks* que aparecen en las demás hojas solo corresponden al último *shock* simulado por *Crystal Ball*. El objetivo de esta hoja es guardar la “historia” completa de estos *shocks*.

Para facilitar el uso del modelo a continuación se describen los pasos que se deberían seguir para ejecutar el modelo:

- 1) Asegurar que *Excel* está reconociendo la función Cholesky en la hoja “Generación Shocks Aleatorios”. Esto se verifica si en la matriz denominada “Descomposición de Cholesky” hay números en cada casilla. Si por el contrario en estas casillas sale un mensaje de error (“#*Nombre*? ” en *Excel*) quiere decir que el programa no está reconociendo la función de *Cholesky*. En tal caso, se debe verificar que el código del Apéndice 3 del informe esté bien copiado en un formulario de *Visual Basic* en *Excel* (como una macro).
- 2) Actualizar los supuestos de cada proyecto, incluyendo el mes de entrada en operación, parámetros de la estimación inicial de la demanda o tráfico, su tasa de crecimiento y todos los otros supuestos que se han detallado en la descripción de la hoja por proyecto más arriba en este manual. Reemplazar supuestos de tráfico con datos efectivos en la medida que éstos vayan apareciendo. Si es necesario cambiar el año de comienzo de operación del proyecto, se recomienda contactar al consultor que construyó el modelo o seguir la recomendación que sobre esta materia se ha señalado más arriba.
- 3) Revisar la matriz de correlación entre los *shocks* de los distintos proyectos en la hoja de “Generación de Variables Aleatorias” para verificar que los valores de la matriz son los deseados por el analista. Revisar a su vez la hoja de “Supuestos Generales” con el mismo fin.

- 4) Correr el modelo utilizando el comando “Run” de *Crystal Ball*. Mayores referencias para utilizar ese programa se pueden consultar en el manual del mismo.
- 5) Si se desea estimar el valor de los pasivos y activos de un proyecto solamente, se siguen los mismos pasos que arriba, ignorando los supuestos sobre los proyectos que no son de interés, y se corre el modelo. Se debe tener cuidado en utilizar solamente los resultados del modelo que conciernen al proyecto en cuestión y no resultados para otros proyectos o agregados. Además, si se quiere evitar que la valoración del proyecto en cuestión esté afectado por la correlación de los shocks con los de los otros proyectos se debe modificar previamente la matriz de correlación de la hoja “Generación Shocks Aleatorios” poniendo los parámetros de correlación en cero para el proyecto bajo análisis.

4. Conclusiones y recomendaciones

El modelo explicado en este informe se deriva del marco teórico desarrollado en detalle en el informe principal de la consultoría. Así, a partir de un modelo estadístico se tiene una metodología poco demandante en datos específicos y ecuaciones estructurales, pero que permite obtener resultados razonablemente robustos. Además, la herramienta *Crystall Ball* ayuda en la generación de simulaciones y escenarios que son esenciales en el análisis del riesgo fiscal derivado de los proyectos de inversión pública vía Asociación Pública Privada.

No obstante, se debe recordar que este modelo representa un punto de partida en el desarrollo de un marco general para valorizar pasivos contingentes. En ese sentido, se debe considerar a futuro perfeccionar el modelo, por ejemplo, mediante el uso de ecuaciones estructurales una vez que los datos necesarios estén disponibles.

A corto plazo, se debe considerar que muchos de los parámetros y variables introducidas por el equipo consultor corresponden a estimaciones desarrollados con información

relativamente limitada. Sin embargo, la metodología permite su eventual corrección de manera sencilla, salvo en algunos casos específicos. De ser necesario, en dichos casos se recomienda coordinar los cambios con el equipo consultor.

Anexo: La distribución triangular

La densidad (frecuencia relativa) de una distribución triangular es la que se muestra en la siguiente figura. La moda es el valor de la variable aleatoria con mayor densidad¹¹. La distribución tiene un límite máximo y un mínimo. La variable aleatoria sólo puede tomar valores entre estos dos límites. La ventaja de esta distribución en comparación con una distribución normal, es que justamente los valores que puede tomar la variable aleatoria están acotados entre el mínimo y el máximo, mientras que con una variable normal el rango es entre menos infinito y más infinito. Por otro lado, a diferencia de una distribución uniforme, en que la variable aleatoria también tiene una distribución acotada entre un máximo y un mínimo, la distribución triangular le da más peso (en probabilidad) a los valores cercanos a la moda y menos peso a los valores de los extremos. Con una distribución uniforme la densidad es idéntica para todo el rango de la variable.

Además, la distribución triangular no es necesariamente simétrica en torno a la moda, como muestra la figura.

¹¹ Aunque no es posible hablar de probabilidad en el caso de una variable aleatoria continua, por analogía con una variable discreta se podría decir que la moda es el valor con mayor ‘probabilidad’ de ocurrencia.

Distribución Triangular

