

## DOCUMENTO DE EVALUACIÓN “CIRCUITO 5: RUTA 14 ESTE Y RUTA 15”



### PARTE 2: Informe de Valor por Dinero

**Equipo Técnico:**

- Coordinador del estudio: Ec. Adrián Risso, Gerente de Evaluación de Proyectos, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Ec. Franco De Crescenzo, Economista evaluador, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Ing. Hugo Monteverde, Coordinador Técnico, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Cra. Catherine Barzi, Auxiliar, Corporación Nacional para el Desarrollo.
- Ec. Martín Correa, Auxiliar, Corporación Nacional para el Desarrollo.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO .....	5
1 INTRODUCCIÓN .....	7
2 ANTECEDENTES .....	9
3 DESCRIPCION DEL PROYECTO .....	10
3.1 ZONA DE INFLUENCIA .....	10
3.2 DESCRIPCION DE LAS RUTAS.....	10
3.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RUTAS .....	11
3.4 ALTERNATIVA TÉCNICA SELECCIONADA.....	13
4 SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS.....	14
4.1 SELECCIÓN DE VALORES PARA LOS SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS .....	15
5 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS .....	17
5.1 EXISTENCIA DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS EN OBRAS VIALES .....	17
5.2 SELECCIÓN DE PRINCIPALES CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS .....	17
6 MATRIZ DE RIESGO CONTRACTUAL DEL PROYECTO .....	20
6.1 ASIGNACIÓN DE RIESGO DE SOBRECOSTO Y SOBREPLOZO: RETENIDO Y TRANSFERIDO .....	22
6.2 PONDERACIÓN DE LOS RIESGOS RETENIDOS Y TRANSFERIDOS .....	27
7 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPR.....	31
7.1 PARÁMETROS DEL MODELO .....	31
7.2 COSTO BASE .....	32
7.3 COSTO DE LOS RIESGOS RETENIDOS Y TRANSFERIDOS .....	33
7.4 COSTO DE LA ESPERA PÚBLICA .....	35
7.5 COSTO AJUSTADO POR RIESGO DEL PPR.....	36
8 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPP .....	37
8.1 ESTRUCTURA DEL MODELO DE NEGOCIO .....	37
8.2 COMPONENTES DEL COSTO DE LA ALTERNATIVA PPP .....	38
8.3 COSTO AJUSTADO POR RIESGO DEL PROYECTO PPP .....	38
9 RESULTADOS DEL VALOR POR DINERO .....	40
9.1 CÁLCULO DEL VPD EN TÉRMINOS PROMEDIOS.....	40
9.2 VPD CON DISTINTAS POSICIONES FRENTE AL RIESGO .....	42
9.2.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS EN EL ESCENARIO ANALIZADO.....	43
10 CONCLUSIONES .....	44
11 ANEXO I: TALLER DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS .....	45
11.1 Ficha Técnica .....	45
11.2 Detalle de Participantes .....	45

<b>11.3 Procedimiento .....</b>	<b>46</b>
<b>12 ANEXO II: REPORTE DE LA SIMULACIÓN DEL VPD .....</b>	<b>49</b>
<b>12.1 ALTERNATIVA A21 - VELOCIDAD DE 90 KM/H .....</b>	<b>49</b>

## RESUMEN EJECUTIVO

En esta segunda parte del Documento de Evaluación se realiza el estudio de valor por dinero del proyecto “Circuito 5: Ruta 14 Este y Ruta 15”. En la primera parte se habían analizado la Alternativa A21 que considera llevar todo el circuito a una velocidad de 90 km/h con un cronograma de 19 pagos por disponibilidad a partir del año 2018 representando un pago anual promedio de USD 21,42 millones.

En esta segunda parte se analiza la conveniencia o no por parte del estado de emprender el proyecto por obra pública tradicional o asociarse con un inversor privado. De este modo se evalúa la alternativa analizada en el informe de evaluación financiera y se estudia si existe valor por dinero, es decir, si es conveniente para el estado asociarse con el sector privado en este proyecto.

En este sentido se deben comparar los diferentes costos que tendría el estado por elegir una u otra opción en cada escenario. Además de los costos de inversión, de mantenimiento y operación son importantes aquellos que surgen de los riesgos que se asumen al emprender el proyecto. Estos riesgos pueden ser asumidos totalmente por el sector público en el caso de la opción de obra pública tradicional o cierta parte puede ser transferida en el caso de la opción PPP. Como forma de medición de estos riesgos, en el caso del presente proyecto se estimaron sobrecostos y sobreplazos mediante la evidencia a nivel internacional. Es así que, los sobrecostos en obras viales representan en promedio un 20,4% con una desviación estándar del 29,9%. De la misma manera, la evidencia señala que los sobreplazos de este tipo de obras son de 50,21% con una desviación estándar del 56,86%. De los talleres realizados en Uruguay para proyectos viales surge que las principales causas de los sobrecostos en este tipo de proyectos son la sobrecarga, los aumentos de precios de los insumos y los aplazamientos del comienzo de las obras, entre otros. Por su parte, los sobreplazos encuentran sus causas en los retrasos en la entrega del terreno, en las habilitaciones y en la disponibilidad de recursos del contratante.

El porcentaje de riesgos transferido en el proyecto PPP puede describirse de la siguiente manera: en el caso de sobrecostos en obra de construcción y mantenimiento rutinario se transfiere un 69,77% de los riesgos; para los sobrecostos de obras de mantenimiento mayor se transfiere un 69,50% de los riesgos; finalmente en el caso de los sobreplazos la transferencia es del 31,40%. En este último caso la mayor parte del riesgo queda retenido por el estado ya que las causas del mismo se encuentran allí. De todas formas, el total del riesgo transferido en términos de costos está en el entorno del 67%.

**Tabla 1: Resultados Financieros y de Valor por Dinero en millones de dólares**

Alternativa	PPD promedio	TOTAL PPD	Valor por Dinero
Alternativa A21: Velocidad 90 km/h	21,42	406,95	<b>12,20</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 resume los resultados de valor por dinero comparándolos con los pagos por disponibilidad totales y promedios anuales que surgen de la primera parte del documento de

evaluación. Como se puede apreciar en el escenario analizado se verifica la existencia de valor por dinero. Por tanto sería conveniente la opción de PPP.

El análisis de riesgo bajo escenarios de incertidumbre también confirma los resultados. Esto se puede apreciar en la alta probabilidad de existencia de valor por dinero. En efecto, los resultados obtenidos señalan una probabilidad de valor por dinero positivo mayor a 50%. Finalmente, un análisis de valor en el riesgo (VaR) muestra la existencia de un riesgo que puede llevar a que el valor por dinero pueda ser mayor y alcance los UI 465,65 millones. Estos indicadores señalan el riesgo por pérdida de valor si el proyecto no se realiza por PPP.

# 1 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente informe es construir un Comparador Público Privado, que permita identificar, o no, la existencia de Valor por Dinero (VpD) en el proyecto “Circuito 5: Ruta 14 Este y Ruta 15”, ejecutado bajo la modalidad de Participación Público Privada.

La Ley Número 18.786 publicada en el Diario Oficial el 19/08/2011, de Participación Público Privada (PPP) aporta al Estado una nueva herramienta de inversión en materia de infraestructura. Las PPP son una alternativa para la provisión y financiamiento de infraestructuras públicas, entendiéndose el término “provisión” en un sentido amplio, esto es incluyendo el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento de dichas infraestructuras. Ahora bien, la aparición de la herramienta PPP no sustituye ninguno de los mecanismos de inversión existentes. Por tanto, antes de realizar un proyecto mediante este mecanismo es necesario evaluar si dicha modalidad de ejecución es la más apropiada.

*Esta Ley en su artículo 16 establece que “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 pre-factibilidad, 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. En particular, se deberá mostrar que el modelo de contratación propuesto es el que permite al Estado obtener el mayor «Valor por Dinero»”.*

El estudio del Comparador Público Privado, o VpD, se encuentra dentro de los estudios previos a realizarse si se desea ejecutar la modalidad PPP. La metodología de dicho documento 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, en comparación con un esquema de obra pública tradicional. El VpD se define como el valor presente del costo total neto de un Proyecto Público de Referencia (PPR) ajustado por riesgo y por ingresos de terceras fuentes, menos el costo total del proyecto PPP.

El presente documento aplica dicha metodología y justifica cuál de las dos alternativas, obra pública tradicional o contrato PPP, es la más eficiente para la ejecución de este proyecto. La metodología se encuentra sistematizada y explicada en la “Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay”.<sup>1</sup>

El capítulo 2 presenta los antecedentes, tanto del proyecto como de la metodología. En el capítulo 3 se presenta una descripción del proyecto a efectos de especificar con claridad la alternativa evaluada. En el capítulo 4 se indican los valores de sobrecostos y sobreplazos que serán utilizados para el cómputo del valor por dinero. Posteriormente, en el capítulo 5 se identifican las causas de riesgos de sobrecostos y sobreplazos para luego en el capítulo 6 explicar la matriz de riesgos contractual del proyecto donde se explica cuales riesgos son

---

<sup>1</sup> [http://www.mef.gub.uy/ppp/documentos/guia\\_valor\\_dinero.pdf](http://www.mef.gub.uy/ppp/documentos/guia_valor_dinero.pdf)

transferidos y cuales retenidos. En base a estos riesgos, en los capítulos 7 y 8 se estiman los costos de las alternativas PPR y PPP, respectivamente. En el capítulo 9, se estima el valor por dinero y su distribución. Finalmente, en el capítulo 10 se presentan las principales conclusiones del estudio.



## 2 ANTECEDENTES

Luego de la crisis económica de 2001-2002, Uruguay ha cambiado en buena parte su modelo de negocio como país. Pasó de tener un crecimiento basado en servicios a tener un crecimiento basado principalmente en exportaciones, especialmente del sector agroindustrial. Este crecimiento necesita de una dotación adecuada de infraestructura, en particular, es necesario disponer de carreteras con un adecuado nivel de servicio para estas actividades. El aumento inesperado del tráfico, ha hecho que muchas de nuestras rutas tengan un nivel de mantenimiento inferior al deseado.

El deterioro de los niveles de servicio implica, además de mayores gastos de mantenimiento, un aumento de los costos de operación vehicular y un incremento en la probabilidad de ocurrencias de accidentes. Con cierta frecuencia se dan siniestros de tránsito originados por el mal estado de la ruta. Por ejemplo, los ahuellamientos y los desprendimientos de parte de la banquina hacen que los camiones tengan dificultades para circular.

Por otro lado, en cuanto a los antecedentes internacionales en la aplicación del VpD, hasta el año 1999, el análisis formal sobre la conveniencia de implementar proyectos bajo la modalidad de Participación Público Privada (PPP) solamente se circunscribía a los tradicionales análisis costo-beneficio y costo-eficiencia, en los cuales se determina, desde la óptica de la sociedad, el valor actual neto del proyecto. Recién a partir del año 1999, comenzó a surgir un nuevo enfoque: evaluar la modalidad de contratación, es decir, analizar la conveniencia acerca de la forma de ejecutar el proyecto. En etapas avanzadas de un proyecto a esta metodología se le denomina Valor por Dinero.

### 3 DESCRIPCION DEL PROYECTO

#### 3.1 ZONA DE INFLUENCIA

El proyecto Circuito 5 comprende Corredor Vial Ruta 14 Este (Sarandi del Yi – Lascano) y Ruta 15 (Lascano – Velasquez).

La zona de influencia del proyecto es un área predominantemente de producción arroceras y ganadera vacuna. En los departamentos de Lavalleja y Rocha también hay una gran producción de bosques para consumo de madera. La lechería es una actividad relevante en la zona de influencia del departamento de Florida, siendo junto con Canelones, 2 departamentos que forman parte de la cuenca lechera, la cual ocupa el 60% de la producción de leche de todo el País. Finalmente la industria del Turismo es una actividad importante en la zona de influencia del departamento de Rocha, principalmente en los meses de diciembre a marzo.

El crecimiento económico de los últimos años vinculado a los productos primarios ha generado un aumento del tránsito pesado en la zona de influencia, principalmente en lo que tiene que ver con el transporte de carne y productos agrícolas.

#### 3.2 DESCRIPCION DE LAS RUTAS

La Ruta 14 (Brigadier General Venancio Flores) es una de las rutas nacionales de Uruguay y recorre el país de oeste a este recorriendo los departamentos de Soriano, Flores, Durazno, Florida, Lavalleja y Rocha. Esta carretera presenta un recorrido discontinuado de 481 km, que se dividen en varios tramos. El presente proyecto incluye los comprendidos entre las rutas 6 y 7, en el departamento de Florida, y corresponde a la red departamental por un total de 46,5 km. Un segundo tramo que se extiende desde la localidad de José Batlle y Ordóñez hasta la ruta 8 por 64,5 km, formando parte de la red departamental y recorriendo el norte del departamento de Lavalleja. Por último el Circuito 5 comprende el tramo que tiene su origen en la ciudad de Varela, y finaliza en la ciudad de Lascano.

La segunda ruta afectada al proyecto es la Nº 15, que atraviesa el departamento de Rocha desde la ciudad de La Paloma hasta la localidad de Cebollatí. Esta carretera pertenece a la red vial secundaria de Uruguay y presenta dos tramos, el primero de ellos entre la ciudad de La Paloma y la ruta 9, y el otro entre la ciudad de Rocha y la localidad de Cebollatí. Dentro del Circuito 5 se incorpora el tramo que se desarrolla entre Velázquez y Lascano.

Tabla 2: Tramos viales del Circuito 5

Tramos	Longitud (Kms)	Denominación de los tramos	Departamento
R14	149,8	Ruta 6 – Ruta 15	Florida, Lavalleja y Rocha
R15	38,6	Ruta 6 – Fray Marcos	Rocha
<b>TOTAL</b>	<b>188,4</b>		

Fuente: Elaborado en base a Informe Pre Factibilidad Circuito 5

### **3.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LAS RUTAS**

Respecto a la situación actual de las rutas, podemos indicar que no existen condiciones homogéneas en cuanto al tipo de infraestructura (material de la capa de rodadura), estado de conservación y el tránsito que recibe cada tramo.

Respecto al material de la capa de rodadura en el circuito existen tramos con tratamiento bituminoso y grava. En términos de todo el circuito los beneficios de mejorar este tramo serán cuidadosamente observados.

En la siguiente tabla presentamos los principales indicadores de la situación actual de la Ruta en los tramos a estudio:

**Tabla 3: Indicadores del estado de las rutas del circuito**

Ruta	Tramo	Nombre Tramo	Longitud (Km)	Tipo Calzada	Ancho Calzada	Ancho Banquina	IRI promedio	TPDA 2014	Longitud post proyecto (km)
14	N1	Ruta 6 – Ruta 7	46,821	Rutas de Material Granular	7,30	0,00	5,52	400	42,437
14	N2	Ruta 7 – Zapican	23,536	Rutas de Tratamiento Bituminoso	6,95	0,70	3,29	368	27,584
14	N3	Zapican – Ruta 8	39,906	Rutas de Material Granular	9,17	0,30	4,34	214	34,68
14	304	Averías – Ruta 8 (256K500, J. P. Varela)	26,607	Rutas de Tratamiento Bituminoso	7,27	1,29	5,78	686	26,28
14	305	Lascano – Averías	12,935	Rutas de Tratamiento Bituminoso	6,90	0,71	5,83	685	13,13
15	310	Empalme Velazquez (Ruta 13) – 112K000	19,649	Rutas de Tratamiento Bituminoso	7,03	1,11	3,02	864	19,649
15	311	112K000 - Lascano	18,957	Rutas de Tratamiento Bituminoso	7,95	1,35	3,00	864	18,957

Fuente: Informe Pre Factibilidad Circuito 5

### **3.4 ALTERNATIVA TÉCNICA SELECCIONADA**

Las alternativas del proyecto a ser evaluadas se describen en el estudio de prefactibilidad. La alternativa seleccionada es la A21 y consiste en una combinación de mejoras al pavimento, rehabilitación y refuerzo de puentes, a partir de la propuesta de rehabilitar o generar un nuevo trazado sobre la Ruta 14 para lograr una velocidad de diseño de 90 km/h. En el caso de la Ruta 15 se mantiene el trazado actual y se proponen cambios geométricos que permitan mejorar la velocidad de circulación hasta 90 km/h. Adicionalmente se plantea intervenciones cuando se alcance un IRI máximo de 4,0.

## 4 SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS

El ciclo de vida de un proyecto de construcción se puede segmentar en dos grandes etapas, la fase temprana (planeación), antes del inicio de las obras, y la etapa final, la ejecución de las obras. La diferencia entre lo que se estima antes de comenzar las obras, y lo que sucede al terminar la misma es habitualmente diferente debido a una gran cantidad de causas. Esto muestra la necesidad de implementar una buena etapa de planeación de los proyectos para evitar asumir costos que originalmente no estaban pensados.

La lógica subyacente a esto es que los niveles de incertidumbre comienzan a decrecer a medida que la vida del proyecto avanza (anteproyecto, proyecto ejecutivo, obras). De esta manera, mientras se dedica mayor tiempo y recursos en la realización de estudios con mayor profundidad, la incertidumbre comienza a reducirse. Si bien a nivel de prefactibilidad<sup>2</sup> están definidos varios aspectos del proyecto, el hecho de no contar con el proyecto ejecutivo impide tener una confección detallada del rubrado de la obra para su presupuestación final.

La diferencia entre la estimación previa, de costos y duración, y lo que insume finalmente un proyecto, se conoce como sobrecostos y sobreplazos. El período de estimación refiere a la etapa donde la identificación del proyecto existe, las características y dimensiones se encuentran definidas, pero aún no existe el desarrollo del proyecto ejecutivo. Es decir, parte de la incertidumbre está asociada a la inexistencia de una detallada definición de las obras en lo que refiere a su diseño y especificaciones concretas, asumiéndose una gran cantidad de riesgos.

En un esquema de Participación Público Privada (PPP) una de las principales ventajas es la distribución de los riesgos para que éstos sean administrados por el agente más capaz, dado sus características y su experiencia. Los sobrecostos y sobreplazos son identificados en la literatura como los dos principales riesgos de las obras públicas tradicionales que son total o parcialmente transferidos al sector privado en un proyecto PPP. Consecuentemente, su cuantificación será necesaria para identificar el valor monetario del riesgo que asumiría el Estado, si realizara el proyecto bajo obra pública tradicional, o el que deja de asumir por ejecutar el proyecto mediante PPP. Esta magnitud será parte del valor presente del costo del Proyecto Público de Referencia (PPR), necesario para la evaluación de la existencia, o no, de valor por dinero. El PPR corresponde a la alternativa de provisión pública tradicional de la infraestructura con exactamente la misma calidad que puede ser provista por la alternativa PPP<sup>3</sup>. Posteriormente se deberá calcular cuánto de ese riesgo es transferido al privado en un esquema de PPP, siendo ésta una proporción del riesgo total de sobrecosto y sobreplazo calculado anteriormente.

Cabe aclarar que la definición de sobrecosto y sobreplazo adoptada y la forma de cuantificarse está relacionada con el tipo de contrato que se pretende licitar. En este caso, como se

---

<sup>2</sup> A nivel teórico en la etapa de prefactibilidad se realiza una estimación de los costos del proyecto sin contar aún con un diseño ejecutivo. En la siguiente etapa, en la cual se confecciona un estudio de factibilidad se dispone de un diseño ejecutivo.

<sup>3</sup> Por mayor detalle de esta definición ver Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay. [http://www.mef.gub.uy/ppp/documentos/guia\\_valor\\_dinero.pdf](http://www.mef.gub.uy/ppp/documentos/guia_valor_dinero.pdf)

mencionó anteriormente, el contrato propuesto consiste en el financiamiento, diseño, reconstrucción, rehabilitación y puesta a punto de 188,4 km de ruta correspondientes a Ruta 14 Este (Sarandi del Yi – Lascano) y Ruta 15 (Lascano – Velasquez). Esto implica que al momento de ofertar, el privado no contará con un diseño ejecutivo. Por tanto, el sobrecosto y el sobreplazo estimados corresponden a las diferencias entre lo efectivamente ocurrido y lo que se estimó previo a la etapa de diseño.

Un aspecto central en el estudio de la valoración de sobrecostos y sobreplazos son las fuentes para obtener información estadística acerca de estos riesgos. Las fuentes de información usualmente utilizadas son: datos históricos, talleres de riesgos y estudios referenciales. La primera técnica requiere de la existencia de datos históricos de sobrecostos y sobreplazos en la realidad nacional, lo que es inusual en muchos casos dada la falta de sistematización de la información de las obras públicas, o la baja cantidad de datos que conforman la muestra. La segunda se aplica cuando no existe información estadística suficiente y consiste en un grupo de expertos que identifican y valoran los riesgos. Finalmente, si ninguna de las dos técnicas anteriores resulta posible se puede recurrir a las referencias internacionales para el mismo sector. Una combinación de ambas técnicas permite enriquecer el análisis y comparar los datos para lograr mayor consistencia.

Para el presente Estudio se tomó la evidencia internacional a nivel de sobrecostos y sobreplazos en obras viales para cuantificar el valor de los riesgos del proyecto.

#### 4.1 SELECCIÓN DE VALORES PARA LOS SOBRECOSTOS Y SOBREPLAZOS

A nivel internacional existe una amplia literatura desarrollada en torno a la problemática de sobrecostos y sobreplazos. En la mayoría de los estudios realizados se confirma la existencia de los mismos.

Dentro de los estudios más destacados en el tema se encuentra el realizado por Flyvbjerg B, et al. (2002), se hace una amplia selección de 258 casos de proyectos de infraestructura de transporte construidos entre 1927 y 1998. Los proyectos incluidos refieren a tres tipos diferentes: (1) ferroviarios (alta velocidad, urbanos y convencionales entre ciudades), (2) puentes y túneles, y (3) viales (carreteras y autopistas). Los autores segmentan la muestra entre proyectos de EEUU y Europa. Si bien no encuentran diferencias significativas a nivel agregado, sí existen diferencias cuando se comparan cada uno de los distintos tipos de proyectos.

Tabla 4: Proyectos de infraestructura del transporte

Tipo Proyecto	Número de casos	Promedio Sobrecosto	Desviación Estándar
Ferrovianos	58	44,7%	38,4%
Puentes y túneles	33	33,8%	62,4%
<b>Viales</b>	<b>167</b>	<b>20,4%</b>	<b>29,9%</b>
Total	258	27,6%	38,7%

Fuente: Flyvbjerg B, Holm MS y Buhl S. (2002)

Los mencionados autores concluyen que los sobrecostos son algo que históricamente ha existido, y no tiende a reducirse con el tiempo, a pesar de la existencia de la lógica del ensayo y error, y de que las técnicas de estimación hayan mejorado.

Como se puede apreciar las obras viales a nivel internacional tienen un promedio de sobrecostos del orden del 20,4% con una desviación estándar del 29,9%. Estos son los valores que en principio se seleccionan para el desarrollo del presente estudio.

Por su parte, Ram Singh (2010), se plantea analizar los determinantes de sobrecostos y sobreplazos de 894 proyectos de infraestructura en India, en el periodo 1992-2009. De esta forma, el autor encuentra que los sobrecostos y sobreplazos disminuyeron en el tiempo. Plantea que el sobreplazo es un determinante importante del sobrecosto, a su vez existe una relación positiva entre el tamaño del proyecto y la probabilidad de que existan sobrecostos (proyectos de mayor tamaño generaron mayores sobrecostos).

Respecto a los proyectos de transporte carretero, ferroviarios y de desarrollo urbano el autor constata que existen mayores sobrecostos y sobreplazos que en proyectos de otro tipo. A continuación se presenta una tabla con los principales resultados encontrados por el autor:

**Tabla 5: Sobreplazos en proyectos de India (1992-2009)**

	Núm. de Proyectos	% de Sobreplazo	
		Media	Desviación Estándar
Energía Atómica	12	301,02	570,48
Aviación Civil	47	68,52	58,15
Carbón	95	31,05	69,28
Fertilizantes	16	26,53	41,80
Finanzas	1	302,78	0
Salud y Bienestar Familiar	2	268,04	208,63
Información y Comunicación	7	206,98	140,57
Minas	5	42,44	36,23
Petroquímicos	3	74,43	3,05
Petróleo	123	37,57	49,60
Energía	107	33,57	55,15
Ferrovionario	122	118,08	141,71
<b>Transporte carretero</b>	<b>157</b>	<b>50,21</b>	<b>56,86</b>
Puertos	61	118,64	276,79
Acero	43	49,91	60,67
Telecomunicaciones	69	238,24	259,34
Desarrollo Urbano	24	66,44	44,58
<b>Total</b>	<b>894</b>	<b>79,25</b>	<b>153,51</b>

Fuente: Ram Singh (2011)

La Tabla 5 muestra que en proyectos viales el porcentaje de sobreplazos en promedio es de 50,21% mientras que su desviación estándar es de 56,86%. Estos valores serán tomados para estimar los sobreplazos en las obras del circuito que se desarrollan en el presente informe.

Es importante destacar que la existencia de sobreplazos en las obras es una causante directa de sobrecostos, materializándose económicamente en el presupuesto final. Sin embargo, en los proyectos de infraestructura pública, el sobreplazo genera intrínsecamente un costo social, éste refiere a la penalización que sufre la sociedad por no contar con la infraestructura disponible en el momento previsto, será esta la forma de cuantificar el riesgo de sobreplazo.



## **5 IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS**

Para abordar la problemática entorno a las causas de sobrecostos y sobreplazos se utilizaron los datos obtenidos en el taller realizado los días 6 y 7 de marzo de 2012 en marco de la primer PPP Vial desarrollada en Uruguay correspondiente al corredor rutas 21-24.

Los resultados obtenidos en el taller se muestran a continuación. Se presentan, en primer lugar, los porcentajes de acuerdo en la existencia de sobrecostos y sobreplazos. En segundo lugar, se presentan los resultados de las principales causas de sobrecostos y sobreplazos identificadas por los expertos.

### **5.1 EXISTENCIA DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS EN OBRAS VIALES**

El 96% de los participantes consideró que en promedio siempre existen sobrecostos en las obras viales en Uruguay, por lo tanto la probabilidad de ocurrencia de sobrecostos en obras viales es de 0,96.

Asimismo, el 100% de los participantes opina que existen diferencias en los sobrecostos según el tipo de programa de obra (obra nueva, reconstrucción, mantenimiento rutinario, cambio de estándar) mientras que el 84% opina que este no varía según el tamaño de la obra.

Con respecto al sobreplazo, la opinión de los expertos en cuanto a la existencia del mismo está más dividida. El 42,31% de los expertos sugiere que existe sobreplazos en obras viales en Uruguay mientras que un 30,77% piensa que no existen sobreplazos y un 26,92% no sabe o no contesta. Por lo tanto, a los efectos del estudio, se toma como probabilidad de ocurrencia de sobreplazos 42,31%.

### **5.2 SELECCIÓN DE PRINCIPALES CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS**

Como se describió anteriormente, se presentaron a los participantes una lista de 17 causas de sobrecosto y 47 causas de sobreplazo, las cuales debían ser valuadas en cuanto a su impacto y probabilidad de ocurrencia. Cabe destacar que el mencionado listado de causas surge de una recopilación bibliográfica del tema sumado a una visión experta en la realidad local que validó y ajustó algunas de las causas.

Del análisis de los resultados obtenidos, se construye una matriz de causas principales. En esta matriz se presentan las causas relevantes (pocas “vitales”) que son las que quedaron determinadas en la matriz de riesgo dentro de los cuadrantes de alta relevancia, debido a los mayores niveles de impacto y probabilidad de ocurrencia. Es decir, se consideraron causas vitales aquellas que los participantes acordaron que tenían impacto de moderado a crítico y/o una probabilidad de ocurrencia de moderada a muy alta. Las causas posicionadas en el cuadrante moderado-moderado no fueron analizadas dado que no presentaban ningún valor crítico.

Adicionalmente calculamos el índice de Ocurrencia, índice de Impacto, y de la combinación de ambos, el índice de Importancia. Los dos primeros índices son un promedio de la votación de los expertos a cada causa. El índice de Importancia es la multiplicación de los dos índices anteriores. El cálculo de este índice es una herramienta adicional a la matriz de riesgo, que permite realizar un ranking de la totalidad de causas, corroborando que las más importantes son las que se ubican en la parte crítica de la matriz.

A continuación se detalla la matriz con las causas altamente relevantes para el caso de sobrecostos, incluyendo las causas iniciales y las que los expertos decidieron reevaluar en el segundo día. Junto con esta matriz se presenta la definición de las causas relevantes y su ranking según el índice de importancia. Seguido de esto, se muestra el mismo ejercicio para las causas de sobreplazos.

#### CAUSAS SOBRECOSTOS<sup>4</sup>

Tabla 6: Matriz de impactos de sobrecostos

		IMPACTO				
		Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico
OCURENCIA	Muy alto					
	Alto			17	14	
	Moderado			1, 2, 5, 8, 9, 2a	4,15, 16, 2b	
	Bajo				10, 12, 2c	
	Muy bajo					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Principales causas de sobrecosto

Causas	Ocurrencia	Impacto	Índice de ocurrencia	Índice de impacto	Índice de importancia	Ponderador
14- Sobrecarga	4	4	0,704	0,744	0,524	13,8%
17- Aplazamiento del comienzo de obra	4	3	0,68	0,696	0,473	12,4%
4- Momentos del ciclo económico	3	4	0,658	0,716	0,471	12,4%
15- Error de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro	3	4	0,616	0,728	0,448	11,8%
16- Aumento de la demanda	3	4	0,632	0,68	0,430	11,3%
10- Inadecuada experiencia en el equipo de diseño	2	4	0,44	0,664	0,292	7,7%
12- Interpretación equivocada de requerimientos	2	4	0,36	0,6	0,216	5,7%
2b- Variaciones en el tipo de cambio	3	4	0,633	0,7	0,443	11,6%
2c- Aumento en el precio de los insumos	4	4	0,708	0,716	0,507	13,3%

Fuente: Elaboración propia

<sup>4</sup> Las causas identificadas como 2a, 2b o 2c son aquellas que se agregaron en una segunda instancia.

**Tabla 8: Clasificación de Probabilidad de ocurrencia y Consecuencia del Impacto**

Probabilidad de ocurrencia	Consecuencias del Impacto
5 = Muy alto	5 = Crítico
4 = Alto	4 = Severo
3 = Moderado	3 = Moderado
2 = Bajo	2 = Mínimo
1 = Muy bajo	1 = Despreciable

Fuente: Elaboración propia

### CAUSAS SOBREPLOZO<sup>5</sup>

**Tabla 9: Matriz de impactos de sobreplazos**

		IMPACTO				
		Despreciable	Mínimo	Moderado	Severo	Crítico
OCURENCIA	Muy alto					
	Alto					
	Moderado				1, 22, 2c	
	Bajo					
	Muy bajo					

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10: Principales causas de sobreplazos**

Causas	Ocurrencia	Impacto	Índice de ocurrencia	Índice de impacto	Índice de importancia	Ponderador
1- Retraso en la entrega del terreno	3	4	0,568	0,816	0,463	35,3%
22- Retrasos en las habilitaciones	3	4	0,712	0,616	0,439	33,4%
2c- Disponibilidad de recursos del contratante (humanos, materiales, financieros)	3	4	0,575	0,716	0,412	31,3%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11: Clasificación de Probabilidad de ocurrencia y Consecuencia del Impacto**

Probabilidad de ocurrencia	Consecuencias del Impacto
5 = Muy alto	5 = Crítico
4 = Alto	4 = Severo
3 = Moderado	3 = Moderado
2 = Bajo	2 = Mínimo
1 = Muy bajo	1 = Despreciable

Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup> Las tres causas de sobreplazos fueron definidas por los expertos luego de un proceso de reevaluación y discusión, descartando una lista de causas originalmente identificadas.

## 6 MATRIZ DE RIESGO CONTRACTUAL DEL PROYECTO

Además de tener identificados los riesgos de un proyecto, es necesario determinar si dichos riesgos serán transferidos al sector privado o si serán retenidos por la Administración bajo la modalidad de PPP. Como fue mencionado, esto es necesario para cuantificar el costo del proyecto PPP.

En primer lugar se analizó una matriz contractual de riesgos globales asociados a proyectos viales y se analizó cuáles de estos riesgos quedan retenidos en la Administración Pública y cuales son transferidos al privado, en función del modelo de negocio definido en las Bases de la Contratación. Dicha matriz proviene de la experiencia internacional en este tipo de proyectos.

A continuación se muestran las diferentes matrices contractuales separadas en las distintas etapas del proyecto definidas como:

- Etapa previa: involucra todo el período anterior al inicio de la construcción incluyendo licitación y estudios previos.
- Etapa construcción: corresponde al período de ejecución de obras.
- Etapa explotación: involucra el período posterior a la ejecución de obras iniciales y corresponde a la explotación, gerenciamiento del proyecto y ejecución de obras de mantenimiento rutinario y mayor.
- Etapa construcción y explotación: involucra causas asociadas a ambas etapas.

Tabla 12: Matriz de riesgos en la Etapa Previa

Categoría del riesgo	Riesgos estándares	Administración	Contratista	Descripción
<b>Riesgo de implementación</b>	Riesgo de adquisición de terrenos	X		Dificultad en la entrega de terrenos en concordancia con un programa previamente definido lo que implica atrasos en el proceso constructivo. Riesgos de expropiación.
<b>Riesgo de implementación</b>	Riesgo de demora en la aprobación de la adjudicación del contrato de construcción	X		El contrato no se suscribe en la fecha programada y retrasa el inicio del proyecto.
<b>Riesgo de implementación</b>	Desacuerdos	X	X	Discordancias en aspectos de los acuerdos
<b>Riesgos financieros</b>	Riesgo de obtención de financiamiento		X	No obtención del financiamiento apropiado. El proyecto no puede levantar los fondos suficientes para ser materializado, lo que implica retrasos.

Fuente: Elaboración propia

En la Etapa Previa, la mayoría de los riesgos corren por el lado de la Administración, debido a demoras en la adquisición de terrenos o en las aprobaciones correspondientes. Por otra parte, el riesgo de obtención de financiamiento corresponde totalmente al Contratista. Finalmente

existe un riesgo compartido entre el Contratista y la Administración Pública Contratante en el caso de desacuerdos en la interpretación de determinados aspectos relacionados al proyecto.

**Tabla 13: Matriz de riesgos en la Etapa Construcción**

Categoría del riesgo	Riesgos estándares	Administración	Contratista	Descripción
Riesgos de construcción	Riesgo de diseño en trazados existentes		X	El diseño de ingeniería establecido por el Contratista para el proyecto puede ser insuficiente, lo que puede generar la realización de nuevas obras y/o inversiones complementarias.
Riesgos de construcción	Riesgo de sobre costos	X	X	Aumento de costos debido a incrementos en las cubriciones de los materiales, insumos, mano de obra y especificaciones de diseño.
Riesgos de construcción	Riesgo de atrasos en el desarrollo de la construcción		X	Aumentos de los costos debido a atrasos en la ejecución de las actividades y programas.
Riesgos de construcción	Riesgo de Servicios Afectados		X	Durante la construcción se pueden afectar servicios públicos en la zona.
Riesgos de construcción	Riesgo Geológico en trazados existentes		X	Aspectos del subsuelo no previstos antes de la ejecución de las obras.
Riesgos de mercado	Riesgo de incremento en el precio de insumos	X	X	El precio de los insumos necesarios para las obras o de la operación del proyecto aumenta debido a contingencias macroeconómicas.
Riesgos de construcción	Riesgo arqueológico	X		Durante la realización de la obra se encuentran restos arqueológicos que interfieren con el normal desarrollo de la construcción del proyecto. Se recalca que el efecto es muy bajo debido a que el proyecto involucra en su totalidad trazado existente.

Fuente: Elaboración propia

En la Etapa Construcción, los riesgos se encuentran distribuidos más equitativamente entre los involucrados. Tanto el riesgo de diseño como el geológico se encuentran asignados al privado ya que él será el encargado de realizar el diseño ejecutivo.

**Tabla 14: Matriz de riesgos en las Etapas de Construcción y Explotación conjuntamente**

Categoría del riesgo	Riesgos estándares	Administración	Contratista	Descripción
Riesgos ambientales	Riesgo ambiental	X		Cambios en las normativas ambientales que afectan la ejecución del proyecto.
Riesgos ambientales	Riesgo ambiental		X	Daños por siniestros ambientales no previstos.
Riesgos de operación y mantenimiento	Riesgo de sobrecostos	X	X	Aumento no previsto de los costos de operación y/o mantenimiento del proyecto.
Riesgos de operación y mantenimiento	Riesgo de nivel de servicio (disponibilidad)		X	No se logra alcanzar un nivel de servicio y de calidad para el proyecto acorde con las especificaciones.

Categoría del riesgo	Riesgos estándares	Administración	Contratista	Descripción
<b>Riesgos de costos</b>	Riesgo de demanda	X		La demanda es diferente a la estimada lo que repercute en el nivel de obras a realizar.
<b>Riesgos tecnológicos</b>	Riesgo de obsolescencia tecnológica		X	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.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 15: Matriz de riesgos en todas las etapas**

Categoría del riesgo	Riesgos estándares	Administración	Contratista	Descripción
<b>Riesgos financieros</b>	Riesgo de tasa de interés		X	Las tasas de interés fluctúan en forma desfavorable encareciendo los costos financieros.
<b>Riesgos financieros</b>	Riesgo de tipo de cambio	X	X	El tipo de cambio fluctúa de manera desfavorable afectando el financiamiento y el costo de los insumos importados.
<b>Riesgos de fuerza mayor</b>	Riesgo de catástrofes naturales	X		Hechos de la naturaleza, conflictos bélicos, terrorismo u otros riesgos no asegurables que impiden el desarrollo del proyecto, destruyen activos, incrementan los costos, interrumpen el servicio no permitiendo su operación de manera adecuada.
<b>Riesgos políticos</b>	Riesgo de cambios en la legislación pertinente	X		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.
<b>Riesgos políticos</b>	Riesgo de cambios en la legislación pertinente		X	Cambios en la legislación a nivel general incluyendo impuestos quedan asignados al contratista con la excepción del IVA.
<b>Riesgos políticos</b>	Riesgo de terminación del proceso de contratación	X		Por decisiones políticas se deja de desarrollar el proyecto y se genera una terminación anticipada obligando a realizar compensaciones y/o entrar en un proceso judicial.
<b>Riesgos sociales</b>	Riesgo de conflicto social ajeno al proyecto	X		Protestas, paros, huelgas y/o aspectos culturales que interfieran con el normal desarrollo del proyecto produciendo plazos y costos mayores a los estimados inicialmente.

Fuente: Elaboración propia

## 6.1 ASIGNACIÓN DE RIESGO DE SOBRECOSTO Y SOBREPLOZO: RETENIDO Y TRANSFERIDO

En esta sección se realizó la asignación de las principales causas generadoras de riesgo de sobrecostos y sobrepazos identificadas anteriormente, suponiendo que se implementa el contrato PPP. Se asigna cuál causa de riesgo queda retenida por la administración y cuál es transferida al contratista privado.

La lógica es que en una modalidad de ejecución PPP la administración logra, a través del establecimiento en el propio contrato, transferir a manos del privado alguna de las causas de riesgos de sobrecostos y sobreplazos existentes. Estas causas de riesgos de sobrecostos y sobreplazos fueron relevadas por los expertos asumiendo la experiencia del gobierno cuando administra contratos de obra pública tradicional. Los contratos PPP permiten que el Estado deje de asumir todos los riesgos, haciendo una transferencia de algunos de ellos, siendo ésta la base principal que genera valor por dinero de los recursos públicos.

## ASIGNACIÓN DEL RIESGO DE SOBRECOSTO

El resultado de la asignación del riesgo de Sobrecosto es el siguiente:

**Tabla 16: Asignación de riesgos de sobrecosto para Obras de Construcción y Mantenimiento Rutinario**

Causas	Riesgo retenido	Riesgo transferido
14- Sobrecarga		100%
17- Aplazamiento del comienzo de obra		100%
4- Momentos del ciclo económico		100%
15- Error de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro		100%
16- Aumento de la demanda	100%	
10- Inadecuada experiencia en el equipo de diseño		100%
12- Interpretación equivocada de requerimientos		100%
2b- Variaciones en el tipo de cambio	76,01%	23,99%
2c- Aumento en el precio de los insumos	76,01%	23,99%

Fuente: Elaboración propia

### Riesgo de Errores en las hipótesis de Mantenimiento y Deterioro

En la Tabla 16, el riesgo por causa N° 15-Errores de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro y por causa N° 10-Inexperiencia del equipo de diseño, quedan transferidos en su totalidad al privado.

### Riesgo de Variación de Precios de insumos

En el caso de las causas 2b- Variaciones en el tipo de cambio y 2c- Aumento en el precio de los insumos<sup>6</sup>, hay que analizar qué tipo de indexación tienen los ingresos del contrato (pagos por disponibilidad) lo que permitiría compensar parte de la variación de los costos por variación de precios, y determinar quién asume el riesgo por la variación de precios. En el caso de que el Administrador Público le pague al privado según un ajuste paramétrico que incluya todos los componentes de insumos del proyecto, en la alternativa contrato PPP, estaríamos en la misma situación que se da en el ajuste de los pagos bajo contrato de Obra Pública Tradicional. En esta situación, con el contrato PPP ajustando totalmente la variación de precios de los insumos, el Sector Público estaría asumiendo el 100% del riesgo de variación de costos, de la misma manera que lo hace cuando ejecuta la obra por mecanismo público tradicional. En cambio, si en el contrato PPP no se ajustan los pagos por la paramétrica tradicional<sup>7</sup>, el sector público

<sup>6</sup> Dado que parte de los insumos son importados por lo que dependen del precio del dólar, ambas causas refieren al mismo riesgo, que sería el riesgo de sobrecosto causado por variación de precios de los insumos.

<sup>7</sup> Llamaremos paramétrica tradicional, al índice de precios de insumos que el sector público utiliza para ajustar los pagos en moneda nacional en los contratos de obra pública tradicional. Esta paramétrica se

estaría transfiriendo parte del riesgo de variación de precios, según el tipo de indexación diferente a la paramétrica tradicional, que se fije en el contrato.

Para este proyecto PPP, se prevén tres tipos de pagos, los cuales se indexan de manera distinta a la paramétrica tradicional. Los tres tipos de pagos son:

- 1) PPD1 (asociado al componente A) = pagos por disponibilidad asociados a las obras iniciales. Estos se realizan en Unidades Indexadas, por lo que el ajuste que recibe el privado, es que recibe pagos en moneda nacional ajustados según la variación del índice de precios al consumo.
- 2) PPD2 (asociado al componente B) = pagos por disponibilidad asociados a las obras de Mantenimiento Rutinario. En este caso, los mismos también se ajustan por la variación del índice de precios al consumo.
- 3) PPD3 (asociado al componente C) = Pagos por disponibilidad asociados a las obras de Mantenimiento Mayor. En este caso, se prevé que los oferentes ofrezcan una paramétrica según sus preferencias, que tiene tres componentes, la variación de precios al consumo (UI), la variación de precio del Gas Oil, y la variación del precio del Asfalto. La paramétrica deberá contener como mínimo el 60% de la variación de la UI, y el restante 40% podrá ponderarlo entre el Gas Oil y el Asfalto según sus preferencias, pudiendo elegir que ambos ponderen cero, por lo que su paramétrica sería igual a la variación de la UI.

Para analizar cuanto del riesgo de variación de precios es retenido y cuanto transferido, se realizó la comparación histórica de la variación de precios al consumo (UI), la variación de precios del Asfalto, la variación de precios del Gas Oil y la variación de una paramétrica tradicional diseñada para este proyecto, durante los últimos 10 años.

Para el caso de los PPD1 y los PPD2 que se ajustan según la variación de la UI, se deberá comparar la variación histórica de la UI respecto a la variación histórica de la paramétrica tradicional. En este caso, estaríamos viendo cuanto riesgo se estaría transfiriendo al realizar el contrato PPP pagando con Unidades Indexadas, en contraposición a la Obra Pública Tradicional donde se paga por paramétrica tradicional.

**Tabla 17: Transferencia de Riesgo PPD1 y PPD2**

AÑO	Índice de Precios al Consumo (1)		Índice Paramétrica Tradicional (2)		(2)-(1)=(3)	(3)/(2)	Riesgo Retenido	Riesgo Transferido
	Índice	Variación	Índice	Variación				
2000	127,8		100,0					
2001	133,3	4,3%	115,3	14,2%	9,9%	70,0%	30,0%	70,0%
2002	152,0	13,1%	123,9	7,2%	-5,9%	0,0%	100,0%	0,0%
2003	181,4	17,7%	157,5	24,0%	6,3%	26,2%	73,8%	26,2%
2004	198,0	8,8%	218,8	32,8%	24,1%	73,3%	26,7%	73,3%
2005	207,3	4,6%	249,4	13,1%	8,5%	65,0%	35,0%	65,0%

construye para cada obra, con el objetivo de que los pagos del contrato a la empresa constructora estén libre de riesgo de variación de precios.



2006	220,6	6,2%	257,9	3,3%	-2,9%	0,0%	100,0%	0,0%
2007	238,5	7,8%	273,9	6,0%	-1,8%	0,0%	100,0%	0,0%
2008	257,3	7,6%	295,7	7,6%	0,1%	0,7%	99,3%	0,7%
2009	275,4	6,8%	337,8	13,3%	6,5%	48,8%	51,2%	48,8%
2010	293,9	6,5%	341,0	0,9%	-5,5%	0,0%	100,0%	0,0%
2011	317,7	7,8%	349,1	2,3%	-5,4%	0,0%	100,0%	0,0%
2012	343,4	7,8%	388,8	10,8%	3,0%	27,8%	72,2%	27,8%
2013	372,8	8,2%	409,8	5,3%	-3,0%	0,0%	100,0%	0,0%
PROMEDIO		8,2%		10,9%		PROMEDIO	76,01%	23,99%

Fuente: Elaboración propia

Para el caso del PPD3 se requiere comparar la variación histórica de la Paramétrica Tradicional, con la variación histórica de una paramétrica tipo, diseñada por los posibles oferentes para este proyecto, compuesta por la variación de Gas Oil, Asfalto y Unidad Indexada. Se calcula la paramétrica asociada al PPD3 para las 2 posibilidades extremas. Por un lado, cuando se recoge el 60% de la variación de la UI, y el restante 40% por la variación del Gas Oil (Paramétrica PPD 3\_0,6xUI + 0,4xGas Oil). Y por otro lado, la paramétrica que recoge el 60% de la variación de la UI y el restante 40% por la variación del Asfalto (Paramétrica PPD 3\_0,6xUI + 0,4xAsfalto). El resto de las posibilidades serían situaciones intermedias entre estos dos extremos.

Tabla 18: Paramétrica PPD 3\_0,6xUI + 0,4xGas Oil

AÑO	Paramétrica PPD 3_UI + Gas Oil				Índice paramétrica tradicional (2)		(2)-(1)=(3)	(3)/(2)	Riesgo Retenido	Riesgo Transferido
	Variación IPC	Variación Asfalto	Variación Gas Oil	Variación paramétrica PPD 3_UI + Gas Oil (1)	Índice	Variación				
2000					100,0					
2001	4,3%	5,5%	12,2%	7,5%	115,3	14,2%	6,8%	47,6%	52,4%	47,6%
2002	13,1%	21,8%	18,0%	15,0%	123,9	7,2%	-7,8%	0,0%	100,0%	0,0%
2003	17,7%	47,5%	43,8%	28,2%	157,5	24,0%	-4,1%	0,0%	100,0%	0,0%
2004	8,8%	23,2%	21,4%	13,8%	218,8	32,8%	19,0%	57,9%	42,1%	57,9%
2005	4,6%	8,8%	8,6%	6,2%	249,4	13,1%	6,9%	52,8%	47,2%	52,8%
2006	6,2%	11,2%	4,3%	5,5%	257,9	3,3%	-2,1%	0,0%	100,0%	0,0%
2007	7,8%	11,2%	11,5%	9,3%	273,9	6,0%	-3,2%	0,0%	100,0%	0,0%
2008	7,6%	18,6%	31,2%	17,0%	295,7	7,6%	-9,4%	0,0%	100,0%	0,0%
2009	6,8%	-13,5%	-13,9%	-1,4%	337,8	13,3%	14,8%	110,9%	0,0%	100,0%
2010	6,5%	4,8%	3,1%	5,1%	341,0	0,9%	-4,2%	0,0%	100,0%	0,0%
2011	7,8%	13,8%	19,4%	12,4%	349,1	2,3%	-10,1%	0,0%	100,0%	0,0%
2012	7,8%	9,0%	-10,8%	0,4%	388,8	10,8%	10,4%	96,6%	3,4%	96,6%
2013	8,2%	1,9%	3,8%	6,4%	409,8	5,3%	-1,2%	0,0%	100,0%	0,0%
	8,2%	12,6%	11,7%	9,6%		10,9%		Promedio	72,70%	27,30%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Paramétrica PPD 3\_0,6xUI + 0,4xAsfalto

AÑO	Paramétrica PPD 3_UI + Asfalto				Índice paramétrica tradicional (2)		(2)-(1)=(3)	(3)/(2)	Riesgo Retenido	Riesgo Transferido
	Variación IPC	Variación Asfalto	Variación Gas Oil	Variación paramétrica PPD 3_UI + Asfalto (1)	Índice	Variación				
2000					100,0					
2001	4,3%	5,5%	12,2%	4,8%	115,3	14,2%	9,4%	66,4%	33,6%	66,4%
2002	13,1%	21,8%	18,0%	16,6%	123,9	7,2%	-9,4%	0,0%	100,0%	0,0%
2003	17,7%	47,5%	43,8%	29,6%	157,5	24,0%	-5,6%	0,0%	100,0%	0,0%
2004	8,8%	23,2%	21,4%	14,5%	218,8	32,8%	18,3%	55,7%	44,3%	55,7%
2005	4,6%	8,8%	8,6%	6,3%	249,4	13,1%	6,9%	52,3%	47,7%	52,3%
2006	6,2%	11,2%	4,3%	8,2%	257,9	3,3%	-4,9%	0,0%	100,0%	0,0%
2007	7,8%	11,2%	11,5%	9,2%	273,9	6,0%	-3,1%	0,0%	100,0%	0,0%
2008	7,6%	18,6%	31,2%	12,0%	295,7	7,6%	-4,3%	0,0%	100,0%	0,0%
2009	6,8%	-13,5%	-13,9%	-1,3%	337,8	13,3%	14,6%	109,9%	0,0%	100,0%
2010	6,5%	4,8%	3,1%	5,8%	341,0	0,9%	-4,9%	0,0%	100,0%	0,0%
2011	7,8%	13,8%	19,4%	10,2%	349,1	2,3%	-7,8%	0,0%	100,0%	0,0%
2012	7,8%	9,0%	-10,8%	8,3%	388,8	10,8%	2,5%	23,2%	76,8%	23,2%
2013	8,2%	1,9%	3,8%	5,7%	409,8	5,3%	-0,4%	0,0%	100,0%	0,0%
	8,2%	12,6%	11,7%	10,0%		10,9%		<b>promedio</b>	<b>77,11%</b>	<b>22,89%</b>

Fuente: Elaboración propia

Las tablas anteriores pueden interpretarse de la siguiente manera. Si la variación anual de la Paramétrica PPD3 está por encima de la variación anual de la Paramétrica Tradicional, entonces, quiere decir, que toda la variación de costos es retenida por el Estado en la alternativa PPP, ya que la paramétrica diseñada para esta alternativa compensó toda la variación de la misma manera que se compensaba con la paramétrica tradicional en las Obras Públicas Tradicionales.

Cuando la variación anual de la Paramétrica PPD3 está por debajo de la variación de la Paramétrica Tradicional, quiere decir que con la alternativa PPP el Sector Público no está reteniendo el 100% del riesgo de variación de precios, ya que se están ajustando menos los pagos que si se pagara con la Paramétrica Tradicional. Por lo tanto, el porcentaje de riesgo retenido en la alternativa PPP (pagando con la paramétrica PPD3) será la diferencia entre la variación de precios total de los insumos determinada por la Paramétrica Tradicional menos la variación de precios recogida con la Paramétrica PPD3, dividido la variación de la Paramétrica Tradicional. El riesgo retenido será el porcentaje restante.

Como se ve en las dos tablas anteriores, el riesgo retenido asociado a la causa de variación de precios cuando la paramétrica para ajustar el PPD3 recoge el 60% de la variación del IPC y el 40% de la variación del Gas Oil es 72,70%, y no difiere en gran medida con una paramétrica ajustada según el 60% del IPC y el 40% del Asfalto, que determina un riesgo retenido de 77,11%. El resto de las posibilidades de paramétricas para ajustar el PPD3, donde se incluya el

60% del IPC y una combinación de Gas Oil y Asfalto que sumen 40% entre ambos, estarán incluidas en estos dos valores extremos de riesgo retenido, es decir dentro del intervalo (72,70% ; 77,11%).

Para calcular el Valor por Dinero, se asumirá el escenario más conservador, es decir, el que supone mayor riesgo retenido, tomando el extremo superior del intervalo, es decir, 77,11% de riesgo retenido por variación de precios de los insumos asociados a los Pagos por Disponibilidad del Mantenimiento Mayor (PPD3).

Por lo tanto, ante esta asignación de riesgo retenido y transferido para las 2 causas asociadas a la variación de precios de los insumos, en el caso de los pagos por Mantenimiento Mayor, el esquema de asignación de riesgos es el siguiente:

**Tabla 20: Asignación de riesgos de sobrecosto para Obras de Mantenimiento Mayor**

Causas	Riesgo retenido	Riesgo transferido
14- Sobrecarga		100%
17- Aplazamiento del comienzo de obra		100%
4- Momentos del ciclo económico		100%
15- Error de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro		100%
16- Aumento de la demanda	100%	
10- Inadecuada experiencia en el equipo de diseño		100%
12- Interpretación equivocada de requerimientos		100%
2b- Variaciones en el tipo de cambio	77,11%	22,89%
2c- Aumento en el precio de los insumos	77,11%	22,89%

Fuente: Elaboración propia

## ASIGNACIÓN DEL RIESGO DE SOBREPLOZO

En el caso de sobreplazos los retrasos en materia de permisos, habilitaciones y disponibilidad de terrenos se retienen por la Administración mientras los atrasos debido a la dinámica de los mercados tanto de trabajo, insumos y/o financiero se transfieren al Contratista.

**Tabla 21: Asignación de riesgos de sobreplazo**

Causas	Riesgo retenido	Riesgo transferido
1- Retraso en la entrega del terreno	100%	
22- Retrasos en las habilitaciones	100%	
2c- Disponibilidad de recursos del contratante (humanos, materiales, financieros)		100%

Fuente: Elaboración propia

## 6.2 PONDERACIÓN DE LOS RIESGOS RETENIDOS Y TRANSFERIDOS

En esta sección se pretende estimar cuánto de la magnitud de sobrecosto y sobreplazo estimada, será retenido, y cuánto transferido, y así calcular el VpD de proyecto.

A modo de recordatorio, anteriormente se estimó un índice de importancia para cada una de las principales causas de sobrecosto y sobreplazo identificadas por los expertos. Luego, en base a este índice se construye un ponderador para ordenar las causas de acuerdo a su mayor probabilidad de ocurrencia e impactos combinados.

Con dicho ponderador y la asignación de riesgos presentada en la sección anterior, se puede estimar el porcentaje del sobrecosto (tanto para mantenimiento como para construcción) y el sobreplazo que es retenido y transferido. Recordamos que el sobrecosto esperado para obras de construcción y mantenimiento es de 20,4%, mientras el sobreplazo es de 50,21 %. Esto nos permitirá estimar una magnitud única del porcentaje de riesgo retenido, denominado  $\text{Lambda}_R$ . Este  $\text{Lambda}_R$  es la sumatoria del componente retenido para cada causa, ponderados por el nivel de importancia de cada causa.

**Tabla 22: Ponderación de sobrecostos retenidos y transferidos para las Obras de Construcción y Mantenimiento Rutinario**

Causas	Índice de importancia <sup>8</sup>	Ponderador <sup>9</sup>	Riesgo retenido	Riesgo transferido	$\text{Lambda}_R$	(1- $\text{Lambda}_R$ )
14- Sobrecarga	0,524	13,80%		100%	0,00%	13,80%
17- Aplazamiento del comienzo de obra	0,473	12,40%		100%	0,00%	12,40%
4- Momentos del ciclo económico	0,471	12,40%		100%	0,00%	12,40%
15- Error de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro	0,448	11,80%		100%	0,00%	11,80%
16- Aumento de la demanda	0,43	11,30%	100%		11,30%	0,00%
10- Inadecuada experiencia en el equipo de diseño	0,292	7,70%	0%	100%	0,00%	7,70%
12- Interpretación equivocada de requerimientos	0,216	5,70%		100%	0,00%	5,70%
2b- Variaciones en el tipo de cambio	0,443	11,60%	76,01%	23,99%	8,82%	2,78%
2c- Aumento en el precio de los insumos	0,507	13,30%	76,01%	23,99%	10,11%	3,19%
<b>TOTAL</b>	<b>3,804</b>	<b>100%</b>			<b>30,23%</b>	<b>69,77%</b>

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros  $\text{Lambda}_R$  y (1- $\text{Lambda}_R$ ), corresponden al porcentaje efectivo de la causa que es retenida y transferida respectivamente.<sup>10</sup>

Como se observa en la Tabla 22 el porcentaje de sobrecosto para obras de construcción y Mantenimiento Rutinario que queda retenido bajo la administración pública en el contrato PPP es 30,23% ( $\text{Lambda}_R$ ). El restante 69,77% del total de riesgo de sobrecosto es transferido al privado (1- $\text{Lambda}_R$ ), y será éste quien se hará cargo en caso de que el riesgo ocurra. La lógica subyacente es que cada uno de los agentes (Público y Privado) tiene mayor capacidad para administrar (mitigar) el riesgo asumido.

<sup>8</sup> El índice de Importancia corresponde a la multiplicación del índice de probabilidad de ocurrencia y el índice de impacto.

<sup>9</sup> El ponderador normaliza el índice de Importancia tal que la suma de las ponderaciones sea 100 %.

<sup>10</sup> Para mayor detalle ver Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay. (Ministerio de Economía y Finanzas)

Para el caso de las Obras de Mantenimiento Mayor, la distribución de riesgo es diferente debido a que cambia el mecanismo de ajuste de los pagos. A continuación se presenta el porcentaje de sobre costo retenido y transferido para las obras de Mantenimiento Mayor.

**Tabla 23: Ponderación de sobre costos retenidos y transferidos para las Obras de Mantenimiento Mayor**

Causas	Índice de importancia <sup>11</sup>	Ponderador <sup>12</sup>	Riesgo retenido	Riesgo transferido	Lambda <sub>R</sub>	(1- Lambda <sub>R</sub> )
14- Sobrecarga	0,524	13,80%		100%	0,00%	13,80%
17- Aplazamiento del comienzo de obra	0,473	12,40%		100%	0,00%	12,40%
4- Momentos del ciclo económico	0,471	12,40%		100%	0,00%	12,40%
15- Error de hipótesis de mantenimiento y modelos de deterioro	0,448	11,80%		100%	0,00%	11,80%
16- Aumento de la demanda	0,43	11,30%	100%		11,30%	0,00%
10- Inadecuada experiencia en el equipo de diseño	0,292	7,70%	0%	100%	0,00%	7,70%
12- Interpretación equivocada de requerimientos	0,216	5,70%		100%	0,00%	5,70%
2b- Variaciones en el tipo de cambio	0,443	11,60%	77,11%	22,89%	8,94%	2,66%
2c- Aumento en el precio de los insumos	0,507	13,30%	77,11%	22,89%	10,26%	3,04%
<b>TOTAL</b>	<b>3,804</b>	<b>100%</b>			<b>30,50%</b>	<b>69,50%</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se muestra el mismo análisis para los riesgos de sobreplazo:

**Tabla 24: Ponderación de sobreplazos retenidos y transferidos**

Causas de Sobreplazo	Índice de importancia	Ponderador	Riesgo retenido	Riesgo transferido	Lambda <sub>R</sub>	(1- Lambda <sub>R</sub> )
1- Retraso en la entrega del terreno	0,463	35,2%	100%		35,2%	0,0%
22- Retrasos en las habilitaciones	0,439	33,4%	100%		33,4%	0,0%
2c- Disponibilidad de recursos del contratante (humanos, materiales, financieros)	0,412	31,4%		100%	0,0%	31,4%
<b>TOTAL</b>	<b>1,314</b>	<b>100%</b>			<b>68,6%</b>	<b>31,4%</b>

Fuente: Elaboración propia

<sup>11</sup> El índice de Importancia corresponde a la multiplicación del índice de probabilidad de ocurrencia y el índice de impacto.

<sup>12</sup> El ponderador normaliza el índice de Importancia tal que la suma de las ponderaciones sea 100 %.

Para el caso del riesgo de sobreplazo, lo que queda retenido bajo la órbita Pública es un 68,6% del total del riesgo, el resto se transfiere. Se puede apreciar que en el caso de sobreplazo el riesgo que retiene el Estado es mucho mayor (68,6% > 29,7%), y la explicación puede encontrarse claramente en las causas que generan cada uno de los riesgos. Según la opinión volcada por los expertos, las causas del riesgo de sobreplazo están en muchos casos ocasionadas por decisiones discrecionales y procesos que están bajo la órbita pública.

## 7 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPR

El costo del Proyecto Público de Referencia (PPR) está compuesto por la suma de:

- Costo base.
- Costos de los riesgos retenidos y transferidos.
- Costo de la espera pública

A continuación se presentan los parámetros utilizados:

### 7.1 PARÁMETROS DEL MODELO

Con fines expositivos se presentarán los resultados en dólares, arbitrando los valores en Unidades Indexadas (UI) según el tipo de cambio a actual (Diciembre 2016), correspondiente a \$29,34 por dólar y \$3,50 por UI.

A los efectos del estudio de valor por dinero, para poder comparar con el mismo proyecto pero bajo la modalidad de Contrato PPP, se supondrá un horizonte temporal de 20 años tal cual fue presentado en el Informe de Evaluación Financiera bajo la Alternativa A21: Velocidad 90 km/h. Se supuso que si el gobierno desea ejecutar el proyecto bajo la modalidad tradicional, debe obtener los recursos para la inversión inicial. Para esto se tomó el supuesto de que el financiamiento obtenido es a través de la emisión de Bonos del Tesoro.

Según la estrategia actual de la Unidad de Gestión de Deuda del Ministerio de Economía y Finanzas, se asume el supuesto de una emisión de Bonos en unidades indexadas, con amortizaciones anuales iguales con diecinueve años de gracia del capital, antes de esto solamente se pagan intereses. La tasa de financiamiento estimada se extrae de la CURVA Uruguay UI para el plazo de 20 años. La tasa indicada es 5,35% según valor del rendimiento promedio histórico para este tipo de títulos soberanos.

A continuación se presentan los parámetros financieros.

Tabla 25: Parámetros financieros para el PPR

Parámetros	Valores
Plazo de emisión (Años)	20
Períodos de gracia capital	19
Tasa de interés	5,35%
Interés Cuenta de Reserva	1%
Comisión de estructuración (% de la emisión)	0,3%
Tasa de Crecimiento Cupones	0%

Fuente: Elaboración propia

La tasa de financiamiento del proyecto PPR de 5,35% también se utiliza para actualizar a valor presente los flujos futuros de los componentes de la alternativa PPR y de la alternativa PPP.

## 7.2 COSTO BASE

Del estudio de factibilidad realizado para este proyecto se estimaron los siguientes costos iniciales y costos de operación y mantenimiento, que componen el costo base del proyecto durante 20 años. Los valores están expresados sin impuestos al valor agregado (IVA).

### COSTOS PREVIOS

Dado que en la Obra Pública Tradicional el diseño del proyecto ejecutivo es realizado por el Estado, previo a los gastos por obras iniciales, se realiza una serie de gastos asociados al diseño del proyecto. Para este caso, se estimó que los costos de diseño del proyecto ejecutivo son los mismos en que incurriría una empresa privada. Según el estudio de Factibilidad, el costo de los Estudios de Diseño e Ingeniería se estimaron en UI 7.653.477 (equivalente a US\$ 915.000 como se presenta en el modelo financiero). Este costo estaría incluyendo también los costos de técnicos y administrativos que trabajarían entorno al Estudio, incluyendo los gastos de licitaciones.

### INVERSION INICIAL Y COSTOS

Para la estimación de la inversión inicial, los costos de mantenimiento rutinario, mantenimiento mayor y costos de operación del proyecto público de referencia se utilizaron los valores presentados en las secciones 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 de la Parte 1 del Documento de Evaluación (Informe de Evaluación Financiera).

Adicionalmente, se supusieron UI 4.860.000 anuales para los años de obra inicial y UI 1.836.000 anuales para el período de explotación, con motivo de gastos de Administración del Proyecto Público de Referencia, asociados a técnicos y administrativos (incluye gastos por licitaciones de mantenimiento rutinario y mayor) de la Administración Pública encargados en gestionar el proyecto en todas sus etapas. Este dato fue tomado del pliego de licitación de Contrato PPP para el Proyecto “Corredor Vial Rutas 21 y 24”. Dado que el proyecto es similar, se asumió que el costo de administración del presente proyecto a través de la modalidad Obra pública tradicional.

En base a los datos referenciados, en la Tabla 26 se indica el valor presente del Costo Base de la alternativa PPR para cada escenario tanto en Unidades Indexadas como en dólares.

Tabla 26: Valor presente del Costo Base del PPR

Escenario	Costo Base	
	UI	USD
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	1.709.246.879	204.346.465

Fuente: Elaboración propia



### 7.3 COSTO DE LOS RIESGOS RETENIDOS Y TRANSFERIDOS

En esta sección se calcula el costo del riesgo, tanto retenido como transferido, ya que en esta modalidad de ejecución, todo el riesgo queda bajo la órbita Estatal.

Recordemos que el costo total del PPR (CTPPR) se calcula como:

$$CTPPR = CB + CRT + CRR$$

Donde:

$CB$  : Valor presente del costo base del PPR

$CRT$  : Valor presente del costo del riesgo transferido

$CRR$  : Valor presente del costo del riesgo retenido

Asimismo el costo del riesgo de sobre costo (tanto retenido como transferido) se calcula como:

$$CR_{sobre costo} = CB \times PO \times RI$$

Donde:

$CB$  : Valor presente del costo base del PPR

$CR_{sobre costo}$  : Costo del riesgo sobre costo

$RI$  : Impacto que genera sobre el proyecto (en porcentaje)

$PO$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo (en porcentaje)

Para este caso se calculó Costo del Riesgo de Sobre costo para la etapa de Construcción y de Mantenimiento o explotación del proyecto.

Por otra parte, el costo del riesgo de sobreplazo se cuantifica en función del costo total de la obra de infraestructura y de la cantidad de días de sobreplazo que se espera tenga por encima del plazo estimado. Para la cuantificación del riesgo de sobreplazo de un proyecto PPP, se deben utilizar los siguientes parámetros: la tasa social de descuento, el valor presente de la inversión inicial y el plazo estimado de ejecución de la inversión. El cálculo matemático es el siguiente:

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

Donde:

$CR_{sobreplazo}$  : Costo del riesgo de sobre plazo del proyecto PPP por día de atraso.

$r_s$  : Tasa social de descuento anual (en porcentaje) definido por OPP en 7.5% en unidades indexadas.

$CB_{Inversión}$  : Valor presente del costo base de la Inversión inicial

$POR$  : Probabilidad de ocurrencia del riesgo de sobre plazo (en porcentaje).

$RIS$  : Impacto del sobre plazo (en porcentaje).

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

Como se indicó anteriormente el 96% de los expertos que participaron del taller de sobrecostos y sobreplazos indicaron que siempre existen sobrecostos, por lo que la probabilidad de ocurrencia de este suceso es de 96%.

Para el caso de sobreplazos, el 42,3% indicó que existen, por lo que este porcentaje es la probabilidad de ocurrencia que se espera para los sobreplazos.

Según las fórmulas expuestas anteriormente y siguiendo la Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay, los costos totales del sobrecosto y sobreplazo son los siguientes:

**Tabla 27: Sobrecostos y sobreplazos del proyecto en la alternativa evaluada en UI**

Escenario	Sobrecosto OI, MR		Sobrecosto MM		Sobreplazo		TOTAL	
	UI	% del Total	UI	% del Total	UI	% del Total	UI	% del Total
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	213.766.698	75%	21.724.389	7%	50.836.007	18%	286.327.094	100%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 28: Sobrecostos y sobreplazos del proyecto en la alternativa evaluada en dólares**

Escenario	Sobrecosto OI, MR		Sobrecosto MM		Sobreplazo		TOTAL	
	USD	% del Total	USD	% del Total	USD	% del Total	USD	% del Total
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	25.556.559	75%	2.597.227	7%	6.077.623	18%	34.231.409	100%

Fuente: Elaboración propia

## 7.4 COSTO DE LA ESPERA PÚBLICA

Cuando un proyecto se demora en su ejecución debido a problemas de financiamiento o falta de disponibilidad de fondos en los presupuestos, la sociedad incurre en costos que equivalen a la pérdida de beneficios en el tiempo en que el proyecto no está disponible.

A los efectos de evaluar los costos en que incurre la sociedad ante la falta de ejecución del proyecto se cuantifica el costo de la espera pública de acuerdo a lo que indica la Guía de Valor por Dinero<sup>13</sup>.

Este cálculo se aplica cuando hay razones fundadas para suponer que la provisión pública de la infraestructura tomará un más tiempo del que tomaría la provisión privada. Para ello en primer lugar se determina el Beneficio Anual Uniforme Equivalente mediante el siguiente cálculo:

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

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. En este caso la Tasa social de descuento definida por OPP es 7,50% anual.

Esta tasa social anual se mensualiza mediante la siguiente fórmula:

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

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

El valor actual de los costos del retraso en la implementación del proyecto se calcula de la siguiente manera:

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

Donde  $m$  es el número de meses de retraso esperable en la provisión pública de la infraestructura que se asume para este tipo de proyecto y que representa el tiempo que falta entre la ejecución del proyecto por PPP y la definición del próximo presupuesto quinquenal.

En el presente estudio no es necesaria la utilización de este valor.

---

<sup>13</sup> Para mayor detalle ver Guía Metodológica del Comparador Público-Privado para esquemas de Participación Público-Privada en Uruguay (Ministerio de Economía y Finanzas).

## 7.5 COSTO AJUSTADO POR RIESGO DEL PPR

El valor presente del costo total del Proyecto Público de Referencia ajustado por riesgo en UI se muestra en la Tabla 29. Por otra parte, en la Tabla 30 se muestra el costo ajustado pero en dólares. El mismo contempla el Costo Base, más el Costo de Espera Pública más el Costo del Riesgo Total que incluye tanto el retenido como el transferible.

**Tabla 29: Costos ajustados por riesgo del PPR en UI**

Escenario	UI			
	Costo Base	Costo Riesgo Total	Costo Espera Pública	Costo Ajustado PPR
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	1.709.246.879	286.327.094	0	<b>1.995.573.973</b>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 30: Costos ajustados por riesgo del PPR en dólares**

Escenario	USD			
	Costo Base	Costo Riesgo Total	Costo Espera Pública	Costo Ajustado PPR
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	204.346.465	34.231.409	0	<b>238.577.874</b>

Fuente: Elaboración propia

## 8 ESTIMACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO PPP

El objetivo de esta sección es tener la medición del costo que enfrentará el Estado al tomar la decisión de firmar el Contrato de Participación Público Privada. El costo de esta alternativa es la suma de:

- El pago por disponibilidad que realizará el Estado durante la vida del contrato con lo que logrará que el privado financie, construya y explote la infraestructura brindando los servicios determinados antes explicados.
- El valor de los riesgos que quedan retenidos por la Administración Pública Contratante.
- Costos de administración el contrato PPP.

### 8.1 ESTRUCTURA DEL MODELO DE NEGOCIO

El modelo de negocio definido plantea una interacción entre el Estado y el privado, donde este último se encarga de diseñar el proyecto ejecutivo, conseguir el financiamiento, y realizar las obras iniciales y de mantenimiento de la infraestructura según un nivel de servicios previamente acordado. En el caso del Estado, su rol es monitorear constantemente que el privado cumpla con el contrato firmado, teniendo la potestad de sancionar pecuniariamente al Privado, si no provee la infraestructura en los términos acordados durante los 20 años. La sanción que ejerce el Estado sobre el incumplimiento de los términos acordados, es a través de la reducción de los pagos establecidos, por esta razón los mismos se denominan Pagos por Disponibilidad, es decir, quedan condicionados al cumplimiento de los estándares exigidos.

Con este modelo de negocio el Estado busca transferir por un plazo establecido la gestión de la infraestructura al privado, quien cuenta con más expertise, lo que genera mayor eficiencia en el uso de los recursos públicos (mejores servicios a menores costos para la sociedad). El rol del Estado en este contrato es controlar y asegurar que la sociedad cuente con un nivel de infraestructura adecuado, recuperando la gestión de la infraestructura luego de los 20 años del contrato.

A continuación se definen algunas variables claves que determinan las características del modelo de negocio:

- **Plazo del contrato:** El mismo está definido en 20 años.
- **Mecanismo de pago:** Como retribución por la inversión realizada el contratista recibirá ingresos de tres tipos, que estarán sujetos a ciertos requisitos y situaciones particulares.
  1. Pago por disponibilidad por la inversión inicial (Componente A).
  2. Pago por disponibilidad por el Mantenimiento Rutinario (Componente B).
  3. Pago por disponibilidad por el mantenimiento mayor -peaje sombra- (Componente C).

## 8.2 COMPONENTES DEL COSTO DE LA ALTERNATIVA PPP

### PAGOS POR DISPONIBILIDAD

En la Parte 1 del Documento de Evaluación (Informe de evaluación financiera) se presentan la estructura de pagos del estado en la sección 5.6 del mencionado informe para la Alternativa A21.

### COSTOS DE ADMINISTRACIÓN DEL CONTRATO

Los costos de administración del contrato PPP son nulos, ya que según el modelo de negocios, son pagados por un fondo que debe constituir el privado. Por lo que están implícitamente dentro del Pago por Disponibilidad que realiza el Estado.

### IMPUESTO A LA RENTA DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA (IRAE)

El pago del IRAE por parte de la sociedad de propósito específico debe ser descontado del costo para la administración pública de la PPP ya que éste representa un ingreso para el estado.

### COSTOS DEL RIESGO RETENIDO

Como se expresó anteriormente, existen ciertos riesgos que a pesar de realizar el Contrato PPP, el Estado los sigue manteniendo, por lo que son un componente a incorporar en la Alternativa PPP.

A continuación se presenta una tabla con los costos retenidos por el estado en la alternativa evaluada

Tabla 31: Costos de riesgo retenido por la Administración Contratante

Alternativa	CRR UI	CRR USD
Alternativa A21: Velocidad 90 km/h	106.113.694	12.686.265

Fuente: Elaboración propia

## 8.3 COSTO AJUSTADO POR RIESGO DEL PROYECTO PPP

En Las Tablas 32 y 33 se indica el valor del Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto PPP tanto en UI como en dólares. Como se observa, el riesgo retenido ajustado es muy similar al monto de pagos del Estado debido principalmente a que el efecto positivo de los costos de riesgo retenido se compensa con los efectos negativos del pago de IRAE por la Sociedad de Propósito Específico.

Tabla 32: Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto PPP en UI

Alternativa	UI			
	Pagos del Estado	Riesgo Retenido	IRAE (-)	Costo Ajustado PPP
Alternativa A21: Velocidad 90 km/h	1.929.619.574	106.113.694	-142.366.858	<b>1.893.366.410</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Costo Ajustado por Riesgo del Proyecto PPP en dólares

Alternativa	USD			
	Pagos del Estado	Riesgo Retenido	IRAE (-)	Costo Ajustado PPP
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	230.692.794	12.686.265	-17.020.458	<b>226.358.601</b>

Fuente: Elaboración propia

## 9 RESULTADOS DEL VALOR POR DINERO

### 9.1 CÁLCULO DEL VPD EN TÉRMINOS PROMEDIOS

A modo de resumen, las Tablas 34 y 35 muestran el costo total en valor presente de:

- La alternativa PPR ajustada por riesgo
- La alternativa PPP ajustada por riesgo e IRAE
- El Valor Por Dinero promedio en UI

Todos estos valores están expresados tanto en UI como en dólares.

Tabla 34: Valor por Dinero en UI para la alternativa evaluada

Alternativa	UI		
	Costo Ajustado PPR	Costo Ajustado PPP	Valor por Dinero
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	1.995.573.973	1.893.366.410	<b>102.207.564</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Valor por Dinero en dólares para la alternativa evaluada

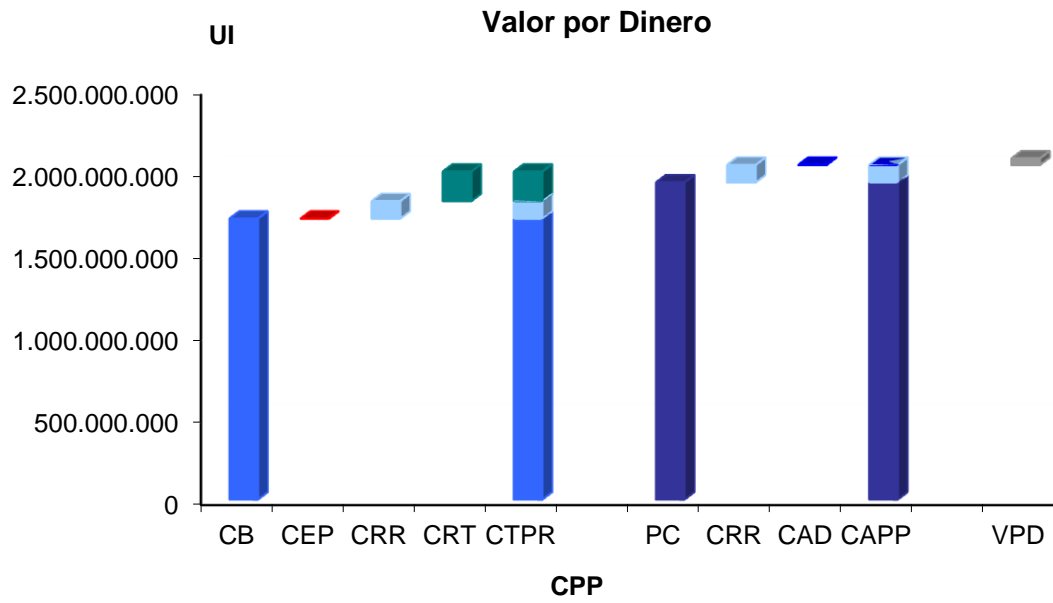
Alternativa	USD		
	Costo Ajustado PPR	Costo Ajustado PPP	Valor por Dinero
<b>Alternativa A21: Velocidad 90 km/h</b>	238.577.874	226.358.601	<b>12.219.273</b>

Fuente: Elaboración propia

A modo ilustrativo se muestran los efectos tanto de los riesgos retenidos como transferidos, los pagos por disponibilidad y el costo base de forma de contar con una ilustración gráfica del resultado de Valor por Dinero.



Ilustración 1: Esquema ilustrativo de los componentes del Comparador Público Privado



CB: Costo Base

CEP: Costo de Espera Pública

CRR: Costo riesgo retenido

CRT: Costo riesgo transferido

TPR: Costo total alternativa PPR

PC: Pago por disponibilidad

CAD: Costo administrativo del contrato PPP

CAPP: Costo total de la alternativa PPP

VPD: Valor por Dinero

Por lo tanto, asumiendo una posición ante el riesgo en términos neutrales, debido a que se supusieron sobrecostos y sobreplazos promedios, ejecutar el proyecto por la Alternativa PPP, en vez de la alternativa PPR, genera Valor por Dinero positivo. Esta magnitud es lo que se ahorra la sociedad en su conjunto debido a un uso más eficiente de los recursos públicos.

Sin embargo, la situación promedio, está exenta de incertidumbre, por lo que es necesario realizar un análisis de sensibilidad ante distintas posiciones frente al riesgo. Es decir, es interesante realizar un análisis de sensibilidad ante una distribución esperada de las variables claves que intervienen en el cálculo del Valor Por Dinero, estas son las variables de riesgo asumido, sobrecosto y sobreplazo. De esta manera a continuación se presenta la distribución esperada del Valor Por Dinero, dada una variabilidad de los riesgos esperados, por lo tanto esta distribución nos permite colocarnos en distintas posiciones frente al riesgo. Cuanto mayor riesgo espera un agente, más aversión al riesgo tiene, y cuanto menos riesgo espera, más optimistas sobre el futuro es este agente, y por tanto más tomador de riesgo. En la sección siguiente analizamos las distintas posiciones frente al riesgo, las cuales generan distintos niveles de VpD.

## **9.2 VPD CON DISTINTAS POSICIONES FRENTE AL RIESGO**

Hasta ahora se ha trabajado con el Valor por Dinero en un escenario bajo certidumbre. Es decir asumiendo que ciertas variables son conocidas con precisión. Sin embargo, en la realidad existe cierto nivel de incertidumbre que debería ser considerado. En particular, variables como el sobrecosto y el sobreplazo se comportan como variables aleatorias. En el escenario bajo certidumbre se consideró, como es usual, el promedio de estos valores, pero esto desconoce el hecho de que en la realidad existen valores que pueden manifestarse y podrían diferir de aquel valor esperado, dependiendo de la desviación estándar de estas variables.

Es así que en esta sección se intentará asignar una distribución simulada al Valor por Dinero dependiendo de las distribuciones estimadas para los sobrecostos y para los sobreplazos y de esta forma tener un panorama probabilístico del Valor por Dinero que nos permita trabajar en un escenario más realista en donde la certeza completa no existe. Además de asignar una probabilidad, se podrá medir el Riesgo del VpD mediante indicadores como la desviación estándar o el Valor en el Riesgo (VaR). El primero indicaría cual es la variabilidad del valor por dinero en el caso de que los sobrecostos o sobreplazos tomen valores diferentes a los esperados. El segundo indicador mostraría cual sería el valor por dinero que perdería el Estado en caso de llevar adelante el proyecto por obra pública tradicional y que los sobrecostos y sobreplazos tomen valores extremos.

De esta forma, se tomó el proyecto de la ruta 14 este ruta 15. Para este proyecto se consideró la alternativa A21 que permite una velocidad de 90 km/h.

Para este escenario se realizaron 1.000.000 de simulaciones de Monte Carlo tomando como base distribuciones normales estimadas para los sobrecostos y sobreplazos tomando como parámetros la media y la desviación estándar de cada variable, presentadas en el Capítulo 4.

### 9.2.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS EN EL ESCENARIO ANALIZADO

En el ANEXO II se presentan el gráfico y principales resultados para el escenario simulado.

La Tabla 36 presenta el resumen de los resultados para la alternativa analizada. Como se puede apreciar, la alternativa A21 tiene una probabilidad de 67,90% de generar valor por dinero positivo.

La A21 muestra un valor por dinero promedio de UI 102,57 millones con una desviación estándar de UI 220,37 millones. Este último puede ser tomado como una medida del riesgo.

**Tabla 36: Resumen principales indicadores de las simulaciones del Valor por Dinero**

Escenario	P(VpD > 0) <sup>(a)</sup>	Media (MM UI)	Desv. Estándar (MM UI)	VaR <sup>(b)</sup> (MM UI)
Alternativa A21: Velocidad 90 km/h	67,90%	102,57	220,37	465,65

**Fuente:** Elaboración propia en base a las estimaciones y cálculos realizado aplicando el programa Crystal Ball. (a) Indica la probabilidad de que el Valor por Dinero sea positivo. (b) Valor en el Riesgo (Value at Risk) indicador de riesgo correspondiente al valor a partir del cual existe una probabilidad de 5% de tener valores mayores.

Asimismo el valor en el riesgo indica que para un agente averso al riesgo el Valor por Dinero puede ser mayor y alcanza los UI 465,65 millones. Este es el riesgo en términos de pérdida de valor por no realizar el proyecto por PPP en el caso que los sobrecostos y los sobreplazos tomen valores extremos.

## 10 CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos se construyó un comparador público privado a efectos de valorar si la construcción y mantenimiento de la infraestructura vial Ruta 14 Este y Ruta 15, bajo la modalidad de Contrato de Participación Público Privada (PPP), genera valor por dinero para la sociedad. Para ello se compararon los costos ajustados por riesgos de la alternativa ejecución total en manos del Estado (Proyecto Público de Referencia) y la alternativa PPP. Se concluye contundentemente que la modalidad de ejecución PPP genera valor por dinero en la alternativa analizada. Es decir, se hace un uso más eficiente de los recursos públicos si se elige esta vía en oposición a la modalidad de ejecución pública tradicional. Además se indica el alto riesgo que se corre de no realizarse el proyecto por este medio.

Para obtener los cálculos fue necesario valorar los costos asociados a riesgos de sobrecosto y sobreplazo. Para esta tarea se revisó la literatura internacional obteniendo un sobrecosto promedio de 20,4%. Por su parte, el sobreplazo se estimó en un 50,21%. Se utilizaron los resultados de las causas de riesgo en proyectos viales que surgían de talleres realizados en Uruguay con anterioridad. Asimismo, se realizó una distribución de las causas de sobrecostos y sobreplazos, obteniendo las magnitudes necesarias para cuantificar el riesgo retenido y el riesgo transferido. Este último representa un 63% del riesgo total.

Con estos parámetros definidos, y con los montos estimados en el estudio de pre-factibilidad para los costos de inversiones iniciales y costos de operación y mantenimiento, se procedió a calcular el costo total del proyecto (20 años) ajustado por riesgos para las dos modalidades de ejecución, alternativa 100% pública (PPR) y alternativa Participación Público Privado (PPP).

Para la alternativa analizada se verifica la existencia de valor por dinero por el monto de 12,22 millones de dólares.

El análisis de riesgo bajo escenarios de incertidumbre también confirma los resultados. Esto se puede apreciar en la alta probabilidad de existencia de valor por dinero. En efecto, los resultados obtenidos señalan una probabilidad de valor por dinero positivo mayor a 50%. Finalmente, un análisis de valor en el riesgo (VaR) muestra la existencia de un riesgo que puede llevar a que el valor por dinero pueda ser mayor y alcance los UI 465,65 millones. Estos indicadores señalan el riesgo por pérdida de valor si el proyecto no se realiza por PPP.

## 11 ANEXO I: TALLER DE IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS DE SOBRECOSTOS Y SOBREPLOZOS

Los días 6 y 7 de marzo de 2012 se consideró oportuno realizar un Segundo Taller de Expertos para valorar y cuantificar riesgos. El principio central fue rescatar las opiniones de un grupo de expertos en las etapas de la gestión de riesgos, con el objetivo de discutir sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar las causas y aproximar sus valores en obras viales en Uruguay.

Con el mencionado objetivo fueron reunidos 25 expertos representantes de los sectores tanto públicos como privados con un moderador encargado de hacer preguntas y dirigir la discusión. Los expertos contestan con base en información procesada, pero también en la experiencia y conocimiento previo de cada uno.

A continuación se detalla el procedimiento, participantes y resultados obtenidos del taller realizado.

### 11.1 Ficha Técnica

Diseño de la investigación	Estudio exploratorio
Técnica de recopilación de información	Grupos focales y cuestionario semi-estructurado.
Objetivo perseguido con la realización del grupo focal	Discutir sobre la existencia de sobrecostos y sobreplazos, identificar y jerarquizar sus causas y aproximar sus valores para obras viales en Uruguay
Número de participantes	25
Selección de participantes	Ingenieros de empresas constructoras privadas, MTOP y consultores expertos en temas viales
Duración	8 horas divididas en dos sesiones de 4 horas
Fecha	6 y 7 de Marzo de 2012
Lugar	CND, Montevideo, Uruguay

### 11.2 Detalle de Participantes

El Taller contó con la presencia de 25 expertos dentro de los cuales se incluyeron solamente ingenieros de empresas constructoras privadas, de organismos públicos, en particular del MTOP y su Dirección Nacional de Vialidad, y consultores expertos en temas viales, muchos de los cuales colaboraron con CND en el proyecto en estudio.

Los expertos cuentan con experiencia suficiente y comprobada en la materia bajo análisis y cumplen con al menos uno de los siguientes requisitos:

- Conocer en general los aspectos de los proyectos a evaluar.
- Conocer con alto grado de detalle algún aspecto específico de los proyectos.

- Tener experiencia, o haber participado en anteriores procesos de análisis de proyectos en los que participó el sector público y privado, o proyectos impulsados por el sector público de alto impacto, habiéndose estos implementados o no.
- Tener un cargo público que le permita tomar decisiones para el desarrollo del sector y que incumba a los proyectos.

**Tabla 37: Participantes de Taller de Expertos**

PARTICIPANTE	EMPRESA	CARGO
Daniel Cerrillo	Hernández y Gonzalez SA	Representante técnico
Alberto Cassinelli	Emilio Díaz Álvarez	Representante técnico
Jorge Pedro Galusso	DNV	Director de obra
Mario Pitzer	Consortio Tracovias SC	Representante técnico
Luis Silva	DNV	Jefe de zona 10 e integrante de Organización y Control de Mega concesión
Héctor Machin	Grinor SA	Gerente de obras
Galo Salazar	INEXTEC – ECUADOR / CND	Consultor vial / Consultor CND Proyecto 21-24
Gabriel Abraham	CSI	Jefe de unidad vías y transporte
Susana García	DNV	Gerente de estudios y proyectos
Malena González	DNV	Gerente división conservación
Marcelo Krugman	DNV	Jefe departamento planificación
Carlos Bilinski	DNV	Órgano de control de concesiones CVU
Alessandro Grisi	DNV	Director de obra
Marcelo Paternostro	R&K Ingenieros SRL	Gerente técnico
Gabriela Dupuy	DNV	Jefe de sección depto. de estructuras
Arturo Larrera	DNV	Gerente de construcciones
Susana Galli	DNV	Asesor técnico
Ariel Nieto	Anyca SRL / CND	Socio-administrador / Consultor CND Proyecto 21-24
Alejandro Barchiesi	DNV	Jefe depto. carreteras / Coordinador concesión Ruta 5
Fernando Herrera	CVC	Presupuesto - oficina técnica
Raúl Sassaroli	Molinsur SA	Gerente
Héctor Villaverde	DNV	Jefe depto. Contratación de obras nacionales
Cristina Carlomagno	DNV	Gerente de programación
Hugo Monteverde	CND	Consultor CND Proyecto 21-24
Gabriela Acosta	DNV	Adscripta a la Dirección Nacional de Vialidad

Fuente: Elaboración propia

### 11.3 Procedimiento

- a) En primer término el moderador del taller presentó a los asistentes, los objetivos de la sesión y la información que se pretendía obtener con el panel.
- b) En segundo término el moderador explicó la dinámica del taller.
- c) El moderador dio inicio al primer bloque del taller en el cual se presentó el marco teórico de los sobrecostos y sobrepazos y la evidencia internacional y nacional recopilada en relación al tema. El objetivo fue homogenizar el conocimiento de los participantes y proveerlos de algunos valores de referencia local e internacional.
- d) Finalizado el marco teórico, se dio inicio al segundo bloque que tuvo como objetivo la identificación de riesgos. Este bloque comenzó con una discusión general acerca de la

existencia o no de sobrecostos y sobreplazos. Se pretendió tener un primer acercamiento al tema, diagnosticando la existencia de los mismos, e identificando algunas de las diferencias entre las obras realizadas por CVU y las realizadas por DNV. Se le entregó un formulario a cada participante, el cual, luego de unos minutos de discusión general en vos alta, llenaron de forma individual.

Completado este primer formulario, se inició la fase de identificación de causas de riesgos de sobrecostos y sobreplazos. Se brindó a cada participante dos formularios adicionales: uno con un listado de 17 causas de sobrecosto y otro con 47 causas de sobreplazo. Luego de unos minutos en donde cada experto leyó las causas se procedió a la clarificación de las mismas para garantizar que todos los expertos las entiendan con claridad, descartándose aquellas causas que no corresponden al objetivo del taller. Finalizada la clarificación, la compleción del formulario se hizo en forma individual y la selección de las 10 causas más importantes no se discutió en forma grupal.

A los efectos de que los expertos pudieran evaluar el impacto y probabilidad de ocurrencia de cada una de las causas presentadas ambas variables fueron tabuladas de la siguiente manera:

- **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 38: 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%	Cualquier impacto que coloque en peligro el objetivo del proyecto o que puedan llevar a un impacto significativo en el largo plazo.
Moderado (Mo)	Menor al 40%	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%	Cualquier impacto que puede ser tratado 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 sobre el ciclo de vida del proyecto y sus principales variables de costo y plazo.

Fuente: Elaboración propia

- **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 39: 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%	Probablemente el riesgo/causa ocurra durante el ciclo de vida del proyecto.
Moderado (M)	Menor al 50%	Puede o no ocurrir el riesgo/causa durante el ciclo de vida del proyecto.
Bajo (B)	Menor al 20%	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.

Fuente: Elaboración propia

e) Con los formularios de la etapa anterior se procedió al tercer bloque de jerarquización de causas. Previo a la sesión del grupo de expertos, se jerarquizaron las causas en función de su impacto y probabilidad de ocurrencia. Luego, utilizando el Principio de Pareto se construyó una matriz de riesgo, seleccionando las causas que quedaban dentro de los cuadrantes de riesgo. 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 (pocas “vitales”) y aquellas que la afectan muy relativamente (muchas “triviales”). Por el mismo principio se logra priorizar el total de causas a solo aquellos que son clasificados como de alta probabilidad de ocurrencia e impacto sobre el proyecto.

De esta manera, al inicio de la sesión grupal del segundo día se les presentaron a los participantes las causas identificadas como más importantes en términos de impacto y probabilidad de ocurrencia. Comenzó así un proceso de validación de las causas y los resultados obtenidos. También se dio la posibilidad de incorporar causas que no estaban en la matriz, y reevaluarlas. Al final de este proceso iterativo los participantes debieron completar un formulario con la reevaluación de las causas votadas, tanto de sobrecostos como de sobreplazos.

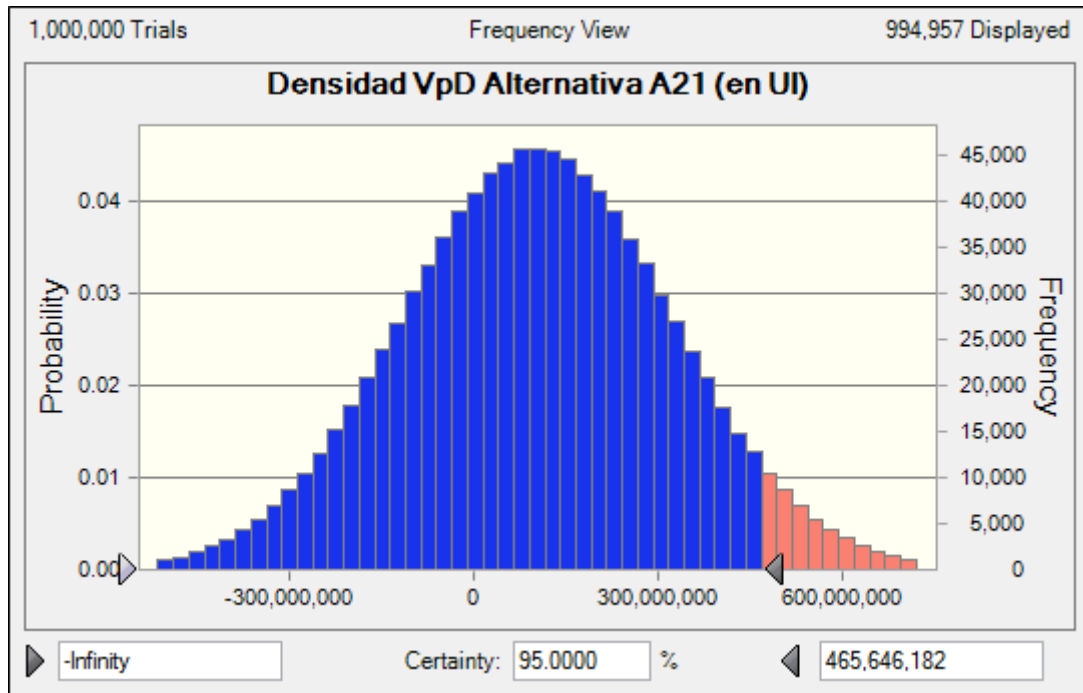


## 12 ANEXO II: REPORTE DE LA SIMULACIÓN DEL VPD

### 12.1 ALTERNATIVA A21 - VELOCIDAD DE 90 KM/H

Esta alternativa corresponde al proyecto de ruta 14 este y ruta 15.

Ilustración 2: Función de densidad simulada del VpD dependiendo de los sobrecostos y sobreplazos



**Fuente:** Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobrecostos y sobreplazos.

Tabla 40: Estadísticos de Resumen

Estadísticos	Valores Previstos (UI)	Percentil	Valores Previstos (UI)
Simulaciones	1.000.000	0%	-886.682.466
Media	102.572.577	10%	-179.664.299
Mediana	102.389.700	20%	-83.127.005
Moda	'---	30%	-13.201.023
Desviación Estandar	220.366.892	40%	46.723.238
Coef. De Asimetría	0,0055	50%	102.389.670
Curtosis	3	60%	158.288.219
Coef. De variabilidad	2,15	70%	217.998.742
Mínimo	-886.682.466	80%	287.948.842
Máximo	1.372.021.640	90%	384.789.321
Media del error estandar	220.367	100%	1.372.021.640

**Fuente:** Elaboración propia en base a las 100.000 simulaciones de Monte Carlo tomando la distribución estimada de los sobrecostos y sobreplazos.