

**IMPACTO DEL ENTORNO EN LAS CONCESIONES VIALES BAJO EL  
SISTEMA DE MENOR VALOR PRESENTE DE LOS INGRESOS**

Trabajo de Tesis  
Presentado al Departamento de Ingeniería Industrial

por:

**Lina María Gómez Torres**

Asesora: Claudia González Ph.D

Para optar al título de  
Magíster en Ingeniería Industrial

Universidad de los Andes  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Industrial

Agosto 2005

### **Dedicatoria**

Los ángeles vienen representados en la familia, amigos, compañeros de trabajo, profesores y demás personas, que mostrando su apoyo y confianza en nosotros independientemente de los problemas y las adversidades, hacen de nuestra vida algo especial.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
1. IMPORTANCIA Y RELEVANCIA DEL PROYECTO .....	5
1.1. Antecedentes.....	8
1.1.1. Primera Generación .....	8
1.1.2. Segunda Generación .....	11
1.1.3. Situación actual: Tercera generación.....	13
2. EL SISTEMA DE CONCESIONES VIALES .....	16
2.1. Los Riesgos de las Concesiones .....	17
2.2. Garantías Otorgadas.....	20
2.3. Renegociación y Duración del contrato.....	21
2.4. Concesiones de plazo fijo .....	22
2.5. Las concesiones de plazo variable o por Menor Valor Presente de los Ingresos (MVPI).....	23
3. EL MODELO .....	28
3.1. La Concesión .....	28
3.2. La Firma.....	29
3.3. Los Consumidores .....	30
3.4. El Gobierno.....	31
3.5. La Renegociación .....	32
3.6. El Problema de la Firma .....	33
3.7. El Problema del Gobierno .....	34
4. ESTÁTICA COMPARATIVA.....	35
5. CONCLUSIONES.....	45
6. BIBLIOGRAFÍA.....	46

## INTRODUCCIÓN

En Colombia la historia de las concesiones viales se ha desarrollado en tres generaciones, caracterizadas principalmente por el paso de un sistema de plazo fijo a un sistema de plazo variable. Bajo este nuevo esquema, el gobierno busca eliminar los problemas surgidos en las dos primeras generaciones tales como pago por garantías de ingreso mínimo, renegociaciones en dinero y plazos de construcción, que le han generado a la Nación sobrecostos en las obras y deudas por varios millones de pesos.

Dado el impacto que tiene el desarrollo vial en Colombia y su historia en materia de concesiones viales, este trabajo busca analizar el sistema de plazo variable, y mostrar el impacto que tienen las variables del entorno sobre el bienestar social bajo este nuevo esquema de concesiones, del cual, dada su reciente implementación, no se tiene ningún tipo de historia en el país.

Específicamente, se modelará bajo el sistema de Menor Valor Presente de los Ingresos, la relación entre el gobierno y un concesionario, quien después de realizar la construcción de la vía, entra en la etapa de operación y mantenimiento de la misma. La relación entre las partes se formaliza con un contrato mediante el cual se comprometen a una serie de derechos y obligaciones. Debido a las características de este tipo de adjudicación, el tiempo de la concesión es desconocido, pero es estimable por cada una de las partes.

Este documento se encuentra organizado de la siguiente manera: el Capítulo 1 presenta la problemática y evolución de las concesiones viales en Colombia, desde sus inicios, hasta el sistema de concesión de plazo variable. El Capítulo 2 desarrolla el tema de las concesiones, comparando el sistema de plazo fijo y el sistema de plazo variable. El Capítulo 3 describe el modelo desarrollado. El Capítulo 4 realiza un análisis de Estática Comparativa, donde se muestra el impacto de cada una de las variables del entorno dentro del bienestar y precio de los peajes. Por último, el Capítulo 5 incluye tanto las conclusiones como las continuaciones de este trabajo.

## 1. IMPORTANCIA Y RELEVANCIA DEL PROYECTO

El sistema de concesiones viales representa muchas ventajas a una Nación, dentro de las cuales se destacan las mejoras en las especificaciones técnicas que redundan en una mejor calidad de servicio para los usuarios, y una mejor distribución de los riesgos al permitir que estos se trasladen a quien mejor los pueda manejar. Bajo este esquema, el gobierno puede tener un mayor control sobre la construcción, operación y mantenimiento de las obras, logrando así que se disminuyan los costos, los tiempos de ejecución y mejore la calidad de la infraestructura. Adicional a los beneficios ya mencionados, se espera que las concesiones, al incluir capital privado que a su vez genere mayores niveles de competitividad, permitan liberar recursos del Estado para ser invertidos en otros sectores.

El sistema de concesiones viales en Colombia inició en 1994 y actualmente se encuentran vigentes 15 proyectos. La Tabla 1 muestra estas concesiones, así como el valor a 2003 de cada proyecto.

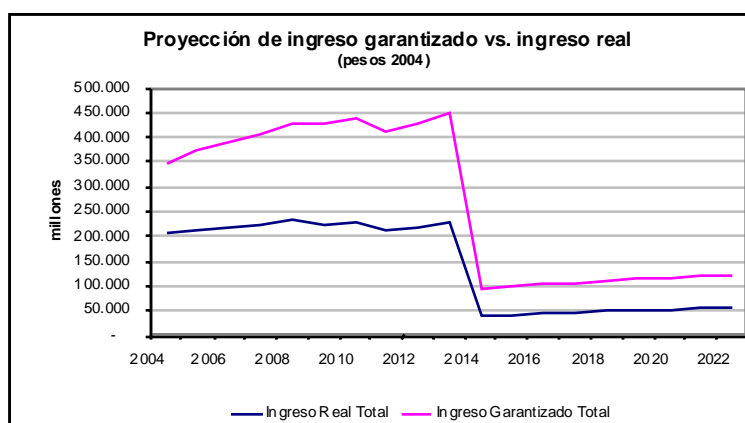
Proyecto	Km*			Valor contrato (millones de pesos 2003)
	Con	Reh	Man	
Armenia – Pereira - Manizales	66,4	110	219	324.908,62
Bogotá – Villavicencio	92	16,3	86	473.367,55
Bogotá (Puente El Cortijo) - Siberia - La				
Punta - El Vino	15	31	31	79.448,84
Carreteras Nacionales del Meta	2,8	180,9	190	118.129,51
Cartagena – Baranquilla	0	63	109	33.809,30
Desarrollo Vial del Norte de Bogotá	46	48	48	217.513,16
Desarrollo Vial Oriente de Medellín y Valle				
de Río Negro	45,7	168,4	349,1	247.503,98
Fontibón – Facatativa - Los Alpes	20	41	41	185.821,12
Los Patios – La Calera - Guasca y El Salitre				
- Sopo – Briceño	0	50	50	22.992,39
Neiva – Espinal - Girardot	11,2	138,8	150	97.992,42
Santa Marta - Rihacha - Paraguachón	0	170	250	121.934,02
Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca	110,3	293,5	403,8	669.126,18
Briceño – Tunja - Sogamoso	31,2	189	203,8	545.502,38
Zipaquirá – Palenque	7	370	377	33.446,55
Bogotá – Girardot	121	87,75	121	422.000**
<b>TOTAL</b>	<b>485,8</b>	<b>1957,65</b>	<b>2628,7</b>	<b>3.593.496,02</b>

Tabla 1

\* Valores contractuales

\*\* Valor estimado del contrato

Sin embargo, en Colombia las concesiones viales han sufrido una serie de problemas causados por las controversias entre el Estado y los concesionarios que incluyen multas, demandas, renegociaciones, visitas al arbitramento y pago de garantías (principalmente por ingreso mínimo), lo que en su conjunto le ha costado a la Nación altas sumas de dinero. Actualmente lo que se debe por concepto de garantías<sup>1</sup> a 2004 es \$227.000 millones de pesos y, de acuerdo a proyecciones realizadas por el INCO<sup>2</sup>, el valor presente de los pagos por concepto de las garantías por ingreso mínimo es de cerca de \$1.26 billones de pesos constantes del 2004 (Gráfica 1).



**Gráfica 1: Pagos por conceptos de garantías de ingreso mínimo**

Fuente: Instituto Nacional de Concesiones

Nota: i) Se incluyen las ocho concesiones que en el momento presentan déficit por ingreso garantizado, ii) Se proyectó un crecimiento vehicular del 2% anual.

La sobreestimación de los volúmenes de tráfico, así como la omisión de factores externos tales como orden público y condiciones económicas generales, generaron las deudas actuales por garantías de ingreso mínimo. Sumado al problema de las garantías, también se encuentran las controversias por los riesgos en la construcción y los aspectos financieros del contrato.

En cuanto a los problemas derivados de los riesgos de construcción y aspectos financieros encontramos:

<sup>1</sup> Al concesionario se le asignan garantías comerciales sobre 3 derechos: derecho a tarifas, derecho a tráfico y ubicación de peajes.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Concesiones

- El compromiso del Estado de garantizar los sobrecostos en que incurre el concesionario por mayores cantidades de obra, hasta en un porcentaje equivalente al 30%, sobre las cantidades establecidas inicialmente en las propuestas.
- Pagos por la ejecución de obras adicionales necesarias no previstas en el alcance básico.
- Incumplimiento de pagos en los eventos en que ha tenido que hacer efectiva la garantía.
- Demandas impuestas por los concesionarios a la Nación, por controversias sobre las mismas garantías que se desprenden de este riesgo.
- Varias visitas a los tribunales de arbitramento y pretensiones económicas por parte de los privados, que alegan desequilibrios económicos derivados de la mora en el pago de garantías de ingreso y mayores cantidades de obra, mayores costos financieros por costo de oportunidad en la entrega de recursos, intereses y garantías en los créditos y proyecciones de rentabilidad por debajo de la esperada.

Dados estos problemas, el INCO se ha visto en la necesidad de plantear renegociaciones con los concesionarios para disminuir la deuda.

Como un ejemplo de esta situación se encuentra la concesión Armenia-Pereira-Manizales, en el cual se suscribió un acuerdo que pretendió *“...solucionar de manera integral las demandas del concesionario planteadas en dos tribunales de arbitramento. El primero con relación al reconocimiento de garantías por ingreso mínimo no pagadas en años anteriores, el reconocimiento de los costos financieros por el pago tardío de aportes de la Nación al proyecto y el reconocimiento de tarifas diferenciales. Las pretensiones en este tribunal ascienden a 23,000 millones de pesos corrientes. En el segundo tribunal el concesionario alega falta de sostenibilidad financiera del proyecto de concesión bajo las actuales condiciones de demanda. En efecto, cálculos internos en el INCO demuestran que el valor presente neto del pago de garantías por concepto de ingreso mínimo garantizado en esta concesión representan 311,513 millones de pesos del 2004.*

*La solución planteada reestructura el contrato de concesión, en el marco del segundo tribunal, para reestablecer la sostenibilidad financiera del proyecto de tal manera que se minimicen las garantías que el Estado deba pagar a futuro. Para hacerlo, se incrementan los ingresos del concesionario mediante la cesión de dos peajes que administra el INVIAS, Corozal y La Manuela, y se aumenta la tarifa de la estación de Tarupacápara equipararla al cobro que se realiza en el peaje de Circasia. Así mismo, se racionalizan las obras que debe realizar el concesionario, por un lado desplazando ciertas obras en el tiempo, y suspendiendo la ejecución de otras quedando sujetas a la disponibilidad de recursos del proyecto o del presupuesto nacional”<sup>3</sup>.*

Gracias a este acuerdo, el Gobierno logró ahorrar por pago de garantías, la suma de \$311.000.000.000.

Estas situaciones surgidas durante los primeros contratos de concesión, han impulsado cambios y mejoras con el fin de resolver a fondo los problemas de las concesiones, reduciendo los impactos fiscales de las garantías, solucionando los problemas de liquidez de los proyectos y mejorando las deficiencias en la estructuración del contrato, todo esto con el fin de ofrecer una infraestructura y servicios óptimos a los usuarios y cumplir con el objetivo del Estado en cuanto al desarrollo de la red de transporte vial nacional. Estos cambios y mejoras se han caracterizado en la forma como se distribuyen los riesgos, la evolución del sistema de garantías y la forma de asignación de la concesión, pasando de un sistema de plazo fijo a uno de plazo variable (también conocido como de menor Valor Presente de Ingresos).

Para observar cómo se ha llegado al actual sistema de concesiones, a continuación se va a realizar una breve historia de las generaciones de las concesiones viales en Colombia.

## **1.1. Antecedentes**

### **1.1.1. Primera Generación**

---

<sup>3</sup> Tomado del Acuerdo entre Autopistas del Café y el Instituto Nacional de Concesiones, sumistrado por el INCO.



La primera generación de concesiones se presentó entre los años 1995 y 1996. En total, la primera generación abarcó un total de 11 concesiones, con un alcance de 1460 kilómetros, con una inversión de \$800 millones de dólares. Estos proyectos estaban enfocados principalmente a labores de rehabilitación y ampliación de calzadas. Estos proyectos fueron adjudicados con una duración de plazo fijo.

Esta primera generación se caracterizó por su debilidad en la planeación de los proyectos, lo que conllevó a las siguientes dificultades<sup>4</sup>:

- Establecimiento de garantías de ingreso mínimo por concepto de peajes, de acuerdo a proyecciones de tráfico mal realizadas.
- Demora en los desembolsos de las garantías causadas.
- Demora en la aprobación de las licencias ambientales lo que provocó un retraso en la ejecución de las obras.
- Cambios en los diseños establecidos inicialmente que originaron inversiones no previstas y mayores cantidades de obra, en muchos casos a cargo de la Nación.
- Cambios en el inventario predial como consecuencia de la variación en los diseños originales y retrasos en la adquisición y entrega de predios.
- Reubicación y levantamiento de casetas de peajes inicialmente pactadas en el contrato de concesión.
- El gobierno al asumir los riesgos de construcción, también asumió los sobrecostos de las obras hasta en un 30%.

La distribución de los riesgos entre el gobierno y el concesionario en esta primera generación fue la siguiente:

---

<sup>4</sup> Tomado de documentos CONPES 3045.

Riesgo	Primera Generación	
	Concesionario	INVIAS
Constructivo	x	Parcial
Tráfico		x
Tarifa Peajes		x
Predios		x
Lic. Ambiental		x
Tributario	x	
Cambiarío	x	
Fuerza Mayor (No Asegurable)		x
Fuerza Mayor (Asegurable)	x	
Financiación	x	

**Tabla 2: Asignación de Riesgos Primera Generación**

Fuente: INCO

En esta primera generación, la selección del concesionario encargado de realizar la obra incluía la ponderación de varios factores. Inicialmente, se hacía una preselección de las propuestas en cuanto a los cumplimientos de los requisitos de elegibilidad y luego, sobre quienes cumplían dichos prerrequisitos, se seleccionaba el ganador como el que obtuviera el menor puntaje de acuerdo a la siguiente fórmula<sup>5</sup>:

$$(TP*FA)+(TP*PIMG)+(TP*SCA)+(TP*PC)+(TP*PO)+AF$$

En donde:

TP: Tarifas de peaje

FA: Factor de ajuste

PIMG: Porcentaje de ingresos mínimos garantizados

SCA. Sobre costos asumidos

PC: Plazo de construcción

PO: Plazo de operación de la concesión

AF: Alcance físico de la obra ofrecido

<sup>5</sup> Documento: "Evaluación de las ofertas en proceso de licitación" preparado por el Ing. Ferney Camacho, INCO.

### 1.1.2. Segunda Generación

La segunda generación buscó solucionar los problemas de la primera, mediante una redistribución de los riesgos, contratación de estudios y diseños a nivel Fase III, mejores estudios de demanda y tráfico, obtención de licencias ambientales previo a la licitación, traslado del riesgo comercial al no ofrecer garantías por ingreso mínimo y contratación de expertos para la estructuración financiera, legal y técnica de los proyectos. Igualmente, se dio paso al mecanismo de menor Valor Presente de los Ingresos, en el cual la duración de la concesión está determinada por el tiempo que se gasta el concesionario en recuperar el ingreso propuesto en la licitación. La distribución de riesgos utilizada en esta generación fue la siguiente:

Riesgo	Segunda Generación	
	Concesionario	INVIAS
Constructivo	x	
Tráfico	x	
Tarifa Peajes		x
Predios		x
Lic. Ambiental		x
Tributario	x	
Cambiarío	x	
Fuerza Mayor (No Asegurable)		x
Fuerza Mayor (Asegurable)	x	
Financiación	x	

Tabla 3: Asignación de Riesgos Segunda Generación

Fuente: INCO

Esta segunda generación contó con dos proyectos: El Vino – Tobia Grande – Puerto Salgar – (San Alberto) y Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca.

En el primer proyecto, después de una calificación preliminar, se dio un proceso de selección mediante la ponderación de distintos factores, se seleccionó al ganador. Las variables que se tuvieron en cuenta fueron las siguientes:

Contribuciones del Gobierno (69%)

Solicitud Ingreso Mínimo	(10%)
Valor presente de los ingresos esperados	(3%)
Solicitud de liquidez de garantías	(6%)
Riesgo geológico	(12%)

Dada esta ponderación, la firma ganadora fue la que propuso un nivel esperado de ingresos alto, aportes bajos al Estado y garantías limitadas de interés.

Es así como “ *Este tipo de selección, en donde se le da un mayor puntaje al participante que propone menores contribuciones por parte del Gobierno (69%) y un menor peso al monto del ingreso esperado, induce incentivos perversos y provoca que las propuestas ganadoras bajo este esquema sean cambiadas o renegociadas por el proponente, incentiva ofertas engañosamente generosas, estructuradas con el fin de ganar y luego renegociar condiciones más favorables (lowballing). Además, favorece a firmas con buenas conexiones y habilidades para renegociar. Lo anterior origina una selección adversa de la firma por parte del Estado. El hecho de solicitar una menor contribución por parte del Gobierno, pone de manifiesto la necesidad del proponente de recuperar y/o asegurar la inversión vía ingreso esperado; es así, como el valor de este ingreso tiende a ser mayor, más aún cuando en la calificación tiene un peso menos representativo.*

*Finalmente, después de haber terminado el proceso licitatorio, la firma ganadora propuso cambios en los trazados y diseños nuevos en el proyecto como eliminar todos los puentes, suprimir 14 kilómetros de puentes y aumentar el trazado de la carretera en 7 kilómetros, con el fin de lograr economías en la construcción. Este evento generó múltiples controversias con el INVIAS, hasta el punto de tener que declarar la caducidad del contrato.*

*Los imprevistos señalados permitieron ilustrar dos debilidades del Gobierno: La primera, asociada con la falta de mecanismos de defensa y negociación del alcance del proyecto, y la segunda; develó la poca credibilidad en el desempeño institucional.”<sup>6</sup>*

---

<sup>6</sup> Ibit.

En cuanto al proyecto de la Malla Vial, se utilizaron los siguientes factores:

Obras Complementarias	(40%)
Mecanismo de Liquidez	(10%)
Garantía de Ingreso	(10%)
Ingreso Esperado	(40%)

La firma ganadora era la que presentara el menor puntaje. Uno de los problemas que presentó este proyecto fue la responsabilidad del INVIAS<sup>7</sup> con respecto a la gestión predial, en donde se presentaron gran cantidad de predios en zonas agrícolas e industriales, originando cambios en los diseños y demoras en la entrega de los predios, lo cual adicionalmente afectó el avance de las obras.

### **1.1.3. Situación actual: Tercera generación.**

La tercera generación se diferencia de la segunda principalmente por el mecanismo de selección del concesionario, en donde la única variable que se tiene en cuenta y que determina cuál es el concesionario encargado de realizar la obra, es el Menor Valor Presente de los Ingresos.

En cuanto a la estructura y asignación de riesgos, no se difiere mucho de la segunda generación, sin embargo, éste incluye el concepto de gradualidad, el cual procura que la infraestructura crezca al mismo ritmo que la demanda, evitando de esta forma un lucro cesante por exceso de capacidad. Otra característica, es que el riesgo predial está a cargo del gobierno, pero el concesionario es quien se encarga de la gestión para adquirirlo; en cuanto a las licencias ambientales, éstas deben existir antes de la etapa de construcción y en caso de modificaciones, este riesgo es asumido por el concesionario y la gestión social se hace en conjunto entre el INCO y el concesionario.

La siguiente tabla presenta la asignación de riesgos en la tercera generación:

---

<sup>7</sup> Instituto Nacional de Vías

Riesgo	Tercera Generación	
	Concesionario	INVIAS
Constructivo	x	
Tráfico	x	
Tarifa Peajes		x
Predios	Gestión	x
Lic. Ambiental	Gestión	x
Tributario	x	
Cambiario	x	Parcial
Fuerza Mayor (No Asegurable)		x
Fuerza Mayor (Asegurable)	x	
Financiación	x	

**Tabla 4: Asignación de Riesgos Tercera Generación**

Fuente: INCO

Adicionalmente, dado el nuevo esquema de Menor Valor Presente de los Ingresos, en la tercera generación se contemplan mecanismos para asegurar la inversión, operación, mantenimiento y pago de deuda durante el periodo de mayor estrechez del flujo de caja<sup>8</sup>.

Estos mecanismo son<sup>9</sup>:

- Soporte de ingreso: Tiene por objeto cubrir el pago de servicio de deuda y asegurar la operación y mantenimiento en el periodo de mayor estrechez del flujo de caja, que por lo general coincide con los primeros 7 a 10 años.
- Liquidez cambiaria: Este soporte se otorga sobre el porcentaje de deuda en dólares según el cierre financiero.
- Liquidez para el servicio de deuda: Busca asegurar la liquidez para el servicio de deuda durante el periodo de mayor estrechez del flujo de caja. Este mecanismo cubre en moneda local los intereses del servicio de deuda y parcialmente el riesgo cambiario, y adicionalmente va en conjunto con el fondo de contingencias, el cual sólo se activa cuando los recursos aportados al fondo son insuficientes para cubrir los aspectos críticos de la concesión.

<sup>8</sup> Esto coincide con la etapa de construcción y el inicio de la operación, en donde se generan la mayor parte de las inversiones.

<sup>9</sup> Tomados de: "Política de Riesgo - Fondo de Contingencias para Concesiones en Colombia". Instituto Nacional de Concesiones INCO. Septiembre 2004.

Es importante tener en cuenta que *estos mecanismos no se tratan de garantías pues se contabilizan dentro del ingreso esperado.*

Otro elemento adicional a los mecanismos nombrados anteriormente, son los soportes de garantías, los cuales son diseñados para proporcionar seguridad a los financiadores de los proyectos. Estos incluyen: soporte parcial de ingresos, soporte parcial por devaluación y soporte parcial por riesgo geológico<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Para obtener mayor información sobre estos soportes, remitirse al documento de la cita anterior.

## **2. EL SISTEMA DE CONCESIONES VIALES**

Actualmente es muy común entregar en concesión la realización de obras públicas a entidades privadas. Esto en gran parte se debe a las ventajas que tienen estos últimos a la hora de organizar y estructurar proyectos, la facilidad de adquirir financiación por medio de inversionistas o bancos, permitir un mejor y más eficiente manejo de los dineros tanto recaudados como los invertidos en la obra, todo lo cual permite obtener mayores niveles de competitividad.

Las concesiones son a su vez una forma de repartir los riesgos entre el gobierno y el concesionario, asignándose éstos a quien esté en mejor posición para enfrentarlos o diversificarlos. Gran parte del éxito de una concesión radica en la forma cómo se distribuyan los riesgos entre las partes durante cada una de las etapas del desarrollo de la vía.

Las etapas que siguen a la ejecución del contrato son las siguientes:

Etapa pre-contractual: En esta etapa se determina la conveniencia de la concesión, se realizan los estudios previos, se determina la disponibilidad presupuestal, se expiden los pliegos de la licitación, se aceptan las propuestas, se evalúan y se adjudica el ganador, según los criterios establecidos.

Etapa contractual: Esta etapa abarca desde la adjudicación hasta la liquidación del contrato. Dentro de ésta, se suscribe el Acta de iniciación del contrato. Para el caso de concesiones viales, esta ejecución consta de 2 partes:

- **Construcción:** Esta etapa que va desde la fecha de inicio de las obras de rehabilitación o construcción, hasta la fecha en que la carretera entra en servicio para dar inicio a la etapa de operación.
- **Operación y Mantenimiento:** Esta última etapa arranca con la entrada en servicio de la carretera y culmina cuando se haya cumplido el tiempo definido como periodo de la concesión o cuando el concesionario ha recibido el ingreso esperado.



Etapa post-contractual: Esta etapa inicia con la liquidación del contrato que incluye la reversión de los bienes a la Nación. Finaliza con la reversión del contrato.

A continuación, se presentan los riesgos que se pueden surgir en un contrato de concesión, el tipo de garantías comúnmente otorgadas y la renegociación y cambios en la duración del contrato.

## **2.1. Los Riesgos de las Concesiones<sup>11</sup>**

Un elemento implícito dentro de los contratos de concesiones lo constituyen los riesgos, los cuales deben ser óptimamente diversificados y repartidos entre las partes. Los principales riesgos que se encuentran en la práctica son:

- Riesgos de Tráfico o de Demanda

Este es un riesgo asociado a la incertidumbre sobre la demanda, dado que las proyecciones y pronósticos de la misma, están sujetos a variaciones o a errores en su cálculo.

- Riesgo de Cartera

Se refiere al no pago por parte de los usuarios, o la evasión del mismo (pérdidas no técnicas o negras), que llevan a que el flujo de caja efectivo sea menor que el esperado.

- Riesgo Cambiario

El riesgo cambiario se refiere a la eventual variación de los flujos de un proyecto, debido a que sus ingresos y egresos están denominados o dependen del comportamiento de la tasa de cambio frente a monedas distintas. Por ejemplo, se da cuando los ingresos, los costos o la deuda están asociados a más de un tipo de moneda, y por lo tanto, están sujetos a pérdidas o ganancias potenciales por fluctuaciones en las tasas de cambio.

---

<sup>11</sup> Ver documentos CONPES 3133 y 3107

- Riesgos Macroeconómicos

Son riesgos asociados al comportamiento de la economía, como por ejemplo las recesiones económicas, los ajustes económicos, la devaluación de la moneda, etc. y que no pueden ser controlados por el concesionario.

- Riesgos Microeconómicos

Son riesgos asociados al cambio de la demanda local y puede tener varias fuentes. La primera fuente de riesgo está dada por la variación de la demanda causada por la utilización de vías y servicios sustitutos<sup>12</sup>. La segunda está asociada con el surgimiento de nuevas formas de servicio que afectan los beneficios de la concesión. La tercera está asociada a las tarifas fijadas, ya que cambios políticos pueden llevar a cambios en tarifas que afectan los ingresos de la concesión.

- Riesgos de Expropiación

Son los riesgos asociados a los costos y demoras causados por la expropiación de bienes para la implementación de las obras. En muchas ocasiones, estos costos resultan siendo demasiado altos pues es muy difícil encontrar un valor que represente una compensación justa por los bienes que se deben expropiar, haciendo que se pague más de lo que se esperaba pagar, o teniendo que afrontar procesos jurídicos que implican nuevos costos y demoras que se traducen en dinero perdido. En el caso Colombiano, sin embargo, este riesgo se ve disminuido ya que hay procedimientos claros de evaluación y de expropiación en tiempos no muy largos.

- Riesgos de Construcción y Mantenimiento

---

<sup>12</sup> Un ejemplo lo constituye una vía sustituta con problemas de congestión, la cual aumenta la demanda por la vía entregada en concesión.

Estos riesgos surgen de la diferencia que puede existir entre los costos proyectados y los reales. Este tipo de riesgos deben ser asignados al concesionario quien realmente conoce cuáles son sus costos de construcción y mantenimiento; de hecho, en caso que la parte contratante asuma por sí mismo este riesgo, el concesionario tendría incentivos para exagerar los costos, aumentando sus ganancias. Este riesgo se compone de tres elementos: i) Cantidades de Obra: sucede cuando la inversión requiere cantidades de obra distintas a las previstas; ii) Precios: sucede cuando los precios unitarios de los diferentes componentes de la inversión son distintos a los previstos; iii) Plazo: sucede cuando la obra se realiza en un tiempo distinto al inicialmente previsto.

- Riesgos de Operación

El riesgo de operación se refiere al no cumplimiento de los parámetros de desempeño especificados; a costos de operación y mantenimiento mayores a los proyectados; a disponibilidad y costos de los insumos; y a interrupción de la operación por acto u omisión del operador, entre otros.

- Riesgo de cambios en las reglas de juego

Son riesgos originados por cambios en las políticas y en la normatividad vigente que pueden afectar la rentabilidad y viabilidad del proyecto. Este tipo de riesgo se presenta en los casos en que por cambios en las políticas (por ejemplo, imposición de impuestos no previstos, establecimiento de normas sociales o ambientales, cambios en los pagos de dineros, etc.) y cambios en la regulación del sistema que define las reglas de operación, se afectan los ingresos del concesionario.

- Riesgos de Fuerza Mayor

Los riesgos de fuerza mayor son definidos como eventos que están fuera del control de las partes, y su ocurrencia otorga el derecho de solicitar la suspensión de las obligaciones estipuladas en el contrato. Los eventos temporales de fuerza mayor, que causen demoras, pueden a menudo ser resueltos asignando los costos entre las partes.

Eventos graves de fuerza mayor pueden conducir a la interrupción de la ejecución del proyecto.

- Riesgo Ambiental

Se refiere a las obligaciones que emanan de la(s) licencia(s) ambiental(es) y de los planes de manejo. Es deseable que las entidades estatales cuenten con las licencias ambientales y/o planes de manejo previo a la firma de los contratos. El inversionista privado asumirá este riesgo, cuando, previo al cierre del proceso licitatorio, se cuente con las resoluciones respectivas.

- Riesgos por falta de experiencia histórica

Es el riesgo asociado a la falta de conocimientos del comportamiento y evolución del proyecto, dado que no se tienen registros asociados a actividades similares. Este riesgo es resultado de la incertidumbre sobre el rumbo que puede tomar la concesión dado que por ser innovadora respecto al servicio que presta, es imposible determinar si el sistema en su conjunto es viable y responde a las expectativas creadas sobre él. Normalmente ocurre en las primeras fases de los proyectos, mientras se puede determinar modelos de comportamiento que ayuden a los participantes a comprender los riesgos involucrados.

## **2.2. Garantías Otorgadas**

Como parte del contrato es frecuente la existencia de garantías para cubrir algunos de los riesgos a los cuales están sometidas las partes. Principalmente se expiden garantías de cumplimiento y de ingreso mínimo. A pesar que las garantías pueden facilitar el endeudamiento para la construcción de la obra, así como la disminución de los gastos para la empresa contratante, las desventajas son mayores:

- Se disminuyen los incentivos para que las empresas funcionen en forma eficiente. Por ejemplo, si la empresa no es la que está a cargo de los

sobrecostos, no hay incentivos en disminuirlos y en casos donde se asegure un ingreso mínimo, se pueden hacer inversiones en proyectos no viables que le cuestan mucho al contratante.

- Las garantías tienden a ser utilizadas cuando hay problemas de demanda. Esta situación normalmente se asocia a momentos de crisis económicas, donde también existe una fuerte crisis fiscal que se vería agravada por estos desembolsos representados en partidas no presupuestadas por parte del Estado.
- El costo de la garantía es asumido por los usuarios del sistema cuando se cobran tarifas mayores. En el caso que sea el gobierno quien entregue esas garantías, habrán sido los contribuyentes los que terminen pagando estos costos a través de impuestos o de sobrecostos en bienes o servicios.

### **2.3. Renegociación y Duración del contrato**

Estudios sobre renegociación<sup>13</sup> muestran que en América Latina, el 53% de los contratos en el sector de transporte son renegociados, y en promedio, estas renegociaciones coinciden con los primeros 4 años después de haber sido asignado el contrato. Algunos resultados de éstos estudios concluyen que las renegociaciones son costosas al afectar la gestión del sector, la credibilidad del proceso de concesión y la confianza por parte de los inversionistas. Por otra parte, las concesiones con actividades especificadas opuestas a las actividades sujetas a indicadores de gestión, tienen una mayor probabilidad de ser renegociadas. Adicionalmente, las debilidades en el marco regulatorio y las leyes de contratación, incentivan comportamientos oportunistas que generan renegociaciones solicitadas tanto por parte del Estado como por parte de las firmas.

En general, todo contrato es factible de ser renegociado (en Colombia actualmente se permite renegociar hasta el 50% del valor pactado). La renegociación se da en concesiones de plazo fijo, aumentando la duración del proyecto o en la forma en que se reciben los ingresos.

---

<sup>13</sup> Ver Guasch, Lafonty Straub (2003)

Esta ampliación del plazo puede ocurrir en situaciones donde se afecte de manera relevante las condiciones de ejecución del contrato o en circunstancias en las que por incumplimiento por parte del contratante, se afecte el equilibrio económico pactado.

Esta flexibilidad, por tanto no es factible de ser excluida, debido a las contingencias no previstas en el contrato (tales como cambios en la demanda esperada), y conlleva a los siguientes problemas:

- Bajo renegociación, el costo del proyecto se eleva y éste aumento surge normalmente de fondos alimentados con impuestos o de los mismos usuarios del sistema, generando ineficiencias sociales.
- Se pueden presentar situaciones en las que las firmas adopten la estrategia de ofertar bajo con la intención de renegociar las condiciones en un futuro. Esto hace que la libre competencia presente en una licitación, se desvanezca dado que en la etapa de renegociación existen sólo dos jugadores: la firma y el gobierno.
- El costo de renegociación en términos del proceso jurídico generalmente resulta costoso y desgastante, y además debe ser asumido por un ente gestor o contratante que puede no ser experto en el tema, a diferencia de su contraparte<sup>14</sup>.

#### **2.4. Concesiones de plazo fijo**

Una práctica común es que las concesiones viales sean adjudicadas sobre contratos de plazo fijo, donde está establecida previamente la duración de la concesión. En este caso, se entrega la concesión a la firma que pida la menor cantidad de recursos para construir, administrar y operar la concesión. Este sistema tiene como finalidad encontrar el concesionario más eficiente y obtener un mayor beneficio social al establecer un sistema de incentivos que permita un buen manejo de los recursos y que al mismo tiempo, permita que la firma pueda cubrir los costos causados por la inversión realizada.

Dentro de las ventajas de este esquema, se encuentra que hay una mayor probabilidad que el concesionario realice un nivel alto de inversiones que le ayude a mejorar la

---

<sup>14</sup> Esta asimetría se genera gracias al poder que puede ejercer compañías multinacionales sobre las decisiones del Estado y del acceso a recursos jurídicos especializados.

calidad de la infraestructura buscando atraer o retener a los usuarios, para así mantener un nivel de ingresos adecuado; es claro que el concesionario hará muchos más esfuerzos por minimizar sus costos de operación, construcción y mantenimiento, promoviendo la eficiencia social, y al ser un plazo fijo pueden con mayor facilidad conseguir financiación por medio de deuda pagadera en un plazo dado. Por otra parte, este sistema presenta también muchas desventajas, dentro de las cuales se encuentra que los ingresos, al depender de la demanda y de costos no previsibles en el inicio, representan un riesgo que es asumido por el concesionario y que, cuando el plazo del contrato no es lo suficientemente largo, hace que no se logre recuperar los costos recurriendo a renegociaciones (que son ineficientes) o la entrega de garantías que mitiguen este riesgo (con el costo social que conllevan).

Asimismo, los contratos de plazo fijo pueden llevar a seleccionar equivocadamente al concesionario, ya sea por que fue el que ofertó muy bajo para ganar esperando renegociar en el futuro (*lowballing*) y que constituye un comportamiento oportunista, o, simplemente, porque su oferta se basó en una proyección de demanda o de costos muy optimista, lo cual lo lleva a la bancarrota (maldición del ganador) e igualmente generaría una renegociación.

Otra desventaja del plazo fijo es su inflexibilidad a modificaciones bajo circunstancias en las cuales fuera necesario hacerlas, ya que cuando se necesite hacer los cálculos de las compensaciones generadas por los cambios que se desean introducir, éstos pueden ser ambiguos y dar lugar a pleitos o a expropiaciones injustificadas de la concesión.

## **2.5. Las concesiones de plazo variable o por Menor Valor Presente de los Ingresos (MVPI)<sup>15</sup>**

Este sistema de concesiones fue introducido por Eduardo Engel, Roland Fischer y Alexander Galetovic [9]. Bajo este esquema, igual como ocurre con las licitaciones de plazo fijo, la empresa a la que se adjudica la concesión, tiene que cumplir con las obligaciones derivadas del contrato. Sin embargo, en esta ocasión, las firmas ofertan el

---

<sup>15</sup> Ver Engel, Fischer, Galetovic (1997)

Valor Presente Neto de los Ingresos que esperan recaudar, y el contrato es adjudicado a la propuesta que presente un menor valor de este rubro. Esta firma empieza a operar hasta el punto en que el Valor Presente de los Ingresos recaudados a través de la concesión, igualen el monto solicitado, momento en el cual, la concesión termina y puede ser reasignada. La estimación y el control de los costos es dejado al concesionario, quien realizará todo el monitoreo y control de éstos. La tasa de descuento del proyecto es fijada por el oferente de la concesión, y corresponde a un valor adecuado que involucre la tasa representativa del mercado y una prima por riesgo.

El mecanismo funciona de la siguiente manera:

- La concesión es otorgada a la empresa que solicite el Menor Valor Presente de los ingresos totales.
- La tasa de descuento para calcular el Valor Presente de los Ingresos se fija en la licitación y debe representar la tasa de descuento libre de riesgo no diversificable al cual está sometido el concesionario.
- El fin de la concesión se presenta cuando se alcance el Valor Presente de los Ingresos solicitados en la concesión.
- El que otorga la concesión puede fijar para cada periodo de tiempo los ingresos máximos y mínimos a los cuales el concesionario tiene derecho.
- El que otorga la concesión puede fijar la fecha de duración máxima para la concesión. En este caso la concesión terminará cuando se llegue al plazo máximo de la concesión.

Una de las principales ventajas que ofrece este mecanismo de licitación, radica en la forma como se reduce el riesgo de demanda al cual se encuentra sometido el concesionario, pues al permitir que el plazo de la concesión se ajuste a la demanda, hace que se recupere tarde o temprano la inversión y se obtenga la utilidad esperada (desde luego, bajo el supuesto de que el proyecto es viable). Esto implica que bajo circunstancias de demanda baja, la concesión se alargará (o en otras palabras se renegocia automáticamente el plazo), reduciendo el riesgo asumido por el concesionario y, en particular, la prima por riesgo; es decir, se termina aumentando el bienestar social



al tenerse un menor costo de la concesión y que es pagado por los usuarios que usan la concesión o que es recaudado a través de impuestos. Por ejemplo, se ha encontrado, para concesiones interurbanas, que este ahorro alcanza hasta el 67% del costo de construcción.

De igual manera, si la demanda es mucho más alta de lo esperado, en lugar de que los concesionarios obtengan ganancias extraordinarias, lo que ocurrirá es que el plazo de la concesión se acortará automáticamente. Esto evita que las ganancias extraordinarias de los proyectos vayan a parar sólo a las firmas y no a la sociedad.

Otra ventaja de las licitaciones MVPI es que permiten que el contrato sea más flexible. En casos donde sea necesario compensar al concesionario por modificaciones no consideradas inicialmente en el contrato, o donde hay que dar por terminada la concesión antes de tiempo (expropiarla), es muy fácil determinar cuánto darle al concesionario como compensación, valor que será exactamente igual al Valor Presente de los ingresos que faltan por ser recibidos por el concesionario.

Una ventaja adicional es que hace menos probable una renegociación. En el caso en que se renegociara un aumento en los ingresos recibidos, esto sólo implicaría que el plazo de la concesión sería automáticamente más corto por definición. Esto hace que la renegociación sea menos probable y desincentiva a que las firmas oferten bajo para luego buscar, vía renegociación de los plazos o vía exigencias de garantías, aumentar su utilidad. Incluso, en el caso extremo de que sea inminente un conflicto, es factible dar por terminada la concesión, siguiendo el procedimiento anteriormente narrado.

Adicionalmente, las licitaciones de MVPI son menos sensibles a la información. Basta con que el regulador (o quien otorga la concesión) lleve un registro claro de los ingresos recibidos por el concesionario, monitoreando el cumplimiento del contrato y los controles de calidad, sin tener que preocuparse por los costos que serán responsabilidad exclusivamente de los concesionarios y que son, en principio, información privada de quien administra la concesión. De esta forma, el concesionario tendrá todos los incentivos en mejorar su tecnología para bajar los costos.

A pesar de las ventajas mostradas por las licitaciones MVPI, existen unas críticas que se deben tener en cuenta, pero que pueden ser atenuadas mediante modificaciones en la regulación de la concesión.

Dentro de estas críticas se encuentra que es más probable una administración ineficiente de la concesión por parte del concesionario. Esto es consecuencia de una subinversión en acciones que repercutan en disminuir estándares de calidad satisfactorios. La razón es que si bien es cierto que un buen nivel de servicio repercute en aumentos en la demanda, esto solo hará que el tiempo de la concesión se acorte, por lo tanto, destruyendo los incentivos a realizar dichas inversiones y mantener, así, estándares altos de calidad.

Esto debe ser compensado a través de una regulación clara del sistema, con multas creíbles o con premios por éxito en el cumplimiento de estándares de calidad. Para esto, una primera medida es identificar los distintos parámetros de calidad, establecer multas representativas si se violan los límites inferiores de éstos, así como también establecer recompensas que generen incentivos para una administración eficiente. Estos incentivos pueden ser monetarios (dando transferencias) o extendiendo el plazo de la concesión por más tiempo del establecido en el contrato.

Una segunda desventaja consiste en que, ante aumentos no previstos en los costos o caídas en los ingresos (así se alargue automáticamente el plazo de la concesión), se pueden producir rupturas en el flujo de caja del concesionario (desequilibrio económico). En este caso, debe haber una transferencia de parte del gestor de la concesión para el concesionario a través de garantías o transferencias.

La tercera desventaja es que es necesario determinar la tasa de descuento que se usará para traer los ingresos futuros a valor presente. Si ésta es alta con respecto a la del concesionario, este último podrá extender la concesión mediante una administración ineficiente. Y si es baja con respecto al concesionario, este último puede buscar querer renegociar para obtener la parte que aún no ha recaudado. En general, se puede definir una tasa de descuento adecuada que incorpore la tasa libre de riesgo, más un factor que

depende de los riesgos no diversificables del proyecto (modelos como CAPM son fácilmente utilizables para estimar una tasa justa de mercado).

Finalmente, la cuarta posible desventaja es que en las concesiones de plazo variable es más difícil encontrar financiación, pues las entidades que financian los proyectos no están dispuestas a otorgar préstamos con plazos variables. Sin embargo, es posible mostrar que cualquier flujo de pagos de deuda que se pueda satisfacer en un contrato de plazo fijo, también se podría satisfacer si el plazo fuese variable, pero con la ventaja de que en el caso variable hay certeza de que se recuperará la inversión (así sea incierto el momento en que esto ocurra), situación que no se garantiza con una concesión de plazo fijo.

### **3. EL MODELO**

Se va a considerar el caso de una firma a la cual se le ha adjudicado una concesión vial mediante el sistema de Menor Valor Presente de los Ingresos. Esta concesión le otorga el derecho a la firma de recibir los ingresos por peajes y unas transferencias económicas por parte del gobierno (las cuales son pactadas en el contrato) y la obliga a asumir los costos de construcción, operación y mantenimiento de la vía. Se va a suponer que en la etapa de construcción se van a recibir todas las transferencias y que en la etapa de operación los ingresos percibidos son los dados por los peajes. Una renegociación se presentará cuando el total de los costos de operación y mantenimiento de la obra al final de la concesión superen el valor faltante de los ingresos que el concesionario debía recibir; en donde la suma a renegociar es la diferencia entre estos dos valores. Bajo esta situación, existirá una probabilidad exógena de que las Cortes acepten la renegociación y la firma reciba de forma adicional, un porcentaje del valor renegociado.

Bajo estas ideas, a continuación se presentará el modelo de acuerdo al sistema de concesiones viales en Colombia. Este modelo específicamente busca reflejar el problema al que se enfrenta la firma cuando inicia el período de operación y mantenimiento de la vía, en donde, ya entregadas las transferencias que ayudan a financiar la construcción, los únicos ingresos que se reciben son los dados por los peajes.

#### **3.1. La Concesión**

Supondremos que la construcción, mantenimiento y operación de una vía ha sido asignada a una firma por el gobierno mediante una subasta o licitación pública.

El tiempo para ejecución de ésta concesión es desconocido pues al ser asignada mediante el sistema de Menor Valor Presente de los Ingresos, la adjudicación de la concesión termina en el momento que se recupere el valor solicitado por la firma. El nivel del tráfico que transitará por la vía en cada período de tiempo será denotado por  $q(t)$  y es desconocido cuando se firma el contrato. Sin embargo, supondremos que es

posible estimar la función de distribución del tráfico total y por lo tanto su media  $\mu_q$  y su desviación estándar  $\sigma_q$ .

Los costos anuales de operación denotados por  $\beta$  son también desconocidos, sin embargo, la firma los puede estimar en cada período de la operación.

El valor del peaje en cada período de tiempo que dure la concesión será representado por  $p(t)$ .

### 3.2. La Firma

La firma concesionaria se supondrá que es maximizadora de la utilidad esperada y neutral al riesgo.

El ingreso de la firma durante el período de operación estará dado únicamente por los ingresos de los peajes del tráfico que transite durante la concesión.

Dadas las características de esta concesión, el gobierno no entrega garantías por ingreso mínimo. El valor propuesto por la firma mediante el cual le fue adjudicado el contrato, descontando el valor de las transferencias dadas inicialmente, será denotado por  $V$ , el cual se recuperará al traer a valor presente, a una tasa de descuento  $r$ , los flujos generados por los peajes durante los  $T$  periodos que dure la concesión en su etapa de operación. De esta forma,  $V$  puede ser representado como aparece en (1)

$$V = \int_0^T p(t)q(t)e^{-rt} dt \quad (1)$$

Para este caso, vamos a suponer que  $p(t) = p$  y  $q(t) = q$  para todo  $t$  ( $q$  continúa siendo una variable aleatoria). Dado esto, el proceso  $p(t).q(t)$  va a ser estacionario y  $r$  no solo va a capturar el descuento, sino también los ajustes por inflación y el crecimiento del tráfico.

El costo para la firma por la realización del proyecto será de  $\beta$  para cada periodo de tiempo que dure la concesión. Este valor incluye no sólo mantener la obra, sino también los desembolsos que tiene que hacer la firma para amortizar las deudas pendientes de la etapa de construcción de la obra. Así, los costos pueden escribirse como:

$$C = \int_0^T \beta \cdot e^{-rt} dt = \beta \frac{(1 - e^{-rT})}{r} = \beta \cdot \theta(T) \quad (2)$$

donde  $\theta(T)$  es una función que depende del valor esperado de  $T$ .

Bajo este esquema, la utilidad de la firma está dada por

$$U = V - C = \int_0^T p \cdot q \cdot e^{-rt} dt - \beta \cdot \theta(T) \quad (3)$$

### 3.3. Los Consumidores

El beneficio social de la vía se representará con  $S(q)$ , el cual consideraremos depende únicamente del tráfico que transite.  $S(q)$  puede representar para los usuarios la utilidad resultante por el valor del ahorro en tiempo y de costos de operación. Se supondrá que el tráfico que transita por la vía es como lo muestra la ecuación 4

$$q(p) = a - bp \quad (4)$$

donde  $a$  y  $b$  son variables aleatorias independientes entre si y hacen referencia al tráfico máximo que cursará por la carretera ( $a$ ) y la variación de la demanda por variaciones en el precio ( $b$ ). La utilidad neta que los usuarios van a recibir por cursar por la carretera va a estar dada por la diferencia entre el beneficio causado por el uso de la vía y el pago realizado por los peajes, la cual puede escribirse como aparece en (5)

$$S(q) = \int_0^q p(q) dq - pq \quad (5)$$

donde  $p(q)$  es la función inversa de demanda.

Resolviendo (5), encontramos la utilidad de los usuarios o excedente de los consumidores en valor esperado es:

$$E[S(q)] = E\left[\frac{a}{b}q - \frac{q^2}{2b} - pq\right] \quad (6)$$

Trayendo este excedente a Valor Presente a tasa  $r$  tenemos:

$$E[S] = \int_0^{\infty} E[S(q)]e^{-rt} dt = \frac{E[S(q)]}{r} \quad (7)$$

### 3.4. El Gobierno

El gobierno es quien contrata la realización de la obra y busca con esto maximizar el bienestar social, el cual representa la diferencia entre el beneficio social de la carretera, los costos generados por el pago de peajes y la participación de la firma dentro de este bienestar.

Dentro del bienestar social, la utilidad de la firma recibe una ponderación denotada por  $\theta$ , donde un valor cercano a 1 (uno) significa que la utilidad de la firma tiene un impacto sobre la economía local y nacional, mientras que un valor cercano a 0 (cero) representa que su impacto no es muy alto y este podría ser el caso de una compañía extranjera.

Bajo este esquema, la utilidad del Estado puede representarse como

$$W = E[S] + \theta U \quad (8)$$

donde  $W$  es el bienestar (el cual se desea maximizar),  $E[S]$  el excedente de los consumidores y  $U$  la utilidad de la firma

### 3.5. La Renegociación

Dada la forma como está planteada la utilidad del concesionario, una renegociación sólo es posible cuando el valor de los costos sea mayor al valor del ingreso solicitado por la firma. Dando el valor de  $z$  al monto que entraría en disputa durante la renegociación, tenemos

$$z = \max(\beta \cdot \theta(T) - V, 0) \quad (9)$$

El que sea o no aceptada la renegociación va a depender de un elemento exógeno a ambas partes, representado por el sistema judicial. La probabilidad que representa que las Cortes hagan respetar el contrato y no acepten la renegociación va a ser denotado por  $\pi$ . Este valor va a capturar el grado de fortaleza institucional y judicial, así como otros elementos tales como la historia pasada de renegociaciones, capacidad de negociación, etc.

Al iniciar el litigio, tanto el gobierno como la firma incurren en unos costos de litigio que representan los costos por abogados, papelería y tiempo invertido tanto en el proceso de renegociación como por un “stand by” de la obra. Este valor tanto para el gobierno como para la firma va a ser denotado como  $L$ .

Para que se de la renegociación, es necesario que se cumplan 2 condiciones: los costos totales del concesionario deben ser mayores que el ingreso esperado y el valor esperado de la renegociación debe ser positivo para la firma. Formalmente tenemos:

1.  $z > 0$
  2.  $(1 - \pi)\alpha z - L > 0$
- (10)



Donde  $\alpha$  es el valor adicional capturado por la firma en la renegociación sobre el valor en disputa  $z$ .

Denotando por  $E[R_F]$  el valor esperado de la renegociación de la firma,  $E[R_G]$  el costo esperado de la renegociación para el gobierno y  $R$  el evento donde se cumplen las condiciones 1 y 2, encontramos

$$E[R_F] = E[R_F | R]P[R] = [(1 - \pi)\alpha E[z | R] - L]P[R] \quad (11)$$

$$E[R_G] = E[R_G | R]P[R] = [(1 - \pi)\alpha E[z | R] + L]P[R] \quad (12)$$

Bajo renegociación, la utilidad de la firma y del gobierno es respectivamente:

$$U = V - \beta\theta(T) + E[R_F] \quad (13)$$

$$W = E[S] + \theta U - (1 + \lambda)E[R_G] \quad (14)$$

siendo  $\lambda$  el costo de los fondos sociales, pues los costos de renegociación salen de la recolección de impuestos dejando de ser destinados a otras obras para cubrir este valor.

### 3.6. El Problema de la Firma

El problema de la firma consiste en determinar si propone o no una renegociación al gobierno, para lo cual ella va a evaluar si el valor esperado de hacer la renegociación va ser mayor o igual a 0 (cero). Para poder hacer los cálculos y determinar este valor esperado, vamos a tener que si  $R$  es el evento en el cual se presenta la renegociación, se puede decir que

$$R \equiv (1 - \pi)\alpha z - L > 0 \quad (14)$$

si  $z = \beta\theta(T) - V$ , entonces tenemos que  $\theta(T) \geq \frac{L}{(1 - \pi)\alpha\beta} + \frac{V}{\beta} = \gamma$ , por lo tanto

$$E(R_F) = P(\theta(T) \geq \gamma)((1 - \pi)\alpha(\beta E(\theta(T) | \theta(T) \geq \gamma) - V) - L) \quad (15)$$

en donde la utilidad de la firma va a estar dada por

$$U = V - \beta \theta(T) + P(\theta(T) \geq \gamma) \left( (1 - \pi) \alpha (\beta E(\theta(T) / \theta(T) \geq \gamma) - V) - L \right) \quad (16)$$

### 3.7. El Problema del Gobierno

El problema del gobierno consiste en determinar el valor del peaje de tal forma que se logre maximizar el bienestar social  $W$ . Suponiendo una probabilidad de renegociación como se vio anteriormente, el problema que resuelve el gobierno es el siguiente:

$$W = E[S] + \theta U - (1 + \lambda) \left[ P(\theta(T) \geq \gamma) \left( (1 - \pi) \alpha (\beta E(\theta(T) / \theta(T) \geq \gamma) - V) + L \right) \right] \quad (17)$$

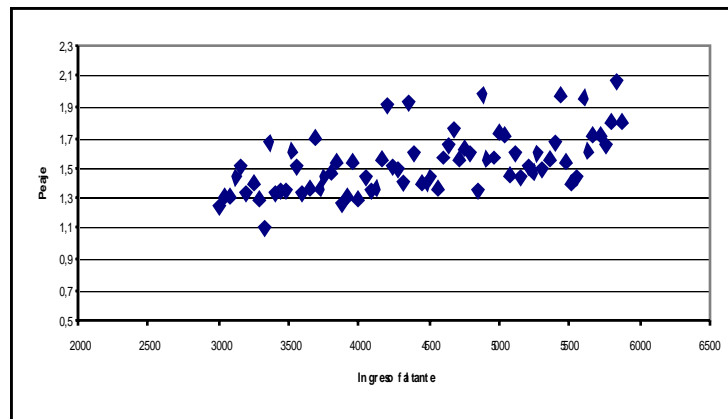
Con esto, el problema al que se enfrenta el gobierno es el siguiente:

$$\begin{aligned} p^* &= \arg \max W(p) \\ \text{s.a. } & p \geq 0 \end{aligned} \quad (18)$$

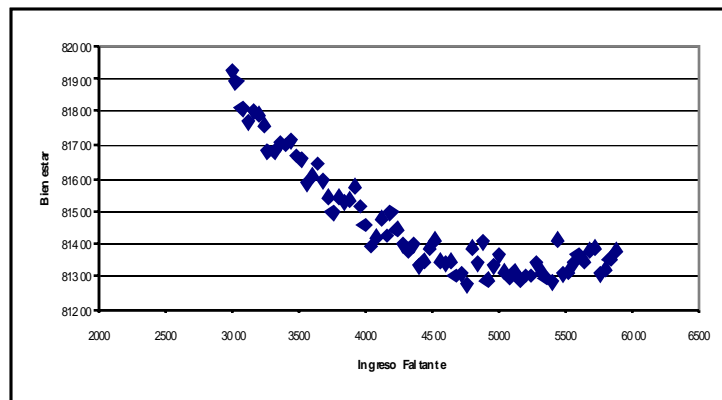
#### 4. ESTÁTICA COMPARATIVA

A continuación se muestran gráficamente los principales resultados de la simulación del impacto de las distintas variables sobre las tarifas cobradas a los usuarios y sobre el bienestar social. Se ha escogido esta forma de solucionar el problema debido a que la obtención de resultados analíticos implica la manipulación de integrales estocásticas y funciones de densidad de probabilidad que dependen de la particularidad del mismo.

El efecto de variar el valor del ingreso esperado por el cual fue asignado la concesión a la firma, tanto en tarifas como en bienestar, se observa en la Gráfica 2 y la Gráfica 3.



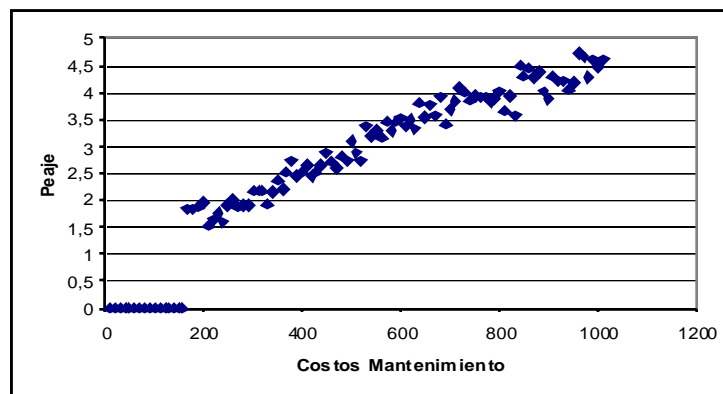
Gráfica 2: Ingreso Esperado vs Peaje



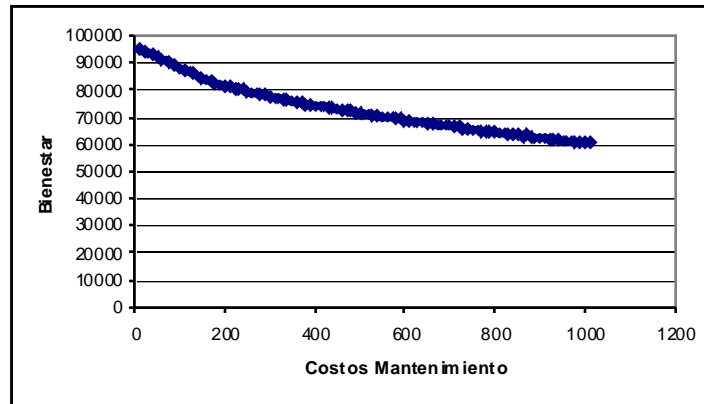
Gráfica 3: Ingreso Esperado vs Bienestar

En la Gráfica 2 se observa cómo el valor del peaje aumenta cuando el valor del faltante del ingreso esperado es mayor, esto es, entre más cueste una obra, los usuarios tienen que pagar más por ella. En cuanto al bienestar social, se muestra que éste disminuye entre más costosa sea la obra (Gráfica 3). Ahora bien, si bien es cierto que toda obra tiene sus costos de realización asociados, los costos adicionales en el valor de la misma implica desembolsos adicionales que son subsidiados mediante incrementos en los peajes. Esto disminuye el bienestar social independientemente de la participación que tiene la de la utilidad de la firma dentro del excedente total.

La Gráfica 4 muestra el aumento en el peaje causado por el mantenimiento de la vía. Similar al caso anterior, esto se debe a que los usuarios además de pagar por la realización de la obra, pagan a la vez su mantenimiento; sin embargo, si estos costos aumentan demasiado, son los usuarios quienes pagan este valor, afectando el bienestar general, tal como lo muestra la Gráfica 5



**Gráfica 4: Costos de Mantenimiento vs Peaje**



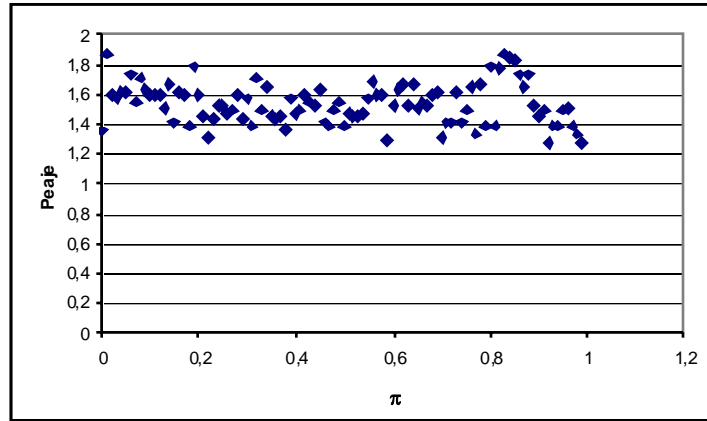
**Gráfica 5: Costos de Mantenimiento vs Bienestar**

En cuanto a cambios en la probabilidad de cumplimiento de contrato o *enforcement*<sup>16</sup> y el porcentaje de renegociación que captura la firma, es importante notar que su impacto no es significativo en el valor del peaje, contrario a lo que ocurre con el Bienestar (Gráfica 6 - Gráfica 9). Esta situación puede deberse a que estos 2 factores no son cobrados directamente en el peaje sino que son intrínsecos al Gobierno. Sin embargo las variables asociadas a estas debilidades del Estado generan impactos negativos en la función de utilidad general, o lo que es lo mismo, en el bienestar general.

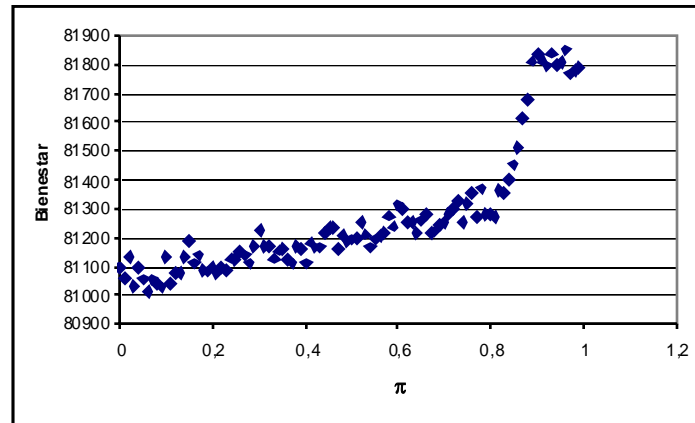
Esta última situación se ilustra al ver cómo el bienestar de la sociedad aumenta al incrementarse la probabilidad de hacer cumplir los contratos tal y como fueron firmados inicialmente. Esto muestra que a mayor fortaleza institucional, el bienestar general aumenta.

También, la Gráfica 9 muestra la relación entre el bienestar y el porcentaje capturado por la firma en la renegociación. Como lo muestra la gráfica, para porcentajes bajos el bienestar no presenta cambios significativos, lo que señala que es posible tener cierta flexibilidad respecto a una posible renegociación. Un aumento de este porcentaje implica una oportunidad para la firma de buscar renegociaciones en forma más frecuente generando los gastos correspondientes.

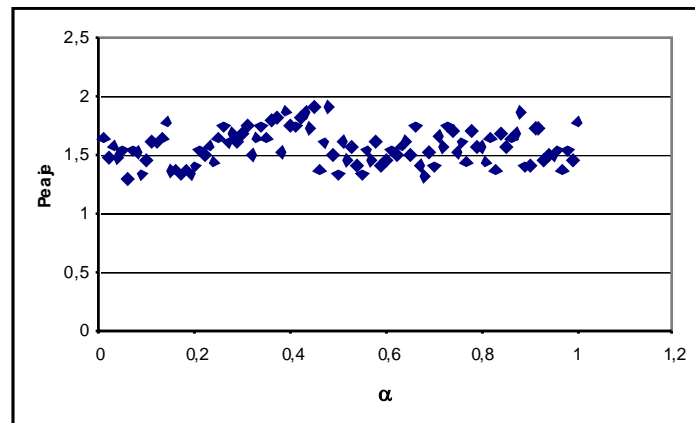
<sup>16</sup> Así es conocido en inglés la capacidad que se tiene para hacer cumplir un contrato.



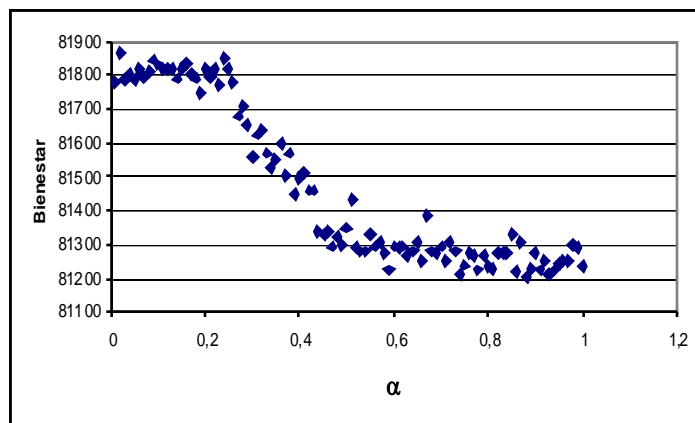
Gráfica 6: Probabilidad de *enforcement* vs Peaje



Gráfica 7: Probabilidad de *enforcement* vs Bienestar

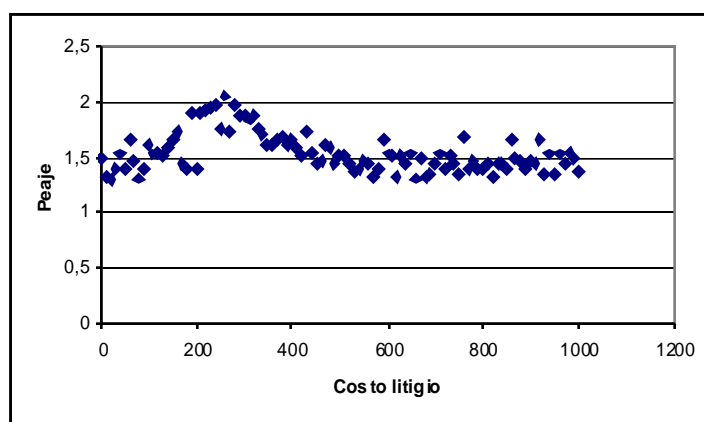


Gráfica 8: Porcentaje capturado en renegociación vs Peaje

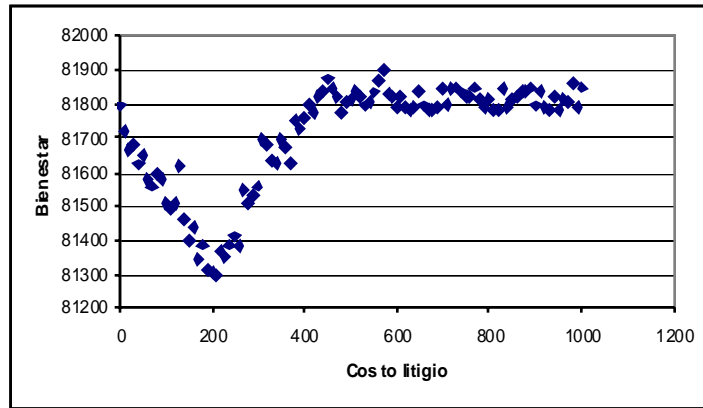


**Gráfica 9: Porcentaje capturado en renegociación vs Bienestar**

La Gráfica 10 y Gráfica 11 muestran el impacto de los costos de litigio en el peaje y el bienestar. Con respecto al precio del peaje, ante aumentos en el costo del litigio se presenta un leve incremento en este valor, asociado a la pérdida de bienestar. Sin embargo, éste empieza a disminuir hasta estabilizarse. Este comportamiento puede explicarse mejor al observar la gráfica del bienestar: a medida que los costos de litigio son mayores pero no lo suficiente para impedir una renegociación, el bienestar social disminuye y se presenta un aumento en los precios; sin embargo, a partir de cierto punto, cuando la probabilidad de una renegociación disminuye por causa de los costos de litigio, el bienestar social se incrementa hasta estabilizarse (igual que ocurre con el precio). Esto enseña que entre más costoso es para las partes iniciar un proceso de renegociación, la probabilidad de un litigio disminuye y se aumenta el bienestar.

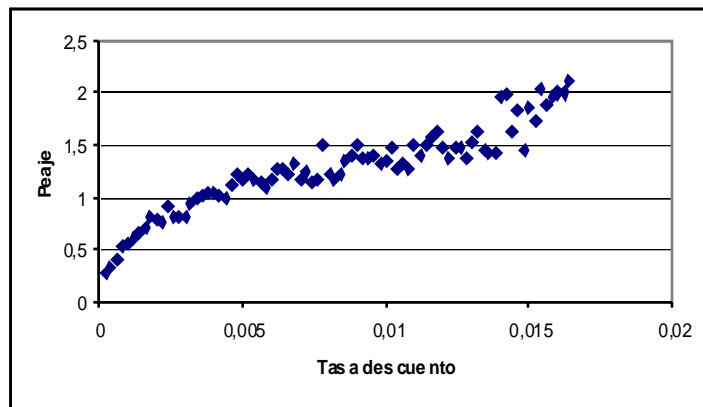


**Gráfica 10: Costo de litigio vs Peaje**



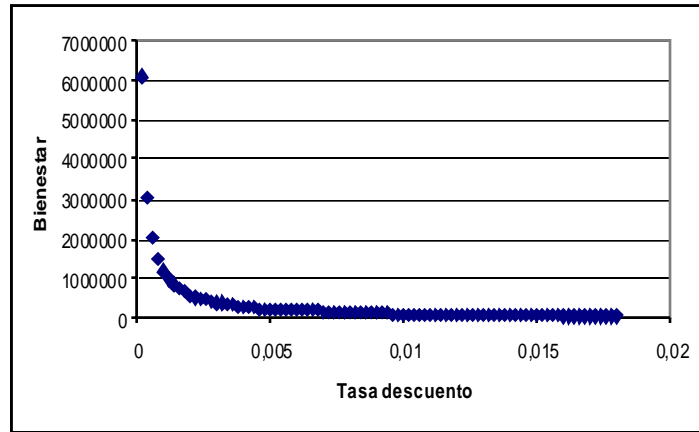
**Gráfica 11: Costo litigio vs Bienestar**

La Gráfica 12 y Gráfica 13 muestran el efecto de aumentos en la tasa de descuento sobre el valor del peaje y sobre el bienestar. En la Gráfica 12 se observa que si la tasa de descuento es alta y es necesario evitar que la obra se extienda demasiado o sea necesario que se recupere en poco tiempo la inversión, los usuarios deben pagar más dinero por el uso de la vía, lo cual implica a su vez una disminución del bienestar (Gráfica 13).



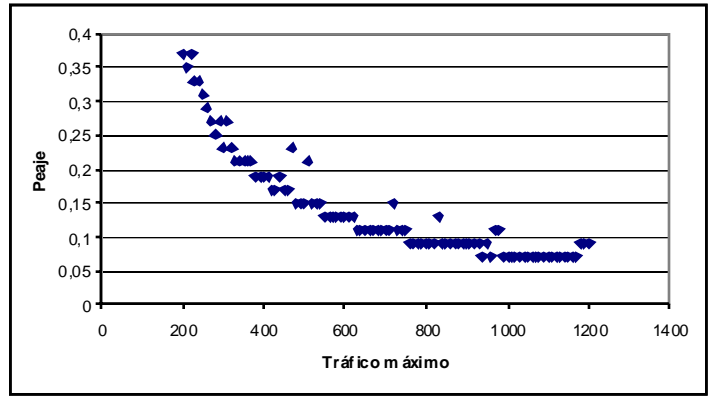
**Gráfica 12: Tasa de descuento vs Peaje**



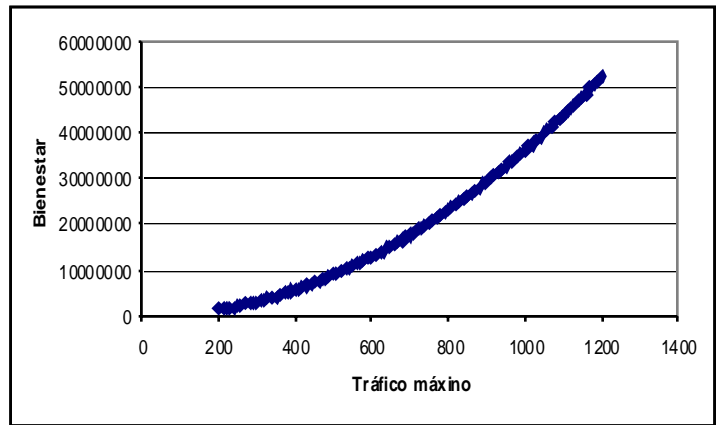


**Gráfica 13: Tasa de descuento vs Bienestar**

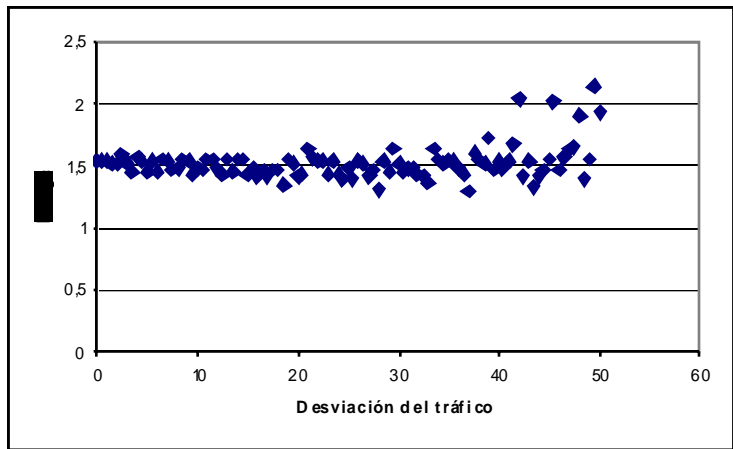
Con respecto a la influencia del tráfico, se muestra el impacto que tienen los aumentos en la media del tráfico y su desviación tanto en el peaje como en el bienestar (Gráfica 14-Gráfica 17). En cuanto al peaje, se puede notar que un mayor tráfico por la vía representa un valor menor de la tarifa cobrada a los usuarios. De otra parte, si la desviación de este tráfico es muy grande, el precio tiende a aumentar para compensar la incertidumbre. Respecto al bienestar, aumentos en el tráfico medio implican aumentos en el bienestar social. Esto permite concluir que entre mayor sea el tráfico, y por ende el impacto la concesión en la sociedad, se genera un mayor beneficio. En cuanto a la desviación del tráfico, si esta es muy alta se disminuye el bienestar, bien sea porque los usuarios tienen que pagar más para compensar esta incertidumbre o por que muy seguramente la firma va a necesitar recurrir a garantías o a eventuales renegociaciones para recuperar sus inversiones.



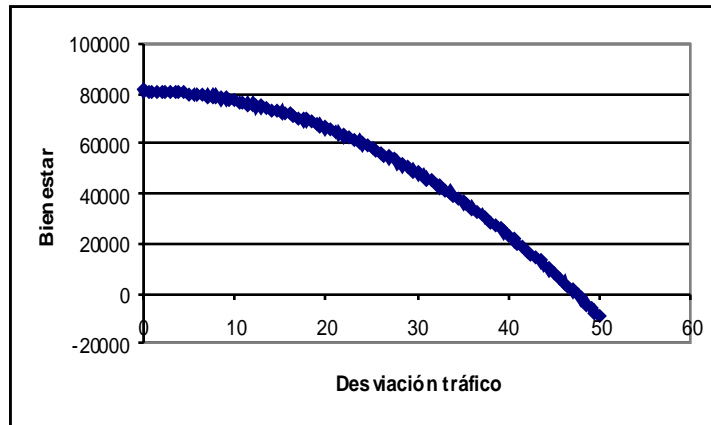
**Gráfica 14: Tráfico máximo vs Peaje**



**Gráfica 15: Tráfico máximo vs Bienestar**

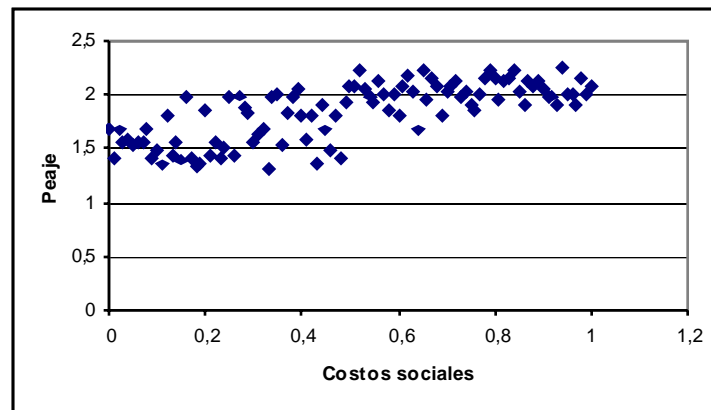


**Gráfica 16: Desviación del tráfico vs Peaje**

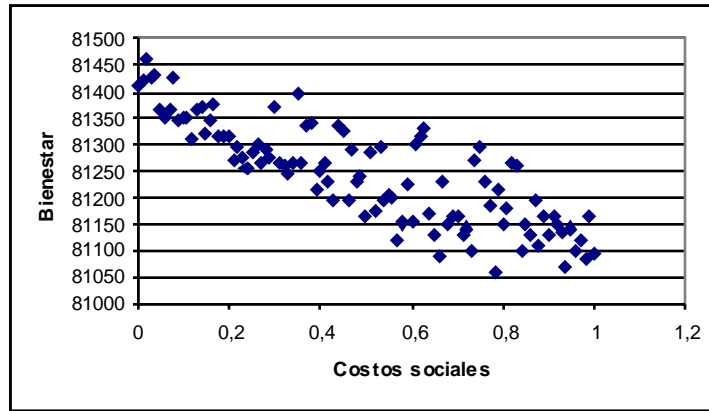


**Gráfica 17: Desviación del tráfico vs Bienestar**

La Gráfica 18 muestra el impacto que tiene el aumento en los costos sociales sobre el valor del peaje. Como se observa en la gráfica, entre mayor dificultad represente para el gobierno obtener fondos para subsidiar la vía, mayor será el valor a cobrar su utilización. Sin embargo, si es necesario recurrir a fondos diferentes para subsidiar gastos adicionales (por ejemplo un litigio), la obtención de estos recursos de otras fuentes distintas a las asociadas a la construcción de la carretera hace que el bienestar disminuya.



**Gráfica 18: Costos sociales vs peaje**



**Gráfica 19: Costos sociales vs Bienestar**

## 5. CONCLUSIONES

Actualmente el desarrollo vial de Colombia se realiza mediante contratos de concesión, sin embargo, distintos factores como la violencia, crisis económicas, debilidad institucional, problemas en los diseños contractuales, etc, han afectado tanto a los usuarios como a la sociedad en general, quienes finalmente deben compensar los costos que generan estas ineficiencias.

Por esta razón este trabajo estudia la interacción entre una firma y el gobierno en un contrato de concesión, intentando entender de que manera elementos tales como debilidad institucional, demanda del tráfico, porcentaje de renegociación, costos de litigar, entre otros, afectan a la sociedad en general.

Entre los principales resultados encontramos que el bienestar social es creciente respecto a aumentos en la media del tráfico, probabilidad de *enforcement*, costos de litigio (cuando estos son altos) y es decreciente con sobrecostos en los proyectos (tanto de mantenimiento como de realización completa de la obra), aumentos en el porcentaje capturado por renegociación, costos de litigios bajos y tasas de descuento altas.

En cuanto al peaje, este es sensible a todos aquellos costos que impactan el desarrollo y continuidad de la obra (valor de la obra, costos de mantenimiento, costos de litigio, tasas de descuento, tráfico máximo y costos sociales). Adicionalmente, el modelo ilustra cómo el bienestar social es maximizado dada la magnitud de la fortaleza institucional, los altos costos de litigio (por ejemplo, haciendo muy costoso los trámites) y los porcentajes que por renegociación puede obtener la firma.

Para futuros trabajos, sería interesante plantear inquietudes tales como: i) Qué sucede al eliminar el supuesto de neutralidad al riesgo. ii) Que resultados se obtienen al realizar el análisis desde la perspectiva de la firma concesionaria. iii) Ampliar el análisis incluyendo la etapa de construcción dentro del modelo. iv) Explorar las condiciones óptimas bajo las cuales una renegociación es óptima para la sociedad.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Acuerdo entre Autopistas del Café y el Instituto Nacional de Concesiones, Instituto Nacional de Concesiones (INCO)
- [2] Camacho, Ferney.” Evaluación de las ofertas en proceso de licitación”. Instituto Nacional de Concesiones (INCO)
- [3] Contraloría General de la Nación. Evaluación de las concesiones viales en Colombia. Bogotá, 2001
- [4] Departamento Nacional de Planeación. CONPES3107, Abril de 2001
- [5] Departamento Nacional de Planeación. CONPES3133, Septiembre de 2001
- [6] Departamento Nacional de Planeación. CONPES3149, Diciembre de 2001
- [7] Departamento Nacional de Planeación. CONPES3045, Agosto de 1999
- [8] Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic. ¿Cómo Licitar una Concesión Vial Urbana? Depto. Ing. Industrial, U. de Chile, Serie *Documentos de Trabajo*, N° 25/09, 1997.
- [9] Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic. “Licitación de carreteras en Chile”. *Estudios Públicos*, 60 (1996), pp. 5-37.
- [10] Engel, E., R. Fischer y A. Galetovic. El Programa Chileno de Concesiones de Infraestructura: Evaluación, Experiencias y Perspectivas
- [11] Guasch, L, Jean-Jacques Laffont y Stéphane Straub. (2000) “Renegotiation Of Concession Contracts In Latin America”. Mayo del 2000.
- [12] Nombela, G. De Russ G Flexible-Term Contracts for Road Franchising. Marzo 2003

[13] Sarmiento, Eduardo y otros (1996), “La Crisis de la Infraestructura Vial”, Escuela Colombiana de Ingeniería.

[14] Política de Riesgo - Fondo de Contingencias para Concesiones en Colombia”. Instituto Nacional de Concesiones INCO. Septiembre 2004.