

Análisis cuantitativo de la Responsabilidad Patrimonial de la Administración en las concesiones de autopistas de peaje



Antonio Sánchez Soliño
Profesor Titular. ETSICCP. Universidad
Politécnica de Madrid



Antonio L. Lara Galera
Profesor Titular Interino. ETSICCP.
Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

La Responsabilidad Patrimonial de la Administración (RPA) en las concesiones de autopistas, considerada como la obligación de la Administración de abonar al concesionario la inversión realizada en caso de resolución del contrato, es un tema de vital importancia cuando existen dificultades en la evolución del negocio concesional, como es el caso reciente de un buen número de concesiones de autopistas de peaje en España, en las que el tráfico real es muy inferior al esperado. Sin embargo, no se ha abordado aún la cuestión de la cuantificación del valor de la RPA considerada como una garantía para la concesión. En este trabajo se desarrolla un método de valoración, basado en la teoría de opciones reales, que parte de la modelización de la RPA como el precio de ejercicio de una opción de abandono del proyecto por parte del concesionario. El ejercicio o no de la opción se hace depender de la evolución del tráfico, considerado como una variable estocástica que es la que determina, por tanto, el valor de la opción. Esta metodología se aplica a los datos reales de un proyecto concesional, obteniéndose el valor que añade la RPA a la concesión. Estos resultados pueden servir de aproximación para determinar el grado de apoyo implícito de la Administración a las concesiones de autopistas de peaje, derivado de la existencia de la RPA.

Palabras clave

Opciones reales, garantía, autopista de peaje, concesión

Abstract

The State's liability in motorway concessions, when considered as the Government's obligation to pay the concessionaire the investment made in the case of termination of contract, is a matter of utmost importance when there are difficulties in the operation of the concession business, as is now the case among many concession companies of toll motorways in Spain and where the real traffic flows are far lower than forecasted. However, very little consideration has been given to date of the quantification of the state's liability when considered as a guarantee for the concession. This work outlines a method of evaluation, based on the theory of real options which stems from the modelling of the state liability as the price of exercising an option to abandon the project by the concessionaire. The exercise of this option depends on the evolution of traffic flows, which is considered as a stochastic variable which then determines the value of the option. This methodology is applied to real data from a concession project and establishes the value that the state's liability adds to the concession. These results may serve as an approximation to establish the degree of implicit support from the State to toll motorway concessions, derived from the presence of state liability.

Keywords

Real Options, Guarantee, Toll Motorway, Concession

1. Introducción

Si bien la Responsabilidad Patrimonial de la Administración es un concepto jurídico amplio, en el campo de las concesiones de autopistas se viene aplicando esta denominación a un supuesto muy determinado. En el caso de resolución del contrato concesional, la legislación española sobre contratación pública establece que, incluso cuando dicha re-

solución se deba a causas imputables al concesionario, la Administración debe abonar a dicho concesionario el importe de las inversiones realizadas, teniendo en cuenta su grado de amortización; a esta obligación del órgano de contratación es a lo que se le viene denominando Responsabilidad Patrimonial de la Administración (RPA). Todo ello sin perjuicio de la indemnización que, en su caso, deba pagar el concesionario

ala Administración por los daños y perjuicios ocasionados, y que eventualmente sería deducida del pago de la RPA¹. Conviene añadir que, en este caso, el título de imputación a la Administración de la RPA es el enriquecimiento sin causa a favor de la misma Administración, dado que, al resolverse el contrato, la infraestructura correspondiente revierte a la Administración antes de la finalización del período concesional. En la práctica, la RPA funciona como una garantía que ofrece la concesión frente a sus financiadores, o así al menos la han considerado tradicionalmente las entidades financieras y los propios concesionarios. De esta forma, la RPA cobra especial relieve ante situaciones de graves dificultades que puedan llevar a determinadas concesiones a perder su viabilidad económico-financiera. Como es conocido, esta situación es la que se da en la actualidad en un número de concesiones de autopistas españolas, que son objeto de un intenso debate. Con independencia de que en estas concesiones se llegue o no a la resolución del contrato, y a la activación del pago de la RPA, la existencia de esta última es un factor decisivo en la articulación de una solución para estas concesiones.

Desde otro punto de vista, la existencia de la RPA en la legislación española es un elemento que ha facilitado en gran medida la financiación de las concesiones de autopistas. El hecho de que en la práctica funcionen como una garantía ante las entidades financieras permite, sin duda, abaratar el coste de la financiación. Sin embargo, no se ha abordado hasta el momento la cuantificación del valor que representa esta garantía. El conocimiento de este valor, estimado mediante un procedimiento objetivo, aumentaría la transparencia del sistema concesional y sería de gran utilidad para todos los agentes implicados en la concesión: concesionario, entidades financieras y, muy especialmente, la propia Administración.

En este trabajo se aporta una metodología para el cálculo del valor del efecto de la RPA basada en la teoría de las opciones reales. La idea principal es que el efecto derivado de la RPA se puede modelizar como una opción de abandono que otorga la Administración al concesionario. Aquí, el término “opción de abandono” podría dar lugar a cierta confusión. De hecho, precisamente en el caso de “abandono” o renuncia unilateral, la resolución del contrato es potestativa de la Administración, no del concesionario, según los artículos 269 j) y 270.2 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público. En realidad, el supuesto que nos interesa es el de los artículos 269 b) y 270.2, que establecen la resolución del contrato en caso de declaración de insolvencia o (en caso de concurso) la apertura de la fase de liquidación del concesionario. En estos

casos, la resolución tiene lugar por causas sobrevenidas, no por la mera voluntad del concesionario. Sin embargo, a los efectos de la modelización, se puede tratar este supuesto establecido en la Ley como una opción en virtud de la cual el concesionario, bajo ciertas condiciones y de forma ordenada, puede renunciar a la explotación de la concesión, recibiendo un precio (la RPA) si ejerce dicha opción. En el modelo, el concesionario decidirá abandonar o no la concesión en función de la evolución de los resultados de ésta. En el momento en que se realiza la valoración de la opción, los resultados futuros de la concesión son contingentes; en el trabajo se parte del supuesto de que dichos resultados van a depender fundamentalmente de la evolución del tráfico en la autopista, que es una variable aleatoria que será considerada como el activo subyacente de la concesión. En función del proceso estocástico que sigue el tráfico, y del valor de ciertos parámetros, es posible determinar el valor de la opción de abandono.

Como puede deducirse de este planteamiento, para la Administración resultaría especialmente interesante cuantificar el valor de la opción de abandono. De hecho, el valor de esta opción podría considerarse una aportación implícita a la concesión.

En la sección siguiente, se caracteriza la opción de abandono en las concesiones de autopistas y se describe la metodología para el cálculo de su valor. En la sección 3 se aplica dicha metodología al caso de la opción derivada de la RPA en una concesión real. Por último, en la sección 4 se resumen las principales conclusiones del trabajo.

2. La opción de abandono en las concesiones de autopistas

La perspectiva clásica de la teoría de inversiones presenta los proyectos como supuestamente irreversibles hasta el final de su vida, momento en el que se produce la reasignación de los recursos empleados. Sin embargo, la realidad muestra un escenario bien diferente. Un estudio sobre la diversificación de 33 grandes empresas norteamericanas en el período 1950-1986 (Porter, 1987), muestra que la mayoría de ellas abandonaron muchos más negocios de los que mantuvieron.

La opción de abandonar un proyecto formalmente es equivalente a una opción de venta americana con un precio de ejercicio igual al valor de abandono del proyecto. Sin embargo, no es una opción de venta sencilla: el proyecto proporciona unos flujos de caja inciertos y tiene un valor de abandono o liquidación normalmente también incierto.

Los primeros autores en reconocer el valor del abandono en el análisis de proyectos de inversión fueron Robichek y Van Horne (1967) y Dyl y Long (1969). Conscientes de su importancia, proponen un procedimiento de análisis de la opción de abandono según el cual un proyecto debería ser abandonado en el momento en el que su valor de abandono exceda el valor actual de los futuros flujos de tesorería, pero no dan un criterio del momento óptimo de abandono. De esta manera, podríamos concluir que una opción de abandono se ejerce si el valor recuperado de los activos del proyecto es mayor que el valor presente de continuar el proyecto por lo menos un periodo más.

El procedimiento de Robichek y Van Horne (1967) resulta operativo tras la aplicación del algoritmo de Joy (1976), que se describe a continuación.

Dado un proyecto de inversión en el que se incluye su valor de abandono en el periodo j (VAB_j), tendremos:

$$(1) \quad VAN_j = -I + \sum_{i=1}^j \frac{FCL_i}{(1+k)^i} + \frac{A_j}{(1+k)^j}$$

Dónde:

VAN_j : Valor Actual Neto del proyecto en el periodo j .

I : Inversión.

FCL_i : Flujos de caja libres de cada año i .

k : Tasa de descuento.

A_j : Valor de abandono.

El algoritmo de Joy establece la siguiente sistemática:

1. Hacemos $j=1$.
2. Calculamos VAN_j .
3. Si $VAN_j > 0$ aceptamos el proyecto, pero si $VAN_j < 0$ continuamos con el punto 4.
4. Repetimos los pasos 2 y 3 para $j=2, 3, \dots, n$, hasta que encontremos un VAN_j que sea mayor que cero, en cuyo caso aceptaríamos el proyecto. Si todos los VAN_j fueran menor que cero, se rechazaría.

Uno de los primeros autores en estudiar la decisión de abandono desde la perspectiva de las opciones reales fue Mar-

grave (1978). Posteriormente, Myers y Majd (1990) idearon un modelo de abandono con base en una opción de venta con rendimientos variables y un precio de ejercicio incierto. El valor total de un proyecto vendría dado por sus propios flujos de caja más el valor de la opción de abandono. Cuando el valor presente del proyecto disminuye por debajo de su valor de liquidación, el acto de abandonar o de vender el proyecto es equivalente al ejercicio de la opción de venta, con un precio de ejercicio igual al valor de liquidación del proyecto, que fija un límite inferior al valor de éste. Por tanto, un proyecto que puede ser liquidado vale más, o igual, que el mismo proyecto sin la posibilidad de abandono.

En las concesiones de autopistas, las opciones reales surgen de la interpretación de las cláusulas contenidas en los pliegos para la licitación del proyecto y en los propios contratos de la concesión, que son los que regulan derechos y obligaciones para el concesionario y las posibles opciones operativas que podrán ejercer.

En concreto, una opción de abandono puede venir explicitada en el contrato concesional, estableciendo las fechas y condiciones en que puede ser ejercida, o bien aparecer de forma implícita entre las cláusulas de dicho contrato (o bien, de forma general, en el marco legislativo que le es aplicable).

Desde el enfoque de la teoría de opciones, la RPA equivaldría al precio de ejercicio de una opción de abandono implícita en los contratos concesionales. Ahora bien, obsérvese que en otro tipo de proyectos cabe pensar que el abandono pueda tener lugar en cualquier instante del tiempo, pero en un contrato concesional de una autopista esto no será así en la práctica, debido al carácter de bien de interés público de las infraestructuras de transporte. Es decir, el ejercicio de la opción de abandono (y el pago del correspondiente precio de ejercicio) no tendrá un carácter automático, sino que irá precedido generalmente de una negociación entre Administración, concesionario y, en su caso, entidades financieras. En este caso, la opción de abandono se podría plantear (a efectos de su modelización) como una opción de venta que podría ejercerse en principio en un número limitado de fechas (por ejemplo, anualmente dentro del periodo de explotación), eligiéndose en el propio proceso modelizado el momento óptimo de ejercicio. Además, supondremos que en la práctica la opción no se ejercerá durante el periodo de *ramp-up* (que tomaremos de tres años), de tal forma que todos los actores implicados en la concesión observarán la evolución del tráfico en ese periodo antes de tomar una decisión.

Con este planteamiento de partida, existen diferentes procedimientos para determinar el valor de la opción de abandono. En este trabajo se ha escogido el método de simulación por su simplicidad y por su carácter intuitivo.

Supongamos que tenemos una concesión de una autopista con una duración prevista de N años, en la que el flujo de caja libre generado en un determinado período t lo definimos en función del tráfico θ_t existente en ese período. Es decir: $FCL_t = f(\theta_t)$, siendo FCL_t el flujo de caja libre del proyecto en el período t . Hay que aclarar que este flujo de caja libre se refiere al proyecto concesional como tal, sin tener en cuenta los flujos entre el concesionario y las entidades financiadoras. Por tanto, el valor de la opción de abandono que se calcula representará el valor de dicha opción para el proyecto en su conjunto, no únicamente para el concesionario.

Además, consideramos que el tráfico en la autopista evoluciona a lo largo del tiempo siguiendo un movimiento geométrico browniano de parámetros α y σ , siendo α la deriva del proceso y σ la volatilidad de éste. Por tanto:

$$(2) \quad \frac{d\theta_t}{\theta_t} = \alpha dt + \sigma dz$$

Donde dz representa un proceso de Wiener.

Ésta es una hipótesis habitual en la modelización del tráfico como un proceso de difusión, sobre la que además ya existe evidencia empírica para el caso español (Sánchez Soliño y Lara Galera, 2012).

Por analogía con los activos financieros, podemos definir una tasa esperada de rendimiento μ del activo “tráfico” que deberá cumplir, de acuerdo con el Capital Asset Pricing Model (CAPM) (Sharpe, 1964):

$$(3) \quad \mu = r + \beta[r_m - r]$$

Siendo:

r : la rentabilidad libre de riesgo.

r_m : la rentabilidad del mercado.

β : un factor de sensibilidad que mide la variación del rendi-

miento del activo respecto a la variación del rendimiento del mercado (Lara Galera, 2006).

Pero también sabemos que para cualquier activo se cumplirá que:

$$(4) \quad \mu = \alpha + \delta$$

Siendo:

α : tasa de crecimiento o revalorización.

δ : dividendo que genera dicho activo.

Igualando las dos expresiones anteriores, podemos definir la siguiente tasa de crecimiento del tráfico, ajustada por el riesgo:

$$(5) \quad \alpha^{ajustada} = r - \delta = \alpha - \beta[r_m - r]$$

Por tanto, asociado a θ_t existe otro proceso estocástico $\theta_t^{ajustado}$ (Hull, 2006):

$$(6) \quad \frac{d\theta_t^{ajustado}}{\theta_t^{ajustado}} = (r - \delta)dt + \sigma dz$$

Siendo:

$\theta_0 = \theta_0^{ajustado}$

$\theta_t^{ajustado}$: Variable tráfico ajustada por el riesgo.

$r - \delta$: representa la nueva tasa de crecimiento del tráfico ajustada por el riesgo

La consideración de este proceso ajustado, nos permite determinar el equivalente cierto de cualquier valor futuro de aquellos activos cuya volatilidad venga inducida por nuestra variable de estado, el tráfico, moviéndonos en un universo de neutralidad ante el riesgo. Aunque el tráfico es una variable no financiera, obsérvese que este procedimiento permite tratarla como si lo fuera, requisito necesario para aplicar de manera coherente la valoración de las opciones.

El coeficiente β puede ser relacionado con el precio del riesgo λ del tráfico, de forma análoga a un activo financiero, mediante la expresión (Dixit y Pindyck, 1994):

$$(7) \quad \lambda = \frac{\mu - r}{\sigma} = \frac{\alpha + \delta - r}{\sigma} = \frac{\mu_{\text{proyecto}} - r}{\sigma_{\text{proyecto}}}$$

Siendo μ_{proyecto} y σ_{proyecto} la rentabilidad y volatilidad respectivamente del proyecto, calculables por simulación. Reemplazando y operando llegamos a:

$$(8) \quad \beta = \frac{\sigma}{\sigma_{\text{proyecto}}} \beta_{\text{proyecto}}$$

Apoyándonos en el trabajo de Lara Galera y Sánchez Soliño (2010), podemos considerar un valor característico para el tráfico de $\beta=0,15$.

La ecuación diferencial estocástica (6) tiene una solución del tipo:

$$(9) \quad \theta_t^{\text{ajustado}}(t) = \theta_t^{\text{ajustado}}(0) e^{[(r - \delta - \frac{1}{2}\sigma^2)t + \sigma^2 \xi_i \sqrt{t}]}$$

siendo ξ_i una variable normal $N(0,1)$.

El valor del proyecto en un año cualquiera "T" vendrá dado por:

$$(10) \quad V_T = \sum_{i=T}^{i=N} \frac{FCL_i(\theta_i^{\text{ajustado}})}{(1+r)^{i-T}}$$

De acuerdo con la Ley de Contratos, supondremos que es posible abandonar el proyecto en este año T ($T < N$), con un valor de abandono A_T , cuando el proyecto deje de ser viable. Entenderemos, a efectos de la modelización, que dicha situación de inviabilidad se dará cuando se cumpla que el valor del proyecto sea inferior a la deuda del mismo. Es decir, el abandono sólo tendrá lugar si se cumple que V_T es menor que DT, siendo este último el valor de la deuda viva del proyecto en el año T. En caso de que se ejerza la opción de abandono, la concesión percibirá el valor de abandono A_T , renunciando al valor residual del proyecto, V_T .

El valor de la opción de abandono en la fecha de ejercicio vendrá dado entonces por:

$$(11) \quad P_T = \begin{cases} 0 & \text{si } V_T > D_T \\ A_T - V_T & \text{si } V_T \leq D_T \end{cases}$$

y en un instante cualquiera t por:

$$(12) \quad P_t = e^{-r(T-t)} E(P_T)$$

siendo E el operador esperanza matemática.

Teniendo en cuenta que la opción de abandono se puede ejercer en distintas fechas, el valor de P_t se puede determinar con ayuda de una simulación de Monte Carlo siguiendo el siguiente esquema:

- Generaríamos una trayectoria de valores aleatorios siguiendo el esquema dado por la ecuación (9), para determinar el tráfico $\theta_t^{\text{ajustado}}$ para cada uno de los años de la concesión.

- En cada trayectoria generada observamos el primer momento T en que se ejercería la opción de abandono. A partir de ese momento T se truncaría dicha trayectoria (o, alternatively, se llegaría al resultado de que para dicha trayectoria del tráfico no se ejercería la opción a lo largo de todo el período concesional, de acuerdo con los criterios anteriormente definidos) y se calcularía el valor de $A_T - V_T$.

- Repetiríamos un número importante de veces los dos pasos anteriores, contando para cada T el número de trayectorias en que se ejerce la opción de abandono en dicha fecha. De esta forma, podríamos calcular para cada T la esperanza matemática del valor de la opción de abandono.

- Descontaríamos los valores anteriores a la tasa libre de riesgo para obtener el valor total de la opción en el instante t deseado.

- Adicionalmente, se puede obtener el valor de las probabilidades de que se ejerza la opción en cada una de las fechas de ejercicio, así como la probabilidad de que la opción se ejerza en algún momento a lo largo de la vida de la concesión. Para ello, hay que tener en cuenta que el ejercicio de la opción en



+ desarrollo sostenible

Más que agua

Talento, conocimiento y compromiso.
Aportamos respuestas adecuadas
para una gestión más eficiente.
Compartimos conocimiento
y generamos innovación.
Trabajamos por un futuro basado
en el compromiso y la cooperación.

www.aqualogy.net



AQUALOGY
Where Water Lives

SOLUCIONES INTEGRADAS
DEL AGUA PARA UN
DESARROLLO SOSTENIBLE

un determinado año está condicionado a su no ejercicio en todos los años precedentes.

El procedimiento hasta aquí descrito se puede completar introduciendo en la modelización una segunda fuente de incertidumbre, aplicable a las concesiones de autopistas de nueva construcción. En éstas, además de la incertidumbre sobre la evolución futura del tráfico, existe también una elevada incertidumbre sobre el tráfico inicial. El procedimiento de simulación de Monte Carlo anteriormente descrito permite generar distintas trayectorias del tráfico considerando el tráfico inicial como una variable aleatoria. En este trabajo, consideraremos una distribución normal de la variable constituida por la relación entre el tráfico real y el tráfico esperado por el concesionario. Adicionalmente, se hace el supuesto de que la evolución futura del tráfico es independiente del tráfico inicial, lo que es coherente con el comportamiento del tráfico como una variable que sigue un movimiento geométrico browniano.

Existen varios estudios que recogen la evidencia empírica disponible acerca de la distribución de la variable $\theta_{0\text{real}}/\theta_{0\text{esperado}}$, entre los que cabe citar los de Flyvbjerg et al. (2005) y Næss et al. (2006), que dan una elevada dispersión del tráfico inicial real respecto al tráfico inicial esperado, si bien referida a una muestra de proyectos de carreteras tanto de peaje como libres de peaje. Más recientemente, Bain (2009) aporta los resultados para una muestra amplia, de más de 100 proyectos de diversos países, de autopistas de peaje. Según la evidencia aportada por dicho estudio, la relación entre el tráfico inicial real y el tráfico inicial esperado en los países que cuentan con una cierta tradición en la construcción de autopistas de peaje (como sería el caso de España) se distribuye según una normal de media 0,81 y desviación típica igual a 0,24, distribución que ha sido adoptada en el presente trabajo. Esto querría decir que existe un sesgo en las estimaciones del tráfico inicial realizadas por los concesionarios, que tienden a sobreestimar dicho tráfico en cierta medida; además, la dispersión de la distribución de la variable, dada por la desviación típica, es elevada, lo que muestra la dificultad de realizar estimaciones de tráfico. Hay que señalar que, según el estudio citado, el sesgo optimista en las predicciones de tráfico es considerablemente mayor en los países con escasa experiencia en concesiones de autopistas de peaje.

3. Aplicación de la metodología a una concesión real

Con el objeto de ilustrar la metodología de las opciones reales, en esta sección se va a aplicar el procedimiento descrito anteriormente al caso de una concesión real de una autopista

de peaje española de nueva construcción, con una inversión de 327,8 millones de euros. El período concesional es de 25 años. Se trata de una autopista urbana, en la que el tráfico esperado por el concesionario a partir del segundo año de explotación supera una IMD de 55.000 vehículos. La estructura de la financiación es de un 25 % de recursos propios y un 75 % de deuda. No obstante, se realizará la simulación con diferentes niveles de deuda, para obtenerla sensibilidad del valor de la opción frente a este parámetro.

Los datos de partida utilizados en la valoración son los siguientes:

- Tasa de crecimiento anual del tráfico esperado α : 3,5 %.
- Rentabilidad anual libre de riesgo $r = 4,63$ %. La rentabilidad libre de riesgo se ha calculado tomando como referencia la media en los últimos 10 años de los tipos de interés en el mercado secundario de las Obligaciones del Estado a 15 años en España.
- Rentabilidad del mercado r_m : 10,45 %. La rentabilidad característica del mercado se ha determinado promediando la rentabilidad del IBEX-35 durante los últimos 15 años.
- β : 0,15
- $\alpha_{\text{ajustada}} = 2,63$ %
- $\delta = 2,0$ %

Respecto a la volatilidad del tráfico (definida como la cuasidesviación típica de la tasa de crecimiento del tráfico), al tratarse de una concesión sobre una nueva infraestructura, cabe utilizar una volatilidad media de otras vías similares que dispongan de series de tráfico prolongadas. En España, se ha calculado que la volatilidad media anual de las autopistas de peaje tiende a un valor del 7,5 % (Lara Galera, 2006). Por otra parte, la relación entre el tráfico inicial real y el tráfico inicial esperado se va a caracterizar, como fue señalado en la sección anterior, como una variable aleatoria con una distribución $N(0,81; 0,24)$.

Como se ha comentado, la existencia de la RPA se va a modelizar como una opción de venta que puede ser ejercida por el concesionario en determinados momentos. Consideraremos su posible ejercicio una vez cada año durante el período de explotación de la concesión, excluyendo los tres primeros

años de la explotación. El valor de ejercicio no coincidirá exactamente con el valor de la RPA (inversión realizada minorada por la amortización en el momento del ejercicio), ya que hay que tener en cuenta las posibles indemnizaciones a pagar por el concesionario. En nuestro caso, vamos a minorar la RPA en un importe igual a la garantía definitiva aportada por el concesionario, que cuantificaremos (únicamente a título de ejemplo) en un 5 % de la inversión inicial realizada. Hay que tener en cuenta que estamos considerando una opción de abandono ejercida durante el período de explotación, excluyendo el caso del abandono de la concesión durante el período de construcción, que conllevaría posiblemente una indemnización a la Administración mucho mayor.

Con este planteamiento los principales resultados obtenidos se sintetizan en los siguientes gráficos.

Como se observa en la figura 1, en la línea que corresponde al caso base, el valor de la opción de abandonar la concesión en la primera fecha de ejercicio es de 19,76 millones de euros. Se ha determinado la primera fecha de ejercicio teniendo en cuenta un período de construcción de dos años y un período de *ramp-up* de tres años. Como es de esperar, el valor de la opción decrece en las fechas sucesivas: a medida que transcurre el período de explotación sin que se ejerza la opción, el valor de ésta tiende a disminuir.

En la figura 1 se ha representado, además del caso base, los resultados obtenidos suponiendo que el tráfico inicial realiza-

do es inferior al previsto en unos determinados porcentajes. Es decir, se sustituye el tráfico inicial, tomado como una variable aleatoria, por unos determinados valores fijos de dicho tráfico inicial. Se observa que para un tráfico inicial inferior en un 30 % al tráfico esperado, el valor de la opción es inferior al caso base. Sin embargo, el valor de la opción se dispara cuando el tráfico inicial es más de un 40 % inferior al esperado. Esto significa que aumenta considerablemente la probabilidad de ejercer la opción una vez que se confirma que el tráfico inicial es muy inferior al tráfico esperado, que es precisamente la situación actual de numerosas concesiones españolas. Las probabilidades de ejercer la opción se representan en la figura 2.

Como se observa, en el caso base la probabilidad de ejercer la opción de abandono es muy elevada. En la primera fecha de ejercicio, dicha probabilidad es del 16 %. Dichas probabilidades son aún mayores cuando el tráfico inicial realizado es más de un 40 % inferior al esperado.

Adicionalmente, se ha realizado el ejercicio de considerar diferentes grados de apalancamiento de la concesión. Los resultados se recogen en los gráficos 3 y 4.

De la observación de las figuras 3 y 4 cabe deducir que el grado de apalancamiento es un parámetro clave para determinar el valor de la opción de abandono y, sobre todo, la probabilidad de su ejercicio, aumentando esta última de forma considerable al aumentar la deuda de la concesión.

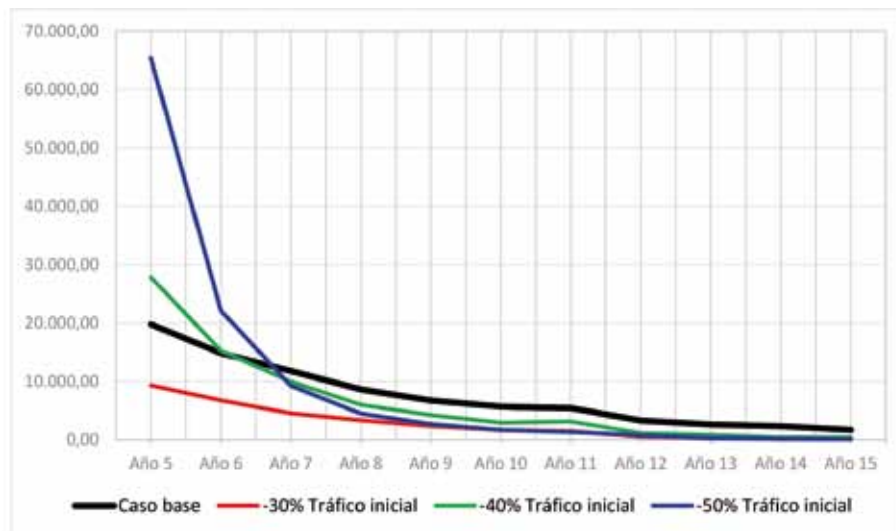


Fig. 1. Valor de la opción de abandono
(miles de euros)

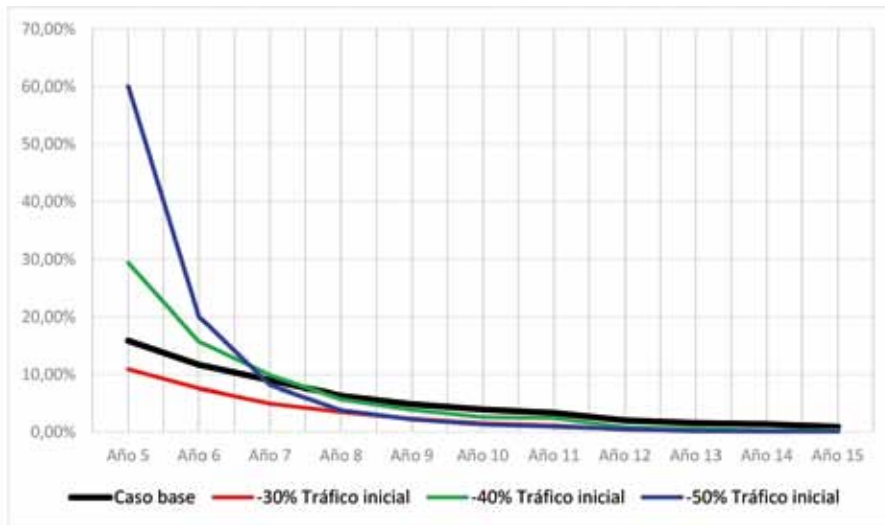


Fig. 2. Probabilidad de ejercer la opción de abandono

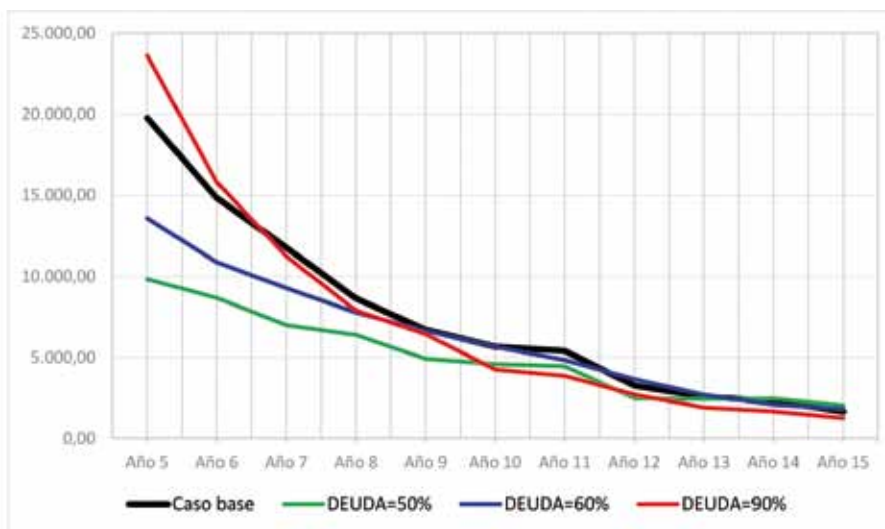


Fig. 3. Valor de la opción de abandono (miles de euros) para distintos grados de apalancamiento

Finalmente, la figura 5 reúne los principales resultados del estudio realizado. Dicha figura recoge el valor actualizado resultante de sumar los valores de la opción de abandono en todas las fechas de ejercicio, así como la probabilidad de ejercer la opción en algún momento a lo largo del período de explotación.

Para el caso base, la suma de los valores de la opción obtenidos en todos los años de la explotación, llevados al inicio del contrato concesional, y debidamente descontados, arrojan un valor total de 58,4 millones de euros, lo que representa un 17,8 % del valor de la inversión inicial. Por otra parte, la pro-

babilidad de ejercer la opción en algún momento a lo largo del período de explotación es del 61,01 %. Se observa que la probabilidad de ejercer la opción de abandono disminuye apreciablemente al disminuir la deuda de la concesión.

4. Conclusiones

La RPA es un mecanismo que supone una aportación muy considerable de la Administración a las concesiones de autopistas de peaje. Para los parámetros tomados en el caso analizado en este trabajo (que pueden considerarse habituales en la práctica), el valor que supone la opción de abandono implícita en los contratos concesionales asciende al 17,8 %

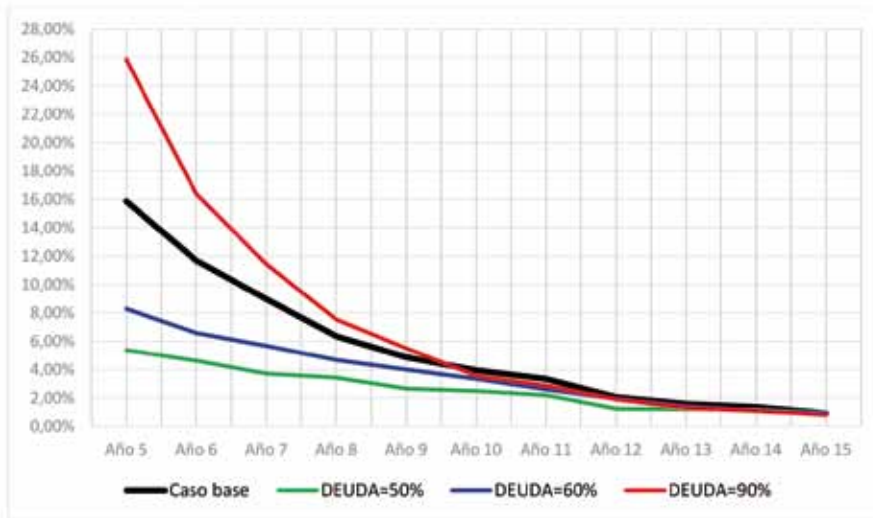


Fig. 4. Probabilidad de ejercer la opción de abandono con distintos grados de apalancamiento

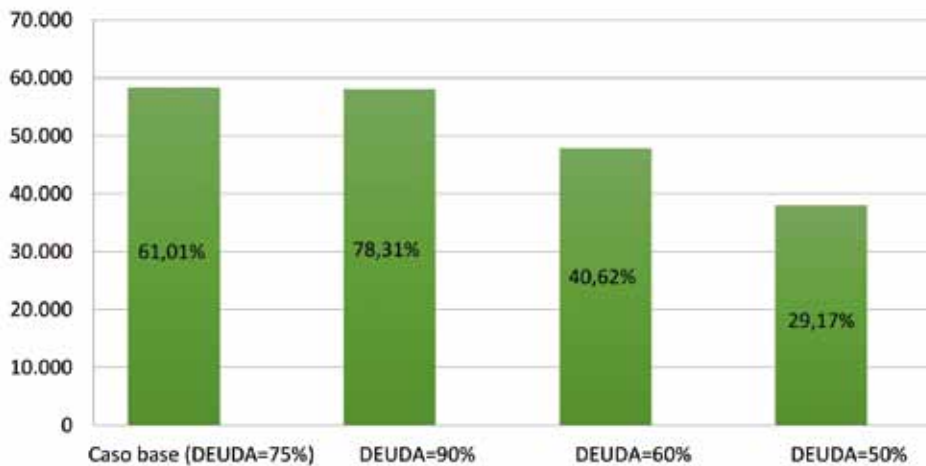


Fig. 5. Valor total de la opción de abandono en el año 0, en miles de euros (eje de ordenadas), y probabilidad de ejercer la opción en algún momento de la explotación (sobre el propio gráfico)

de la inversión inicial realizada. Aún más significativos son los resultados alcanzados respecto a la probabilidad de ejercicio de dicha opción en algún momento de la explotación, que para el caso base es superior al 60 %.

Visto de otra forma, este último resultado equivale a la probabilidad de que la concesión entre en un estado de inviabilidad a lo largo del período de explotación. Téngase en cuenta que se han adoptado características del tráfico que de ninguna forma pueden ser consideradas como extremas. La distribución del tráfico inicial está tomada de una muestra muy amplia de diversos países, y la volatilidad del tráfico a lo largo de la

vida de la concesión (el 7,5 %) es la media existente en las autopistas españolas de peaje ya consolidadas. Como se ha visto, la probabilidad de insolvencia de la concesión es mucho mayor si se confirma un tráfico inicial inferior al esperado en más de un 40 %.

Obsérvese que estos resultados se han obtenido sin considerar los posibles efectos que la propia existencia de la RPA puede provocar respecto a un mayor sesgo en las previsiones de tráfico del concesionario (en el sentido de que una previsión inflada aumentaría el valor de la opción de abandono). Si se considerara adicionalmente este tipo de comportamiento

oportunista del concesionario, los resultados darían una probabilidad aún mayor de abandono de la concesión. Sin embargo, en este trabajo no se valora la posible existencia de dicho tipo de comportamiento porque no se considera necesario: el elevado riesgo intrínseco del negocio concesional, especialmente cuando se trata de autopistas de nueva construcción, explica por sí solo (con la metodología utilizada en este trabajo) la situación de insolvencia de numerosas concesiones.

Parece claro, además, que este elevado riesgo de los proyectos concesionales de autopistas hace inapropiados los elevados grados de apalancamiento que han sido habituales en el pasado. Según los resultados obtenidos, niveles de deuda superiores al 50 % de la inversión disparan la probabilidad de ejercicio de la opción de abandono. El problema, por tanto, no es tanto la existencia del mecanismo de la RPA, sino su combinación con elevados niveles de deuda.

En este sentido, la aplicación de la metodología de las opciones reales, presentada en este trabajo, puede contribuir a una mejor comprensión de los riesgos de las concesiones de autopistas, y a un mejor diseño de los contratos concesiona-

les, que lleve a unas probabilidades de ejercicio de la opción de abandono más razonables.

Como futura línea de investigación, continuando con la aplicación de la metodología propuesta en este trabajo, cabría considerar la combinación óptima, desde el punto de vista de la Administración, de mecanismos de mitigación del riesgo de tráfico (por ejemplo, la definición de determinados umbrales de tráfico mínimo y máximo para el concesionario) con la RPA. Dichos mecanismos disminuyen la volatilidad de los resultados de la concesión, y, aunque suponen un coste implícito para la Administración, supondrían también una disminución del valor de la opción de abandono. **ROP**

Notas

(1) 1 El artículo 271.4 del Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público establece que cuando el contrato se resuelva por causa imputable al concesionario, le será incautada la fianza y deberá además indemnizar a la Administración los daños y perjuicios ocasionados en lo que exceda del importe de dicha fianza incautada

Referencias

- Bain, R. (2009). "Error and optimism bias in toll road traffic forecasts". *Transportation*, 36 (5), 469-482.
- Dixit, A.K. y Pindyck, R.S. (1994). *Investment under uncertainty*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Dyl, E. y Long, H. (1969). "Abandonment value and capital budgeting". *Journal of Finance*, 24 (1), 88-95.
- Flyvbjerg, B.; Skamris, M.K. y Buhl, S.L. (2005). "How (In)accurate Are Demand Forecasts in Public Works Projects? The Case of Transportation". *Journal of the American Planning Association*, 71(2): 131-146.
- Hull, J.C. (2006). *Options, futures and other derivatives*. 6th ed. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Joy, O.M. (1976). "Abandonment values and abandonment decisions: a clarification". *The Journal of Finance*, 31 (4), 1225-1228.
- Lara Galera, A. L. (2006): *Desarrollo de un Modelo de Valoración de Concesiones de Autopistas basado en la Teoría de Opciones Reales. Validación mediante el Análisis de Series Históricas de Datos de Concesiones en Servicio*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Caminos Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid.
- Lara Galera, A. L. y Sánchez Soliño, A. (2010). "A Real Options Approach for the Valuation of Highway Concessions". *Transportation Science*, Vol.44, No.3, 416-427.
- Margrabe, W. (1978). "The Value of an Option to Exchange One Asset for Another". *Journal of Finance*, 33 (1), 177-186.
- Myers, S. C., y Majd, S. (1990). "Abandonment value and project life. *Advances in Futures and Options Research*". JAI Press, 4, 1-12.
- Næss, P.; Flyvbjerg, B. y Buhl, S. (2006). "Do road planners produce more 'honest numbers' than rail planners? An analysis of accuracy in road-traffic forecasts in cities versus peripheral regions". *Transport Reviews*, 26 (5), 537-555.
- Porter, M. (1987). "From Competitive Advantage to Corporate Strategy". *Harvard Business Review*, May/June 1987, pp 43-59
- Robichek, A. A. y Van Horne, J. C. (1967). "Abandonment value in capital budgeting". *Journal of Finance*, 22 (4), 577-590.
- Sánchez Soliño, A. y Lara Galera, A.L. (2012): "Unit Root Analysis of Traffic Time Series in Toll Highways". *Journal of Civil Engineering and Architecture*, 6 (12), 1641-1647.
- Sharpe, William F. (1964). "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk". *Journal of Finance*, 19 (3), 425-442.
- Trigeorgis, L. G. (1995). *Real options in capital investment*. Praeger, Westport, CT.
- Wong, K.P., 2009. "The effects of abandonment options on operating leverage and investment timing". *International Review of Economics and Finance*, 18 (1), 162-171