



Costo de Capital Promedio Ponderado para Concesiones de Infraestructura Vial en México

Eduardo Daniel García Gutiérrez¹

Resumen

En el presente trabajo de investigación se desarrolla el modelo Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) a través del cual se obtiene la tasa mínima de rentabilidad apropiada para descontar flujos netos de efectivo (FNE), proyectados a futuro, mediante el Valor Presente Neto (VPN). Con ello se establece el tiempo necesario para que un inversionista recupere el capital invertido en proyectos de Infraestructura Vial Concesionada dentro del país. Adicionalmente, se define la estructura óptima de capital para el proyecto caso de estudio realizado en una autopista ubicada en el estado de Guanajuato. Los resultados sugieren que la tasa mínima a partir de la cual un proyecto resulta atractivo corresponde a aquella que representa un Valor Presente Neto igual a cero; asimismo, esta tasa define el punto de equilibrio del proyecto. El cierre de la investigación indica que generalmente el tiempo requerido para retorno de inversión es menor al tiempo de vida que tiene una Concesión de Infraestructura Vial en México.

Palabras claves: WACC, CAPM, Rentabilidad.

Introducción

El objetivo del presente trabajo es determinar una tasa de rentabilidad para el sector de las Concesiones de Infraestructura Vial en México utilizando el modelo Costo Promedio Ponderado de Capital. La tasa calculada se utiliza para el descuento de Flujos Netos de Efectivo (FNE) a través del método Valor Presente Neto (VPN) y es aplicable en cualquier autopista del país.

La razón fundamental para realizar el presente trabajo de investigación radica en que el público general tiene la necesidad de estimar el tiempo necesario en que se recupera la inversión de una autopista, o bien, si alguna autopista produce suficiente rentabilidad para invertir en ella.

¹ Facultad de ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México, Sendero de Puerta Real 111, Celaya, Guanajuato. Correo-e: <daedgagu@hotmail.com>.



Gran cantidad de usuarios de autopistas en México se preguntan cotidianamente acerca del tiempo que una institución privada, llámese Concesionaria, necesita para obtener el retorno de una inversión realizada y por qué, posterior al plazo de retorno de la inversión, continúa el cobro de peaje en las vías de cuota; o es que, en un periodo de 30 años o similar, ¿no se ha recuperado la inversión inicial? El usuario promedio que utiliza estos caminos manifiesta que existe incertidumbre sobre la utilización de los recursos que se erogan, es decir, ¿los recursos se utilizan para dar mantenimiento al camino? ¿Qué porcentaje de utilidad obtiene la empresa privada? Por otra parte, las empresas inversionistas privadas buscan que la gestión del riesgo transferido por gobiernos estatales o federal hacia ellos sea eficiente, a fin de obtener una remuneración justa frente a los riesgos que asume (Villareal, 2005).

Para dar respuesta a las interrogantes y problemática planteadas se establece y aplica la tasa de rentabilidad del sector para determinar el tiempo de retorno en la inversión y generar certidumbre en la sociedad, gobiernos y público inversionista. El proyecto específico de aplicación corresponde a una autopista denominada Libramiento de Celaya ubicada en el estado de Guanajuato de jurisdicción estatal que se encuentra bajo el régimen de concesión administrativa en un contrato de Asociación Público Privada (APP) celebrado entre Gobierno del Estado de Guanajuato y la empresa Concesionaria o empresa privada.

Revisión de Literatura

La estimación de la tasa de descuento o rentabilidad para valoración de empresas concesionarias de infraestructura vial obligadamente debe medir el costo de oportunidad o rentabilidad mínima que el proyecto debe rendir.

Técnicamente, la manera más correcta de determinar la tasa de descuento apropiada para tomar decisiones de inversión corresponde a la propuesta conceptual del modelo WACC (Weighted Average Cost of Capital), de acuerdo con Modigliani & Merton (1958). Este modelo económico de equilibrio parcial, basado en el funcionamiento eficiente del mercado de capitales, afirma que la tasa de descuento ajustada por riesgo apropiada para calcular el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto está en función de cuatro componentes: 1. El costo del capital o de patrimonio; 2. El costo de la deuda, 3. El riesgo sistémico, tanto de la deuda como del capital; y 4. La estructura del capital o estructura financiera.

La importancia del modelo radica en que permite obtener resultados para realizar evaluaciones sobre proyectos de inversión en autopistas de cuota del país, confirmando o rechazando su viabilidad con base en el rendimiento y el riesgo esperado que otorga la tasa de descuento del sector.

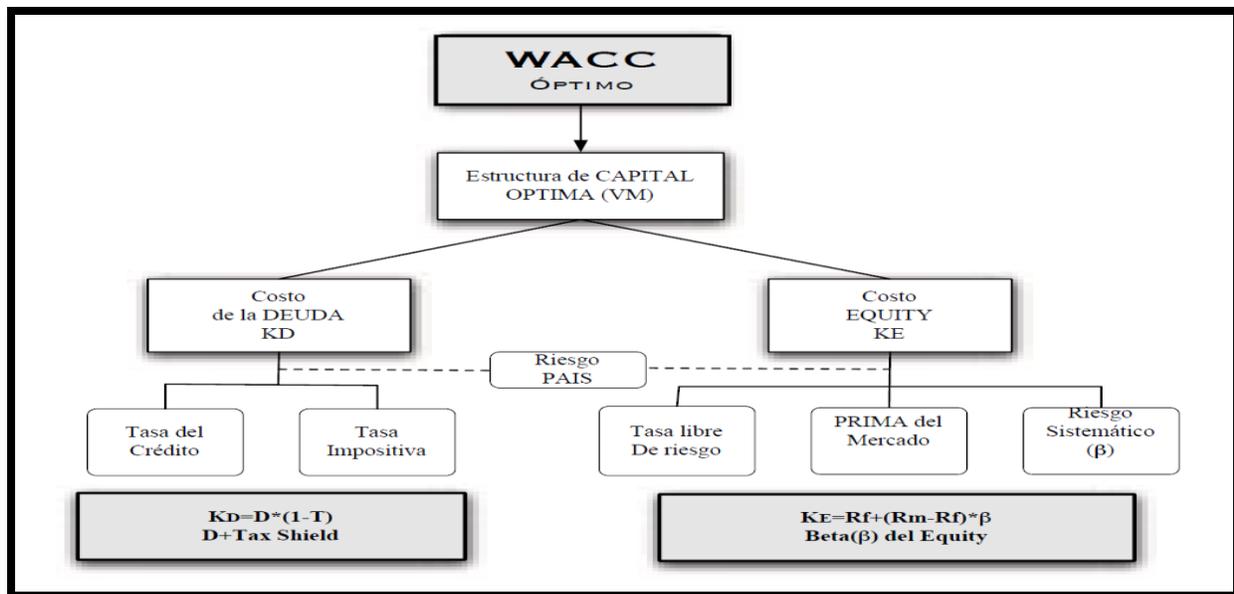
El WACC se representa a través de la siguiente expresión:

$$1) \text{ WACC} = W_e * K_e + W_d * K_d * (1 - t); \text{ donde:}$$

WACC = Costo Promedio Ponderado de Capital; W_e = Proporción de capital (Peso del patrimonio); K_e = Costo del capital (Costo del patrimonio o Equity); W_d = Proporción de deuda (Peso de la deuda); K_d = Costo de la deuda (Debt); y t = Tasa de impuestos (ISR).

En la Figura 1 se presenta la esquematización del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) para comprender de una mejor manera los componentes que integran este modelo. En lo sucesivo, se describen los cuatro componentes que alimentan el modelo WACC.

Figura 1. Conceptualización de la estructura de WACC



WACC Óptimo. Fuente: Villareal, 2005.

Determinación del componente Costo de Capital (K_e) para su integración al modelo WACC

El Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM) es utilizado en la investigación para determinar la variable Costo de Capital (K_e) contenida en la Ec. (1). El modelo del CAPM (Capital Assets Pricing Model) puede ser adaptado de dos maneras que a su vez definen dos métodos para el cálculo de dicho costo: Método de la beta apalancada y el método de la contribución financiera.



En el presente trabajo de investigación se abordará el método de la beta apalancada para obtener el riesgo sistémico asociado a una acción respecto del mercado. Este método sugiere que la rentabilidad que un inversionista podría esperar si invirtiera en una acción en el mercado está determinada a partir del siguiente modelo:

Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM)

$$2) \quad E(r_i) = r_f + \beta_i(E(r_m) - r_f); \text{ donde:}$$

$E(r_i)$ = Es la tasa de rendimiento esperada de capital sobre el activo; r_f = Rendimiento de un activo libre de riesgo; β_i = Beta (Medida de sensibilidad de un activo respecto al mercado); $E(r_m)$ = Rendimiento del mercado; y $E(r_m - r_f)$ = Exceso de rentabilidad del portafolio de mercado (Prima de riesgo).

Definición de las variables que integran el Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM)

- Rendimiento de un activo libre de riesgo (r_f)

Se define como “Bono M” o “Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija a 30 años” emitido por el Banco Central de México (Banxico) en el periodo noviembre 2010 a mayo 2019 con un rendimiento previamente conocido y su riesgo es prácticamente cero. Al tener volatilidad nula, el valor del retorno no cambia con el tiempo (Caballero, 2018).

- Rendimiento del mercado $E(r_m)$

Se define como el Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (IPC) en el periodo noviembre 2010 a mayo 2019 obtenido de los registros diarios de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV).

- Medida de sensibilidad respecto del mercado (β_i)

$$3) \quad \beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}; \text{ donde:}$$

β_i = Beta; σ_{im} = Covarianza de la rentabilidad de la acción con la rentabilidad del mercado; σ_m^2 = Varianza de la rentabilidad del mercado. Debe hacerse notar que la variable engloba el componente denominado riesgo sistémico del modelo WACC.

Determinación del componente Costo de la Deuda (K_d) para su integración al modelo WACC

Es la tasa de interés media ponderada que cada acción o compañía ha de pagar por los préstamos y créditos recibidos (Salazar, Morales, & Arenas, 2012).

Se presenta la Ec. (4) para determinar el Costo de la Deuda (K_d):

$$4) \quad K_d = \frac{GF}{DA}; \text{ donde:}$$



DA= Deuda adquirida a partir de préstamos y créditos obtenidos (Obligación financiera); GF = Gastos financieros de un determinado periodo.

• Determinación del componente Estructura Financiera o Estructura de Capital

Es la parte que se toma entre la deuda y el patrimonio (capital) que se usa para el financiamiento de los activos. Se define como el endeudamiento a largo plazo de la firma (Diez, 2016). En otras palabras, es la forma de financiarse por parte de la firma.

La estructura de capital está integrada por dos razones (W_e y W_d):

1. Relación del Patrimonio (W_e): Muestra la ponderación del patrimonio frente al total del pasivo financiero y patrimonio de la empresa.

$$5) \quad W_e = \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Patrimonio} + \text{Pasivo Financiero}}$$

2. Relación Deuda – Patrimonio (W_d): Muestra la ponderación del pasivo financiero frente al total del pasivo financiero y patrimonio de la empresa.

$$6) \quad W_d = \frac{\text{Pasivo Financiero}}{\text{Patrimonio} + \text{Pasivo Financiero}}$$

Materiales y Métodos

Para alcanzar el objetivo del presente trabajo de investigación, que representa obtener la tasa de rentabilidad para el sector Infraestructura Vial Concesionada en México y su posterior aplicación en el Libramiento de Celaya, Guanajuato a fin de establecer su periodo de retorno en la inversión, en el Cuadro 1 se enlistan los modelos y métodos empleados en el orden que aparecen dentro de esta sección:

Cuadro 1. Modelos y métodos utilizados en el desarrollo de la investigación

1. Desarrollo del modelo CAPM para el cálculo del Costo de Capital (K_e) y empleo de Ec (2).	4. Sustitución de los valores numéricos obtenidos en los puntos 1, 2 y 3 de este listado en la Ec. (1) “Modelo WACC” para establecer tasa de rentabilidad.
2. Metodología para calcular el Costo de la Deuda (K_d) y empleo de Ec. (4).	5. Aplicación del método para la determinación de los Flujos Netos de Efectivo a la información financiera registrada en libros del proyecto Libramiento de Celaya.
3. Metodología para la determinación de la Estructura Financiera óptima. Se consideró la utilización de Ecs. (5) y (6).	6. Aplicación del Método Valor Presente Neto para establecer el tiempo en que se recupera la inversión. Incluye la tasa de descuento obtenida en el desarrollo del punto 4 de este listado.

Fuente: Elaboración propia.



Empleo del Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM) para el cálculo del Costo de Capital (K_e)

- Determinación de la tasa libre de riesgo (r_f)

Se consideraron los valores de cierre diarios del Bono M^o o “Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija” a 30 años. El periodo comprendido fue noviembre 2010 a mayo 2019, es decir, se consideraron registros históricos 10 años atrás de la fecha actual. El rendimiento promedio del “Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija” a 30 años, en los últimos 10 años, ha sido del 7.13% (Blomberg L. P., 2019).

- Determinación del rendimiento de mercado (E_{rm})

Se determinó un promedio anual de los registros diarios del Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (IPC) en el periodo noviembre 2010 a mayo 2019.

La tasa de rendimiento del mercado (IPC) obtenida a partir de BMV (2019) es igual a 10.07%.

- Determinación de la rentabilidad de acciones para empresas pertenecientes al sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.

Para establecer la rentabilidad del sector, se consultaron y descargaron los precios históricos diarios de las acciones para cada una de las empresas listadas en el Cuadro 2 y que forman parte del sector Concesionarias de Infraestructura; subsector Infraestructura Vial en México y que cotizan en BMV.

Cuadro 2. Listado de empresas que cotizan en BMV seleccionadas para estimar la tasa de rentabilidad

Promotora y Operadora de Infraestructura, SAB de CV (PINFRA)	Impulsora del Desarrollo y el Empleo en América Latina (IDEAL)
Grupo México, SA de CV (GMÉXICO)	Grupo Mexicano de Desarrollo, SAB (GMD)
Grupo Carso, SAB de CV (GCARSO)	ALEATICA México, SAB de CV (ALEATICA)

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV, 2019.

En el Cuadro 3 se muestra la tasa de rendimiento promedio anual para cada empresa en el periodo noviembre 2010 a mayo 2019 (este es el periodo de referencia, desde el inicio de operaciones en el Libramiento de Celaya o proyecto caso de estudio, hasta la actualidad, fecha en que se elabora esta investigación).



Cuadro 3. Rendimiento promedio anual para Acciones del sector Concesionarias de Infraestructura Vial

	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Rendimiento Promedio (Anual)	21.04%	6.06%	12.89%	12.70%	12.09%	3.72%

Fuente: Elaboración propia a partir de Investing.com, 2019.

- Determinación de la variable Beta no apalancada ($\beta_{no.ap}$) para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial en México en función de la Beta apalancada (β_{ap}).

$$7) \quad \beta_{no.ap} = \frac{\beta_{ap}}{\left(1 + (1 - t) * \left(\frac{D}{E}\right)\right)}$$

$\beta_{no.ap}$ = Beta no apalancada de cada acción o empresa dentro del sub ramo: Concesionarias de Infraestructura Vial; Sector: Concesionarias de Infraestructura en México.

β_{ap} = Beta apalancada de cada acción o empresa dentro del sub ramo: Concesionarias de Infraestructura Vial; Sector: Concesionarias de Infraestructura en México.

D/E= Proporción entre Deuda (D) y Capital (C) de una empresa. Datos obtenidos de valores en libros.

t = Tasa de ISR para personas morales igual a 30% (H. Congreso de la Unión, 2016).

En el Cuadro 4 se ilustran los resultados del cálculo realizado para obtener la relación D/E y posteriormente sustituir estos resultados en la Ec (7).

Cuadro 4. Información financiera: Deuda (D) y Capital (E) de empresas

Obtenido de:	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Deuda (D)						
Balance General:						
Total pasivo(*)	\$12,284,621	\$12,941,835	\$50,446,222	\$91,413,023	\$4,542,318	\$68,211,836
Capital (E)						
Balance General:						
Total Capital Contable (*)	\$48,859,419	\$14,675,961	\$91,506,652	\$37,113,013	\$4,786,364	\$108,252,194
Relación: D/E						
Balance General	0.25143	0.88184	0.55128	2.46310	0.94901	0.63012
Relación: D/E(%)						
Balance General	25.143%	88.184%	55.128%	246.310%	94.901%	63.012%

Fuente: Elaboración propia a partir de BMW, 2019.

(*) Cifras expresadas en miles de pesos.



La información contenida en los Cuadros 3 y 4 se sustituyó en la Ec. (7) para determinar la Beta no apalancada ($\beta_{no.ap}$) de cada empresa. Los resultados obtenidos se ilustran en la Cuadro 5.

Cuadro 5. Beta No Apalancada ($\beta_{no.ap}$) para cada una de las empresas del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial

	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Beta No Apalancada	0.530198	0.724140	0.737403	0.047944	0.117961	0.256610

Fuente: Elaboración propia a partir de Investing.com, 2019.

Se apalanca nuevamente la Beta para la empresa que se evalúa (Libramiento Celaya), despejando de la Ec. (7) β_{ap} y utilizando las mismas variables en la Ec. (8) considerando el promedio de $\beta_{no.ap}$ del Cuadro 5.

$$8) \quad \beta_{ap} = \beta_{no.ap} * \left(1 + (1 - t) * \left(\frac{D}{E} \right) \right)$$

Se obtuvo el Costo de Capital al sustituir los datos previamente generados en la Ec. (2) “Modelo CAPM”. La tasa de Costo de Capital para la Concesión Libramiento Celaya fue igual a 9.629%.

1. Empleo de método para la determinación del Costo de la Deuda (Kd)

La información financiera consultada fue sustituida en la Ec. (4) y se obtuvo la relación gastos financieros entre deuda actual para cada una de las empresas o acciones analizadas. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Gastos financieros y deuda financiera de las empresas del sector

Relación:	BMV: Estado de	0.08254	0.03931	0.03876	0.05247	0.05722	0.05243
GF/DA	resultados						

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV, 2019.

A partir del Costo de la Deuda (Kd) obtenido para el conjunto de empresas pertenecientes al sub ramo (sector) Concesionarias de Infraestructura Vial listadas en el Cuadro 7, se obtiene la media aritmética que representa el costo de la deuda (Kd) del sector y es igual a 11.347%.



Cuadro 7. Costo de la Deuda (Kd) para empresas del sector

	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Valores para el Libramiento Celaya	17.82%	8.15%	8.03%	11.01%	12.06%	11.00%

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV, 2019.

2. Método para Determinación de la Estructura de Capital Óptima para el Libramiento Celaya

Se determinó la estructura de capital óptima en base al promedio de registros históricos de la firma. La estructura óptima es: $W_e = 42.31\%$ y $W_d = 57.69\%$ de acuerdo a la media observada en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Estructura de capital histórica para el Libramiento de Celaya

Relación de Patrimonio (W_e) y Relación Deuda – Patrimonio (W_d)											
Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
W_e	41.63%	45.75%	46.65%	46.38%	43.33%	42.29%	42.51%	39.25%	38.42%	38.66%	42.31%
W_d	58.37%	54.25%	53.35%	53.62%	56.67%	57.71%	57.49%	60.75%	61.58%	61.34%	57.69%

Fuente: Elaboración propia a partir de registros en libros de la Concesionaria libramiento de Celaya.

3. Modelo WACC y determinación de tasa de rentabilidad para el sector Concesionarias de Infraestructura Vial.

Finalmente, se sustituyen los datos $k_e = 9.629\%$; $k_d = 11.347\%$; $ISR = 30\%$; $W_e = 42.31\%$; $W_d = 57.69\%$ en la Ec. (1) y se obtuvo una tasa de rentabilidad igual a 8.6563% .

4. Empleo del método para la determinación del Flujo Neto de Efectivo (FNE).

A partir de la información financiera consultada en libros de la empresa Libramiento Celaya se determinó el FNE con periodicidad anual en el tiempo de vida de la concesión (30 años).

5. Determinación del Valor Presente Neto (VPN).

$$9) \quad VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \quad ; \text{ donde:}$$

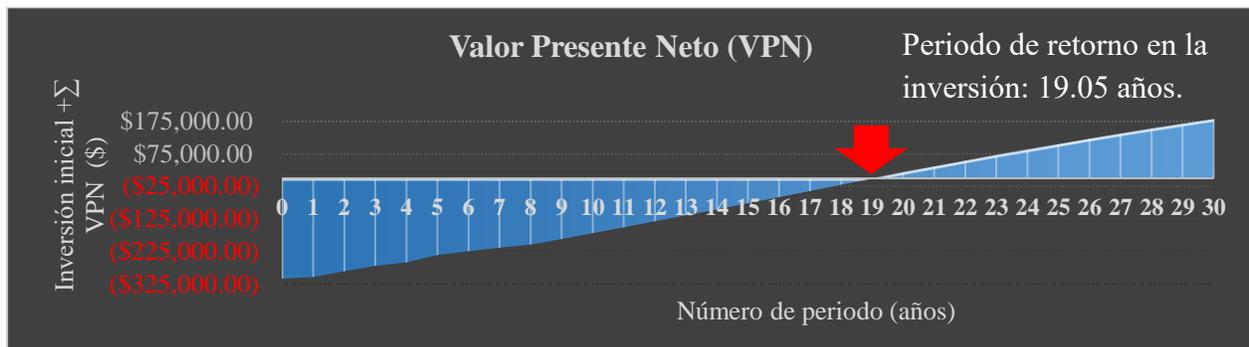
VPN = Valor presente neto, S_0 = Inversión inicial; S_t = Flujo Neto de Efectivo (FNE) del periodo t ; n = Número de periodos de la vida del proyecto; i = Tasa de descuento (Tasa WACC = 8.6563%).

Los datos previamente obtenidos: Tasa de rentabilidad: 8.6563% y Flujos Netos de Efectivo (FNE) anuales se sustituyeron en la Ec. (9) y arrojan un VPN igual a cero a los 19.05 años a partir del inicio de operaciones de la concesión Libramiento Celaya. Véase Gráfico 1.

Resultados

La tasa mínima de rentabilidad calculada a mayo del 2019 para el sector de las Concesiones de Infraestructura Vial (autopistas), que se define como la tasa a partir de la cual un proyecto resulta atractivo a un inversionista, es de 8.6563 %. Para el proyecto denominado Libramiento Celaya esta tasa representa un Valor Presente Neto igual a cero en un periodo de 19.05 años considerando el monto de inversión inicial.

Gráfico 1. Valor Presente Neto (VPN) y retorno de la inversión



Valor Presente Neto. **Fuente:** Elaboración propia a partir de información en libros de concesión Libramiento Celaya y BMV, 2019.

Conclusiones

La culminación del presente trabajo de investigación produjo una tasa de rentabilidad igual a 8.65% que representa al sector de Infraestructura Vial concesionada en México y puede ser utilizada de manera generalizada siguiendo la metodología adoptada para replicarla en las autopistas del país.

Se debe tener en consideración que el retorno en la inversión no depende solo de la tasa de rentabilidad obtenida sino también de la inversión inicial realizada o a realizar, el Flujo Neto de Efectivo (FNE), el plazo de interés definido para la deuda contratada y la capacidad con que cuenta una determinada empresa o proyecto para generar valor agregado a partir del costo de financiamiento y el riesgo inherente. En consecuencia, la recuperación de la inversión puede variar de un proyecto a otro, no así la tasa de rentabilidad obtenida, tasa que permanece fija y la cual se recomienda actualizar cada 10 años, o bien, cuando se disparen los rangos de los principales indicadores económicos utilizados, como el IPC,



rendimientos de las acciones y bonos gubernamentales, por mencionar algunos. Todas las variables mencionadas con anterioridad se consideraron en el desarrollo de la metodología.

El periodo de retorno en la inversión para la empresa considerada en este trabajo de investigación (caso de aplicación) se genera dentro de las primeras dos décadas de vida del proyecto. La rentabilidad inherente al proyecto tendrá fruto a partir del flujo (año) 19. Dado que la concesión obtenida para el Libramiento de Celaya es de 30 años, es seguro recuperar la inversión y generar ganancias dentro de dicho periodo. Con esto se establece que el tiempo en que se recupera la inversión no necesariamente es el tiempo de vida de la concesión.

Aunque la empresa concesionaria sujeta de estudio no cotiza en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), se obtuvo el costo de capital utilizando el método CAPM en conjunto con el método de la beta apalancada a partir de la información financiera generada por entidades públicas del sector que si cotizan en BMV.

Referencias

- Blomberg L.P. (2019). *Rentabilidad del bono de México a 30 años*. Londres: Blomberg.
- BMV. (30 de Junio de 2019). *Grupo Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V.* Recuperado el 22 de Julio de 2019, de <https://www.bmv.com.mx/es/emisoras/informacion-de-emisoras>
- Caballero, F. (19 de Marzo de 2018). *Definiciones: Inversión*. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de <https://economipedia.com/definiciones/activo-libre-riesgo.html>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2016). *Ley de Impuesto sobre la Renta*. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.
- Gallardo , D. (2011). *Metodología para el cálculo del WACC y su aplicabilidad en la valoración de inversiones de capital, en empresas no cotizantes en bolsa*. Santiago de Cali: Universidad ICESI.
- Gimeno, M. (2014). *Evolución del modelo CAPM a lo largo de la historia de la economía financiera*. . Madrid: Universidad Pontificia de Comillas.
- Investing.com. (31 de Marzo de 2019). *Investing.com*. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de <https://mx.investing.com/equities/>
- Modigliani, F., & Merton, M. (1958). The Coast of Capital, Corporation Finance and the Theory of investment. *The American Economic Review*, XLVIII(3), 261-297.
- Salazar, A., Morales, J., & Arenas, J. (2012). *Valoración de empresas por el método de flujo de caja libre aplicado a NETBEAM S.A.* Medellín: Universidad de Medellín.
- Tong, J. (2006). *Finanzas empresariales: La decisión de inversión* . Lima: Universidad del Pacífico.



Villareal, J. (2005). El costo de capital en proyectos de infraestructura civil básica (IB). Un ejemplo práctico: el WACC para una concesión aeroportuaria. *Revista de ingeniería*, I(21), 19-29.