



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
Maestría en Valuación de Bienes

Tiempo en que se recupera la inversión de una carretera estatal de cuota en el  
estado de Guanajuato  
Trabajo escrito

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de  
Maestro en Valuación de Bienes

Presenta:

Ing. Eduardo Daniel García Gutiérrez

Dirigido por:

M.C. José Gonzalo A. Álvarez Frías

M.C José Gonzalo A. Álvarez Frías

Presidente

M.C. Luis Eduardo Gutiérrez Álvarez

Secretario

M.G.P.A. José Luis Alcántara Obregón

Vocal

Nombre del Sinodal

Dr. Jesús Hurtado Maldonado

Nombre del Sinodal

M.C. Verónica Leyva Picazo

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (Noviembre 2019)  
México

## 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 clave:** WACC, CAPM, Rentabilidad, Beta, Estructura de capital, Tasa de riesgo)

## Summary

In this research, the Weighted Average Capital Cost (WACC) model is developed in order to obtain the appropriate minimum profitability rate used to discount the projected net cash flows (NCF) in the future using the Net Present Value (NPV). This establishes the necessary time for an investor to recover the capital invested on Road Infrastructure Concession projects within the country. In addition, the optimal capital structure is defined for the case study project conducted on a toll road located in the state of Guanajuato. The results suggest that the minimum rate from which a project is attractive corresponds to the rate that represents a Net Present Value equal to zero. This same rate defines break-even point of a project. Closure of the investigation indicates that generally the required time for return on investment is less than the life time of a Road Infrastructure Concession project in Mexico.

**(Key words:** WACC, CAPM, Profitability, Beta, Capital Structure, Risk rate)

## Dedicatorias

Este trabajo de investigación tiene de dedicatoria especial para mis padres y hermanas que fueron siempre participes de mi formación y comparten mis logros.

Para Jessica y Daniela por acompañarme y formar parte de este sueño.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios y la Virgen María por nunca dejarme solo en los momentos difíciles y brindarme todo el afecto que necesitaba, otorgarme la confianza, por enseñarme a amarme a mí y a los demás y mantenerme siempre en la fe y la perseverancia. Al Sagrado Corazón de Jesús por motivarme siempre a luchar, seguir adelante y no rendirme en mi andar. Por cuidar de mis seres queridos y proveernos de los recursos necesarios para lograr los objetivos planteados.

Reitero mi agradecimiento a mi familia por guiarme y aconsejarme, por no faltar el apoyo solicitado y por enseñarme el buen camino y la colaboración con los demás.

Agradezco a la maestra Verónica Leyva y a todo el grupo de profesores de la maestría en Valuación de Bienes. Ya que sin su apoyo esta tesis no podría haber sido publicada. Gracias por sus enseñanzas, consejos y avisos, así como correcciones y atenciones brindadas en el desarrollo de mi investigación.

Extiendo un agradecimiento formal a la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Autónoma de Querétaro por adoptarme dentro de la comunidad y contar con el financiamiento, instalaciones y recursos necesarios para que este trabajo de investigación se realizara. De manera similar, agradezco a mis compañeros de clase por apoyarme siempre y hacer equipo con un servidor, ayudarme en las gestiones administrativas y siempre mostrar disposición a la colaboración y el diálogo. Sin duda, un gran grupo.

A la empresa Dirección de Operaciones, SA de CV por facilitarme recursos e información para el desarrollo de este trabajo y ser flexibles en mi horario laboral, permitiéndome obtener el tiempo necesario para atender mis estudios de postgrado.

Finalmente agradezco el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme el apoyo económico requerido para solventar los gastos durante el periodo de estudios de la Maestría en Valuación de Bienes.

## Índice de tablas

Tabla 3-1 Tasa libre de riesgo (Bono M a 30 años) .....	25
Tabla 3-2 Rendimiento mercado (IPC) en el periodo enero 2005 a mayo 2019 .....	26
Tabla 3-3 Rendimiento promedio anual para Acciones del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.....	29
Tabla 3-4 Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para Acciones del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.....	30
Tabla 3-5 Información financiera: Deuda (D) y Capital (E) de empresas.....	31
Tabla 3-6 Beta No Apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ) para cada una de las empresas del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial. ....	32
Tabla 3-7 CAPM para la empresa Concesionaria del Libramiento Celaya en el Estado de Guanajuato. ....	34
Tabla 3-8 Resumen de valores obtenidos en la metodología del CAPM. ....	34
Tabla 3-9 Gastos financieros y deuda financiera de las empresas del sector. ....	36
Tabla 3-10 Costo de la deuda ( $K_d$ ).....	37
Tabla 3-11 Porcentaje de Participación de Deuda.....	39
Tabla 3-12 Variables utilizadas para determinar la Estructura Óptima de Capital. ....	40
Tabla 3-13 Costo Promedio Ponderado del Capital (CCPP).....	40
Tabla 3-14 Datos utilizados para obtener el nuevo Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC). ....	41
Tabla 3-15 Esquematización del Flujo Neto de Efectivo (FNE). ....	42
Tabla 3-16 Valor Presente Neto (VPN) y retorno de inversión.....	43
Tabla 4-1 Resumen de resultados obtenidos y Costo de Capital Promedio Ponderado. ....	44

## Índice de figuras

Figura 1-1 Comparación entre esquemas tradicionales de obra pública y APP. ....	3
Figura 1-2 Red estatal de carreteras del estado de Guanajuato.....	5
Figura 1-3 Ubicación y trayectoria del Libramiento de Celaya en el sistema geográfico de mapas. ....	6
Figura 2-1 Esquematización del modelo Costo Promedio Ponderado de Capital WACC.....	16
Figura 2-2 Conceptualización de la Estructura de WACC Óptimo.....	17
Figura 3-1 Metodología a desarrollar dividida por etapas. ....	24
Figura 3-2 Modelos a desarrollar y la descripción de sus variables.....	24
Figura 3-3 Búsqueda de información acerca de empresas que cotizan en Bolsa Mexicana de Valores. ....	27
Figura 3-4 Costo de Capital ( $K_e$ ). ....	35
Figura 3-5 Costo de la Deuda ( $K_d$ ). ....	38

## Tabla de contenidos

Resumen.....	i
Summary.....	ii
Dedicatorias .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
Tabla de contenidos .....	vii
<b>1.Introducción. ....</b>	<b>1</b>
1.1    Justificación.....	7
1.2    Descripción del problema. ....	8
1.3    Objetivos.....	10
1.3.1    Objetivo general.....	10
1.3.2    Objetivos específicos.....	11
1.4    Hipótesis.....	11
<b>2.Marco teórico .....</b>	<b>11</b>
2.1    Principios “costo de oportunidad” y “riesgo transferido”.....	11
2.1.1    Definición de las variables que integran el Modelo Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC).....	14
2.2    Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM). ....	17
2.2.1    Definición de las variables que integran el Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM). ....	19
2.3    Costo de la deuda ( $K_d$ ) .....	21
2.4    Valor Presente Neto (VPN) y Flujo Neto de Efectivo (FNE) .....	22
<b>3.Metodología.....</b>	<b>23</b>



3.1	Desarrollo del Método Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) para la empresa Concesionaria de Infraestructura Vial.....	23
3.2	Empleo del Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM) para el cálculo del Costo de Capital ( $K_e$ ).....	25
3.2.1	Determinación de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ ) .....	25
3.2.2	Determinación del rendimiento de mercado ( $E_{rm}$ ).....	26
3.2.3	Determinación de la rentabilidad de acciones para empresas pertenecientes al sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial .....	27
3.2.4	Determinación de la variable Beta apalancada de la empresa que se valúa en el presente trabajo de investigación ( $\beta_i$ ):.....	29
3.2.4.1	Determinación de la variable Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial en México. ....	29
3.2.4.2	Determinación de la variable Beta no apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ) para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial en México.....	30
3.2.4.3	Determinación de la variable Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para el proyecto Libramiento Celaya en el estado de Guanajuato.....	32
3.3	Determinación de la prima de riesgo .....	33
3.4	Determinación del Costo de la Deuda ( $K_d$ ). ....	35
3.5	Determinación de la Estructura de Capital .....	38
3.6	Costo de Capital Promedio Ponderado y Estructura de Capital Óptima ..	40
3.7	Tiempo de retorno en la inversión realizada para la Concesión Libramiento Celaya .....	41
3.7.1	Definición de tasa WACC para retorno de inversión.....	41
3.7.2	Determinación del Flujo Neto de efectivo (FNE).....	42
3.7.3	Determinación del Valor Presente Neto (VPN) .....	42
	<b>4.Resultados y discusión.....</b>	<b>44</b>
	<b>5.Conclusiones .....</b>	<b>46</b>
	<b>6.Referencias.....</b>	<b>51</b>

## Introducción.

El modelo de concesión bajo el esquema Asociación Público – Privada (APP) inició en el Reino Unido con la Private Finance Initiative (PFI) en el año 1982. La principal idea de la PFI fue aprovechar el financiamiento privado para la construcción y renovación de infraestructuras públicas (Mendoza, 2017).

Las concesiones de carreteras en México se han implantado desde la década de los 90 y, posteriormente, con un nuevo esquema de concesiones (NEC), desde el 2000. A partir del 2013 se espera un renovado auge de expansión de infraestructura en el marco de la nueva Ley de Asociaciones Público-Privadas (Salas Esparza , 2013).

Durante las últimas décadas en México se ha incrementado sustancialmente la inversión en infraestructura vial para carreteras de cuota a través de contratos entre asociaciones público-privadas (APP) bajo el régimen de concesión administrativa.

Para tener un acercamiento conceptual a la definición de APP se expresa lo siguiente:

*“...Una APP se define como un acuerdo mediante el cual el gobierno contrata a una empresa privada para construir o mejorar las obras de infraestructura, así como para mantenerlas y operarlas por un periodo prolongado (por ejemplo, 30 años). Como compensación, la empresa recibe un flujo de ingreso a lo largo de la vida del contrato...”*  
(Engel Eduardo et al., 2014).

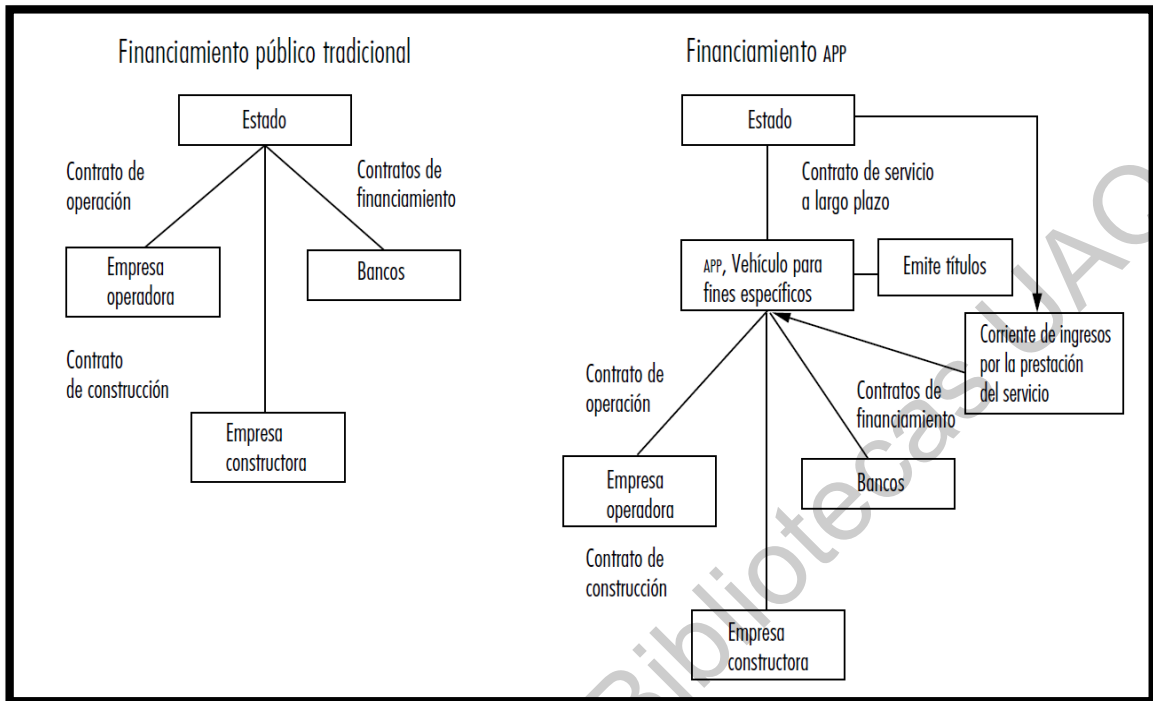
La manera de operar de una concesión se resume en el siguiente párrafo extraído del Título – Concesión Libramiento de Celaya:

*“A nivel internacional, en las últimas décadas se han creado nuevos esquemas de contratación o participación, llamado de forma genérica: alianzas o asociaciones público-privadas (APP), un ejemplo es la concesión. Las concesiones aprovechan la experiencia y los medios de financiamiento y desarrollo de infraestructura del sector privado permitiendo que el sector público se concentre en administrar” (Poder Ejecutivo , 2010).*

Dentro del enfoque de las APPs se da lugar a contratos de mayor duración, distribución de riesgos y el empaquetamiento de tareas (Albalade Daniel et al., 2015)

En América Latina, la aplicación de los esquemas APP ha tenido mayor relevancia en naciones como Chile y México (Mendoza, 2017). La mayoría de estos programas son destinados a la preservación del estado físico de la red federal de carreteras libres, sin embargo, existe lo relativo a carreteras de cuota a través del programa “Concesiones en Carreteras de Cuota para la operación y mantenimiento de la infraestructura mediante el esquema estándares de desempeño” (SCT, 2016) en todo el país.

Para el estado de Guanajuato, en México, se han realizado concesiones de las carreteras estatales de cuota a través de la Secretaria de Obra Pública (SOP) o como se conoce hoy en día Secretaría de Infraestructura, Conectividad y Movilidad (SICOM) como el Libramiento de Celaya y el tramo Silao – Guanajuato, por mencionar algunas. Este tipo de concesiones se adjudican a una empresa privada denominada Concesionaria para la operación, mantenimiento, conservación, explotación y construcción de la infraestructura vial.



**Figura 1-1** Comparación entre esquemas tradicionales de obra pública y APP.

Fuente: Mendoza (2017).

Antes de fundamentar lo planteado en la descripción de las brechas actuales para la determinación de una tasa de riesgo o tasa de capitalización de rentas para establecer el retorno de la inversión en una autopista estatal de cuota, resulta indispensable conocer el tramo carretero sujeto de estudio, sus características y atribuciones. El “Libramiento de Celaya” hace referencia al Libramiento Sur y el Libramiento Nororiente en su conjunto (Poder Ejecutivo , 2010).

El Libramiento de Celaya se encuentra dentro del Corredor Estratégico No. 3 Querétaro - Cd. Juárez, definido por la SCT. El corredor Querétaro - Cd. Juárez es uno de los más importantes del país en términos de movimiento de personas y bienes. A nivel nacional, el corredor ofrece accesibilidad del centro del país con la región del Bajío, a través del corredor Querétaro - León. Dentro de tal corredor se ubican áreas urbanas importantes que representan una población

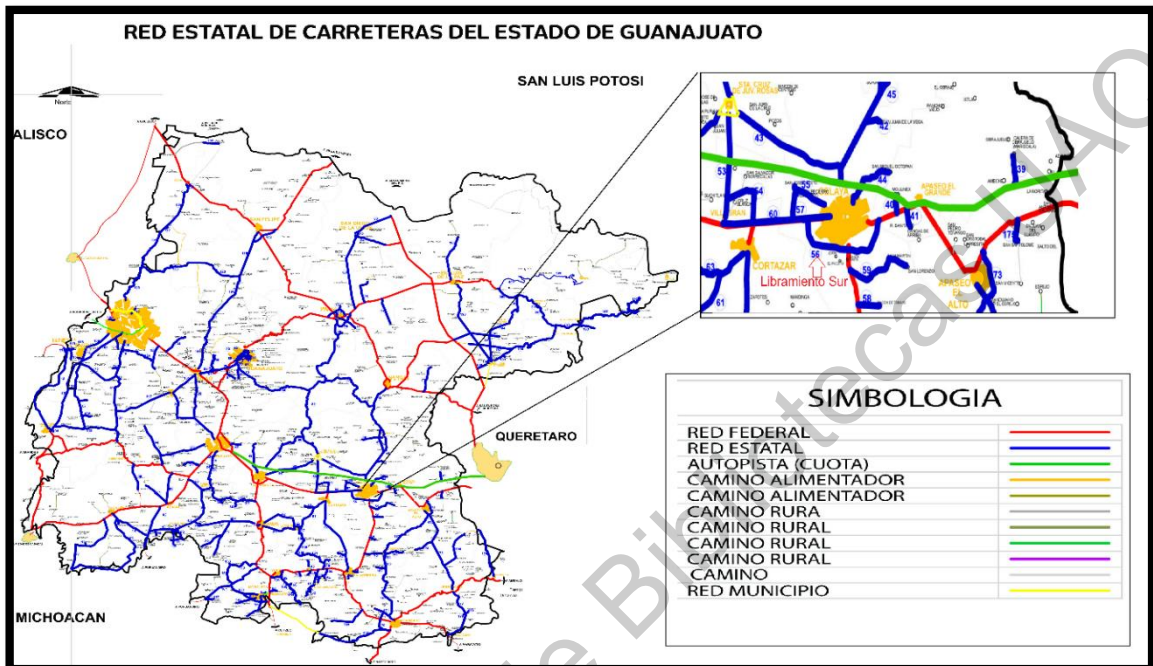
total de 3.6 millones de habitantes. Las principales ciudades incluidas en este corredor son Querétaro, Celaya, Salamanca, Irapuato, Guanajuato, Silao, y León.

El corredor es además utilizado como una alternativa de accesibilidad entre el centro del país y el Área Metropolitana de Guadalajara vía La Piedad, Michoacán o vía León - San Juan de los Lagos, Jalisco. Estas rutas son principalmente utilizadas por los vehículos de carga.

En términos internacionales, el Corredor Querétaro - Ciudad Juárez forma parte del corredor "Alianza Económica Camino Real" que conecta a México con los estados centrales de Estados Unidos de América como Nuevo México, Colorado, Wyoming y Montana, así como la provincia de Alberta en Canadá. Similarmente, al conectarse con el Corredor Comercial Central Norteamericano, el Corredor TLC-NAFTA y el Corredor Carretera 1-88 comprendido por la Carretera 57 y el corredor entre la Ciudad de México y Nuevo Laredo, permite acceder a toda la región Sur, Norte y Este de Estados Unidos, así como las provinciales centrales y orientales de Canadá (AVANTI ENGINEERING GROUP, 2010).

El Libramiento de Celaya se ubica en las inmediaciones de la Ciudad de Celaya, Guanajuato, municipio que según el Censo de Población del INEGI 2015 cuenta con una población de 494,304 habitantes (INEGI, 2015). El municipio de Celaya, está localizado en la región sur-oriente del Estado de Guanajuato, colindando con los municipios de Comonfort, Apaseo El Grande, Apaseo El Alto, Tarímoro, Cortázar, Villagrán y Santa Cruz de Juventino Rosas. La ciudad de Celaya se encuentra dentro de una fértil planicie delimitada por elevaciones montañosas al noroeste, sureste y suroeste, lo que permite que la mayor parte del municipio ofrezca condiciones aptas para el crecimiento urbano.

La Figura 1-2 indica la extensión de la red de carreteras del estado de Guanajuato como se describió anteriormente.

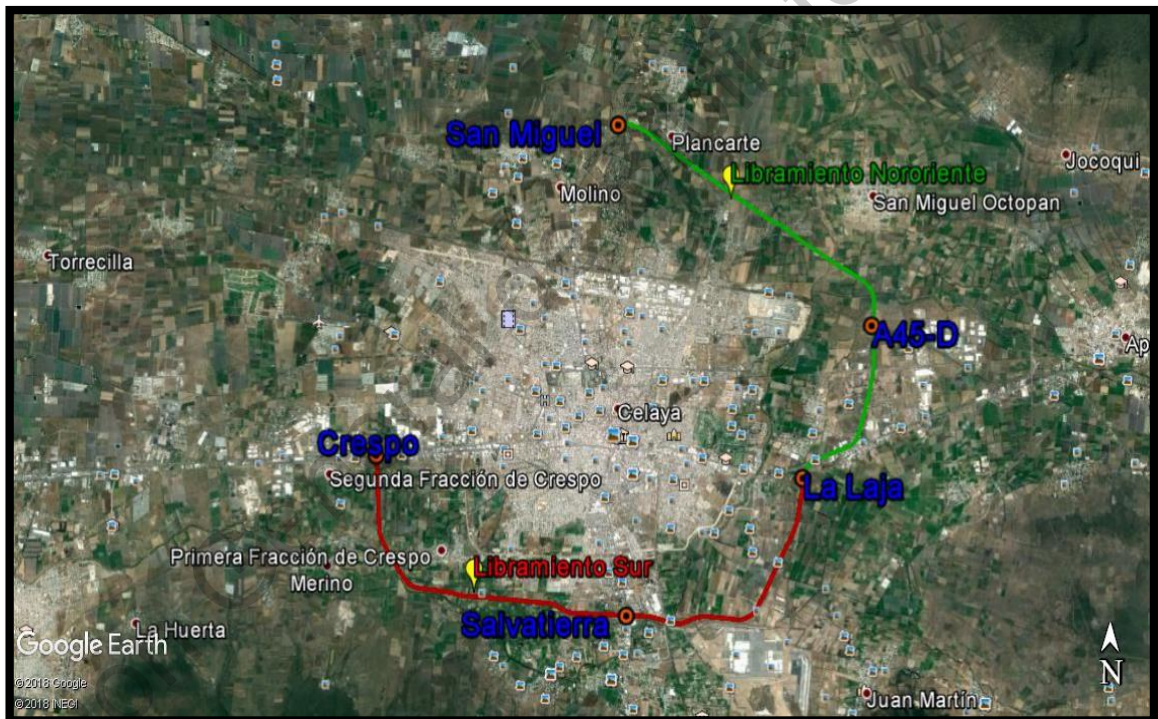


**Figura 1-2** Red estatal de carreteras del estado de Guanajuato. Fuente: SOP (2018).

Ahora bien, conocida la delimitación y demarcación territorial de la zona de estudio, se procede a señalar las características geométricas de cada uno de los dos tramos carreteros que integran el Libramiento de Celaya, como se describe a continuación:

**“Libramiento Nororiente significa el tramo carretero de cuota tipo A2 con una longitud de 12.93 kilómetros que iniciará en el entronque a desnivel La Laja km (0+000) en el cruce con la carretera federal libre de peaje no. 45 Querétaro – Irapuato, y terminará en el entronque San Miguel (kilómetro 12+930) en el cruce con la carretera estatal Celaya – San Miguel de Allende, con una corona de 12 metros para albergar 2 carriles de 3.50 metros de ancho cada uno y acotamientos exteriores de 2.5 m por acotamiento”** (Poder Ejecutivo , 2010).

**“Libramiento Sur** significa el tramo carretero de cuota conocido como el Libramiento Sur o Arco Vial Sur de Celaya, el cual tiene una longitud de 16.45 kilómetros, inicia en el Entronque La Laja (kilómetro 0+000) y termina en el entronque Crespo (kilómetro 16+450), ambos cruces con la carretera federal libre de peaje no. 45 Querétaro – Irapuato, y presenta características de autopista de sección tipo A4S con dos cuerpos de corona de 10.50 metros cada uno con 2 carriles de 3.5 metros de ancho y acotamientos externos de 2.5 metros e interior de 1.0 metros” (Poder Ejecutivo , 2010)



**Figura 1-3** Ubicación y trayectoria del Libramiento de Celaya en el sistema geográfico de mapas. Fuente: Google Earth (2018).

Después de conocer la ubicación y detalle geométrico del inmueble sujeto de estudio se avoca a su clasificación jurisdiccional, administrativa y legal como sigue:

Para realizar la clasificación del Libramiento de Celaya no basta con identificársele como una carretera estatal, sino que se le atribuyen normas específicas aplicables en las cuestiones política, administrativa y legal, las cuales, difieren de las que presenta una carretera federal de cuota, principalmente en regulaciones y jurisdicción territorial, así como, en el grado de jerarquía y responsabilidades que asumen las Secretarías encargadas de vigilar su funcionalidad y rentabilidad. Por ende, la correcta clasificación administrativa en México alude a la siguiente expresión, una carretera estatal se describe como aquella a cargo de las Juntas Locales de Caminos y una carretera federal se identifica como directamente a cargo de la Federación (Cal & Reyes Spíndola, 2007).

“El Libramiento de Celaya, Gto.” Es una carretera estatal y corresponde al régimen de Asociación Público Privada APP conforme se estipula en el título que rige esta concesión y de acuerdo a los programas de conservación desarrollados por SCT y descritos en ese mismo documento. Esta concesión inició el 25 de agosto 2010 y finaliza el 31 de agosto 2043, con un plazo de concesión igual a 33 años. Actualmente han transcurrido 8.5 años de operación a fecha del 31 de junio 2019.

### 1.1 Justificación

La razón fundamental para realizar el presente trabajo de investigación radica en que se tiene la necesidad por parte de las empresas privadas inversionistas y gobiernos en estimar el tiempo necesario en que se recupera la inversión de una autopista, o bien, si la infraestructura concesionada produce suficiente rentabilidad para invertir o buscar que se invierta en ella.

El desarrollo del presente trabajo de investigación busca apoyar a las concesionarias y compañías operadoras de autopistas, así como gobiernos a



identificar aquellos procedimientos y lineamientos que puedan ser tomados como áreas de oportunidad en proyectos de reciente creación o construcción en los que se desea invertir para que posteriormente se ejerza una mejora continua en la gestión del capital, en el incremento del nivel de servicio a través de la minimización de gastos y costos de operación y mantenimiento obteniendo una maximización de la utilidad.

Por otra parte, un inversionista sabe que un proyecto de esta magnitud debe ser auto sostenible, debe existir mayor utilidad y menos costos y gastos.

Ciertamente el público inversionista se apoya de proyecciones financieras para obtener resultados acerca de la rentabilidad de una inversión de este tipo. Generalmente estas herramientas funcionan, no obstante, el margen de error es bastante significativo comparándolo con modelos obtenidos en base a mediciones o registros estadísticos de fecha reciente o históricos.

## 1.2 Descripción del problema.

La estimación del riesgo en este tipo de proyectos de inversión es importante, por tanto, se desarrolla una metodología ya existente denominada Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) para medir el riesgo en el mercado de capitales dentro del país. La gestión del riesgo a través de esta metodología ayuda a resolver el dilema fundamental que representa definir una razón de riesgo que sea comprobable científicamente y arroje resultados plausibles y certeros para establecer el punto de equilibrio y retorno en la inversión a través del desarrollo de un modelo económico – financiero como lo es el WACC O CCPP).

El riesgo en las Asociaciones Público Privadas APPs se divide en 7 categorías para comprender su importancia:

1. *Riesgo de construcción.*
2. *Riesgo de Operación y Mantenimiento*

3. *Riesgo de desempeño, incluyendo la disponibilidad del servicio o infraestructura.*
4. *. Riesgo del valor residual, debido principalmente al valor de los activos al final del contrato APP.*
5. *Riesgo de políticas (macro y acciones de gobierno que podrían afectar el proyecto);*
6. *Riesgo de demanda.*
7. *Riesgo financiero (tasa de interés, tipo de cambio y otros activos financieros). (Engel Eduardo et al., 2014)*

Este trabajo de investigación es orientado a la determinación del riesgo en el modelo financiero de la concesión que a su vez es inherente al riesgo de operación y mantenimiento.

Bajo un esquema de Asociación Público Privada es importante definir qué actor asume cada tipo de riesgo. Frecuentemente los concesionarios no asumen aquellos bajo su responsabilidad lo que forzosamente puede conducir a rescates masivos por parte del Estado.

Esto puede redituarse en un grave problema y gastos no contemplados. Como ejemplo de lo anterior, existen algunos casos reales en México que se pueden citar como el rescate de la autopista Tenango-Ixtapan de la Sal.

Una premisa fundamental a resolver con la ayuda de este trabajo de investigación es la prevención, minorización y erradicación de casos no previstos, de tal manera que los resultados coadyuven a eliminar incertidumbres entre el sector público y privado dentro del esquema APP al que pertenece el Libramiento de Celaya y cualquier otra autopista de cuota, además de comparar si, en efecto, las proyecciones de aforo e ingreso previas (iniciales o de arranque) a la construcción de la infraestructura, resultan semejantes a las obtenidas por el modelo considerando aforos, ingresos, costos y gastos (que se traducen en deducciones) reales y/o su actualización reciente.

Por ello, la estadística y los registros generados en un periodo de 10 años juegan un papel importante en la elaboración del modelo para determinar el retorno de la inversión.

El modelo es significativo a tal grado que genera información para la toma de decisiones y ayuda a reducir tensiones entre la entidad privada y los representantes del poder ejecutivo estatal por tratar de conocer la verdadera rentabilidad de la infraestructura y reconocer cuando las finanzas son sanas y cuando están por debajo de los límites o proyecciones originales. Sin estos datos no se cuenta con certeza de que el modelo APP funciona correctamente, o bien, no se tiene fundamento para el ejercicio de las políticas financieras y programas de extensión o recorte de plazo dentro del marco de la concesión administrativa.

Adicional a lo anterior, en la actualidad, no se cuenta con un estándar o modelo generalizado para marcar la pauta de lo que se debe corregir o las actividades que se deben atenuar para que el organismo de gobierno, llámese dependencia o secretaria, pueda ejecutar una orden sobre el Concesionario y obligarlo a cumplir con las actividades que le corresponden a fin de prologar el plazo de una concesión, o bien, exigir el término o revocación de la misma, refinanciarla o gestionarla cuando el valor del inmueble se haya recuperado en el tiempo.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Aplicar el modelo metodológico denominado Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC) para obtener una tasa de rentabilidad que ayude a establecer el tiempo en que se recupera la inversión en Asociaciones Público Privadas (APPs) dentro del sector Infraestructura Vial Concesionada acotado a empresas nacionales.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Calcular el Costo del Capital utilizando el Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM), por sus siglas en inglés, para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial; sector Concesionarias de Infraestructura en México.

Calcular el Costo de la Deuda utilizando información financiera de las empresas pertenecientes al sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial; sector Concesionarias de Infraestructura en México.

Aplicar la tasa Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC), por sus siglas en inglés, para descontar Flujos Netos de Efectivo (FNE) y establecer el retorno de la inversión del proyecto Libramiento de Celaya.

### 1.4 Hipótesis

El periodo de retorno en la inversión de una autopista es menor al periodo de concesión estipulado en un contrato de asociación público – privada considerando una tasa de rentabilidad obtenida a través del análisis de beneficios (utilidades netas libres de gastos de operación, de conservación, de mantenimiento e impuestos, en su caso) futuros a producir por un bien inmueble.

## **Marco teórico**

### 2.1 Principios “costo de oportunidad” y “riesgo transferido”.

Los proyectos de infraestructura son proyectos de inversión que bajo la idea básica de las concesiones permiten transferir riesgos a manos de una entidad privada, la cual, a su vez es compensada económicamente mediante una remuneración contractualmente establecida que se extiende por periodos entre 20

y 30 años. En esta sana y coherente división de funciones y riesgos entre la instancia pública y la entidad privada resulta indispensable conocer cuál es la remuneración “justa” a obtener por la entidad privada en relación a los riesgos que asume. Según Villareal (2005):

*La remuneración a pagar, por un lado, es función del riesgo transferido al privado y, por otro lado, del costo de oportunidad que asumen los inversionistas privados al realizar la respectiva inversión. En teoría financiera esta remuneración se conoce como la tasa de rentabilidad apropiada para un proyecto real bajo condiciones de incertidumbre (riesgo).*

En términos teóricos, la rentabilidad de un proyecto real es una tasa de interés que compensa al inversionista por:

1. *El valor del dinero en el tiempo de los recursos invertidos en el proyecto.*
2. *El “riesgo” (incertidumbre) de los flujos que genere la respectiva inversión.*
3. *Que adicionalmente le permita la creación de Valor Económico Agregado (EVA). (Villareal , 2005)*

Derivado de lo anterior, un proyecto de inversión real, entendiéndose, como aquel en el que se hacen inversiones en activos productivos o activos de capital (acciones, bonos, títulos crediticios, etc.) por oposición a los proyectos o inversiones en el mercado de capitales (Villareal , 2005). Debe generar como mínimo una rentabilidad igual al costo de oportunidad ajustado por el riesgo para que dicho proyecto sea considerado atractivo a los inversionistas. A consecuencia de ello, es necesario medir la rentabilidad mínima, es decir, obtener el costo de oportunidad ajustado por riesgo, o lo que es igual a la tasa de descuento apropiada ajustada por riesgo.

En rigor, la tasa de descuento en un proyecto debe medir el costo de oportunidad o rentabilidad mínima que el proyecto debe rendir.

“La manera técnicamente más correcta de determinar la tasa de descuento apropiada para tomar decisiones de inversión, corresponde a la propuesta conceptual del modelo WACC.- Weighted Average Costo of Capital” (Sharpe, 1964).

“Este modelo económico de equilibrio parcial, basado en el funcionamiento eficiente del mercado de capitales” (Fama Eugene et al., 1969) afirma que la tasa de descuento ajustada por riesgo apropiada para calcular el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto, está en función de 4 componentes:

1. *El costo de la deuda después de impuestos (Valor esperado del retorno de la deuda).*
2. *El costo del capital (Retorno esperado en la inversión de capital)*
3. *La estructura del capital.*
4. *El riesgo sistémico tanto de la deuda, como del capital.*

Modelo Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC).

Con el objetivo de gestionar eficientemente, el riesgo, en el presente trabajo de investigación se desarrolla la metodología del cálculo del WACC, “Costo Promedio Ponderado de Capital”, por sus siglas en ingles. Dicha metodología permite realizar evaluaciones sobre proyectos de inversión, confirmando o rechazando su viabilidad en base al rendimiento y riesgo esperado.

A decir de Díez (2016) el Costo de Capital Promedio Ponderado se define como “la tasa a la que se le descuentan los flujos de caja futuros (FCF) para tener el mismo valor de las acciones que dan el descuento de los flujos para el accionista de una firma”.

*El WACC es una de las teorías financieras utilizada en la valoración de una determinada entidad económica y representa el costo promedio ponderado de una deuda y el patrimonio. Es decir, la parte que se toma*

*entre la deuda y el patrimonio que se usa para el financiamiento de los activos, lo que se conoce como la estructura de capital o estructura financiera (Diez, 2016).*

Para entender de una mejor y mayor manera las partes que conforman la tasa del Costo Promedio Ponderado del Capital se utiliza la siguiente expresión:

$$WACC = W_e * K_e + W_d * K_d * (1 - t) \quad (2.1)$$

Donde:

WACC = Costo Promedio Ponderado de Capital

$K_e$  = Costo del capital (Costo del patrimonio o Equity)

$K_d$  = Costo de la deuda (Debt)

$W_e$  = Proporción de capital (Peso del patrimonio)

$W_d$  = Proporción de deuda (Peso de la deuda)

$t$  = Tasa de impuestos.

#### 2.1.1 Definición de las variables que integran el Modelo Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC).

Ahora se definen las principales variables que integran la ecuación (2.1) como sigue:

*Costo de capital ( $K_e$ ): Toma en referencia el riesgo de invertir en una firma, en un determinado sector económico y en su país de origen. El modelo más utilizado para determinarlo es el CAPM (Capital Assets Pricing Model), el cual especifica que puede ser acogido planteando el método del beta apalancado y el de la contribución financiera. (Diez, 2016)*

Costo de la deuda ( $K_d$ ): “Se representa como el costo de la deuda a largo plazo, representando la tasa de interés que se pagaría si las fuentes de deuda se reemplazaran por una equivalencia”. (Diez, 2016)

Estructura de capital o estructura financiera ( $W_e + W_d$ ): “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:

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

$$W_e = \frac{\text{Patrimonio}}{\text{Patrimonio} + \text{Pasivo Financiero}} \quad (2.2)$$

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

$$W_d = \frac{\text{Pasivo Financiero}}{\text{Patrimonio} + \text{Pasivo Financiero}} \quad (2.3)$$

El escudo tributario ( $1-t$ ): Es el ahorro tributario del impuesto a la renta, que se genera por asumir deuda, es decir porque los pagos que se realizan por concepto de interés de los préstamos, de proveedores y Bancos, se deducen de la utilidad antes de impuestos y disminuye el monto imponible. (Puente, 2006).

El Costo de Capital Promedio Ponderado refleja el costo agregado de los recursos propios y de la deuda, descontando el escudo tributario de los intereses. Se estima empleando la Ec. (2.1).

En el presente trabajo de investigación se aplica el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) para obtener una tasa de descuento ya que la literatura señala que dicha tasa es la más apropiada para establecer el costo de oportunidad de un proyecto.

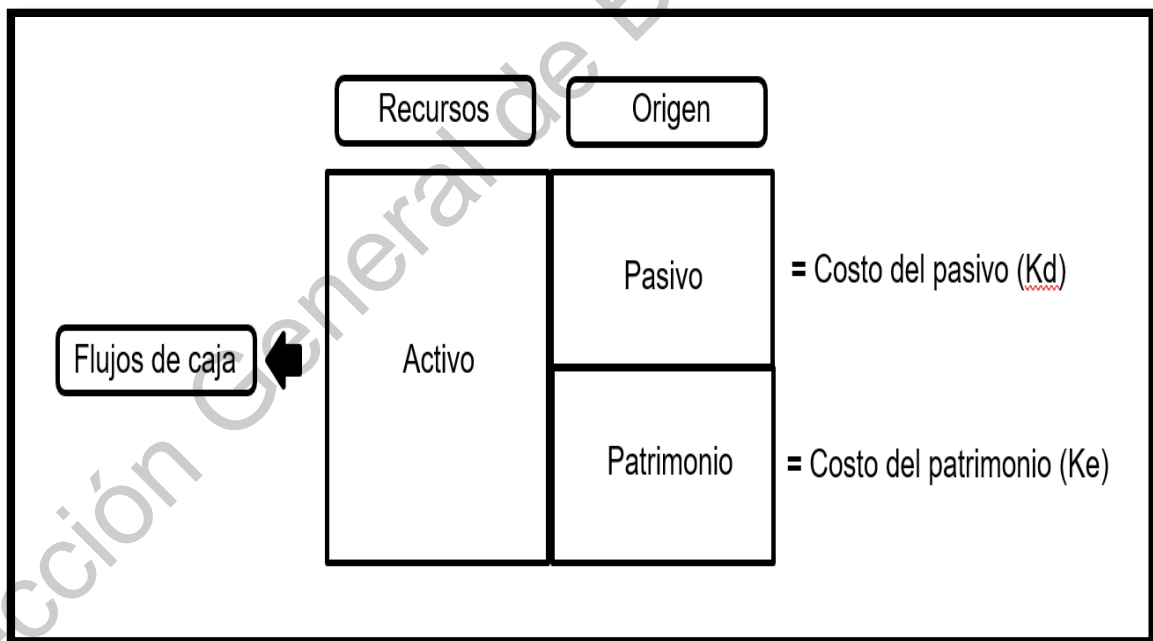


La determinación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) se rige bajo las siguientes consideraciones:

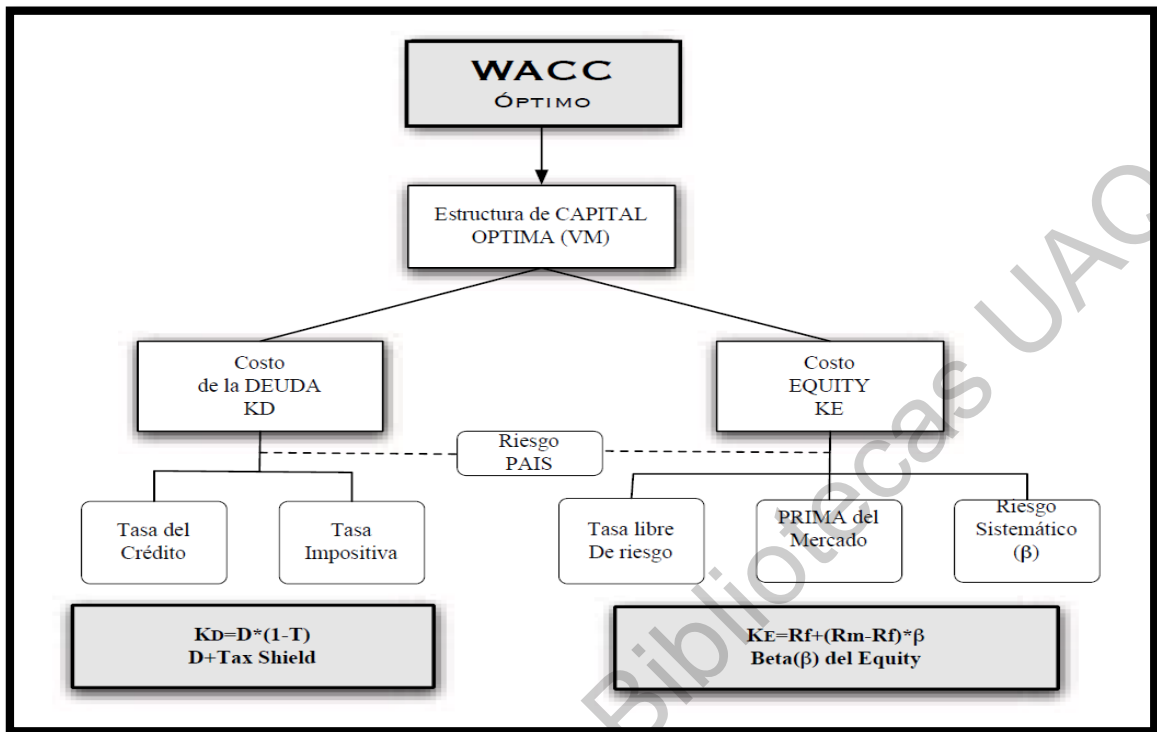
- El factor  $(1-t)$  que ajusta el factor  $K_d$  de (2.1) considera el ahorro tributario por el pago de intereses.
- La consideración anterior supone que el WACC está dado para valoraciones después de impuestos.

Resumiendo lo anterior, se tiene que en el cálculo del WACC, intervienen los siguientes elementos:

1. El costo del capital o de patrimonio.
2. El costo de la deuda
3. La estructura del capital o estructura financiera.



**Figura 2-1** Esquematización del modelo Costo Promedio Ponderado de Capital WACC. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 2-2** Conceptualización de la Estructura de WACC Óptimo. Fuente: Villareal (2005).

## 2.2 Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM).

*El Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros o Capital Asset Pricing Model (conocido como modelo CAPM) es uno de los modelos más utilizados en la economía financiera. Se trata de un modelo de equilibrio que caracteriza la tasa de rentabilidad teórica requerida para un activo, acciones, si éste está correctamente diversificado dentro de un conjunto de activos/cartera denominado portafolio incluyendo también el activo libre de riesgo. Relaciona principalmente la rentabilidad y riesgo, suponiendo que todos los inversores del mercado tienen la misma información. (Gimeno, 2014).*

En 1964, William Sharpe desarrolla la teoría de la formación de precios de activos financieros, misma que permite estimar el rendimiento esperado en función del riesgo sistemático. Según Sharpe:

*El riesgo de un activo se compone de un riesgo diversificable y el riesgo sistémico. El riesgo diversificable alude a una porción de la incertidumbre que acompaña al activo, en referencia de sus propias características y su comportamiento no se asocia a los movimientos del mercado. En contra parte, el riesgo sistémico es aquel que se afecta por las fluctuaciones del mercado, expresadas por las variables macroeconómicas (1964).*

De manera similar Markowitz afirma que “el rendimiento esperado de cualquier activo financiero está ligado a un factor de mercado, a través de una relación lineal” (1952).

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. “Este método sugiere que la rentabilidad que un inversionista podría esperar si invirtiera en una acción en el mercado, se determina a partir del modelo propuesto por William Sharpe” (Gallardo, 2011).

El modelo propuesto por William Sharpe se muestra a continuación:

$$E(r_i) = r_f + \beta_i(E(r_m) - r_f) \quad (2.4)$$

Donde:

$E(r_i)$  = Es la tasa de rendimiento esperada de capital sobre el activo.

$r_f$  = Rendimiento de un activo libre de riesgo.

$\beta_i$  = Beta (Medida de sensibilidad de un activo respecto al mercado).

$E(r_m)$  = Rendimiento del mercado.

$E(r_m - r_f)$  = Exceso de rentabilidad del portafolio de mercado.

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

- Rendimiento de un activo libre de riesgo ( $r_f$ ): Un activo libre de riesgo es aquel que genera 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). Su rentabilidad refiere al valor mínimo que puede obtenerse en el mercado. Un activo libre de riesgo constituye a los títulos de deuda emitidos por los bancos centrales en cada país. En el caso de México, el banco central (Banxico) emite valores gubernamentales de corto plazo, como los cetes y de largo plazo (Bonos a 3, 5, 10, 20 o 30 años).

- Rendimiento del mercado  $E(r_m)$ : El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) es el principal indicador de rendimiento del mercado accionario en México, resultante de las variaciones de precios de las acciones que cotizan en bolsa. Por lo anterior, la variable  $E(r_m)$  se calcula en base a los precios de cotización de dicho índice.

El rendimiento de mercado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R_i = \left( \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \right) \quad (2.5)$$

Dónde:

$R_i$  = Rendimiento del activo.

$P_t$  = Precio actual.

$P_{t-1}$  = Precio anterior.

- Medida de sensibilidad de un activo respecto al mercado: Beta ( $\beta_i$ ):

La sensibilidad que tiene un activo, respecto a la variación relativa del su rendimiento, en relación a un índice de referencia, se denomina Beta ( $\beta_i$ ).

Generalmente el índice de referencia es el índice bursátil en el que cotiza el activo financiero. (Peiro, s.f.)

En este caso, para las acciones que cotizan en México, se puede utilizar el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), mismo que representa el comportamiento de las acciones que integran la Bolsa Mexicana de Valores.

El coeficiente Beta se explica por la volatilidad (variación) que tienen las acciones. Los valores que puede tomar ( $\beta_i$ ) se muestran a continuación:

**$\beta_i < 1$ :**

La acción tiene un comportamiento de menor variabilidad respecto al índice de referencia (Tiene menor riesgo en el mercado).

**$\beta_i = 1$ :**

La acción se mueve idénticamente como el mercado (En la misma proporción); posee el mismo riesgo sistémico. Ejemplo: Si el mercado subió 12% el último año, el precio de la acción también subió 12%.

**$\beta_i > 1$ :**

La acción tiene mayor volatilidad (riesgo en el mercado) que el índice de referencia. El precio de la acción se mueve más que el del mercado. :

Para estimar el riesgo sistémico, se calcula Beta ( $\beta_i$ ) mediante la siguiente expresión:

$$\beta_i = \frac{cov(R_i, R_m)}{var(R_m)} \quad (2.6)$$

Donde:

$\beta_i$  = Beta

Cov ( $R_i$ ,  $R_m$ ) = Covarianza del rendimiento del activo, respecto al rendimiento del mercado.

Var( $R_m$ ) = Varianza del rendimiento del mercado.

La relación volatilidad de una acción con la volatilidad del mercado representada por la variable Beta ( $\beta_i$ ) también se expresa de la siguiente manera:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2} \quad (2.7)$$

Donde:

$\beta_i$  = Beta

$\sigma_{im}$  = Covarianza (histórica) de la rentabilidad de la acción con la rentabilidad del mercado.

$\sigma_m^2$  = Varianza (histórica) de la rentabilidad del mercado.

Ya que la variable Beta ( $\beta_i$ ) representa el riesgo sistémico, es importante comprender este concepto. Riesgo sistémico se refiere a “la posibilidad de que la falla de un intermediario financiero genere un desequilibrio en todo el mercado de capital. El riesgo sistémico tiene tres fuentes: cambios abruptos en el precio de los activos financieros, interconexiones entre los intermediarios, y ataques especulativos” (Naranjo, 1995).

### 2.3 Costo de la deuda ( $K_d$ )

El costo de la deuda ( $K_d$ ) se define como el tipo de interés al que una empresa contrata su deuda ya sea deuda subordinada, nacional o extranjera. “Es la tasa de interés media ponderada que la compañía ha de pagar por los préstamos y créditos recibidos. El Costo de la deuda ( $K_d$ ) debe basarse en el costo de obtener deuda hoy” (Salazar Andrea et al., 2012).

Para estimar el costo de la deuda después de impuestos ( $K_d$ ) se utiliza la siguiente expresión.

$$K_d = rd * (1 - t) \quad (2.8)$$

$K_d$  = Costo de la deuda después de impuestos.

$Rd$  = Costo de la deuda

$(1-t)$  = Escudo fiscal, en donde “t” corresponde a la tasa impositiva de renta.

Para establecer el costo de la deuda ( $r_d$ ) es necesario contar con las variables:

1. Deuda adquirida u obligación financiera a fecha del ejercicio que se evalúa (DA).
2. Gastos financieros de la empresa actuales a fecha del ejercicio que se evalúa (GF).

La información requerida para abordar los dos puntos antes mencionados se obtiene de los estados financieros de la empresa.

$$K_d = \frac{GF}{DA} \quad (2.9)$$

DA= Deuda adquirida a partir de préstamos y créditos obtenidos (Obligación financiera).

GA = Gastos financieros de un determinado periodo.

#### 2.4 Valor Presente Neto (VPN) y Flujo Neto de Efectivo (FNE)

*Valor presente Neto (VPN): Muestra el aumento de la riqueza en la firma, lo cual, representa llevar los flujos futuros de los recursos esperados al día de hoy descontando una tasa de oportunidad, que en este caso de análisis es el Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC). (Diez, 2016).*

$$VPN = -S_0 + \sum_{t=1}^n \frac{S_t}{(1+i)^t} \quad (2.10)$$

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 (WACC)

El flujo Neto de Efectivo (FNE) representa la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con técnica del Valor Presente Neto (VPN) (Eco-finanzas, 2019).

### **Metodología.**

#### **3.1 Desarrollo del Método Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) para la empresa Concesionaria de Infraestructura Vial.**

La metodología empleada se dividió en dos etapas:

En la primera etapa se desarrolló el método de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM). Posteriormente se determinó el Costo de la Deuda y se estableció la estructura financiera más adecuada para las empresas del sector y para la firma caso de estudio. En base a ello, se obtuvo la tasa de rentabilidad (WACC).

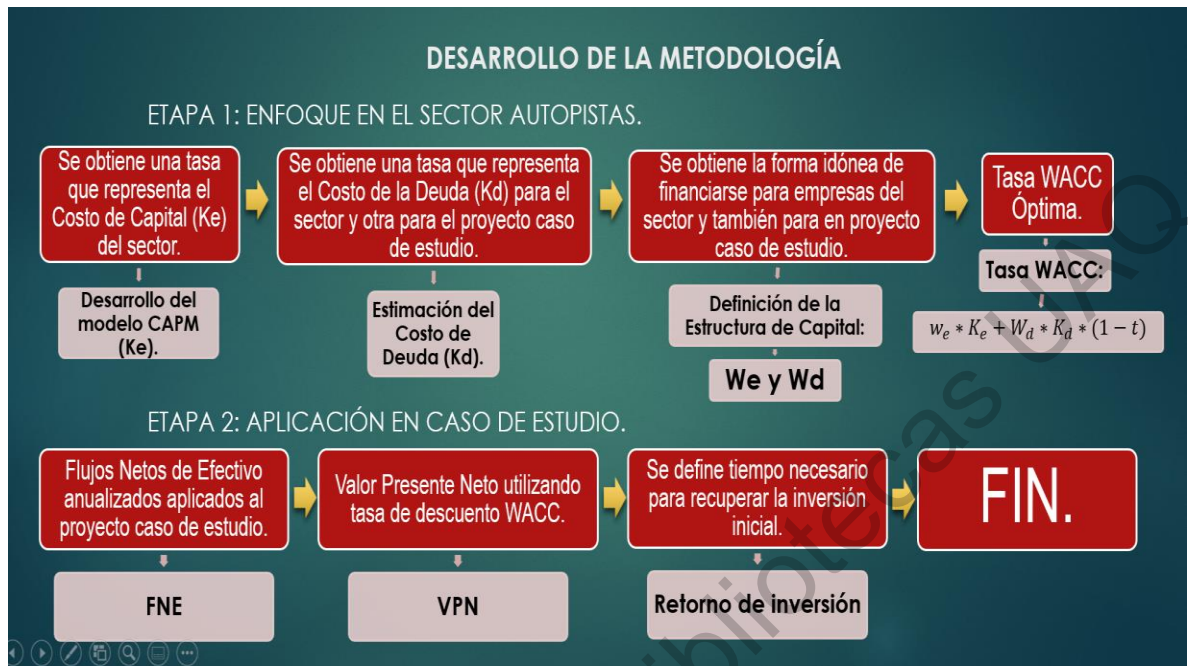
En la segunda etapa se estableció el periodo para el retorno de la inversión realizada para el proyecto Libramiento Celaya.

El WACC se calculó utilizando el Método Financiero, que consiste en estimarlo con el Costo Promedio Ponderado de la Deuda Financiera ( $K_d$ ) y el Costo del Capital ( $K_e$ ) a partir de la expresión (2.1) explicada anteriormente. Esto Debido a que en el cálculo del WACC intervienen tres elementos:

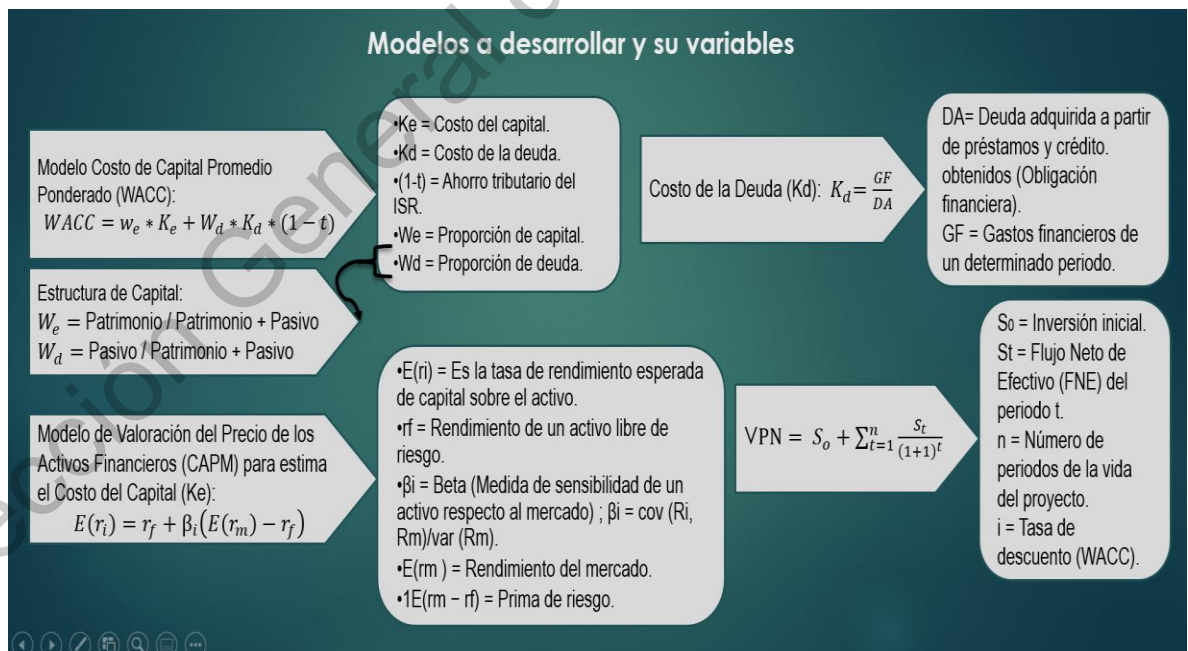
1. Costo del Capital ( $K_e$ )
2. Costo de la Deuda ( $K_d$ )
3. Estructura Financiera o de Capital

En la Figura 3-1 se esquematiza el procedimiento que se recomienda y en la Figura 3-2 se presentan los modelos que fundamentan la metodología y la descripción de sus variables.





**Figura 3-1** Metodología a desarrollar dividida por etapas. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-2** Modelos a desarrollar y la descripción de sus variables. Fuente: Elaboración propia.

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

#### 3.2.1 Determinación de la tasa libre de riesgo ( $r_f$ )

La tasa libre de riesgo para el cálculo del CAPM se obtuvo de la siguiente manera:

Se investigó en el portal del Banco Central de México (Banxico) a fin de conocer los diferentes instrumentos, plazos y rendimientos que ofrecen.

Posteriormente, dadas las características, y plazo de la inversión del proyecto, se tomó como tasa libre de riesgo el “Bono M” o “Bono de Desarrollo del Gobierno Federal con Tasa de Interés Fija” a 30 años, puesto que el horizonte de inversión asocia los posibles riesgos inherentes a la rentabilidad del bono.

Como siguiente paso, se realizó una búsqueda de rendimientos históricos (diarios) del “Bono M” en Bloomberg L.P. Bloomberg L.P. “es una organización empresarial que provee, principalmente, noticias financieras e información de los mercados de valores en todo el mundo” (Tong, 2006).

Los rendimientos diarios históricos obtenidos del “Bono M” hacen referencia al periodo noviembre 2010 a mayo 2019, es decir, se consideraron registros históricos 10 años atrás de la fecha actual.

Una vez obtenida la muestra de datos, se calculó el rendimiento histórico haciendo uso del promedio aritmético de la información.

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%.

**Tabla 3-1** Tasa libre de riesgo (Bono M a 30 años)

<b>BONO-30 (<math>R_f</math>)</b>	7.13%
-----------------------------------	-------

Fuente: Elaboración propia a partir de Blomberg L.P. (2019)

### 3.2.2 Determinación del rendimiento de mercado ( $E_m$ )

Se estableció que el rendimiento del mercado accionario en México está dado por el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC).

Entonces, se procedió a realizar la descarga de los precios históricos diarios del Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (IPC) del portal electrónico de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) considerando el rango de tiempo establecido a partir de noviembre 2010 y hasta mayo 2019.

En consecuencia, se calculó el rendimiento diario, a través del uso de la ecuación (2.5).

Una vez obtenidos los rendimientos diarios, se consiguió un promedio anual para el periodo correspondiente como sigue: Se calculó la media aritmética de los registros diarios del IPC en el periodo enero 2005 a mayo 2019 para después multiplicar ese resultado por coeficiente 252 que representa los días en que la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) tiene actividad y por tanto, se genera la cotización de las acciones seleccionadas como si ilustra en la expresión (3.1).

$$\text{Rend. prom. anual} = \text{Media arit. del rend. diario} * 252 \quad (3.1)$$

Donde:

Rend. prom. anual = Rendimiento promedio anual de una variable determinada tomando como referencia un periodo determinado.

Media arit. del rend. diario = Promedio aritmético de los registros diarios para una variable determinada en un periodo determinado.

**Tabla 3-2** Rendimiento mercado (IPC) en el periodo enero 2005 a mayo 2019

<b>IPC</b>	<b>10.07%</b>
------------	---------------

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019)

### 3.2.3 Determinación de la rentabilidad de acciones para empresas pertenecientes al sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial

Para obtener la rentabilidad de las acciones se realizó el siguiente procedimiento:

Una búsqueda detallada de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Estas empresas pertenecen al mercado de capitales, sector industrial, sub sector construcción, ramo construcción e ingeniería y sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial. Ver Figura 3-3.

Se seleccionaron únicamente aquellas empresas pertenecientes al sector “Concesionarias de Infraestructura” y que, además, tienen como principal actividad, la operación de Infraestructura Vial (Sub ramo: Concesionarias de Infraestructura Vial). Por lo que su estructura y operación se asemeja al proyecto analizado en el este trabajo de investigación. En el entendido de que se buscó obtener una muestra confiable que representara la rentabilidad de las acciones en las empresas Concesionarias de Infraestructura Vial en México, específicamente.

The screenshot shows the 'INFORMACIÓN DE EMISORA' search interface on the BMV website. It includes a search bar for the stock ticker, a left-hand navigation menu with 'INFORMACIÓN DE EMISORA' highlighted, and a search form with dropdown menus for 'Capitales' (Industrial), 'Tipo de instrumentos' (Construction), and 'CONCESIONARIAS DE INFRAESTRUC'. A green 'BUSCAR' button is located at the bottom of the search form. Utility icons for Print, Email, and accessibility are visible in the top right corner.

**Figura 3-3** Búsqueda de información acerca de empresas que cotizan en Bolsa Mexicana de Valores. Fuente: BMV (2019).

Una vez seleccionadas las empresas, se consultó información histórica acerca de cada una de ellas (Precios de cotización diarios) para validar la existencia de registros históricos y asegurarse que las entidades consultadas eran de antigua creación y no mostraban problemas en sus operaciones.

Después de haber revisado la estructura de capital, activos e ingresos anuales, además de tomar en consideración los estados financieros. Se seleccionó un grupo integrado por 6 empresas, las cuales, se enlistan a continuación:

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

Nota: Las siguientes empresas están clasificadas en otro sector dentro de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) y se puede consultar su información financiera siguiendo este procedimiento de búsqueda dentro del sitio web oficial de la BMV:

1. Grupo México, SA de CV: Sector: Materiales; Subsector: Materiales; Ramo: Metales y Minería; Sub ramo: Minería y otros metales.
2. Grupo Carso, SAB de CV: Sector: Industrial; Subsector: Bienes de Equipo; Ramo: Controladoras; Sub ramo: Controladoras.
3. Grupo Mexicano de Desarrollo, SAB (GMD): Sector: Industrial; Subsector: Construcción; Ramo: Construcción e Ingeniería; Sub ramo: Construcción e Infraestructura (BMV, 2019).

Para el caso de las empresas Grupo México, Grupo Carso e IDEAL que su actividad económica es fungir como controladoras de empresas dedicadas a diversas áreas de la actividad económica (BMV, 2019), se optó por tomar la información financiera directamente de los estados financieros publicados en la BMV y no se clasificó por línea de negocio ya que la información disponible en la BMV no muestra el detalle específico o disponibilidad de esta información para el periodo de tiempo seleccionado.

Acto seguido, se descargaron registros históricos del precio de las acciones para cada entidad económica consultada, tomando en consideración un rango de cotizaciones diarias dentro del periodo noviembre 2010 a mayo 2019 (Este es el periodo de referencia, desde el inicio de operaciones en el Libramiento Celaya hasta la actualidad, a fecha en que se elabora este trabajo de investigación). Los datos se obtuvieron del sitio web Investing.com. No obstante, esta información es pública y puede obtenerse en las plataformas financieras Bloomberg L.P. y Yahoo Finance.

Posterior a ello, se encontró el rendimiento diario y anual de las acciones para las distintas empresas. El procedimiento para este cálculo se realizó tal y como se obtuvo el rendimiento de mercado empleando la ecuación (3.1).

**Tabla 3-3** Rendimiento promedio anual para Acciones del sub ramo 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).

3.2.4 Determinación de la variable Beta apalancada de la empresa que se valúa en el presente trabajo de investigación ( $\beta_i$ ):

3.2.4.1 Determinación de la variable Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial en México.

Siguiendo la metodología del Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros (CAPM), para estimar el riesgo sistémico referido en la ecuación (2.4), se realizó el cálculo la variable Beta ( $\beta_{ap}$ ) que puede ser de dos maneras: la primera, implica que para cada una de las seis acciones seleccionadas se utilice la expresión (2.6).

La segunda opción es la que se aplicó en el presente trabajo de investigación y se desarrolla una vez que se ha obtenido el rendimiento diario de las acciones y del mercado (IPC), como sigue:

En una hoja de cálculo se usó la función “**Estimación.Lineal**”. Esta función calcula las estadísticas de una línea con el método de los mínimos cuadrados” para calcular la línea recta que mejor se ajuste a los datos y después devuelve una matriz o resultado que describe la línea. Por consiguiente, este cálculo permite ver el comportamiento lineal que tiene cada determinada acción respecto del Índice Nacional de Precios y Cotizaciones (IPC), haciendo uso de dos rangos de datos:

- 1) “Conocido X”: Rango de rendimientos diarios de la acción.
- 2) “Conocido Y”: Rango de los rendimientos diarios del mercado accionario (IPC).

**Tabla 3-4** Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para Acciones del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.

	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Beta Apalancada	0.623513	1.171142	1.021967	0.130607	0.196323	0.369797

Fuente: Elaboración propia a partir de Investing.com (2019).

Después de haber obtenido el valor de Beta apalancado ( $\beta_{ap}$ ) para cada una de las acciones, se determina el Beta apalancado promedio del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial, efectuando la media aritmética de los seis valores que se muestran en la Tabla 3-4. El valor promedio del sub ramo es  $\beta_{ap} = \mathbf{0.58556}$ .

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

Para expresar la Beta no apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ) en función de la Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) se utiliza la siguiente expresión:

$$\beta_{no.ap} = \frac{\beta_{ap}}{\left(1 + (1 - t) * \left(\frac{D}{E}\right)\right)} \quad (3.2)$$

Donde:

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

$\beta_{ap}$  = 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 impuestos (Impuesto a la renta).

**Tabla 3-5** Información financiera: Deuda (D) y Capital (E) de empresas.

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

(\*) Cifras expresadas en miles de pesos.

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019).



A partir de la información contenida en la Tabla 3-4 y la Tabla 3-5 se empleó la Ecuación (3.2) para determinar la Beta no apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ) de cada empresa. Los resultados obtenidos se ilustran en la Tabla 3-6.

Nota: La tasa de impuesto total (t) que se utilizó en la Ecuación (3.2) corresponde a un 30% de conformidad con el artículo 9 de la Ley de Impuesto sobre La Renta (Ley del ISR) vigente en México, la cual, señala que “las personas morales deberán calcular el impuesto sobre la renta, aplicando al resultado fiscal obtenido en el ejercicio la tasa del 30%” (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016).

**Tabla 3-6** Beta No Apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ) para cada una de las empresas del sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.

	PIINFRA	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).

El valor promedio del sub ramo es  $\beta_{no.ap} = 0.40238$ .

#### 3.2.4.3 Determinación de la variable Beta apalancada ( $\beta_{ap}$ ) para el proyecto Libramiento Celaya en el estado de Guanajuato.

En este proceso, se apalancó nuevamente el valor de  $\beta_{no.ap} = 0.40238$  para la empresa que se evalúa utilizando la siguiente ecuación:

$$\beta_{ap} = \beta_{no.ap} * \left( 1 + (1 - t) * \left( \frac{D}{E} \right) \right) \quad (3.3)$$

Donde:

$\beta_{ap}$  = Beta apalancada para la empresa y/o proyecto que se evalúa.

$B_{no.ap}$  = Beta no apalancada promedio del sub ramo: Concesionarias de Infraestructura Vial; sector: Concesionarias de Infraestructura en México.

D/E= Proporción entre Deuda (D) y Capital (C) de la firma o empresa que representa el proyecto de interés y se obtiene de valores establecidos en libros.

t = Tasa de impuestos total (Impuesto a la renta).

Nota: La tasa de impuesto total (t) que se utilizó en la Ecuación (3.3) corresponde a un 30% de conformidad con el artículo 9 de la Ley de Impuesto sobre La Renta (Ley del ISR) vigente en México, la cual, señala que “las personas morales deberán calcular el impuesto sobre la renta, aplicando al resultado fiscal obtenido en el ejercicio la tasa del 30%” (Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2016).

Los valores definidos en libros para la Concesionaria del Libramiento Celaya arrojan una razón de Deuda (D) a Capital (C) igual a:

**Razón D/E= 1.5865**

Por lo tanto, la Beta apalancada ( $\beta_i$ ) para la empresa Concesionaria del Libramiento Celaya es igual a 0.849237.

Con los valores: Beta ( $\beta_i$ ), rendimiento del activo libre de riesgo ( $r_f$ ) y rendimiento de Mercado  $E(r_m)$ , obtenidos anteriormente, se calculó el Costo del Capital ( $K_e$ ) para la empresa Concesionaria del Libramiento Celaya al sustituir estos valores en el modelo CAPM representado por la ecuación (2.4).

### 3.3 Determinación de la prima de riesgo

La prima de riesgo es el sobrecoste que tiene un emisor de deuda cualquiera, frente a otro emisor de deuda que se considera como referencia y que se presupone con menor riesgo (Sevilla, 2018).

Se determinó la “Prima de Riesgo” como un dato adicional efectuando la diferencia entre el rendimiento de mercado obtenido a partir del indicador Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) y la tasa libre de riesgo ( $R_f$ ) en base a la siguiente expresión:

$$\text{Prima de riesgo} = \text{IPC} - R_f \quad (3.4)$$

IPC: Rendimiento de mercado en base al Índice de Precios y Cotizaciones a un determinado periodo.

$R_f$ : Tasa libre de riesgo calculada a partir de la emisión de bonos gubernamentales del Banco Central de México a largo plazo (30 años) a un determinado periodo.

Cabe mencionar que este cálculo fue ilustrativo y no se consideró o influyó en la determinación del Costo del Capital ( $K_e$ ).

**Tabla 3-7** CAPM para la empresa Concesionaria del Libramiento Celaya en el Estado de Guanajuato.

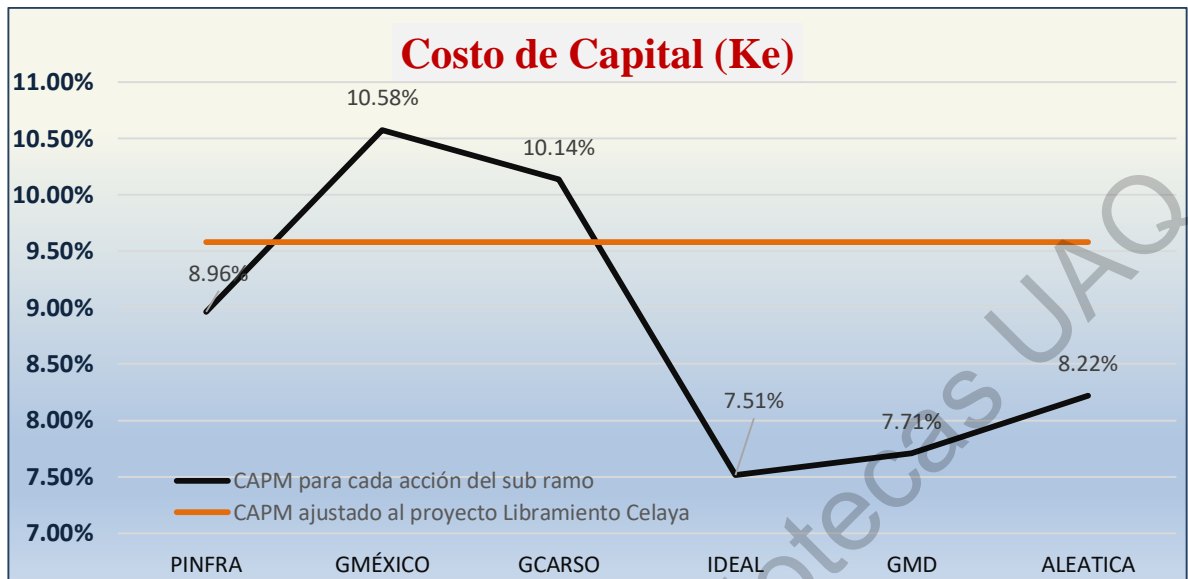
Costo de Capital ( $k_e$ )	Bono-30 ( $R_f$ )	IPC	$\beta_{no.ap}$ (Sub ramo)	$\beta_{ap}$ (Lib. Celaya)
9.629%	7.13%	10.07%	0.40238	0.84924

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3-8** Resumen de valores obtenidos en la metodología del CAPM.

Acción	Rento. Promedio (Anual)	Beta Apalancada ( $\beta_{ap}$ ); Sector	Beta No Apalancada ( $\beta_{no.ap}$ ); Sector	Tasa Libre de Riesgo ( $R_f$ )	Rendto. Mercado (IPC)	Prima de Riesgo	CAPM
PINFRA	21.04%	0.62351	0.53020	7.13%	10.07%	2.95%	8.96%
GMÉXICO	6.06%	1.17114	0.72414	7.13%	10.07%	2.95%	10.58%
GCARSO	12.89%	1.02197	0.73740	7.13%	10.07%	2.95%	10.14%
IDEAL	12.70%	0.13061	0.04794	7.13%	10.07%	2.95%	7.51%
GMD	12.09%	0.19632	0.11796	7.13%	10.07%	2.95%	7.71%
ALEATICA	3.72%	0.36980	0.25661	7.13%	10.07%	2.95%	8.22%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3-4** Costo de Capital ( $K_e$ ). Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019).

### 3.4 Determinación del Costo de la Deuda ( $K_d$ ).

Consideraciones iniciales:

- Se consideró la deuda a largo plazo, ya que la empresa tiene fuentes de financiamiento a largo plazo.
- Se asumió que la empresa puede conseguir deuda a la misma tasa que empresas similares en la industria.
- Debido a que la deuda en libros es a largo plazo y es reciente, el costo de la deuda ( $K_d$ ) se calculó usando los gastos financieros y la obligación financiera (Gallardo, 2011) como se expresa en la Ecuación (2.9).

Para determinar el costo de la deuda inicialmente se obtuvo la siguiente información:

1. Gastos financieros totales para cada una de las acciones que integran el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial. Los gastos financieros fueron consultados en el Estado de Resultados de cada una

de las seis empresas seleccionadas y listadas en la Bolsa Mexicana de Valores.

Nota: Los gastos financieros se calcularon con la suma de los gastos por intereses, diferencia en cambio (en caso de que exista deuda en moneda extranjera) y comisiones asociadas a la deuda financiera (Gallardo, 2011).

2. Valor de deuda financiera: Desglose de créditos para cada acción dentro de los anexos de los estados financieros para empresas listadas en la Bolsa Mexicana de Valores.

Nota: El valor de deuda financiera conseguido fue el saldo de la deuda financiera al final del periodo primer semestre 2019 (periodo actual).

El resumen de la información obtenida se muestra en la Tabla 3-9 Gastos financieros y deuda financiera de las empresas del sector.

**Tabla 3-9** Gastos financieros y deuda financiera de las empresas del sector.

Consulta de estados financieros al 30 de junio 2019							
	Obtenido de:	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
Desglose de créditos a Deuda actual (DA)	BMV: Desglose de créditos	\$9,882,151	\$7,367,424	\$12,655,361	\$83,278,079	\$2,810,557	\$ 37,346,430
Gastos financieros (GF)	BMV: Estado de resultados	\$815,675	\$289,577	\$490,576	\$4,369,682	\$160,833	\$1,957,908
Relación: GF/DA (%)	BMV: Estado de resultados	0.08254	0.03931	0.03876	0.05247	0.05722	0.05243
Relación: GF/DA (%) Anualizada	BMV: Estado de resultados	8.254%	3.931%	3.876%	5.247%	5.722%	5.243%
	BMV: Estado de resultados	17.816%	8.151%	8.034%	11.014%	12.065%	11.004%

(\*) Cifras expresadas en miles de pesos.

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019).

La información financiera preliminar obtenida fue sustituida en la Ecuación (2.9) 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 la fila cuatro de la Tabla 3-9.

Con el desarrollo de la Ecuación (2.9) se obtiene el costo de la deuda ( $K_d$ ) semestral para cada empresa. Sin embargo, fue necesario anualizar cada una de las tasas obtenidas debido a que la información financiera conseguida refiere al periodo junio 2019 (semestral) y se requiere una tasa anual.

Se consideró la siguiente ecuación para determinar una tasa efectiva anual “e” equivalente a una tasa nominal “i” capitalizable en p periodos por año como sigue:

$$e = \left(1 + \frac{i}{p}\right)^p - 1 \quad (3.5)$$

Donde:

e = la tasa de interés efectiva por periodo

i = tasa de interés por periodo

p = número de periodos de capitalización

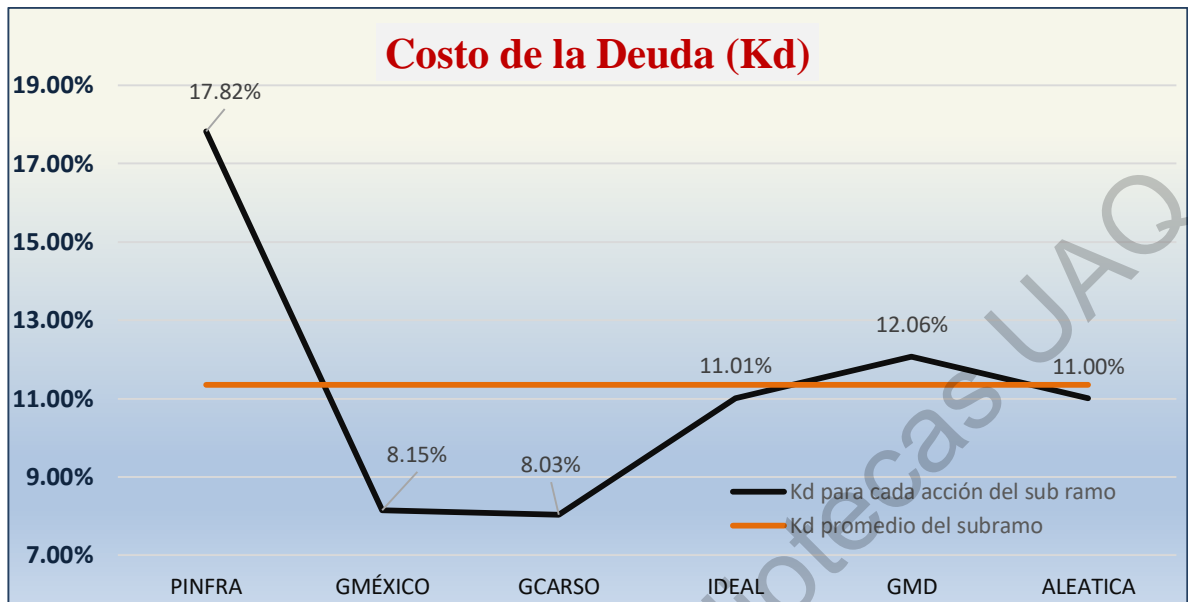
El resultado de las tasas anuales para cada acción se muestra en la Tabla 3-10.

**Tabla 3-10** Costo de la deuda ( $K_d$ ).

	PINFRA	GMÉXICO	GCARSO	IDEAL	GMD	ALEATICA
$K_d$ para empresas del sub ramo	17.82%	8.15%	8.03%	11.01%	12.06%	11.00%

Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019).

A partir del costo de la deuda ( $K_d$ ) obtenido para cada una de las acciones pertenecientes al sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial listadas en la Tabla 3-10, se determinó la media aritmética que representa el costo de la deuda ( $K_d$ ) del sub ramo y es igual a **11.347%**. Esta tasa se utilizó para estimar el WACC del proyecto Libramiento Celaya y puede emplearse en la evaluación de otros proyectos de autopistas en México.



**Figura 3-5** Costo de la Deuda ( $K_d$ ). Fuente: Elaboración propia a partir de BMV (2019).

### 3.5 Determinación de la Estructura de Capital

“El endeudamiento óptimo de la empresa pertenece a aquel que minimiza el valor del WACC y como este corresponde a la tasa de descuento de los flujos futuros de fondos, cuando sea mínima, maximizará el valor” presente (Gallardo, 2011).

Consideraciones iniciales:

Para determinar la estructura de capital se tienen dos alternativas:

1. Se asume que las empresas privadas pueden moverse con la misma estructura del promedio de la industria, o
2. Se asume que las empresas privadas pueden moverse en una estructura óptima (Gallardo, 2011).

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizó la segunda alternativa. Para ello, se obtuvo el monto total correspondiente a Pasivo y Capital Contable de los últimos 10 años (2010 – 2019) a partir del Balance General (BG) de la Concesionaria del Libramiento Celaya.

La estructura óptima o mejor adecuada de capital, se calculó como resultado de un ejercicio de ensayo y error balanceando una serie de restricciones (Gallardo, 2011) aplicables al proyecto Libramiento Celaya, específicamente, como son:

1. La capacidad de la empresa para generar Flujo Neto de Efectivo.
2. El plazo de interés de la deuda.
3. La política de dividendos que haya colocado la entidad económica.
4. La obtención y aplicación de recursos en proyectos anteriores.

Con la información recabada se calcularon las razones: Relación de Patrimonio ( $W_e$ ) y Relación Deuda – Patrimonio ( $W_d$ ) utilizando las Ecs. (2.2) y (2.3), respectivamente. Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje y se detallan en la Tabla 3-11.

El objetivo de obtener las razones antes mencionadas en esta sección, fue para diagnosticar el porcentaje de participación en deuda que tiene la empresa.

**Tabla 3-11** Porcentaje de Participación de Deuda.

Relación de Patrimonio ( $W_e$ ) y Relación Deuda – Patrimonio ( $W_d$ )											
	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 Celaya.

La proporción de deuda del Libramiento Celaya según su comportamiento histórico tiende a un porcentaje redondeado del 40%, si se considera la media aritmética del periodo analizado. En tanto, el costo de patrimonio tiende a un porcentaje redondeado del 60%. La tendencia de la empresa es mantener estos porcentajes y obtener mayor financiación con deuda que con patrimonio.



### 3.6 Costo de Capital Promedio Ponderado y Estructura de Capital Óptima

Teóricamente, el endeudamiento óptimo de la empresa corresponde a aquel que minimiza el valor del Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP). Considerando este principio, se procedió a obtener la tasa de descuento sustituyendo los valores fijos contenidos en la Tabla 3-12, dentro de la Ec. (2.1). Los valores no definidos se obtuvieron mediante un proceso iterativo realizado por ensayo y error.

**Tabla 3-12** Variables utilizadas para determinar la Estructura Óptima de Capital.

Valores fijos conocidos o definidos previamente: Costos de Capital (Ke) y Deuda (Kd).	Valores no definidos obtenidos por ensayo y error en el proceso iterativo: Estructura de Capital Óptima para el sub ramo.
1. Tasa del Costo de Capital (Ke) = 9.629%	1. Relación del Patrimonio (We)
2. Tasa del Costo de la Deuda (Kd) = 11.347%	2. Relación Deuda – Patrimonio (Wd)
3. Tasa de impuesto sobre la renta (t) = 30% [11]	

Fuente: Elaboración propia a partir de Blomberg L.P. (2019) y BMV (2019).

**Tabla 3-13** Costo Promedio Ponderado del Capital (CCPP).

Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC)					
We (%)	Ke (%)	Wd (%)	Kd (%)	t (%)	WACC (%)
90%	9.629%	10%	11.35%	30%	9.4601%
80%	9.629%	20%	11.35%	30%	9.2916%
70%	9.629%	30%	11.35%	30%	9.1230%
60%	9.629%	40%	11.35%	30%	8.9545%
50%	9.629%	50%	11.35%	30%	8.7859%
40%	9.629%	60%	11.35%	30%	8.6173%
30%	9.629%	70%	11.35%	30%	8.4488%
20%	9.629%	80%	11.35%	30%	8.2802%
10%	9.629%	90%	11.35%	30%	8.1117%
5%	9.629%	95%	11.35%	30%	8.0274%

Fuente: Elaboración propia a partir de Blomberg L.P. (2019) y BMV (2019).

El Costo de Capital Promedio Ponderado (CCPP) Óptimo encontrado fue: 8.0274% para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial, tras haber considerado los siguientes valores según se observa en la Tabla 3-13:

1. Relación del Patrimonio ( $W_e$ ) = 5%
2. Relación Deuda – Patrimonio ( $W_d$ ) = 95%

### 3.7 Tiempo de retorno en la inversión realizada para la Concesión Libramiento Celaya

El tiempo de retorno en la inversión realizada se determinó utilizando la siguiente secuencia de pasos:

#### 3.7.1 Definición de tasa WACC para retorno de inversión.

Se obtuvo un nuevo Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC) sustituyendo los datos contenidos en la Tabla 3-14 dentro de la Ec. (2.1) La nueva tasa de descuento es igual a 8.6563 %.

**Tabla 3-14** Datos utilizados para obtener el nuevo Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC).

Costos de Capital ( $K_e$ ) y Deuda ( $K_d$ ).	Estructura de Capital Óptima para la concesionaria del Libramiento Celaya.
Costo de Capital ( $K_e$ ) = 9.629%	Relación del Patrimonio ( $W_e$ ) = 42.31%
Costo de la Deuda ( $K_d$ ) = 11.347%	Relación Deuda – Patrimonio ( $W_d$ ) = 57.69%
Tasa de impuesto sobre la renta ( $t$ ) = 30% [11]	

Fuente: Elaboración propia a partir de Blomberg L.P. (2019) y BMV (2019).

Nota: Para determinar el nuevo valor de la tasa de descuento (WACC) se utilizó la estructura de capital promedio que ha manejado la empresa concesionaria del Libramiento Celaya en el periodo 2010 – 2019. Ver Tabla 3-11. Ya que esta forma de financiarse por parte de la empresa, se considera como óptima para las restricciones dadas.

### 3.7.2 Determinación del Flujo Neto de efectivo (FNE)

Se calculó el Flujo Neto de Efectivo (FNE) a partir de los estados financieros de la Concesionaria del Libramiento Celaya como se ilustra en la Tabla 3-15.

**Tabla 3-15** Esquematación del Flujo Neto de Efectivo (FNE).

Ingresos de operación	\$ xxx
- Total gastos y costos de operación	\$ (xxx)
= Utilidad bruta (EBITDA)	<b>\$ XXX</b>
- Depreciaciones	\$ (xxx)
- Gastos financieros	\$ (xxx)
= Utilidad antes de impuestos	<b>\$ XXX</b>
- Impuestos	\$ (xxx)
Impuesto Sobre la Renta (ISR = 30%) y Participación de los trabajadores en la Utilidad (PTU = 10%)	
= Utilidad después de impuesto (NIAT)	<b>\$ XXX</b>
+ Depreciaciones	\$ xxx
= Flujo Neto de Efectivo (FNE)	<b>+/- \$ XXX</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de valores en libros del Libramiento Celaya.

### 3.7.3 Determinación del Valor Presente Neto (VPN)

En la determinación del VPN se utilizó el Flujo Neto de Efectivo (FNE) proyectado en los estados financieros de la empresa sujeta de análisis y la tasa de descuento (WACC) obtenida en el inciso a) de esta sección.

Con los resultados obtenidos, se aplicó la Ec. (2.10) para cada uno de los 30 periodos (30 años) considerados contractualmente como el tiempo de vida de la concesión.

Los resultados están disponibles en la Tabla 3-16.

**Tabla 3-16** Valor Presente Neto (VPN) y retorno de inversión.

Año	No. de periodo	FNE	Factor del VPN	VPN	Σ VPN	Inversión inicial + Σ VPN	Retorno de inversión	Días del año
<b>Base</b>	<b>Inversión inicial:</b>	-\$ 308,952.08				-\$308,952.08	1	365
2010	1	\$ 5,122.69	0.9203	\$4,714.58	\$4,714.58	-\$304,237.50	1	365
2011	2	\$ 21,252.39	0.8470	\$18,001.06	\$22,715.64	-\$286,236.44	1	365
2012	3	\$ 21,289.78	0.7795	\$16,596.11	\$39,311.75	-\$269,640.33	1	365
2013	4	\$ 15,436.16	0.7174	\$11,074.39	\$50,386.14	-\$258,565.94	1	365
2014	5	\$ 33,856.94	0.6603	\$22,354.92	\$72,741.07	-\$236,211.02	1	365
2015	6	\$ 18,091.51	0.6077	\$10,993.74	\$83,734.80	-\$225,217.28	1	365
2016	7	\$ 19,562.27	0.5593	\$10,940.44	\$94,675.25	-\$214,276.84	1	365
2017	8	\$ 20,229.19	0.5147	\$10,412.12	\$105,087.37	-\$203,864.71	1	365
2018	9	\$ 35,002.11	0.4737	\$16,580.59	\$121,667.96	-\$187,284.12	1	365
2019	10	\$ 40,564.83	0.4360	\$17,684.82	\$139,352.78	-\$169,599.30	1	365
2020	11	\$ 44,868.36	0.4012	\$18,002.64	\$157,355.42	-\$151,596.66	1	365
2021	12	\$ 49,571.35	0.3693	\$18,305.09	\$175,660.51	-\$133,291.58	1	365
2022	13	\$ 53,607.59	0.3398	\$18,218.49	\$193,879.00	-\$115,073.08	1	365
2023	14	\$ 58,298.97	0.3128	\$18,234.43	\$212,113.42	-\$96,838.66	1	365
2024	15	\$ 64,462.33	0.2879	\$18,555.91	\$230,669.34	-\$78,282.75	1	365
2025	16	\$ 70,655.97	0.2649	\$18,718.47	\$249,387.80	-\$59,564.28	1	365
2026	17	\$ 76,962.28	0.2438	\$18,764.82	\$268,152.63	-\$40,799.46	1	365
2027	18	\$ 84,500.69	0.2244	\$18,961.46	\$287,114.09	-\$21,838.00	1	365
2028	19	\$ 91,833.68	0.2065	\$18,965.25	\$306,079.34	-\$2,872.74	0.15	56
2029	20	\$ 98,191.52	0.1901	\$18,662.75	\$324,742.09	\$15,790.01		
2030	21	\$ 102,540.10	0.1749	\$17,936.62	\$342,678.71	\$33,726.63		
2031	22	\$ 108,428.70	0.1610	\$17,455.66	\$360,134.37	\$51,182.29		
2032	23	\$ 115,297.24	0.1482	\$17,082.68	\$377,217.05	\$68,264.96		
2033	24	\$ 124,376.89	0.1364	\$16,959.84	\$394,176.89	\$85,224.80		
2034	25	\$ 131,625.11	0.1255	\$16,518.32	\$410,695.21	\$101,743.13		
2035	26	\$ 138,619.59	0.1155	\$16,010.21	\$426,705.41	\$117,753.33		
2036	27	\$ 147,037.47	0.1063	\$15,629.51	\$442,334.93	\$133,382.84		
2037	28	\$ 155,213.27	0.0978	\$15,184.18	\$457,519.10	\$148,567.02		
2038	29	\$ 163,896.60	0.0900	\$14,756.30	\$472,275.41	\$163,323.32		
2039	30	\$ 173,452.01	0.0829	\$14,372.49	\$486,647.89	\$177,695.81		

Periodo de retorno en la inversión: 19.15 años 6,991 días

(\*) Se aplicó un factor a los datos contenidos en esta tabla por motivo del convenio de confidencialidad en la información celebrado con la empresa. El coeficiente aplicado no altera o distorsiona los resultados obtenidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de información en libros de concesión Libramiento Celaya.

El periodo de retorno en la inversión considerando una tasa de descuento igual a 8.6563 % es de 19.15 años para el proyecto Libramiento Celaya.

## Resultados y discusión

**Tabla 4-1** Resumen de resultados obtenidos y Costo de Capital Promedio Ponderado.

Costos de Capital (Ke) y Deuda (Kd) con estructura financiera óptima para el sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial.	Costos de Capital (Ke) y Deuda (Kd) con estructura financiera histórica (óptima) para la empresa concesionaria del Libramiento Celaya.
1. Costo de Capital (Ke) en porcentaje = 9.629 %	1. Costo de Capital (Ke) en porcentaje = 9.629 %
2. Costo de la Deuda (Kd) en porcentaje = 11.347 %	2. Costo de la Deuda (Kd) en porcentaje = 11.347 %
3. Tasa de impuesto sobre la renta (t) = 30% [11]	3. Tasa de impuesto sobre la renta (t) = 30% [11]
4. Relación del Patrimonio (We) = 5%	4. Relación del Patrimonio (We) = 42.31 %
5. Relación Deuda Patrimonio (Wd) = 95%	5. Relación Deuda Patrimonio (Wd) = 57.69%
6. CCPP o WACC = 8.0274%	6. CCPP o WACC = 8.6563 %

Fuente: Elaboración propia.

El principal objetivo de la presente investigación fue obtener la tasa de descuento (WACC) adecuada para trasladar los flujos netos de efectivo (FNE) de una determinada empresa o proyecto a su valor actual. Para encontrar esta tasa, se estimó el Costo del Capital (Ke) y el Costo de la Deuda (Kd), los cuales, se muestran en la Tabla 4-1 y corresponden a tasas fijas que cualquier entidad económica que opere dentro del sub ramo: Concesionarias de Infraestructura Vial; sector: Concesionarias de Infraestructura en México, puede utilizar en el proceso de valoración de inversiones e intangibles. La segunda parte de la metodología desarrollada arrojó la estructura de capital, integrada por dos relaciones, el peso que tiene el financiamiento con capital de accionistas o Relación del Patrimonio y el peso del apalancamiento con deuda de la empresa o Relación Deuda-Patrimonio, ambos expresados en porcentaje. La definición y modo de utilizar estos valores fue un punto medular en el trabajo realizado. Por un lado, la teoría indica que la estructura de capital que minimice el valor del WACC, corresponde a la estructura financiera óptima a utilizar en la determinación del Valor Presente Neto ya que esta

tasa de descuento castiga en menor porcentaje los flujos futuros inherentes al proyecto. No obstante, es necesario considerar las restricciones particulares de cada empresa y su estructura financiera, es decir las fuentes de obtención de recursos y los medios de aplicación de estos. Además, el sector en que se está inmerso refiere, en forma general, el comportamiento y operación de las entidades. En este caso, para la empresa analizada se optó por considerar las siguientes restricciones:

1. La capacidad de la empresa para generar Flujo Neto de Efectivo.
2. El plazo de interés de la deuda.
3. La política de dividendos que haya colocado la entidad económica.
4. La obtención y aplicación de recursos en proyectos anteriores.

Debido a lo anterior, la estructura financiera óptima plasmada en la columna izquierda de la Tabla 4-1 no es susceptible de utilizarse para establecer el Valor Presente Neto de la empresa analizada. En el caso de la concesión Libramiento Celaya, la estructura de capital óptima es la que presenta en su periodo histórico y, por ende, la estimación del Valor Presente Neto se obtuvo con la tasa de descuento que contempla esa estructura de capital óptima. Esta tasa es la más adecuada para la empresa, no así para el sector, aun cuando el entorno macroeconómico sea compartido en el sub ramo, puesto que su origen conlleva a la obtención de recursos que, propiamente, la entidad ha utilizado para financiar proyectos de infraestructura similares. Si se requiere obtener la estructura adecuada para el sector se propone indagar en la segunda alternativa propuesta en la sección de Estructura de Capital y que refiere a investigar los valores en libros de las empresas del sector para definir la estructura promedio del mismo.

Uno de los datos más significativos en todo proyecto económico - financiero es la definición del periodo de retorno dentro del horizonte de proyecto. Para este trabajo de investigación no es la excepción. Este dato fue obtenido tras descontar el Flujo Neto de Efectivo (FNE) con la tasa WACC obtenida considerando la estructura financiera histórica de la empresa valorizada y, corresponde a un periodo de 19.15

años. Lo anterior se traduce en que la inversión inicial aportada y la sumatoria de los flujos de efectivo, traídos a valor presente, es igual en el año 19, por lo tanto, a ese periodo, la concesión aún no ha generado rendimientos superiores a la inversión. La rentabilidad inherente al proyecto tendrá fruto a partir del flujo 19.

Dado que la concesión obtenida para el presente proyecto es de 30 años, es seguro recuperar la inversión y generar ganancias dentro de dicho periodo.

## **Conclusiones**

### Conclusiones generales

La metodología desarrollada arroja resultados certeros que ayudan a las empresas concesionarias de México a realizar valoraciones de proyectos ejecutivos y en su fase preliminar de desarrollo. La culminación de este trabajo de investigación produjo datos con sustento que pueden ser utilizados de manera generalizada por empresas privadas que participen en licitaciones dónde el modelo de concesión administrativa sea una Asociación Público Privada (APP) y, exclusivamente para licitaciones nacionales. Para licitaciones internacionales o en las que participen empresas extranjeras es necesario considerar una nueva base de datos financiera e inclusive seleccionar otro grupo de empresas para actualizar el modelo WACC y, principalmente, los valores obtenidos para la variable Beta según el sector de mercado en el que están inmersas las empresas extranjeras o dependiendo del tipo de licitación otorgada.

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 cuente una determinada empresa o proyecto para generar valor agregado a partir del costo de financiamiento y el riesgo inherente. En consecuencia, de lo anterior, la recuperación de la inversión puede

variar de un proyecto a otro, no así, la tasa de rentabilidad obtenida, esta tasa permanece fija y se recomienda realizar su actualización cada 10 años, o bien, cuando se disparen los rangos de los principales indicadores económicos utilizados como son 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.

Esta investigación aporta el desarrollo de una metodología funcional que arroja una tasa de rentabilidad para evaluar el negocio de una autopista y saber si es redituable invertir en ella. También funciona para predecir comportamientos atípicos en los modelos económicos – financieros de las empresas privadas concesionarias a las cuales se les ha otorgado alguna vialidad de cuota en concesión.

Las aplicaciones de los resultados obtenidos ayudan por una parte a las empresas privadas, pero por otra parte también a los gobiernos que otorgan esas concesiones. La forma en que los ayudan es monitoreando el desempeño de la concesión, es decir, predice comportamientos futuros y desviaciones considerables.

Las principales desviaciones que son detectables con este modelo y que influyen en la toma de decisiones de las partes interesadas (gobiernos y empresas privadas) son: el rescate financiero de una concesión debido a la caída de aforos e ingresos y su repercusión en el Flujo Neto de Efectivo. La necesidad de un reequilibrio económico que se puede dar por aumento en la tarifa asignada para el cobro de peaje, o bien, la extensión del plazo de la concesión al punto en que se logre el equilibrio y se obtenga una utilidad adicional. También se puede generar un incremento o disminución de las obligaciones contraídas por el concesionario, lo cual, impacta directamente en la distribución del riesgo asumido por las partes interesadas y su impacto se traslada al modelo WACC.

Conclusiones particulares del proyecto caso de estudio



La tasa mínima de rentabilidad requerida y calculada a mayo del 2019, para el negocio de la concesión de Infraestructura Vial (autopista) denominada Libramiento Celaya, que se define como la tasa a partir de la cual un proyecto resulta atractivo a un inversionista es de 8.6563 %. Esta tasa representa un Valor Presente Neto igual a cero en un periodo de 19.15 años.

El periodo de retorno en la inversión para la empresa considerada en el presente trabajo de investigación se genera dentro de las primera dos décadas de vida del proyecto. Lo que significa que el concesionario encargado de operar, conservar, mantener y explotar la autopista cuenta con una década adicional para generar utilidad.

Con lo anterior se confirma la hipótesis planteada que indica que el tiempo de retorno en la inversión es mucho menor al tiempo de vida de una concesión bajo el régimen de una Asociación Publico Privada dentro del país.

Si se sigue el comportamiento de la tabla de Flujo Neto de Efectivo (FNE) y Valor Presente Neto (VPN) hasta el periodo de vida de la concesión igual a 30 años, se tiene que el monto de inversión inicial se habrá recuperado en 1.6 veces al paso de este periodo de tiempo. Es decir, la empresa concesionaria que invirtió en la concesión del Libramiento de Celaya recuperará su inversión y tendrá un 60% adicional de utilidad al paso de 30 años.

Entonces, ¿es redituable el negocio de la concesión otorgada para el Libramiento de Celaya? Para contestar esta pregunta es necesario indagar sobre el porcentaje de utilidad que defina la empresa por sí misma y este varia de una entidad económica a otra. Generalmente las empresas tienden a fijarse una utilidad del 100% superado el monto de inversión, pero 60% no es malo, sino que es bastante bueno, lo ideal sería que fuera excelente obteniendo un 100% de utilidad o más.

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

Es importante mencionar que las empresas cotizantes seleccionadas comparten el mercado y las condiciones económicas del país, además de proyectos semejantes.

A partir de la información estadística plasmada en registros históricos, se obtuvo el valor de la variable Beta apalancada a la empresa analizada, en función de la Beta no apalancada del sub ramo, a fin de sensibilizar el comportamiento de la empresa, en relación al mercado y tomando su propia estructura financiera.

#### Conclusiones específicas de la metodología WACC empleada

Debido a que las empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores son pocas, se debe considerar su situación como generadoras de valor económico, pues es a través de ellas que se obtienen datos de entrada para nutrir y mejorar el modelo del Costo de Capital Promedio Ponderado.

En el desarrollo y aplicación de la metodología WACC para licitaciones internacionales o dónde participen empresas extranjeras se recomienda la utilización de los Bonos del Tesoro (T-Bones) de los Estados Unidos de América para definir la tasa libre de riesgo, así como a selección de empresas cotizantes en la Bolsa de Valores de este país.

Para regionalizar los resultados obtenidos a países del continente americano se recomienda utilizar el factor de riesgo país.

En los casos de otros continentes es necesario replantear las variables a utilizar dependiendo del mercado y los sectores productivos en que se están

inmersas las empresas licitantes y su grado de asociación con las diferentes entidades económicas cotizantes en Bolsas de Valores del mundo.

#### Futuras líneas o temas de investigación

Una alternativa no analizada y considerada como una posible línea de investigación a desarrollar para la generación y aplicación del conocimiento, consiste en obtener la tasa de descuento aplicando el modelo Costo de Capital Promedio Ponderado y el método para establecer los Flujos de Caja Libre (FCL) en la valoración de empresas.

Se considera prudente desarrollar, como una tema de investigación adicional, el método GALFRI tomando en consideración los indicadores económicos: Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) y Tasa de Inflación en sus periodos históricos incluyendo las deducciones autorizadas por la Ley del Impuesto sobre la Renta (ISR) para las empresas pertenecientes el Sub ramo Concesionarias de Infraestructura Vial en México con la finalidad de obtener una tasa de capitalización adecuada para establecer valores de mercado en activos y empresas, además del tiempo en que se retorna en la inversión.

Las dos alternativas anteriores darían pauta para establecer un punto comparativo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

## 6. Referencias

- Albalade , D., Bel , G., & Bel-Piñana , P. (2015). Tropezando dos veces con la misma piedra: Quiebra de autopistas de peaje y costes para contribuyentes y usuarios. *Revista de economía aplicada*, 13(67), 131-152.
- AVANTI ENGINEERING GROUP. (2010). *Estudio de Asignación y Pronóstico de Tránsito Específico para el Libramiento de la Ciudad de Celaya, Guanajuato*. Monterrey: AVANTI ENGINEERING GROUP.
- Blaustein, P. (11 de January de 2004). The Time-Varying Liquidity Premium: Speculator Hesitation in Liquidity Shocks. *New York Times*, págs. 42-60.
- Blomberg L.P. (2019). *Rentabilidad del bono de México a 30 años*. Ciudad de México: Investing.com.
- BMV. (31 de Mayo de 2019). *Bolsa Mexicana de Valores, Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) 1/*. Recuperado el 2019 de Julio de 22, de Grupo Bolsa Mexicana de Valores, S.A. de C.V:  
<https://bmv.com.mx/es/indices/principales/>
- BMV. (30 de Junio de 2019). *Empresas listadas*. Recuperado el 22 de Julio de 2019, de Grupo BMV: <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 Economipedia:  
<https://economipedia.com/definiciones/activo-libre-riesgo.html>
- Cal , R., & Reyes Spíndola, M. (2007). *Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones*. Ciudad de México: Alfaomega.
- Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (30 de Noviembre de 2016). Ley de Impuesto sobre la Renta. *Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de diciembre de 2013. Última reforma publicada DOF 30-11-2016*. Ciudad de México, Ciudad de México, Mexico : Diario Oficial de la Federación .

- Diez, S. (2016). Metodología del cálculo del costo promedio ponderado de capital en el modelo del WACC. *Revista Empresarial*, X(3), 33-45.
- Dirección General de Infraestructura Vial de la Secretaría de Obra Pública del Estado de Guanajuato. (23 de abril de 2018). *Guanajuato.Gobierno del Estado*. Obtenido de Secretaría de Obra Pública del Estado de Guanajuato: <http://obrapublica.guanajuato.gob.mx/?page%20id=534>
- Engel , E., Fischer , R., & Galetovic, A. (2014). *Economía de las asociaciones público-privadas. Una guía básica* (Primera ed.). Ciudad de México , México: Fondo de Cultura Económica.
- Fama, E., Fisher, L., Jensen, M., & Roll, R. (1969). The Adjustment Of Stock Prices To New Information. *International Economic Review*, Vol. 10.
- 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.
- Gallardo, D. (2 de Diciembre de 2011). Metodología para el cálculo del WACC y su aplicabilidad en la valoración de inversiones de capital, en empresas no cotizantes en bolsa. *Trabajo de Grado para optar por el título de Magister en Finanzas* . Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia: Universidad ICESI.
- Gimeno, M. (2014). *Evolución del modelo CAPM a lo largo de la historia de la economía financiera*. Madrid: Universidad Pontificia de Comillas.
- Google Earth. (23 de Abril de 2018). Libramiento de Celaya, Guanajuato. Celaya, Guanajuato, México.
- INEGI. (2015). *Encuesta Intercenal 2015. Principales Resultados*. Aguascalientes: Comunicación Social .
- Investing.com. (31 de Marzo de 2019). *Investing.com*. Recuperado el 2019 de Julio de 19, de Acciones: Acciones en tiempo real: <https://mx.investing.com/equities/>
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 77-91.

- Mendoza, J. E. (abril-junio de 2017). Financiarización y sector carretero en México. *Problemas del desarrollo*, 48(189), 87. Obtenido de <http://probdes.iiec.unam.mx>
- Modigliani, F., & Merton H, M. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. *The American Economic Review*, 261-297.
- Naranjo, M. (1995). Riesgo sistémico y regulación del sistema financiero. *Seminario de Banco de México y del Primer Congreso de la Sociedad Latinoamericana y del Caribe de Economía y Derecho*. (págs. 6 - 9). Ciudad de México: ITAM.
- Peiro, A. (s.f. de s.f. de s.f.). *Definiciones: Finanzas*. Recuperado el 22 de julio de 2019, de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/beta-de-un-activo-financiero.html>
- Poder Ejecutivo . (30 de Julio de 2010). Título-concesión para el Libramiento de Celaya. *Anexo 1: Definiciones* . Guanajuato, Guanajuato , México .
- Puente, A. (2006). *Finanzas Corporativas para el Perú*. Lima: Pacífico Editores.
- Salas Esparza , C. P. (2013). Incidencia y equidad de acceso a las autopistas de cuota en México. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 54-65.
- 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 .
- SCT. (2016). *Proyecto de conservación de carreteras mediante el esquema asociación público-privada*. Villahermosa : SCT. Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194255/VIII\\_Viabilidad\\_econ\\_mica\\_-\\_financiera\\_APP\\_COA-VSA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194255/VIII_Viabilidad_econ_mica_-_financiera_APP_COA-VSA.pdf): [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194255/VIII\\_Viabilidad\\_econ\\_mica\\_-\\_financiera\\_APP\\_COA-VSA.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/194255/VIII_Viabilidad_econ_mica_-_financiera_APP_COA-VSA.pdf).
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 425-442.
- Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 425-442.

Tong, J. (2006). *Finanzas empresariales: La decisión de inversión*. Lima, Perú: 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*, 19-29.

Dirección General de Bibliotecas UAQ