



NOVUM, revista de Ciencias Sociales Aplicadas

ISSN: 0121-5698

ISSN: 2357-4933

rev\_novum\_fadman@unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Escobar Arias, Gabriel Eduardo

Diseño de una herramienta financiera para la inversión pública y privada en proyectos de sistemas de transporte por cable aéreo urbano estudio de caso cable aéreo Manizales – Villamaría

NOVUM, revista de Ciencias Sociales Aplicadas, vol. II, núm. 8, 2018, Julio-, pp. 117-139

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=571360738007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

UNAM redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## **Diseño de una herramienta financiera para la inversión pública y/o privada en proyectos de sistemas de transporte por cable aéreo urbano: estudio de caso cable aéreo Manizales – Villamaría**

Design of a financial tool for public and / or private investment in projects of urban aerial cable transport systems: aerial cable case study Manizales – Villamaría



**Gabriel Eduardo Escobar Arias.** PhD. en Ingeniería – Industria y organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia, Mg. en Administración Financiera de la Universidad Tecnológica de Pereira, Esp. en Finanzas de la Universidad Eafit, Economista de la Universidad de Manizales. Docente asociado del departamento de Administración y Economía de la Universidad Autónoma de Manizales. Docente de la Facultad de Administración de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Correo Electrónico: [geescobara@unal.edu.co](mailto:geescobara@unal.edu.co)

---

### **Cómo citar este artículo**

Escobar Arias, G.E. (2018). Diseño de una herramienta financiera para la inversión pública y/o privada en proyectos de sistemas de transporte por cable aéreo urbano: estudio de caso cable aéreo Manizales – Villamaría, NOVUM, (8-II), p.p. 117-139.

## Resumen

El objetivo de este artículo es mostrar el desarrollo de una herramienta financiera confiable a la inversión pública y/o privada, que permita determinar la viabilidad de un proyecto de sistema de transporte por cable aéreo urbano en su etapa de factibilidad. Por tal razón, la investigación se desarrolla en tres etapas; en la primera parte se revisa bibliografía sobre evaluaciones financieras que se hayan realizado en diferentes tipos de transporte por cable aéreo, en la segunda etapa se definen las variables y se construye la herramienta financiera en un libro de Excel, y finalmente se aplica la herramienta desarrollada al cable aéreo urbano de Manizales – Villamaría y se realiza simulación con dos sistemas no existentes para el territorio colombiano. Por último, al ser probada la herramienta, en las dos simulaciones y comparando con el modelo financiero utilizado en la evaluación del cable aéreo Manizales – Villamaría, se obtuvo una gran aproximación en el resultado y tuvo el comportamiento que se esperaba obtener, lo cual comprueba la validez de la herramienta para ser usada en la etapa de factibilidad de proyectos de transporte por cable aéreo urbano. **Palabras clave:** Evaluación Financiera; Transporte; Cable Aéreo Urbano.

## Abstract

The objective of this article is to show the development of a reliable financial tool for public and / or private investors, which allows determining the viability of an urban air transport system project in its feasibility stage. For this reason, the research is developed in three stages; in the first part, a bibliography on financial evaluations that have been carried out in different types of air transport is reviewed, in the second stage the variables are defined and the financial tool is built into an Excel book, and finally the development tool is applied to the urban aerial cable of Manizales - Villamaría and simulation is carried out with two systems that do not exist in the Colombian territory. Finally, when the tool was tested, in the two simulations and comparing with the financial model used in the evaluation of the Manizales - Villamaría aerial cable, a great approximation was obtained in the result and it had the expected behavior, which proves the validity of the tool to be used in the feasibility stage of urban aerial cable transport projects. **Keywords:** Financial Evaluation; Transportation; Urban Air Cable.

## Introducción

Los sistemas de transporte por cable aéreo de pasajeros han sido utilizados en el mundo y en campos de esquí principalmente con fines turísticos; fue en el 2004 con la construcción del primer sistema para transporte por cable aéreo urbano en la ciudad de Medellín – Colombia que este medio de transporte empezó a tener participación y crecimiento en los planes de las ciudades tanto de América Latina como del mundo. Dado que, son un medio de transporte incluyente, llega a lugares topográficamente difíciles de alcanzar, son sistemas con bajas emisiones de CO2 y, su construcción, operación y mantenimiento son económicos respecto a otros sistemas de transporte, se posicionan como un medio de transporte rápido, cómodo y agradable.

Ya son varios los sistemas de transporte por cable aéreo urbano que se han implementado, que han realizado diferentes tipos de evaluación financiera en su etapa de factibilidad con el fin de obtener la viabilidad del mismo, lo cual ha requerido de un conocimiento especializado en cables aéreos, investigación y tiempo para su realización.

Por tal razón se ha identificado en el mercado la necesidad de una herramienta financiera parametrizada que de forma fiable y asertiva revele la

tasa de retorno del proyecto que indicara la viabilidad financiera para la ejecución del mismo.

## 1. Metodología

**Tipo de estudio:** El estudio es de corte cuantitativo puesto que sus variables son de tipo numéricas y también es un estudio de caso ya que se realizarán simulaciones con proyectos de hipótesis, pero se aplica solo a un sistema de transporte por cable aéreo urbano existente en Colombia, la línea Manizales – Villamaría.

**Población y muestra:** No se realiza muestreo pues se aplica solo a la línea de cable aéreo urbano de Manizales – Villamaría

Recolección de información variables propuestas: <b>Variables</b>	de de <b>Método de recolección de información</b>
Inversiones	Revisión de modelos financieros de proyectos similares en Colombia y bases de datos de la empresa ISTC S.A.S
Financiación	Búsqueda virtual en páginas de entes financiadores tanto Colombianos como Internacionales
Supuestos macroeconómicos y financieros	Búsqueda virtual en páginas del Banco de la Republica, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entre otros.

Supuestos técnicos y de demanda	Revisión de modelos financieros de proyectos similares en Colombia y bases de datos de la empresa ISTC S.A.S
Costos y gastos administrativos, operativos y de mantenimiento	Revisión de modelos financieros de proyectos similares en Colombia y bases de datos de la empresa ISTC S.A.S

Así, esta investigación se desarrolla en tres etapas: La primera parte es de tipo exploratoria, pues tal como lo expone Sampieri (2006) en su libro Metodología de la Investigación, “es un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas”, en esta etapa se revisan bases de datos, páginas web especializadas en transporte de pasajeros por cable aéreo turísticos, de campos de esquí y urbanos y, por último, se hace uso de información suministrada por la empresa especializada en transporte por cable aéreo (IST Cables S.A.S).

Seguidamente, la investigación es descriptiva, en esta etapa se definen las variables a incluir y se procede con la construcción de la herramienta financiera, la cual se realiza en un libro de Excel, que constará de varias páginas que alimentan una página principal.

Finalmente se aplica la herramienta desarrollada en la etapa anterior al cable aéreo urbano de Manizales – Villamaría y se realiza simulación con

dos sistemas no existentes para el territorio colombiano.

## 2. Resultados

Se analizan diferentes evaluaciones financieras de transporte por cable aéreo en campos de esquí, turísticos y urbano, como lo son:

- Drakensberg cable car – Cable aéreo turístico en la provincial de Kwazulu-Natal (Sudáfrica) a 4 horas de Johannesburgo.
- Kotor - Cetinje cable car – Cable aéreo turístico sobre la montaña de Lovcen en Montenegro.
- Kosodrevina – Chopok – Cable aéreo en el campo de ski Jasna, Slowakei.
- Manizales – Villamaría – Cable aéreo urbano con operación conjunta de dos líneas.

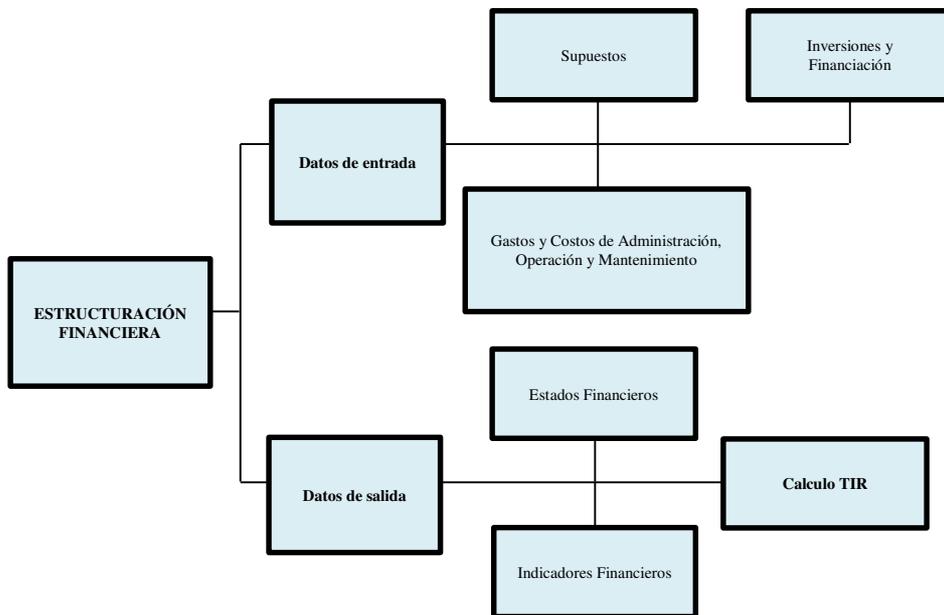
Las evaluaciones financieras de cables aéreos turísticos y de campos de esquí tienen unas particularidades propias como lo son los altos costos en los tickets o las temporadas altas y bajas del año, lo que determina su operación y por ende toda la modelación financiera de los mismos, mientras que los cables aéreos urbanos, operan todos los días del año, con un precio de tickete mucho más bajo y jornadas de mantenimiento propias del sistema.

La evaluación financiera de la operación conjunta del cable aéreo Manizales – Villamaría, fue realizada por la empresa Alianza Provalor en el año 2013, obteniendo como resultado

una TIR de 1.2% E.A, el modelo fue desarrollado con un horizonte de evaluación de 10 años.

En esta etapa de la investigación se elabora una herramienta financiera, que se puede adaptar a cualquier proyecto de transporte por cable aéreo urbano, se plantean las variables tanto de entrada como de salida de misma.

### 3. Estructuración de la herramienta financiera



**Ilustración 1.** Estructuración financiera de la herramienta.  
Fuente. Laboración Propia.

#### 3.1 Datos de entrada

Para la elaboración de la herramienta es indispensable contar con unas

variables de entrada que serán la base para determinar la viabilidad financiera del proyecto.

DATOS DE ENTRADA		
Supuestos	Inversiones y Financiación	Gastos y Costos de Administración, Operación y Mantenimiento
Macroeconómicos	<b>INVERSION</b>	Nómina de Personal
Financieros	Terrenos	Prestaciones Sociales
Generadores	Infraestructura Civil	Gastos Administrativos
Depreciación de Activos Fijos	Equipos Electromecánicos	Costos Operacionales
	Activos Diferidos (Estudios previos, Interventorías, Licencias y Permisos)	Costos de Mantenimiento
	<b>FINANCIACION</b>	Costos del Servicio de Energía
	Publica	
	Privada (Bancaria)	
	Privada	

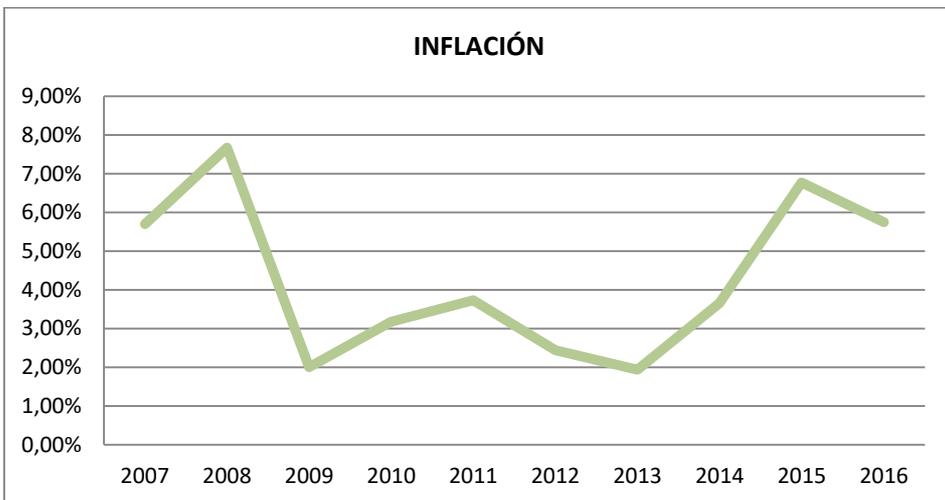
**Ilustración 2. Datos de entrada.**  
 Fuente. Laboración Propia.

### 3.2 Supuestos

#### 3.2.1 Supuestos macroeconómicos

Tasa de Inflación: La inflación representa una situación económica en la que existe un aumento de precios de

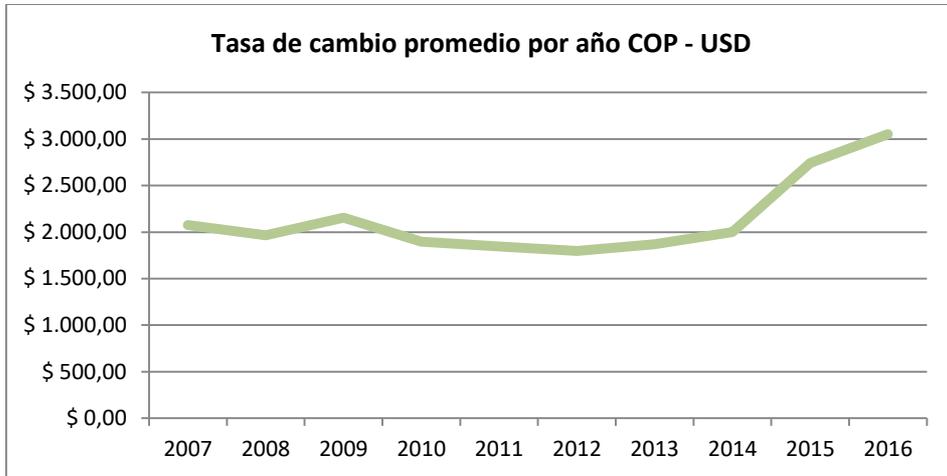
bienes y servicios de forma continua. La variación porcentual del IPC entre dos periodos de tiempo representa la inflación observada en dicho lapso (Banco de la República de Colombia, 2017).



**Gráfica 1. Evolución de Inflación de Colombia últimos 10 años.**  
 Fuente. Laboración Propia.

A partir de los datos anteriores se toma de la inflación para los siguientes 10 el promedio de 4,28% como proyección años.

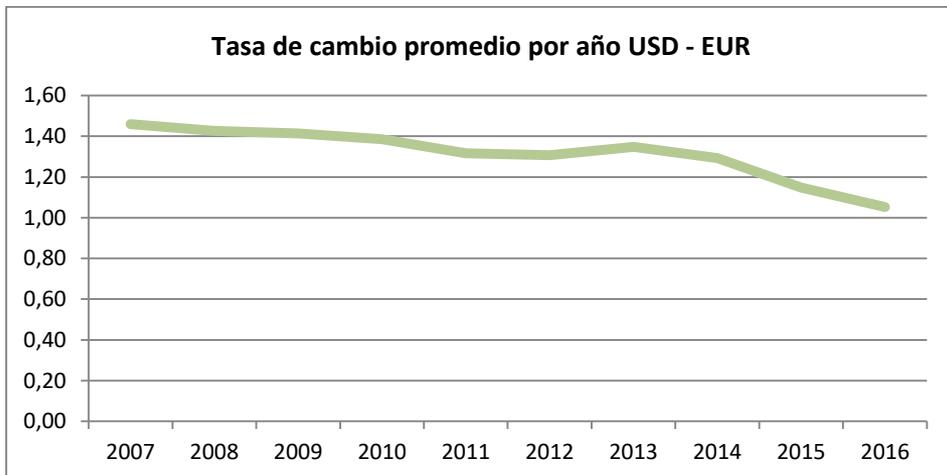
Tasa de Cambio: Se refiere al valor que se debe pagar en moneda local, frente a una moneda extranjera.



**Gráfica 2.** Evolución de Tasa de Cambio COP - USD últimos 10 años.

Fuente. Laboración Propia.

A partir de los datos anteriores se toma el promedio de \$2,140.33 como proyección de la tasa de cambio COP - USD para los siguientes 10 años.



**Gráfica 3.** Evolución de Tasa de Cambio USD - EUR últimos 10 años.

Fuente. Laboración Propia.

A partir de los datos anteriores se toma el promedio de 1.31 como proyección de la tasa de cambio USD - EUR para los siguientes 30 años. Salario Mínimo: Es el salario legal más bajo que un empleador puede pagar a un empleado.



**Gráfica 4.** Evolución de Salario mínimo legal en Colombia últimos 10 años.

Fuente. Laboración Propia.

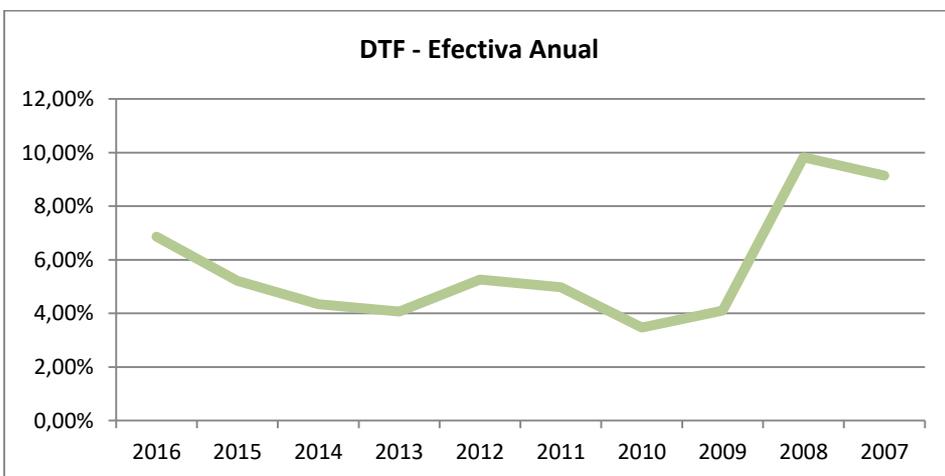
Para el modelo financiero se realiza una proyección de incremento del salario mínimo con la tasa de inflación proyectada para los siguientes 30 años.

### 3.2.2 Supuestos financieros

**Gravamen Al Movimiento Financiero:** El Gobierno nacional en sus atribuciones creó el impuesto al 2 x 1000 sobre las transacciones financieras, que luego

pasó a una tarifa del 4 x 1000, la cual se aplica en la actualidad en Colombia (Varela, octubre de 2007)

**Depósitos a término fijo (DTF):** Corresponde a la tasa de interés promedio del sistema financiero en captaciones de títulos CDT a 90 días (Acevedo, 2003).



**Gráfica 5.** Evolución DTF en Colombia últimos 10 años.

Fuente. Laboración Propia.

A partir de los datos anteriores se toma el promedio de 5.73% como proyección de la DTF E.A para los siguientes 10 años

**Imp. de Renta Presuntiva:** Sistema que facilita establecer el valor del impuesto a la renta (Stevens, 15 de Agosto de 2017)

**Tabla 1. Generadores.**

Días de operación por mes	30
Meses por año	12
Días por año	365
Horas diarias de operación	19
Número estimado ocupantes cada cabina:	10
Vida útil del sistema (años)	30
Número estimado de cabinas	depende de diseño
Tiempo de viaje (minutos/viaje)	depende de diseño
Capacidad transporte (pasajeros/hora)	depende de diseño
Demanda potencial diaria	depende del estudio de demanda
Participación en el mercado	100%
Promedio estimado pasajeros diario	depende del estudio de demanda
Promedio estimado pasajeros mensual	depende del estudio de demanda
Promedio estimado pasajeros anual	depende del estudio de demanda
Tarifa - Incremento con la Inflación (Pesos x Pasajero)	depende del estudio de demanda
Tarifa - redondeada (Pesos x Pasajero)	depende del estudio de demanda
Otros ingresos operacionales - publicidad, arriendos	depende del estudio de demanda
Incremento anual esperado de pasajeros	depende del estudio de demanda
Numero de pilones del trazado	depende de diseño
Número de estaciones	depende de diseño

Fuente. Llaboración Propia.

### 3.2.3 Depreciación de activos fijos

Tiempo durante el cual un activo puede ser utilizado (genera renta)

- Construcciones y Edificaciones: 50 años
- Maquinaria y Equipo (Sistema cable): 30 años
- Flota y Equipo de Transporte: 10 años
- Amortización de Diferidos: 5 años

### 3.3 Inversiones y financiación

#### 3.1.1 Inversiones

Aquí se tienen en cuenta todos los ítems de inversión inicial del proyecto referentes a gastos pre operativos, componente obra civil y componente electromecánica.

La información que se presenta a continuación fue suministrada por la empresa IST Cables S.A.S (2017).

### Gastos pre operativos

- Terrenos
- Estudio de pre factibilidad
- Estudio de factibilidad, el cual contiene:
  - Estudios Arquitectónicos
  - Estudios electromecánico
  - Estudio de localización
  - Estudio topográfico
  - Estudio de suelos
  - Estudio de predios
  - Estudio social
  - Estudio ambiental
  - Estudio Geotécnico
  - Estudio de mercado: demanda de usuarios
  - Estudio de ingeniería (estructural, hidrosanitario y eléctrico)
- Interventorías, Licencias y Permisos:
  - Interventoría obra civil
  - Interventoría electromecánica
  - Gerenciamiento técnico del Proyecto
  - Licencias de operación
  - Licencias de construcción
  - Permisos ambientales

### Componente obra civil

- Estructura civil estación motriz
- Estructura civil estación retorno
- Estructura civil estación intermedia
- Urbanismos y obras complementarias
- Obra civil pilonas

### Equipos electromecánicos (EEMM)

- EEMM estación motriz
- EEMM estación retorno
- EEMM estaciones intermedias

- Pilonas
- Pinzas y cabinas
- Cable
- Equipos de seguridad y control

### Licencias y permisos

- Interventoría Obra civil
- Interventoría electromecánica
- Gerenciamiento técnico del proyecto
- Licencias de operación
- Licencias de construcción
- Permisos ambientales: Por tratarse de una tecnología limpia, los sistemas de cables no requieren la expedición de licencia ambiental.

### **3.1.2 Financiación**

Según el BID (2013) Existen diferentes formas de financiación de proyectos de transporte público urbano, tanto de entidades públicas, como privadas, o una combinación de las dos; a continuación, las diferentes modalidades de financiación para este tipo de proyectos:

#### Financiamiento por parte del Estado Colombiano

La forma de financiación comienza con una adjudicación de la licitación pública, donde el estado le comienza a transferir recursos a la persona o compañía a la que se adjudica el contrato para que pueda ir desarrollando las obras. Sin embargo, la cantidad de recursos asignados para este tipo de obras es bastante bajo, lo que provoca que se deben buscar otras formas de financiación para la

ejecución de este tipo de obras en Colombia.

### Financiación privada

#### - Inversionistas Institucionales Internacionales:

- Banco Interamericano de Desarrollo - BID: Este banco de desarrollo en sus funciones ha incrementado considerablemente los créditos para la ejecución de este tipo de obras creciendo en promedio en un 36% entre los años 2005 y 2012. La modalidad para otorgar estos créditos se realiza con garantías soberanas y en algunos casos sin ella, ya que son préstamos a entidades de carácter privado.
- Banco para el desarrollo de América Latina – CAF: Es un banco financiador de diferentes tipos de proyectos como son el transporte, las telecomunicaciones, generación y transporte de energía entre otros (Banco para el desarrollo de América Latina – CAF, 2017).
- Banco Mundial: La financiación de proyectos de inversión del Banco Mundial se utiliza en todos los sectores, con una concentración en los sectores de infraestructura, desarrollo humano, agricultura y administración pública. Se centra en el largo plazo (horizonte de 5 a 10 años) y apoya una amplia gama de actividades, incluidas las inversiones de capital intensivo, el desarrollo agrícola, la prestación de servicios, el crédito y la entrega de subvenciones [incluido el

microcrédito] y el desarrollo institucional.

A diferencia de los préstamos comerciales, según el Banco Interamericano de Desarrollo – BID (s.f), el Banco no sólo proporciona a los países prestatarios la financiación necesaria, sino que también sirve como vehículo para una transferencia sostenida y global de conocimientos y asistencia técnica. Esto incluye el apoyo al trabajo analítico y de diseño en las etapas conceptuales de preparación del proyecto, soporte técnico y experiencia (incluyendo en las áreas de gestión de proyectos y actividades fiduciarias y de salvaguardias) durante la implementación y el fortalecimiento institucional a lo largo del proyecto. (Banco Mundial, 2017)

#### - Líneas de crédito de bancos nacionales de desarrollo:

- Bancoldex: entre sus líneas de financiación, se encuentra la línea de transportes sostenibles para sistemas de transporte masivo, el cual financia hasta el 100% del proyecto a un plazo hasta de 10 años y con periodos de gracia (Bancoldex, 2017).
- Findeter: financia hasta el 100% de los proyectos con plazos hasta de 15 años y los intereses los cobra bajo diferentes parámetros, los cuales se ajusten más apropiadamente al proyecto (Findeter, 2017).

En el desarrollo del modelo financiero se utilizó la tasa de interés de DTF (E.A) +1.40 (E.A) establecida por Bancoldex.

### Concesiones viales y asociaciones público privadas (APPs)

Según la ley 80 de 1993, Artículo 32, numeral cuarto

Los contratos de concesión son los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar la prestación, operación, explotación, organización o gestión, total o parcial, de un servicio público, o la construcción, explotación o conservación total o parcial, de una obra o bien destinados al servicio o uso público, así como todas aquellas actividades necesarias para la adecuada prestación o funcionamiento de la obra o servicio por cuenta y riesgo del concesionario y bajo la vigilancia y control de la entidad concedente, a cambio de una remuneración que puede consistir en derechos, tarifas, tasas, valorización, o en la participación que se le otorgue en la explotación del bien, o en una suma periódica, única o porcentual y, en general, en cualquier otra modalidad de contraprestación que las partes acuerden (Corte Constitucional, 1993).

Como lo señala Muñoz Prieto (2002), las responsabilidades del Concesionario se resumen así: financiar el proyecto, constitución del fideicomiso, la instalación de los equipos, la operación, los recaudos, el mantenimiento y la reversión del bien.

De acuerdo con la Ley 1508 de 2012, las Asociaciones Público Privadas son:

son un instrumento de vinculación de capital privado, para la provisión de bienes públicos y de sus servicios relacionados, que involucra la retención y transferencia de riesgos entre las partes, y mecanismos de pago relacionados con la disponibilidad y el nivel de servicio de la infraestructura y/o servicio, el cual se materializa con un contrato entre una entidad pública y una persona natural o jurídica.

Dentro del manual de procesos y procedimientos para la ejecución de asociaciones público-privadas, elaborado por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2011), se establecen cuatro tipos de esquemas para el desarrollo de una APP:

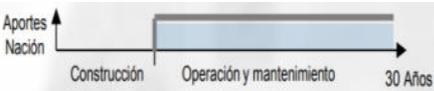
- Iniciativa pública con recursos públicos: Corresponde a proyectos estructurados por el sector público, que requieren parcial o totalmente desembolsos de recursos públicos.
- Iniciativa pública sin recursos públicos: Corresponde a proyectos estructurados por el sector público, que no requieren desembolsos de recursos públicos.
- Iniciativa privada con recursos públicos: Cuando particulares a su propia cuenta y riesgo, estructuran proyectos de infraestructura pública, asumiendo la totalidad de los costos de la estructuración, y presentarlos de forma confidencial y bajo reserva a consideración de las entidades estatales competentes.
- Iniciativa privada sin recursos públicos: Corresponde a proyectos estructurados por el sector privado,

que no requieren desembolsos de recursos públicos.

Aunque las concesiones y las APPs tienen similitudes en cuanto a que buscan la vinculación de un privado a

un proyecto de orden público, se podría decir que las APPs son una evolución de las concesiones tal como se puede evidenciar en el siguiente cuadro:

**Tabla 2. Concesión Vs. APPs.**

CONCESIÓN ANTES – LEY 80/93 y 1150/07	ASOCIACIÓN PÚBLICO-PRIVADA (APP) AHORA – LEY 1508/12
<p>El Estado pagaba anticipos en proyectos de concesión</p> <p><b>El pago se realiza independientemente del cumplimiento con el servicio</b></p> 	<p>No hay anticipos</p> <p><b>El pago se realiza de acuerdo con el cumplimiento del servicio</b></p> 
<p>Ley 80 de 1993: adiciones de 50%                      Ley 1150 de 2007: adiciones limitadas al 60% en plazo.</p>	<p>Se limitan las adiciones en tiempo y recursos al 30% del valor del contrato (CAPEX y OPEX).</p>
<p>Se pagaba por obras.</p>	<p>Se paga por los servicios que presta la infraestructura.</p>
<p>No se hacía una eficiente asignación de riesgos.</p>	<p>Se busca una mejor asignación de riesgos durante la estructuración del proyecto.</p>
<p>No se analizaba cuál era la mejor modalidad para ejecutar el proyecto (APP u Obra Pública).</p>	<p>Se exige por ley justificar la modalidad de ejecución.</p>
<p>No se hacía diferencia entre quién financiaba y quién construía.</p>	<p>Los requisitos habilitantes son capacidad legal, capacidad financiera y experiencia en inversión o estructuración.</p>
<p>Los proyectos no estaban siendo diseñados para inversionistas institucionales y financieros.</p>	<p>Se incentiva un esquema para atraer inversionistas institucionales y financieros.</p>

Fuente. Departamento Nacional de Planeación – DNP (2017).

### 3.4. Gastos y costos de administración, operación y mantenimiento

#### 3.4.1 Personal de administración, operación y mantenimiento

El personal administrativo podrá ser utilizado el mismo para todo el sistema

independientemente del número de estaciones, igualmente sucede con algunos cargos de operación y mantenimiento, el resto de personal dependerá del número y tipo de estaciones, tal como se ilustra a continuación:

ORGANIGRAMA PERSONAL ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
Numero Estaciones	1	1	1
Tipo	Motriz	Retorno	Intermedia
Gerente General	1		
Analista administrativo y Financiero	1		
Auxiliar Contable	1		
Analista Comercial	1		
Analista Jurídico	1		
Asistente de Comunicaciones	1		
Auxiliar de bienes y servicios	1		
Mensajero	1		
Jefe de operación y Mantenimiento	1		
Supervisor Operación	1		
Operador	1	1	1
Auxiliar de operación 1 - Embarque y Desembarque	1	1	2
Auxiliar de operación 2 – Taquillas	1	1	1
Supervisor de Mantenimiento	1		
Ingeniero de Mantenimiento	1		
Técnico	1	1	1
Administrativo		Operación	
Operación y Mantenimiento		Mantenimiento	

**Ilustración 3.** Organigrama Personal AOM.

Fuente. Laboración Propia.

**Salario/personal necesario para funcionamiento, operación y mantenimiento de un sistema de transporte por cable aéreo urbano (Álvarez, 2014).**

CARGO	SALARIO
<b>Personal Administrativo</b>	
Gerente General	11.5 SMLV
Analista Administrativo y Financiero	3.5 SMLV
Auxiliar Contable	2.5 SMLV
Analista comercial	3.5 SMLV
Analista Jurídico	4 SMLV
Asistente de comunicaciones	2.5 SMLV
Auxiliar de bienes y servicios	2 SMLV
Mensajero	1 SMLV
<b>Personal de Operación y Mantenimiento</b>	
Jefe de Operación y Mantenimiento	7.5 SMLV
Supervisor de Operación	5.5 SMLV
Operador	4 SMLV
Auxiliar de operación 1 - Embarque y Desembarque	1 SMLV
Auxiliar de operación 2 - Taquillas	1.5 SMLV
Supervisor de mantenimiento	5.5 SMLV
Ingeniero de Mantenimiento	4 SMLV
Técnico de mantenimiento	2 SMLV

Contratos de prestación de servicios	Valor a contratar
Vigilancia	10 SMLV mensual por cada estación que tenga el sistema
Aseo y cafetería de estaciones	6 SMLV mensual por cada estación que tenga el sistema
Transporte – personal AOM	8 SMLV mensual por todo el sistema

El porcentaje que debe asumir el empleador en cada uno de los ítems	
Vacaciones	4.17%
Cesantías	8.33%
Intereses Sobre las Cesantías	1% Mensual
Prima de Servicios	8.33%
Sena	2%
ICBF	3%
Cajas de Compensación Familiar	4%
Salud (E.G.M)	8.50%
Pensión (I.V.M)	12%
ARL	Administrativos categoría I 0.522% Operativos categoría III 2.436%
Dotación	10% de un SMLV

Fuente. Laboración propia.

### **3.4.2 Gastos administrativos**

Los gastos mensuales en los que se incurre por la operación del sistema según la empresa IST Cables S.A.S (2017) son:

- Compra de suministros y papelería
- Bienestar del personal
- Viáticos
- Servicios de Comunicación
- Licencia de Comunicación
- Publicidad y Propaganda
- Capacitación de personal

### **3.4.3 Pólizas y seguros**

Con el fin de mitigar los riesgos a los que se encuentran expuestas las entidades públicas contratantes.

### **3.4.4 Apoyo y soporte entidades**

Al ser un servicio público, la operación del sistema cable aéreo urbano puede presentar amenazas públicas por parte de usuarios o de externos, para lo cual se debe contar con el apoyo de entidades de seguridad y atención de emergencias.

También es indispensable contar con el respaldo de la empresa de energía eléctrica, puesto que el sistema debe estar cubierto ante cualquier paro inesperado o corte de energía.

### **3.4.5 Costos del servicio de energía eléctrica**

Según (Steer Davies Gleave, 2017), en su estudio de pre factibilidad de la Línea 3 de Manizales, concluyo que el

consumo promedio de las estaciones de un sistema de transporte por cable aéreo urbano son los siguientes:

- 120 kW / día para estaciones intermedias
- 140 kW / día para estaciones con sistema de tensión - Estación de retorno
- 3200 kW / día para la estación motriz, de los cuales 500 kW están instalados en el motor

Generalmente se tiene acceso a precios regulados y no regulados dependiendo de la estación. La estación motriz normalmente consume energía con precios menores al tener acceso a energía de precios no regulados (debido a su volumen de consumo), mientras que el resto de las estaciones consumen energía con precios regulados correspondientes a la categoría industrial / comercial. Los precios sobre los cuales las estaciones consumen energía son los siguientes

- Estación motriz (precio no regulado): 280 COP/kW
- Todas las otras estaciones (precios regulados): 473 COP/kW

En el caso de la pylonas el consumo diario es de 10 kW día con precios regulados de 473COP/kW

En promedio el precio de la energía para este tipo de transporte incrementa 7 pesos COP/kW cada año.

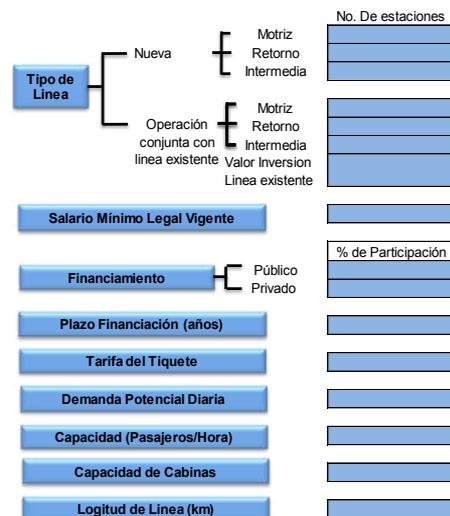
**Tabla 3. Costos de Mantenimiento.**

Equipo Electromecánico (anual)	Hace referencia al mantenimiento de los elementos de las estaciones, de línea y de cabinas	1.5% sobre inversión de los EEMM
Obra Civil (anual)	Costos asociados a las reparaciones y elementos de mantenimiento realizados a la infraestructura civil	0.2% sobre inversión de la Obra Civil
Repuestos y consumibles (anual)	Se refiere a combustibles, lubricantes, elementos de aseo, reemplazo de equipos, accesorios y consumibles, entre otros	0.2% sobre inversión de los EEMM
Piezas electromecánicas de mayor longevidad. (cada 5 años)	Costos referentes a los equipos de mayor durabilidad	0.3% sobre inversión de los EEMM

Fuente. Laboración Propia a partir de ISIC (2017)

### 3.5 Información requerida diferenciadora de cada sistema

Con el fin de ajustar la herramienta financiera a cada línea específica de transporte por cable aéreo urbano, es necesario introducir cierta información la cual nos arrojará resultados especializados dependiendo de cada escenario, la información que se debe suministrar en cada caso se muestra en la ilustración a continuación:



**Ilustración 4. Herramienta 1 elaborada en Excel.**

Fuente. Laboración Propia.

## 4. Aplicación de la herramienta

Como resultado de esta investigación se obtiene una herramienta financiera para sistemas de transporte por cable aéreo urbano, en la cual basta con ingresar algunos datos básicos específicos de la línea que se quiera

analizar, teniendo en cuenta que fue realizado a 30 años (vida útil del sistema), se obtendrá rápidamente la tasa interna de retorno efectiva anual y el valor presente neto del proyecto.

La herramienta puede ser utilizada tanto con líneas nuevas de transporte de cable aéreo urbano, como con líneas que se vayan a integrar en su operación y mantenimiento con otras ya existentes.

#### **4.1 Aplicación de la herramienta a un sistema existente (Cable aéreo línea 2 Manizales – Villamaría)**

En el año 2013 la empresa Alianza Provalor realizó un modelo financiero para la línea de transporte por cable aéreo urbano entre la ciudad de Manizales y el municipio de Villamaría, la cual se hizo para ser operada conjuntamente con la línea I de Manizales ya existente, con 3 estaciones (Cámbulos, Betania y Fundadores).

En el modelo realizado por la empresa Alianza Provalor se tiene como resultado una tasa interna de retorno efectiva anual (TIR-EA) de 1.2% incluyendo la inflación, para hallar este valor, fue necesario realizar primero un modelo financiero independiente de la línea I, seguidamente de un modelo financiero de la línea II y, por último, un modelo que integrara los datos obtenidos de las dos líneas.

La herramienta financiera desarrollada en la presente investigación fue realizada con supuestos macroeconómicos y financieros del año 2017, los cuales deben ser ajustados (para este caso) con supuestos del año 2013, año en el que la empresa Alianza Provalor realizó el modelo con el cual se comparara el resultado.

Los datos macroeconómicos y financieros que se modificaron para este caso específico son:

- Índice de inflación: 3%
- Tasa de cambio promedio año – peso x dólar: 1900 COP
- Tasa de cambio promedio año – dólar x euro: 1.28 USD
- Gravamen al movimiento financiero: 0.2%
- DTF: 6%
- Impuestos: 25%
- Imp. De renta presuntiva: 3%

La información suministrada a la herramienta se ilustra a continuación:

Tipo de Línea	Nueva	Motriz	No. De estaciones	1
		Retorno		1
		Intermedia		0
	Operación conjunta con línea existente	Motriz		1
		Retorno		1
		Intermedia		1
		Valor Inversión Línea existente		\$ 55,200,000,000
Salario Mínimo Legal Vigente			\$	589,500
Financiamiento	Público Privado	% de Participación		
			100%	0%
Plazo Financiación (años)				3
Tarifa del Tiquete			\$	1,500
Demanda Potencial Diaria				10300
Capacidad (Pasajeros/Hora)				1400
Capacidad de Cabinas				10
Logitud de Línea (km)				0.7

**Ilustración 5.** Herramienta 2 elaborada en Excel.

Fuente. Llaboración Propia.

En la tabla se ha suministrado la misma información utilizada en el modelo utilizado por la empresa Alianza Porvalor con el cual se compara el resultado.

El modelo realizado por la Empresa Alianza Provalor fue desarrollado a 10 años y aunque no calculan el VPN, tiene como resultado una TIR de 1.2% E.A incluida la inflación.

La herramienta realizada en esta investigación se desarrolla a 30 años (vida útil del sistema) y da como resultado una TIR de 1.9% E.A incluida la inflación y un VPN de \$14,007,136,021 se puede observar que los valores TIR en los dos casos son muy cercanos, la variación puede ser debido al número de años de estimación utilizados.

## 4.2 Aplicación de la herramienta a una línea nueva de transporte por cable aéreo urbano – con viabilidad financiera.

Se ajusta la herramienta a una nueva línea de transporte por cable aéreo urbano, la cual tendría las siguientes especificaciones:

Tipo de Línea	Nueva	Motriz	No. De estaciones	1
		Retorno		1
		Intermedia		2
	Operación conjunta con línea existente	Motriz		
		Retorno		
		Intermedia		
		Valor Inversión Línea existente		
Salario Mínimo Legal Vigente			\$	781,242
Financiamiento	Público Privado	% de Participación		
			70%	30%
Plazo Financiación (años)				6
Tarifa del Tiquete				1950
Demanda Potencial Diaria				10000
Capacidad (Pasajeros/Hora)				3400
Capacidad de Cabinas				10
Logitud de Línea (km)				3.0

**Ilustración 6.** Herramienta 3 elaborada en Excel.

Fuente. Llaboración Propia.

Con la información anteriormente suministrada, la herramienta inmediatamente arroja un valor TIR de 5.89% E.A incluida la inflación y un VPN de \$1,980,650,181 valores que representan la viabilidad financiera del proyecto y que se encuentran dentro de los rangos que generalmente se tienen para este tipo de proyectos, pues se tiene en cuenta que en un proyecto de servicio público no se espera tener un alto retorno.

Aplicación de la herramienta a una línea nueva de transporte por cable aéreo urbano – sin viabilidad financiera.

En este caso se suministrarán a la herramienta datos desfavorables para un sistema de transporte por cable aéreo urbano, como lo es, un mayor financiamiento privado (bancario), menor tarifa del tiquete y menor demanda de pasajeros, se muestra a continuación:

Tipo de Línea		No. De estaciones
Nueva	Motiz	1
	Retorno	1
	Intermedia	2
Operación conjunta con línea existente	Motiz	
	Retorno	
	Intermedia	
Valor Inversión Línea existente		
Salario Mínimo Legal Vigente		\$ 781.242
Financiamiento	Público	% de Participación
	Privado	50%
Plazo Financiación (años)		6
Tarifa del Tiquete		1800
Demanda Potencial Diaria		7700
Capacidad (Pasajeros/Hora)		3400
Capacidad de Cabinas		10
Logitud de Línea (km)		3.0

**Ilustración 7.** Herramienta elaborada en Excel.

Fuente. Llaboración Propia.

Se observa que el financiamiento paso de ser 70% público a 50% y subió de 30% privado a 50%, también se disminuyó el valor del tiquete de 1,950 COP a 1,800 COP y por ultimo rebajo la demanda potencial diaria de 10,000 a 7.700 pasajeros, esto da como resultado en la herramienta financiera una TIR de -0.27% E.A incluida la inflación y un VPN de -\$56,322,073,579 valores negativos que representan la inviabilidad financiera del proyecto.

Para determinar la depreciación se utiliza el método de línea recta con la vida útil definida de acuerdo a la ley 1819 del 29 de diciembre de 2016, donde se define los parámetros de depreciación para los activos fijos en Colombia de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 4.** Factores de depreciación en Colombia.

Conceptos de bienes a depreciar	Tasa de depreciación fiscal en el año
Construcciones y edificaciones	2,22%
Acueducto, planta y redes	2,50%
Vías de comunicación	2,50%
Flota y equipo aéreo	3,33%
Flota y equipo férreo	5,00%
Flota y equipo fluvial	6,67%
Armamento y equipo de vigilancia	10,00%
Equipo eléctrico	10,00%
Flota y equipo de transporte terrestre	10,00%
Maquinaria, equipos	10,00%
Muebles y enseres	10,00%
Equipo médico científico	12,50%
Envases, empaques y herramientas	20,00%
Equipo de computación	20,00%
Redes de procesamiento de datos	20,00%
Equipo de comunicación	20,00%

Fuente. Tomado de [http://www.magistersoftware.com/index.php/novedades/19\\_magister\\_software/novedades/290\\_ley\\_1819\\_depreciacion\\_contable\\_y\\_fiscal](http://www.magistersoftware.com/index.php/novedades/19_magister_software/novedades/290_ley_1819_depreciacion_contable_y_fiscal)

## Conclusiones

Se puede concluir que la realización de una herramienta financiera para sistemas de transporte por cable aéreo requiere de un alto conocimiento técnico.

En cuanto a sistemas turísticos y de campos de esquí hay mucha información y estudios realizados, pero en sistemas urbanos no sucede lo mismo, pues solo desde el 2004 entró en operación la primera línea, lo que representa escasos conocimientos específicos y genera altos costos en la elaboración de la evaluación financiera para cada proyecto.

Después de revisar diferentes métodos de evaluación financiera para inversiones de transporte público

usados a nivel nacional e internacional, se logró estructurar una herramienta financiera de sistemas de transporte por cable aéreo urbano, que determina confiablemente la viabilidad financiera en su etapa de factibilidad de un proyecto de esta índole.

La herramienta desarrollada es fácil de utilizar pues requiere de pocos datos específicos de cada proyecto y evidencia a su vez confiabilidad en la utilización del mismo, pues en la aplicación realizada al cable aéreo Manizales – Villamaría, y en diferentes simulaciones en sistemas de transporte por cable aéreo urbano, se demostró la validez y exactitud para su utilización en proyectos de esta índole.

En el estudio se evidencia que las variables más representativas para los resultados del modelo son: tarifa del

tiquete, demanda potencial diaria, capacidad (pasajeros/hora) y longitud de línea, pues la variación de estos afecta determinantemente el resultado arrojado por la herramienta.

También, la herramienta puede mostrar diferentes escenarios para facilitar el proceso de inversión en cables, definiendo cuales posibles variables definen positiva o negativamente la viabilidad para la construcción de estos.

Se corroboró la importancia y necesidad de contar con una herramienta financiera parametrizada que permita obtener de forma rápida y confiable la viabilidad financiera de un proyectos de transporte por cable aéreo urbano en su etapa de factibilidad, pues las entidades gubernamentales y responsables del avance en movilidad de una ciudad requieren conocer la pertinencia de un proyecto de esta magnitud sin necesidad de invertir mucho tiempo y recursos económicos debido a las restricciones presupuestales y de tiempo con que cuentan en cada periodo de gobierno.

Para el área de conocimiento que se encarga de este tema, esta investigación representa elementos valiosos, pues es el primer paso a la unión de estudios financieros tanto públicos como privados con el conocimiento técnico, y que generará

un nuevo esquema parametrizado de evaluación financiera para proyectos de sistemas de transporte por cable aéreo urbano. Se espera pues que sea de utilidad tanto para la etapa de factibilidad de proyectos de este tipo, como para replicar en diferentes campos de interés.

## Bibliografía

- Acevedo, N. (2003). *Cómo se calcula la DTF?* Corfinsura.
- Álvarez, Á. (2014). *Obligaciones Laborales*. Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia.
- Banco de Desarrollo de America Latina - CAF. (2017). *Financiamiento Estructurado*. Recuperado el 22 de Agosto de 2017, de <https://www.caf.com/es/sobre-caf/que-hacemos/productos-y-servicios/financiamiento-estructurado/>
- Banco de Desarrollo de America Latina - CAF. (2017). *Prestamos*. Recuperado el 22 de Agosto de 2017, de <https://www.caf.com/es/sobre-caf/que-hacemos/productos-y-servicios/prestamos/>
- Banco de la República de Colombia. (2017). *Índice de precios al consumidor (IPC)*. Recuperado el julio de 2017, de [www.banrep.gov.co/es/ipc](http://www.banrep.gov.co/es/ipc)
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2013). *Proyectos de Transporte Urbano*. Washington, D.C.
- Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (s.f.). *Acerca del BID - Préstamos*. Recuperado el 18 de

- Agosto de 2017, de <http://www.iadb.org/es/acerca-del-bid/financiamiento-del-bid/prestamos,6029.html>
- Banco Mundial. (2017). *Products and Services*. Recuperado el 31 de Agosto de 2017, de <http://www.worldbank.org/en/projects-operations/products-and-services>
- Bancoldex. (2017). *Línea Transporte Sostenible para Sistemas de Transporte Masivo*. Recuperado el 30 de Agosto de 2017, de <https://www.bancoldex.com/Cupos-especiales-de-credito-nacionales339/Lnea-Transporte-Sostenible-Masivo.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP. (2017). *Asociaciones Público Privadas –APP – en Infraestructura en Colombia*. Bogota, Colombia.
- Findeter. (2017). *Quiénes somos?* Recuperado el 30 de Agosto de 2017, de [https://www.findeter.gov.co/publicaciones/quienes\\_somos\\_publicaciones](https://www.findeter.gov.co/publicaciones/quienes_somos_publicaciones)
- Gutiérrez, L. (Julio de 2013). *Transporte público de calidad y la movilidad urbana*. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. (2011). *Manual de procesos y procedimientos para la ejecución de Proyectos de Asociación Público-Privada*. Disonex S.A.
- Muñoz Prieto, W. (2002). *Concesiones viales en Colombia*. Tecnura 10.
- Rodríguez, J. S. (2010). *Financiamiento de infraestructura de transporte*. *Revista de ingeniería* #32. *Universidad de los Andes*, 108-116.
- Sampieri, R. H. (2006). *Metodología de* (Cuarta edición ed.), Mexico, D. F.: McGraw-Hill.
- Steer Davies Gleave. (2017). *Prefactibilidad de la Línea 3 de Cable para Manizales*. Manizales.
- Stevens, R. (15 de Agosto de 2017). *¿Qué es la Renta Presuntiva?: Tarifa, Cálculo*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2017, de <https://www.rankia.co/blog/dian/3660983-que-renta-presuntiva-tarifa-calculo>
- Varela, H. J. (Octubre de 2007). *Generalidades del Gravamen a los Movimientos Financieros (GMF) en Colombia*. UAE Dian.