



Revista Ingenierías Universidad de Medellín
ISSN: 1692-3324
Universidad de Medellín

Rojas-López, Miguel David; Ramírez-Muriel, Andrés Felipe
Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014)*
Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol. 17, núm. 32, 2018, Enero-Junio, pp. 109-128
Universidad de Medellín

DOI: <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a6>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75058047007>

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

UAEM

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

Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014)*

*Miguel David Rojas López***

*Andrés Felipe Ramírez Muriel****

Recibido: 16 / 12 / 2015 • Aceptado: 01 / 02 / 2018

DOI: 10.22395/rium.v17n32a6

Resumen

El objetivo es analizar la evolución y la relación entre inversión e infraestructura vial y el crecimiento económico de Colombia, comparando con algunos países de Latinoamérica. Adicionalmente, se establece la relación por medio de indicadores macroeconómicos e infraestructura vial, de competitividad de Colombia frente a países vecinos. Para lograrlo se analiza el histórico por medio de las distintas generaciones de concesiones que se han gestado en el período 1993-2014; se busca revisar la bibliografía asociada a la tendencia internacional de vincular mayor participación del sector privado de la economía en el desarrollo de proyectos de infraestructura vial, por medio de asociaciones público-privadas (APP) como mecanismo de vinculación.

Palabras clave: asociación público-privada; crecimiento económico; infraestructura vial.

* Artículo derivado de la investigación del trabajo de grado de Maestría del Ingeniero Andrés Felipe Ramírez Muriel, elaborada en el Centro de Investigación y Consultoría Organizacional (Cinco) financiada con recursos propios

** Ph. D. Ingeniería, Profesor Asociado, Director Centro de Investigación y Consultoría Organizacional (Cinco), Departamento de Ingeniería de la Organización, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Carrera 80 N.º 65-223 Bloque M8B oficina 9803, Medellín, Colombia. Teléfono: (+574) 425 5309. mdrojas@unal.edu.co

*** Magíster en Ingeniería Administrativa, Universidad Nacional de Colombia, especialista Gerencia de Proyectos de la Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA), ingeniero civil de la Universidad Nacional de Colombia. aframir1@unal.edu.co

Investment in Road Infrastructure and Its Impact on the Economic Development: An Analysis Approach to the Infrastructure Case in Colombia (1993-2014)

Abstract

The objective of this article is to analyze the evolution and the relationship between investment and road infrastructure and the economic development of Colombia, making a comparison with some Latin American countries. Furthermore, the relationship through macroeconomic indicators and road infrastructure is established, including Colombia's competitiveness compared to neighbor countries. In order to achieve this, the historical records are analyzed through different generations of concessions which have been created between 1993 and 2014; the article is further intended to review the bibliography associated to the international tendency to involve more participation of private sector in the development of road infrastructure projects through public and private associations as the specific involvement mechanisms.

Keywords: public and private association; economic development; road infrastructure.

Investimento em infraestrutura viária e seu impacto no crescimento económico: aproximação de análise ao caso infraestrutura na Colômbia (1993-2014)

Resumo

O objetivo é analisar a evolução e a relação entre investimento e infraestrutura viária e o crescimento econômico da Colômbia, comparando alguns países da América Latina. Adicionalmente, estabelece-se a relação a partir de indicadores macroeconômicos e infraestrutura viária, de competitividade da Colômbia frente aos países vizinhos. Para tanto, analisa-se o histórico por meio das diferentes gerações de concessões que foram geridas no período de 1993 a 2014 e busca-se revisar a bibliografia associada à tendência internacional de vincular uma maior participação do setor privado da economia no desenvolvimento de projetos de infraestrutura viária por meio de parcerias público-privadas (PPP) como mecanismos de vinculação.

Palavras-chave: associação público-privada; crescimento econômico; infraestrutura viária.

INTRODUCCIÓN

Durante el primer período de Eduardo Santos, cuando estalló la Segunda Guerra Mundial, la economía colombiana, junto con la mayor parte de Suramérica, desempeñó el papel de proveedor de materias primas para abastecer la demanda mundial, fortaleciéndose con el tiempo como proveedor de *comodities* y centrando la mayor parte del potencial productivo en el sector primario de la economía.

En un país donde la mayor parte del transporte de carga es terrestre, la falta de desarrollo de infraestructura vial se ubica como uno de los principales limitantes para mejorar los indicadores productivos y competitivos que impactan sobre el crecimiento económico del país.

En las últimas dos décadas (1993-2014) se impulsaron, al nivel nacional, algunas experiencias en asociaciones público-privadas (APP), como mecanismos para vincular recursos privados al desarrollo de infraestructura vial. En el marco de las APP, se conformaron agrupaciones contractuales, llamadas generaciones de concesiones, que permitieron el crecimiento de la malla vial nacional; actualmente se desarrolla la cuarta generación de concesiones y se prepara la quinta generación.

1. INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA

En el período presidencial de César Gaviria Trujillo, 1990-1994, se dio la apertura económica del Estado colombiano, evento que permitió la comercialización de productos nacionales con el mercado internacional. Fue en este período cuando se firmó la primera concesión vial para la vía Bogotá-Villavicencio (1994), mediante la cual el Estado buscaba aliviar la demanda de los limitados recursos públicos que restringían el desarrollo de la red vial, en acuerdo con la tendencia internacional en la conformación de concesiones para la construcción de nuevas vías [1].

Sin embargo, antes de empezar a ejecutar las concesiones, el Gobierno nacional, mediante Decreto 2171 de 30 de diciembre de 1992, da forma al Instituto Nacional de Vías (Invías), que inicia labores en 1994. Según el decreto en mención se crea un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, adscrito al Ministerio de Transporte, con el objetivo de ejecutar las políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo de la Nación. Invías es, entonces, la entidad de orden nacional encargada del desarrollo de las concesiones viales de primera generación.

Con la creación del Invías se incorporan estrategias de inversión para la creación de nuevas vías en la infraestructura vial del Estado colombiano; de esta forma se incorporan los proyectos financiados 100% por el sector privado en desarrollo de la metodología de contratación por concesión.

La Ley 80 de 1993 expresa en el artículo 32 que los contratos de concesión “son los que celebran las entidades estatales con el objeto de otorgar a una persona llamada concesionario 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 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”.

Las concesiones en Colombia evolucionan en acuerdo con la reglamentación; entre ellas se encuentran: la Ley 80 de 1993 (o Estatuto General de Contratación), la Ley 105 de 1993 (que dictó funciones a las entidades del sector transporte), y la Ley 99 de 1993 (mediante la cual se creó el Ministerio del Medio Ambiente y se establecieron políticas de protección ambiental) [2].

Durante el fortalecimiento del sector transporte, INVIAST asumió nuevas funciones y la estructura interna cambió con los Decretos 2056 y 2067 del 24 de julio de 2003; al conformarlo como organismo adscrito al Ministerio de Transporte, el Instituto Nacional de Vías pasa a la Rama Ejecutiva.

En el año 2003 mediante el Decreto 1800, se crea el Instituto Nacional de Concesiones (INCO), entidad que tiene por objeto: “planear, estructurar, contratar, ejecutar y administrar los negocios de infraestructura de transporte que se desarrollen con participación del capital privado y en especial las concesiones, en los modos carretero, fluvial, marítimo, férreo y portuario”.

Luego, INCO evoluciona a la llamada Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) la cual asume las responsabilidades de la anterior, modificando la figura jurídica e impactando en todos los sectores sujetos de concesión con mayor transparencia y efectividad en acuerdo con la normativa vigente (ver figura 1).

1.1 Concesiones viales en Colombia

La tendencia mundial de países desarrollados como Estados Unidos, China, Brasil, Chile y otros, donde se desarrollan desde los años 50 asociaciones público-privadas tipo concesión, como mecanismo dinámico que permite participación de capitales privados en la creación y consolidación de la infraestructura vial de cada país, es una muestra de la viabilidad del modelo. Este esfuerzo permite al sector público y privado lograr estándares aceptables de competitividad al nivel financiero en una economía globalizada que requiere satisfacer la demanda creciente por infraestructura, necesaria para el crecimiento del sector transporte de carga y pasajeros.

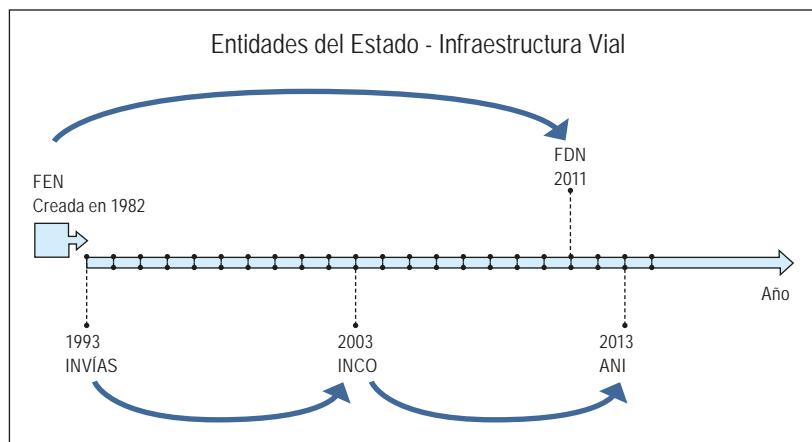


Figura 1. Línea de tiempo entidades del Estado-infraestructura vial.

Fuente: elaboración propia

En Colombia el 80% de la carga se transporta por tierra [3]; por ello, es necesario priorizar las inversiones en nuevas vías y el mejoramiento de la infraestructura existente, con objeto de asegurar la infraestructura para una economía competitiva. El Estado colombiano ha establecido, dentro de los planes de desarrollo, la hoja de ruta para promover el desarrollo de la red de infraestructura vial; de esta forma se gestaron para la construcción de nuevas vías las concesiones I, II, III, y actualmente en procesos de licitación o ejecución, la IV generación, llamadas en forma abreviada 1G, 2G, 3G y 4G.

Como se aprecia en la figura 2. Línea de tiempo concesiones viales en Colombia, las concesiones viales en Colombia se desarrollaron en forma discontinua a lo largo de la historia, presentando la mayor duración durante el desarrollo de la tercera generación (9 años).

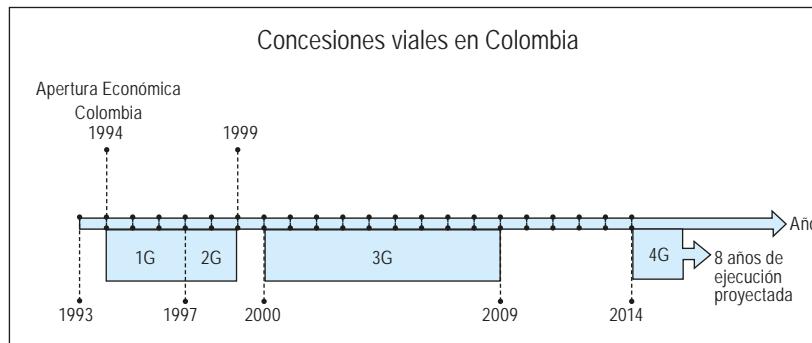


Figura 2. Línea de tiempo concesiones viales en Colombia

Fuente: elaboración propia

2. CRECIMIENTO ECONÓMICO

Al nivel internacional existen algunas entidades mundialmente reconocidas, como el Foro Económico Mundial (FEM), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), entre otras, que realizan en forma permanente seguimiento al desarrollo de los países, utilizando para ello la medición de indicadores entre los que se cuentan: macroeconómicos, demográficos, inversiones, mercado de valores y competitividad. Lo anterior, con el objeto de alertar a los inversores acerca de los riesgos favorables o desfavorables, que pudieran presentarse en el entorno durante el desarrollo de las oportunidades para inversión. Esta información es utilizada por las naciones, como el referente para evaluar en forma comparativa la posición estratégica frente a competidores en el mundo.

2.1 Producto interno bruto (PIB)

Este indicador busca establecer la capacidad de una nación para producir riqueza. A continuación, en la tabla 1, se presentan datos históricos de los últimos 10 años asociados a Colombia y algunos países vecinos, con el fin de evidenciar la variación a lo largo del tiempo [4].

Los indicadores negativos registrados en el año 2009 (tabla 1) se deben al colapso del mercado de capitales debido a la burbuja inmobiliaria que afectó al sector bancario y obligó a los países en general a redirigir los recursos del Estado en estrategias sociales que evitaran el colapso de la economía nacional [5].

En relación con la tabla 1 se observa una disminución de la tasa de crecimiento del PIB hacia el año 2009 y una recuperación posterior, fijándose sobre el 4,55% para el año 2014. Cabe anotar que durante la coyuntura del año 2009 Colombia no presentó crecimiento negativo (contracción económica) como ocurrió en algunos países vecinos, debido a políticas conservadoras del Estado en materia de inversión, que sirvieron como escudo para aminorar el impacto negativo de la burbuja inmobiliaria.

En relación con el promedio de crecimiento latinoamericano del PIB, Colombia presenta durante los últimos años, crecimiento sostenido, luego de la contracción económica del año 2009, alcanzando para el año 2014 tasas superiores a Chile y Perú.

2.2 Competitividad

En acuerdo con el documento Conpes [6], “La competitividad es el resultado de la interacción de múltiples factores relacionados con las condiciones que enfrenta la actividad empresarial y que condicionan su desempeño, como infraestructura,

recursos humanos, ciencia y tecnología, instituciones, entorno macroeconómico, y productividad”.

Tabla 1. Comparación PIB Colombia y algunos países de América, con información de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe –Cepal– (2014)

<i>Tasa de crecimiento producto interno bruto (PIB) total anual a precios constantes (%)</i>											
<i>País</i>	<i>Años</i>										
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Brasil	5,66	3,15	4,00	6,01	5,02	-0,23	7,57	3,92	1,76	2,74	0,15
Chile	6,04	5,56	4,59	4,60	3,66	-1,04	5,75	5,84	5,46	4,23	1,89
Colombia	5,33	4,71	6,70	6,90	3,55	1,65	3,97	6,59	4,04	4,94	4,55
Ecuador	8,21	5,29	4,40	2,19	6,36	0,57	3,53	7,87	5,22	4,64	3,80
México	4,21	3,08	4,98	3,22	1,38	-4,74	5,20	3,92	4,03	1,44	2,10
Perú	4,96	6,29	7,53	8,52	9,14	1,05	8,45	6,45	5,95	5,76	2,40
Uruguay	11,82	6,62	4,10	6,54	7,18	4,24	7,80	5,16	3,32	5,10	3,50
Venezuela	18,29	10,32	9,87	8,75	5,28	-3,20	-1,49	4,18	5,63	1,34	-4,00
América Latina	6,05	4,48	5,39	5,75	3,98	-1,16	6,27	4,74	2,93	2,88	1,13

Fuente: elaboración propia basada en [4]

En acuerdo con el Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación –SNCCTI–, algunos de los principales indicadores de competitividad al nivel internacional son: índice global de competitividad (IGC) a cargo del FEM; el índice Infrascope, a cargo del Fondo Multilateral de Inversiones (FMI), entidad del BID que invierte en el desarrollo de infraestructura 4G [5].

2.3 Índice global de competitividad (IGC) FEM

El FEM es una entidad no gubernamental, sin ánimo de lucro que asocia a los expertos y a los principales actores de la economía mundial con el objetivo de generar estrategias que propendan al desarrollo de la economía global, fomentando la cooperación público-privada como espíritu de desarrollo para la población mundial.

Colombia debe responder a las necesidades internas y mejorar el índice de competitividad (ver figura 3), debido a que desde el año 2006 hasta el 2014 el desempeño se ha ubicado entre los puestos 60 y 70.

De acuerdo con las evaluaciones del Foro Económico Mundial realizar inversiones en infraestructura mejora la posición competitiva de los países. Colombia se ubica en el puesto 66 en el año 2014 [7], según el índice global de competitividad (IGC), creado desde el año 1979.

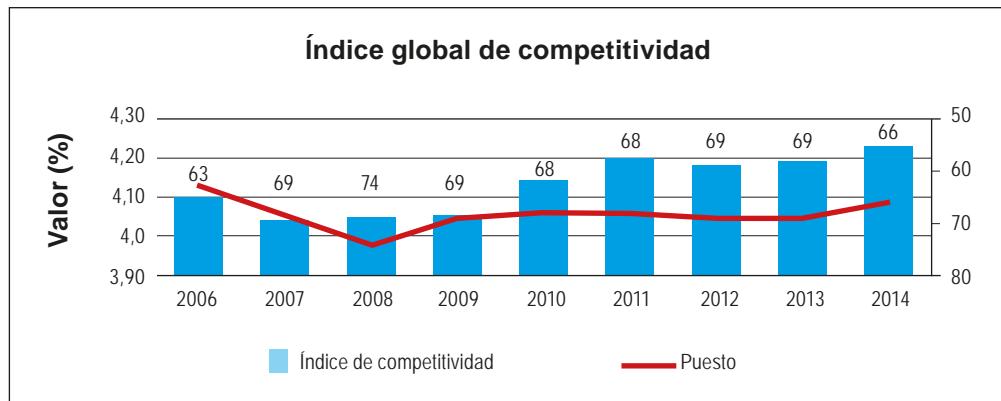


Figura 3. Índice global de competitividad Colombia.

Fuente: DNP adaptado por los autores con información del Foro Económico Mundial

El índice IGC es la consolidación ponderada de 12 pilares de análisis que se desglosan en la tabla 2, se identifica, entre otros factores, la infraestructura como componente de los requerimientos básicos que determinan el nivel de competitividad del país. Se evidencia en la tabla 2 que en infraestructura Colombia se ubica lejos del promedio, teniendo en cuenta los casi 150 países analizados.

2.4 *Infrascope (BID)*

El BID es una entidad bancaria conformada por 48 países, en su mayoría de América Latina y el Caribe, que tiene por objetivo incentivar el desarrollo sostenible y respetuoso con el clima. Adicionalmente, posee el Fondo de Operaciones Especiales, que provee financiamiento blando a los países miembros más vulnerables.

En el año 2012, a través del Fondo Multilateral de Inversiones del BID, se configuró el índice “*Infraescope*”, el cual es un indicador que varía de 0 a 100. En este indicador se evaluó la capacidad de los países de América Latina y el Caribe para llevar a cabo asociaciones público-privadas (APP). Para su evaluación se consideran aspectos como: marco jurídico, institucionalidad, madurez operativa, el entorno político-empresarial-

social de la inversión y las facilidades financieras [8].

De la Este aumento está ligado a la Ley 1508 de 2012 y al Decreto1467 de 2012, definiendo herramientas aplicables para el desarrollo de APP., es posible afirmar que Colombia en los últimos años incrementó la participación del sector público en los proyectos nacionales por medio de las asociaciones público-privadas, impactando favorablemente al indicador *infraescope* que pasó de 55,3 en 2010 a 59,5 en 2012, y a 61 en 2014; así Colombia se posicionó como el quinto mejor país de Latinoamérica después de Chile, Brasil, Perú y México.

Este aumento está ligado a la Ley 1508 de 2012 y al Decreto1467 de 2012, definiendo herramientas aplicables para el desarrollo de APP.

Tabla 2. Calificación de competitividad –FEM–

Escalafón general	Posición absoluta			
	2014	2013	2012	2011
Número de países	144	148	144	142
Posición general	66	69	69	68
Requerimientos básicos	78	80	77	73
Instituciones	111	110	109	100
Infraestructura	84	92	93	85
Entorno macroeconómico	29	33	34	42
Salud y educación primaria	105	98	85	78
Factores que mejoran la eficiencia	63	64	63	60
Educación Superior y capacitación	69	60	67	60
Eficiencia del mercado de bienes	109	102	99	99
Eficiencia del mercado laboral	84	87	88	88
Desarrollo del mercado financiero	70	63	67	68
Preparación tecnológica	68	87	80	75
Tamaño del mercado	32	31	31	32
Factores de innovación y sofisticación	64	69	66	56
Sofisticación de los negocios	62	63	63	61
Innovación	77	74	70	57

Fuente: [7] con adaptación de los autores

Tabla 3. Índice desarrollo de asociaciones público-privadas –*Infrascope*–

Puesto	País	2010	2012	2014
1	Chile	79,4	76,4	76,6
2	Brasil	71,9	71,3	75,4
3	Perú	68,1	69,6	70,5
4	México	58,1	63,8	67,8
5	Colombia	55,3	59,5	61,0
6	Uruguay	34,8	49,5	52,9
7	Guatemala	40,9	43,2	46,3
8	Jamaica	26,6	30,2	44,4
9	El Salvador	30,7	38,2	41,6
10	Costa Rica	32,6	38,8	39,0
11	Honduras	24,2	33,7	37,7
12	Paraguay	24,7	28,9	37,0
12	Trinidad y Tobago	32,2	34,3	37,0
14	Panamá	36,4	34,0	34,0
15	República Dominicana	24,0	25,7	24,2
16	Ecuador	12,4	19,9	22,1
17	Nicaragua	17,1	20,4	20,6
18	Argentina	30,3	17,5	16,0
19	Venezuela	5,3	5,1	3,2

Fuente: elaboración propia con información de [8]

3. IMPACTO EN CRECIMIENTO, SECTOR TRANSPORTE

La inversión en el sector transporte se desarrolló de manera marginal durante los últimos 20 años (figura 4), generando retrasos logísticos en el país que se evidencian en los bajos impactos derivados de acuerdos de libre comercio, debido a los altos costos para el transporte en Colombia.

Sin embargo, mediante la implementación de las concesiones de cuarta generación (4G) a partir del año 2014, el Estado colombiano pretende franquear el déficit de infraestructura del sector y apalancar el desarrollo económico del país.



Figura 4. Inversión en transporte con participación privada Colombia.

Fuente: elaboración propia con información del Banco Mundial (2014)

En acuerdo con las inversiones iniciales requeridas por el Estado para dar inicio a los proyectos de infraestructura vial, este dispone de una fuente de recursos públicos provenientes de regímenes tributarios. La figura 5 presenta el recaudo por concepto de ingresos tributarios en los países analizados, en orden de magnitud: Chile, Perú y Colombia. El mismo orden es concordante con los reportes de competitividad *infrascope*.

Colombia desarrolla políticas tributarias satisfactoriamente para la Nación, al lograr un mayor recaudo desde el 1993 con 8,1% del PIB, hasta alcanzar 14,3% del PIB para 2014, cifra similar alcanzada por Chile en el año 2009 durante la crisis económica mundial. Esto significa que Colombia tiene la capacidad de recaudar impuestos a niveles aceptables, aun en tiempos de recesión.

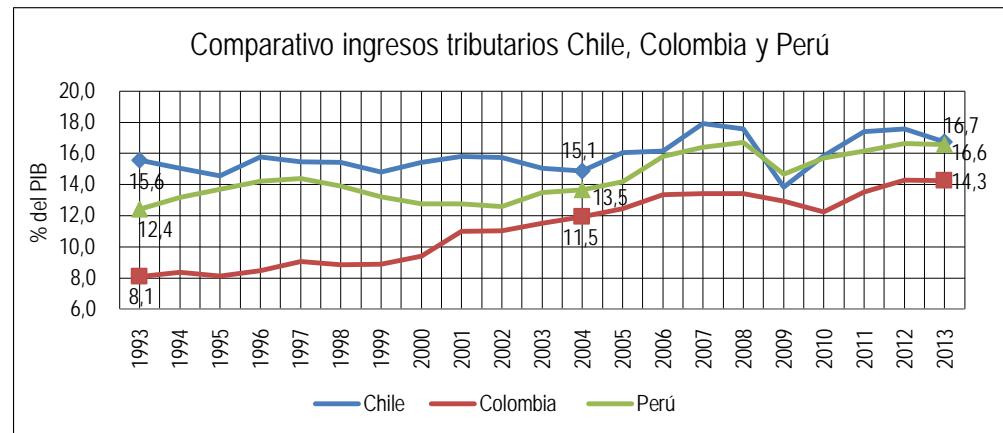


Figura 5. Comparativo ingresos tributarios – Chile, Colombia y Perú.

Fuente: elaboración propia con información de [4]

La figura 6 presenta el crecimiento del PIB durante las últimas dos décadas, para Colombia, Chile y Perú. Desde el año 1993 hasta 2014 Colombia muestra mejor desempeño que sus vecinos latinoamericanos. La pendiente de la curva entre 1998-1999 coincide con la crisis financiera experimentada por Colombia, donde uno de los componentes es asociado al aumento en las tasas que influyen desfavorablemente en el precio de la propiedad raíz [9].

Es posible identificar en la figura 6 el cambio de pendiente de las tres curvas en el período 2008-2009, asociado a la crisis financiera experimentada en el mundo.

La figura 7 muestra que Colombia, a partir del año 2009, sobre pasó en forma reiterada el índice de construcción de Chile y Perú, alcanzando para el año 2014 un índice de construcción de 7,94% del PIB.

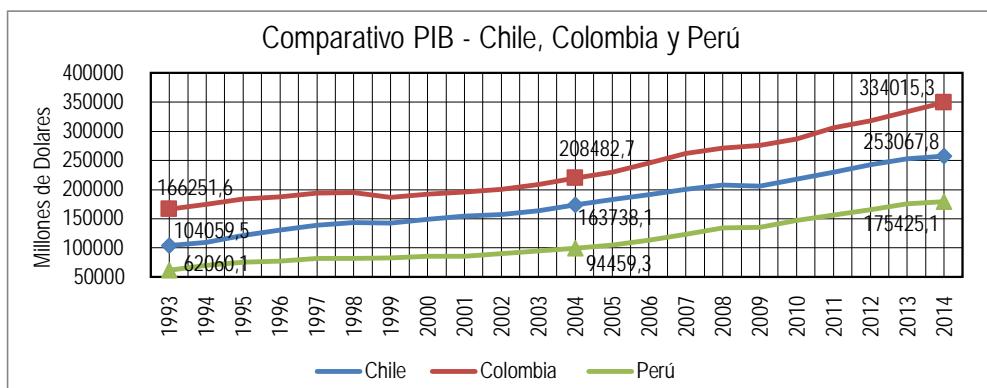


Figura 6. Comparativo PIB – Chile, Colombia y Perú.

Fuente: elaboración propia con información de [4]

Un análisis similar determina que durante el período comprendido entre 1994 y 2000 Colombia experimentó una contracción en el índice de construcción, contrario a lo sucedido con el PIB durante el mismo período de tiempo, lo cual puede ser explicado por otros aspectos macroeconómicos.

Luego, en el período 2009-2010 se observó una caída en la tendencia del índice de construcción para Colombia, caída que se asocia con la crisis financiera con menor impacto sobre la economía colombiana, evidenciando efectos en la información. Se reconoce que dineros del sector privado pueden apoyar el desarrollo de la infraestructura vial debido a la incapacidad del Estado para ejecutar obras de infraestructura de gran impacto [10].



Figura 7. Comparativo Índices de construcción – Chile, Colombia y Perú.

Fuente: elaboración propia con información de [4]

En relación con el desarrollo de las vías, el Foro Económico Mundial, en los informes anuales de competitividad, reportó desde el año 2006 el impacto de las inversiones en infraestructura vial y el efecto sobre la calidad de vías.

La figura 8 presenta en forma comparativa los índices de calidad de vías entre Chile, Perú y Colombia, donde se evidencia la mejora progresiva de Perú sobre Colombia desde el 2006, al tiempo que se reporta la calidad de las vías de Chile como superiores a Perú y Colombia.

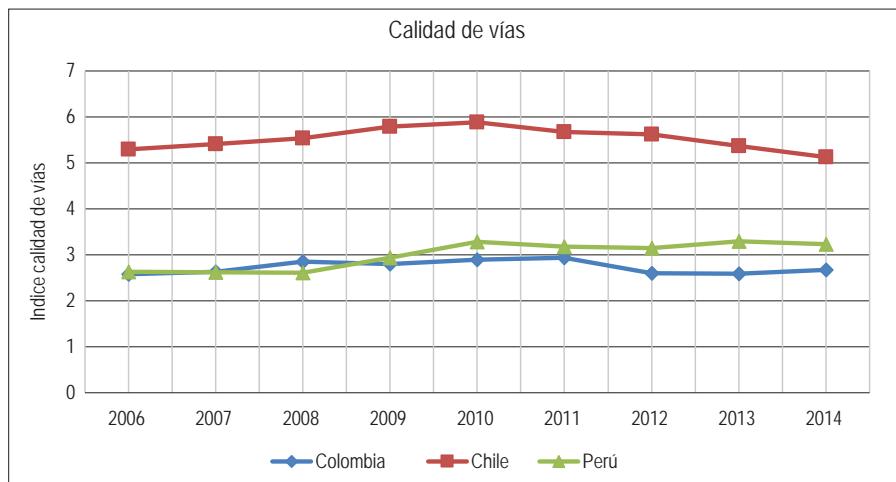


Figura 8. Calidad de vías.

Fuente: elaboración propia con información de [4]

En forma similar, la figura 9 presenta la evolución de los indicadores de calidad en infraestructura en los países analizados. Se resalta la relativa paridad del desarrollo entre Perú y Colombia.

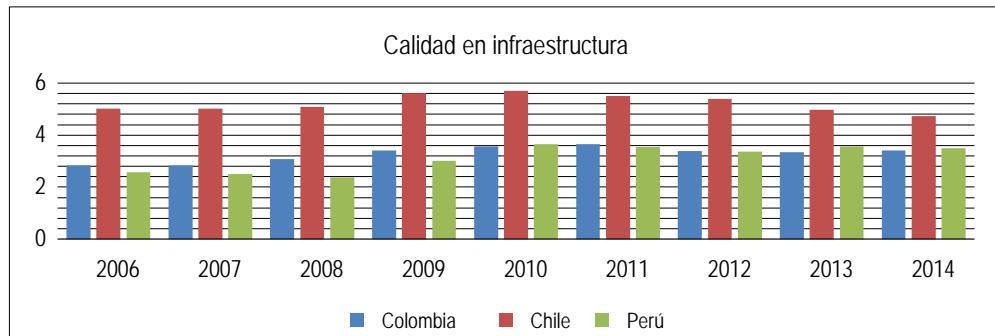


Figura 9. Comparativo Calidad en infraestructura.

Fuente: elaboración propia con información de [4]

3.1 Análisis de interrelación

Utilizando las series históricas de las variables macroeconómicas y aquellas asociadas a la inversión con capital privado en el sector de infraestructura vial, se analizan en forma general las interrelaciones y correlaciones entre las variables.

Se hace un análisis estadístico general mediante la evaluación de ajuste al modelo lineal proporcionado por el coeficiente de determinación o R², el cual se consolida en la tabla 4, asociando las variables de inversión en transporte y el PIB.

Tabla 4. Resumen de estadísticas para el análisis de regresión del valor acumulado de inversión en transporte con participación privada versus el PIB.

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,919470392
Coeficiente de determinación R ²	0,845425803
R ² ajustado	0,837697093
Error típico	1.8615e+23
Observaciones	22

Fuente: elaboración propia con información de [4]

De acuerdo con los resultados consolidados en la tabla 4, puede explicarse que el 84,5% del PIB se atribuye a la asociación lineal con el valor acumulado de inversión en transporte con participación privada.

Tomando como referencia la información anual recopilada asociada al período 1993-2014, se analizó la interrelación entre las variables PIB y valor acumulado de la inversión en transporte con capital privado en forma gráfica (ver figura 10), el cual presenta una relación directa creciente, dado que si se incrementa el valor acumulado de la inversión, asimismo lo hace el valor del PIB.

A partir de la información anual recopilada se analizó la interrelación entre el PIB y el valor acumulado de la inversión en transporte con capital privado (ver figura 10), el cual presenta una relación creciente y positiva dado que si se incrementa el valor acumulado de la inversión, asimismo lo hace el PIB.

Al realizar en análisis del modelo de regresión lineal simple, se observa que bajo el análisis de varianza que se muestra en la tabla 5, el modelo de regresión es significativo bajo el estadístico F, con un valor $p = 0,001473 < \alpha = 0,05$.

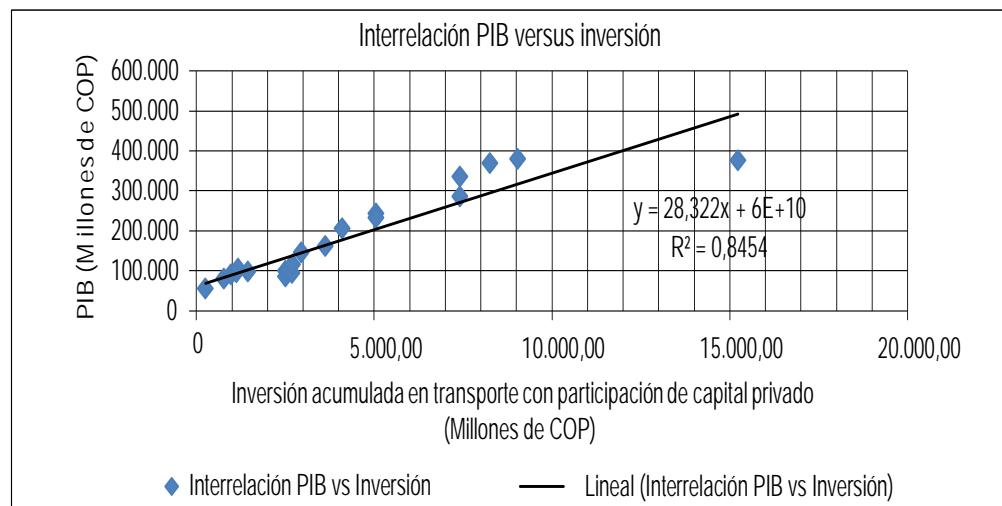


Figura 10. Interrelación PIB vs. inversión modelo lineal.

Fuente: elaboración propia

Tabla 5. Análisis de varianza de PIB Inversión.

Analysis of Variance Table				
Response: Y				
	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value
X	1	1,0549e+23	1,0549e+23	13,033
Residuals	23	1,8615e+23	8,0936e+21	
Signif. codes:				
0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘,’ 0,1 ‘ ’ 1				

Fuente: elaboración propia

Los coeficientes de la regresión se muestran en la tabla 6, donde tanto el intercepto como el coeficiente β_1 , es decir, el coeficiente de la variable inversión, son significativos al tener un valor $p < 0,05$ bajo la distribución T-student. Con base en esta información se puede inferir que la relación existente entre las variables estudiadas es estadísticamente significativa.

Por último, se analizó si la relación podría determinarse por medio de un modelo de regresión lineal, así que se probaron los supuestos de normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad en los residuos del modelo, con el fin de mostrar la estabilidad del mismo. En la figura 11, se muestra el supuesto de aleatoriedad de los residuos ya que no se observa patrón alguno en el cuadrante (1, 1) de la gráfica; la normalidad de los residuos es otro de los supuestos que se cumplen; si se observa en el cuadrante (1, 2) el gráfico de probabilidad normal se ajusta a una línea recta y no se presentan puntos atípicos. En los cuadrantes (2, 1), y (2, 2) se puede comprobar el supuesto de homocedasticidad, al no presentar una tendencia clara en los errores estandarizados y cuando la totalidad de los datos se encuentren dentro de las bandas de la transformación de *Cook*.

Tabla 6. Análisis de coeficientes de la regresión

lm(formula = Y ~ X)				
Residuals:				
Min	1Q	Median	3Q	Max
-9,019e+10	-7,104e+10	-4,017e+10	5,465e+10	2,105e+11
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	6,018e+10	2,143e+10	6,429	1,47e-06 ***
X	2,832e+01	8,767e+00	3,610	0,00147 **
Signif. codes:				
0 ‘***’ 0,001 ‘**’ 0,01 ‘*’ 0,05 ‘,’ 0,1 ‘ ’ 1				

Fuente: elaboración propia

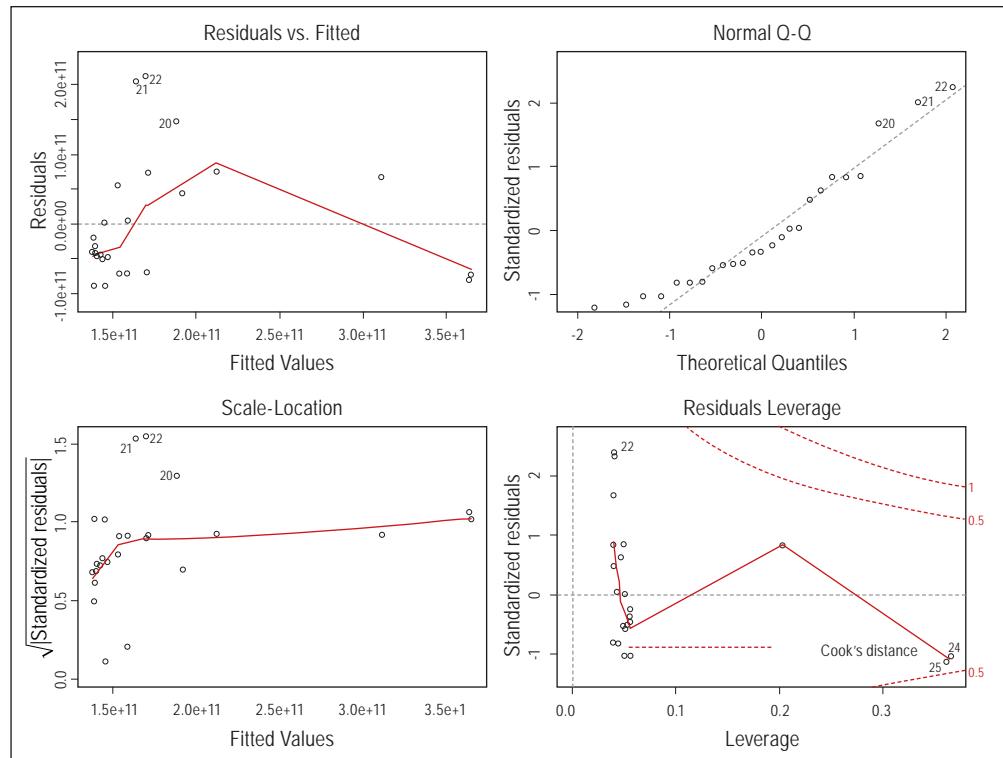


Figura 11. Supuestos del modelo de regresión lineal simple entre las variables PIB e Inversión.

Fuente: elaboración propia

De lo anterior se puede comprobar la existencia de la relación y que el modelo es apto para realizar inferencias. Por tanto, como una primera aproximación podrá considerarse acertada, en la medida que la base de datos que la conforma posea una mayor cantidad de datos históricos, y que el coeficiente R-2 se acerque más al 100% (ver tabla 7).

La tabla 8 presenta los resultados del análisis de correlación entre las variables macroeconómicas e inversión en transporte con participación privada, considerando a esta última como la variable dependiente.

Tabla 7. Análisis de la relación

lm(formula = Y ~ X)
Residuals:
Min 1Q Median 3Q Max
-9,019e+10 -7,104e+10 -4,017e+10 5,465e+10 2,105e+11
Coefficients:
Estimate Std. Error t value Pr(> t)
(Intercept) 6,018e+10 2,143e+10 6,429 1,47e-06 ***
X 2,832e+01 8,767e+003,610 0,00147 **
Signif. codes:
0 '***' 0,001 '**' 0,01 '*' 0,05 ';' 0,1 ' ' 1

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Inversión en transporte con participación privada versus PIB Colombia & Inflación & Gasto Nacional bruto & Índice de construcción

	<i>Inversión en transporte con participación privada</i>		<i>Peso</i>	<i>Orden</i>
	<i>Correlación</i>	<i>N</i>		
PIB Colombia	0,633	22	76,30%	1. ^o
Inflación	-0,277	22	14,60%	2. ^o
Índice de construcción	0,21	22	8,40%	3. ^o
Gasto nacional bruto (% del PIB)	0,06	22	0,70%	4. ^o

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con los resultados del análisis de correlación entre las variables registradas en la Tabla 8, considerando como variable dependiente la inversión en transporte, se afirma que incrementar el gasto nacional no tiene relación directa con la inversión en transporte.

Puede concluirse que las variables inflación e índice de construcción tienen impacto moderado sobre la variable de inversión en transporte, en forma inversa, la primera, y en forma directa, la segunda.

La Tabla 9 presenta el resultado del análisis a las correlaciones existentes entre las variables macroeconómicas y la inversión en infraestructura que se calcula con base a la ecuación 1, considerando el PIB nacional como la variable dependiente del análisis y organizando el orden de presentación de las variables de acuerdo con su peso o impacto porcentual, el cual se calcula con base en las correlaciones de la ecuación (1):

$$Peso_i = \frac{r_i^2}{\sum_i^n r_i^2} \quad (1)$$

Donde:

- r_i , representa el resultado de la correlación i
- P_i , representa el peso de cada variable i

Tabla 9. PIB Colombia versus inversión en transporte con participación privada e inflación & índice de construcción CORRELACIONES PIB Colombia.

	PIB Colombia		Peso	Orden
	Correlación	N		
Inversión en transporte con participación privada	0,633	22	50,70%	1. ^o
Inflación	-0,585	22	43,40%	2. ^o
Índice de construcción	-0,215	22	5,90%	3. ^o

Fuente: elaboración propia con información del Banco Mundial (2014)

De acuerdo con la Tabla 9, es posible afirmar que un incremento en la inversión en transporte, con recursos privados, tiene relación directa sobre el incremento en el PIB mediante una correlación positiva del 0,633 y un impacto respecto a las variables analizadas del 50,7%.

CONCLUSIONES

Las asociaciones público-privadas (APP) son como mecanismos de contratación eficientes para el desarrollo de infraestructura vial, identificando la concesión mixta con aportes del concesionado y del Estado, como la modalidad más usada en el desarrollo de las generaciones de concesiones viales: 1G, 2G y 3G.

Analizados los índices de calidad en infraestructura vial y desarrollo económico en el período 2006-2014, se concluye que Colombia mejoró el índice de calidad vial en 1,5% y el PIB se incrementó en un 42,34%.

El Banco Interamericano de Desarrollo, el Foro Económico Mundial y el Banco Mundial coinciden en que Colombia ha mejorado sus indicadores de competitividad al

nivel internacional entre los años 1993 a 2014, al tiempo que incrementó sus inversiones en infraestructura y construcción hasta en 7,94% del PIB para el año 2014.

El análisis anterior no representa un análisis econométrico riguroso, debido a que los conceptos estudiados desde el punto de vista ingenieril tratan de relacionar variables macroeconómicas con inversiones en infraestructura, es decir, cómo es el comportamiento económico con relación a las inversiones en Colombia.

De acuerdo con los resultados, puede concluirse que las variables inflación e índice de construcción tienen impacto moderado sobre el resultado de la variable de inversión en transporte, dado que sus correlaciones con esta variable son inferiores al 0.50.

Adicionalmente, puede concluirse que un incremento en la inversión privada en transporte tiene una relación directa positiva sobre el incremento en el PIB, dado la correlación que los vincula es positiva del 63,3%.

REFERENCIAS

- [1] R. F. A. Serrano, “La interventoría en los contratos de concesión vial en Colombia”, Bucaramanga, Universidad Pontificia Bolivariana, 2009.
- [2] W. M. Prieto, “Concesiones viales en Colombia”, *Tecnura*, vol. 10. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, área ingeniería Bogotá, pp. 18–26, 2002.
- [3] G. J. P. V, “La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia”, *Centro de Estudios Económicos Regionales*, n.º 64. Banco de la República - Colombia, Cartagena, p. 73, 2005.
- [4] “Doing Business en Colombia - Doing Business - Banco Mundial”. [Online]. Available: <http://espanol.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/colombia/>. [Accessed: 13-Apr-2014].
- [5] CAF. (2010). Informe Anual 2009 (Informe Anual). Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/294>
- [6] C. Rentería, “Documento Conpes 3439,” Institucionalidad y principios rectores de política para la competitividad y productividad. Bogotá, agosto de 2006.
- [7] D. N. de Planeación, “Consejo Nacional de Política Económica y Social - Conpes 3760,” Bogotá, 2013.
- [8] D. B. Vanesa Sánchez, “Evaluando el entorno para las asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe Infrascope 2010,” Londres, Inglaterra, 2010.
- [9] J. D. Uribe, “Algunas lecciones relevantes aprendidas de la crisis financiera colombiana de 1998-1999,” Bogotá. Banco de la República, 2008.
- [10] J. D. González, M. D. Rojas, S. Botero, M. Arboleda. Project Finance y Asociaciones público-privadas para la provisión de servicios de infraestructura en Colombia. *Obras y Proyectos* 16, 61-82.