

INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL Y CRECIMIENTO ECONÓMICO:
REVISIÓN PARA ANTIOQUIA (COLOMBIA) 2017

YEIMY YANETH SALAS MEJÍA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS
MEDELLÍN

2020

INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL Y CRECIMIENTO ECONÓMICO:
REVISIÓN PARA ANTIOQUIA (COLOMBIA) 2017

YEIMY YANETH SALAS MEJÍA

Trabajo de grado para optar al título de Economista

ASESOR:

GUILLERMO DAVID HINCAPIE VÉLEZ

Maestría en Ciencias Económicas

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN Y NEGOCIOS

MEDELLÍN

2020

CONTENIDO

RESUMEN	5
Palabras Clave:	6
Clasificación JEL	6
ABSTRACT	6
Keywords:	6
JEL Classification:	6
INTRODUCCIÓN.....	7
ESTADO DEL ARTE.....	10
MARCO TEÓRICO.....	13
METODOLOGÍA.....	15
HALLAZGOS.....	21
Estimación:	21
Escenario Prospectivo:	24
CONCLUSIONES.....	31
BIBLIOGRAFÍA	32

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Variable dependiente
- Tabla 2. Variables independientes
- Tabla 3. Resultados de la estimación econométrica
- Tabla 4. Condición de Normalidad de los Errores
- Tabla 5. Variación porcentual: Pronóstico

LISTA DE ECUACIONES

- Ecuación econométrica 1. Ecuación econométrica Estimación
- Ecuación econométrica 2. Ecuación econométrica pronóstico

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Pib real 2017 vs. Yestimada10: Municipios de Antioquia (Jardín-Yolombó)
- Gráfico 2. Pib real 2017 vs. Yestimada10: Municipios de Antioquia (Abejorral-Ituango)

Inversión en infraestructura vial y crecimiento económico: revisión para Antioquia (Colombia) 2017

Por: Yeimy Yaneth Salas Mejía

Guillermo David Hincapié Vélez

Universidad Pontificia Bolivariana

Resumen

Antioquia es considerado como uno de los departamentos más importantes de la Región Andina, que, a su vez, es la más poblada, la más activa y la segunda región más grande del país. Es sabido que un departamento de estas características debe ser un foco importante de inversión pública, pero no se ha prestado demasiado interés en la manera en que se han venido haciendo estas inversiones, ni el impacto social y económico que conlleva. Siendo este último aspecto, esencial y propicio para el crecimiento económico del país.

En este orden de ideas, este trabajo tiene como propósito identificar la magnitud de la influencia que tiene la inversión llevada a cabo por el gobierno nacional Colombiano en infraestructura vial sobre el crecimiento económico regional antioqueño; para tal fin, se decidió comprender la evaluación de los 125 municipios del departamento de Antioquia (Colombia) con una temporalidad de análisis establecida para el año 2017. La herramienta utilizada para la evaluación de las variables implicadas es un modelo econométrico de regresión lineal múltiple, sobre el cual se tuvieron en cuenta variables económicas, sociodemográfica y geográficas, para lograr obtener resultados suficientemente significativos. Se identificó que a nivel público existe un problema de estandarización de los datos municipales, a pesar de esto, se continuó realizando como ejercicio ilustrativo, donde las estimaciones realizadas sugieren, que la inversión en infraestructura es uno de los factores clave para impulsar el crecimiento económico.

Palabras Clave: infraestructura vial, inversión, impacto económico, crecimiento económico, modelo econométrico.

Clasificación JEL: C01, C13, C30, H54, N7, O40, R1, R40, R4

Abstract

Antioquia is considered one of the most important departments in the Andean Region, which is also the most populated, the most active and the second largest region in the country. It is well known that a department of these characteristics should be an important focus of public investment, but not much interest has been given to the way these investments have been made, nor the social and economic impact they entail. The latter aspect is essential and conducive to the country's economic growth.

In this order of ideas, the purpose of this work is to identify the magnitude of the influence that the investment carried out by the Colombian national government in road infrastructure has on the regional economic growth of Antioquia; therefore, it includes the evaluation of the 125 municipalities of the department of Antioquia (Colombia) with a temporality of analysis established for the year 2017. The tool used for the evaluation of the variables involved is an econometric model of multiple linear regression, for which economic, sociodemographic and geographic variables were considered, in order to obtain sufficiently significant results. It was identified that at the public level there is a problem of standardization of municipal data, despite this, it was continued as an illustrative exercise, in which the estimates made suggest, that investment in infrastructure is one of the key factors to drive economic growth.

Keywords: road infrastructure, investment, economic impact, economic growth, econometric model.

JEL Classification: C01, C13, C30, H54, N7, O40, R1, R40, R42.

INTRODUCCIÓN

La inversión en infraestructura vial ha sido un tema objeto de análisis a nivel internacional desde que la humanidad comenzó a transformar su entorno con el objetivo de optimizar sus mecanismos de comunicación vial y de transporte. De esta manera, ha sido considerado como uno de los elementos más relevantes promotores del crecimiento económico de un país, en razón de sus implicancias políticas. Por lo tanto, es de suma importancia para una región invertir en su infraestructura; Las vías de comunicación, brindan posibilidades de desarrollo económico y supresión de brechas sociales, permitiendo que su entorno económico y social, circule sin contratiempos (Lenis y Rave, 2015). Como justificación, se teoriza que incrementos en la inversión privada en transporte, tiene una relación directa positiva sobre el incremento en el PIB (López y Muriel, 2018).

Así mismo, la literatura presente identifica algunos de los impactos socioeconómicos resultantes de la inversión en infraestructura vial, en materia de disminución en los tiempos de desplazamiento, menor incidencia de enfermedades, mayor cantidad de rutas de transporte, accesibilidad vehicular, y valorizaciones de las propiedades por ejemplo (Payares, 2017). El transporte es un elemento constitutivo de la vida urbana, y así como su mejoramiento contribuye a elevar la calidad de vida de la población, su deterioro constituye un vector de degradación que deben pagar todos los ciudadanos en mayor o menor medida (Figueroa & Reyes, 1996). En consecuencia, las condiciones socioeconómicas de la población se traducen en limitaciones para el desarrollo del país.

La constante atención sobre la red vial permite la completa vinculación entre las esferas nacional, regional y local, lo cual permite una articulación de manera funcional, y así minimizar el abandono y el olvido; puesto que, la falta de infraestructura condiciona a una comunidad al retraso y a la pobreza. Es por eso que la inversión en infraestructura debe ser prioritaria (Lenis y Rave, 2015).

Colombia, en la medición del Foro Económico Mundial del índice de calidad de la infraestructura, pasó de ocupar el lugar 114 en 2013, al 84 en 2014, entre 144 participantes (Schwab, 2015), lo que demuestra los frutos de pensar en un país, o una región en vías de desarrollo que brinde una valiosa importancia al acondicionamiento en pro de una buena comunicación interregional, una movilidad de calidad, al mejoramiento de factores socioeconómicos y de productividad. Sin embargo, Colombia debe reconocer que la infraestructura vial es uno de los elementos fundamentales en una política pública orientada al desarrollo de una ciudad (Payares, 2017). De acuerdo con las evidencias analizadas por la gobernación de Antioquia en su momento (2008), lograron identificar que la priorización del gasto en infraestructura vial no responde en función de bienestar

y al modelo de desarrollo adoptado, además de que se percibe la presencia de un uso populista del gasto en infraestructura vial (Guinand et al., 2008).

Además, en un estudio se realizó un análisis externo de las problemáticas de transporte en Latinoamérica, en el cual se concluyó que un gran número de ciudades concuerdan sobre la misma causa, pues se observa un confuso esquema institucional, que ha generado fuertes contradicciones en las atribuciones y marcados vacíos de intervención. Esta institucionalidad está caracterizada por una gran variedad de agencias encargadas de aspectos parciales y por un fraccionamiento de las instancias jurisdiccionales en el territorio, lo cual obviamente dificulta la coherencia y eficacia de las acciones públicas. El evidente divorcio entre las decisiones de planificación del transporte y planificación del desarrollo urbano es un elemento que agrava este hecho, lo que en muchas ocasiones genera un divorcio e incluso una contradicción entre estas variables tan estrechamente asociadas (Figueroa & Reyes, 1996).

Antioquia es un interesante caso de estudio debido a que es uno de los departamentos más importantes de la Región Andina, que, a su vez, es la más poblada, la más activa y la segunda región más grande del país. Para el año 2018(p) su economía generó el 14.4% de participación después de Bogotá en el PIB Colombiano evaluado a precios corrientes (DANE, 2020). Se considera que a la inversión en toda su red vial se le debe prestar una significativa atención ya que comprende vías principales e influyentes en el producto interno bruto del departamento como la troncal de occidente; la troncal de Urabá; la transversal Tribugá - Medellín - Arauca; las alternas a la troncal de occidente; la transversal del Caribe, que une Turbo - Necoclí - Arboletes; la transversal Medellín - Bogotá; y el circuito Medellín - valle de Rionegro. además se contempló construir nuevos proyectos viales en el departamento: tres ejes viales en doble calzada que se denominarán, en su conjunto, Autopistas para la Prosperidad (APP)(INVIAS, 2011).

En el último trimestre de 2016 la red en su totalidad contaba con aproximadamente 18.017 kilómetros, correspondientes a 2.718 vías de primero, segundo y tercer orden (Decreto 5527, 2016). De acuerdo con su caracterización comprenden diferentes funciones en el sistema vial. La red vial primaria son vías troncales y transversales que integran las principales zonas de producción y consumo, y conectan las fronteras con los puertos de comercio internacional. Su principal motivación para la construcción es contribuir al desarrollo económico del país; la red vial secundaria es aquella que une las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y se conectan con una carretera primaria; y por último la red vial terciaria son vías que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. La mayoría se encuentran en afirmado, es decir, un terreno de capa compactada de material granular natural procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Si se pavimentan deben cumplir con las condiciones geométricas fijadas para las vías secundarias. Las carreteras terciarias generalmente se encuentran a cargo de los municipios, así mismo hay carreteras a cargo del departamento y carreteras terciarias a

cargo del INVIAS (Ospina, 2016) Además, las redes viales del departamento antioqueño, gracias a su posición geográfica logra conectar al resto del país con los puertos del golfo de Urabá, ubicados en la zona más agrícola del departamento.

Durante el proceso de globalización económica que precedió al estallido de la Gran Guerra, América Latina fue una de las regiones más dinámicas del mundo. Esa experiencia de expansión económica acelerada fue inseparable de la construcción de infraestructuras de transporte, que actuaron como condición necesaria para un crecimiento basado, en buena medida, en la exportación de recursos naturales. En el marco de ese modelo de crecimiento hacia fuera, la extensión de redes de transporte a lo largo del territorio era condición sine qua non para que el dinamismo económico de la región alcanzara su máximo potencial y no quedara limitado a las áreas litorales. Al expandirse por el espacio latinoamericano, las nuevas tecnologías de transporte del siglo XIX permitieron poner las riquezas naturales de buena parte de la región (y no sólo de sus zonas costeras) al alcance de los mercados internacionales (Loncán, s. f.) De allí, la importancia de la infraestructura en el crecimiento económico de una región.

A pesar de las existentes investigaciones sobre la relación evidente entre infraestructura vial y crecimiento económico, estas han abarcado análisis geográficamente más amplios (Tovar, 2018). Enfoques comparativos entre países de Latinoamérica (López y Muriel, 2018). Simples revisiones de literatura (Maza y Agámez, 2012). Y en general temporalidades distintas y modelos matemáticos y econométricos diversos al que se pretende poner en práctica. En consecuencia, la presente investigación pretende dar respuesta a la siguiente incógnita: ¿la inversión en infraestructura vial como repercute sobre el crecimiento económico de los municipios de Antioquia? Cabe mencionar, además, que se dispone como hipótesis principal que un aumento de la inversión en infraestructura vial tiene una correlación positiva con el crecimiento económico.

Por lo tanto, resulta importante identificar, cómo afecta la inversión en infraestructura vial al PIB, específicamente en el departamento de Antioquia (Colombia). De manera que, este artículo de investigación tiene como finalidad comprobar esta correlación con ayuda de la econometría, a través de una regresión múltiple donde se identifiquen las variables explicativas más esenciales del PIB, entre las cuales se encuentre la variable crucial “Inversión en infraestructura vial” y basado en datos obtenidos de estadísticos del año 2017.

Conforme a el objetivo de este artículo, se ha estructurado en siete secciones, incluyendo esta introducción. En la segunda se hace un examen e inventario de la literatura relacionada; en la tercera se hace un recorrido de la historia económica y del transporte y se referencia la manera en la cual el desarrollo de infraestructura vial ha potenciado el crecimiento económico. En la cuarta se propone la metodología a utilizar con base en una estimación econométrica modelada a partir de una regresión lineal múltiple. En la quinta, se establecen los hallazgos iniciales de la estimación. En la sexta, se pondrá en práctica el modelo desarrollado y se realizará una predicción para reconocer la variación

que puede reflejarse en el PIB real debido a una disminución del 10% en la inversión en infraestructura vial representada por la variable proxy *distancia en tiempos de viaje* producto de una política de infraestructura vial X, con el cual se identificarán los municipios en los cuales se ve más reflejado el impacto y al mismo tiempo su reflejo en el PIB nacional. Por último, se presentan las conclusiones.

ESTADO DEL ARTE

A través de la exploración bibliográfica realizada para el presente trabajo, se logró visibilizar el interés sobre el impacto que tiene la infraestructura vial en el crecimiento económico, una de las investigaciones existentes en la literatura, presenta una revisión sobre las posturas más significativas sobre la infraestructura de movilidad y sus efectos en el desarrollo económico y la competitividad de un territorio. De esta revisión se concluyó que la mejora de la infraestructura existente o la construcción de una nueva puede fomentar una dinámica endógena en el territorio, con tendencia a su crecimiento y desarrollo económico que le permitirá, igualmente, potenciar sus capacidades para responder a los requerimientos competitivos internacionales (Maza y Agámez, 2012).

En el caso colombiano, la literatura referente es abundante frente a temas muy diversos, pero que abarca zonas geográficamente extensas, donde se puede caer en el error de ignorar lo particular y generalizar las problemáticas o sus virtudes. En uno de estos estudios se contraponen criterios técnicos con criterios políticos que inciden sobre la inversión en infraestructura vial, allí se logra demostrar que la apropiación presupuestal para proyectos viales en el país, se han llevado a cabo bajo algunos criterios políticos influyentes y que los criterios técnicos no tienen incidencia alguna en la inversión en infraestructura vial; a partir de este estudio se concluyó que la priorización del gasto en infraestructura vial parece no responder a la función de bienestar y al modelo de desarrollo que el país adoptó en su planeación estratégica. Aún más importante, se evidencia un divorcio efectivo entre los asesores técnicos del gobierno y la implementación de sus políticas (Guinand et al., 2008). En un segundo estudio, la literatura también da respuesta a la incógnita sobre la importancia que tiene la inversión en infraestructura vial sobre territorios involucrados en el conflicto armado, un estudio que analizó los efectos de la puesta en marcha de proyectos de modernización de infraestructura vial en Colombia en los territorios ya mencionados, se llegó a señalar este ítem como un factor estructural importante para el desarrollo de los territorios que

presentan brechas sociales, económicas e institucionales significativas, y que se encuentran directamente involucrados en el conflicto armado (Patiño y Salazar, 2016).

En un tercer estudio, se llegó a realizar una comparación por medio de indicadores macroeconómicos, infraestructura vial y competitividad, de Colombia frente a países vecinos, apoyados por los índices de calidad en infraestructura vial y desarrollo económico analizados en el período 2006-2014, se concluyó que Colombia mejoró el índice de calidad vial en 1,5% y el PIB se incrementó en un 42,34% (López y Muriel, 2018) demostrando una correspondencia positiva clara entre las variables.

También existen varios trabajos en los que se analiza el sector de la infraestructura de transporte en el país. Por ejemplo, Sánchez (1994) y Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995) abarcan el estudio a través de una función de producción para aproximar el efecto de la inversión en la construcción de carreteras sobre el producto. Los resultados encontrados indican que ante un aumento del 1% en la inversión en carreteras, el producto aumenta en 0.42%. Se destaca que en ambos estudios los autores encuentran mayores retornos en la construcción de carreteras que en otros sectores (Pérez, 2005)

Ramírez y Esfahani (1999) y Ramírez (1999), a través de un modelo estructural y con información a nivel departamental, logran establecer la relación entre infraestructura y desarrollo económico, encontrando que al igual que en el caso agregado y en comparaciones entre países, el producto se ve positiva y significativamente afectado por aumentos en la infraestructura.

En cuanto a la literatura latinoamericana, datos correspondientes a 1990 indican que, mientras que el capital total de infraestructura aumenta en 1 % con cada incremento de 1 % del PIB per cápita, el acceso de las familias y de las empresas a las carreteras pavimentadas, a la energía eléctrica y a las telecomunicaciones aumentan en 0,8 %, 1,5 % y 1,7 %, respectivamente (Banco Mundial, 1994). Barro (1990), basado en el trabajo de Romer (1986), utiliza un modelo de crecimiento endógeno para sostener que el gasto público en infraestructura tiene un efecto causal positivo directo sobre el crecimiento económico y el bienestar.

Luego de estas investigaciones iniciales, numerosos estudios, con información de países a nivel nacional e internacional, han encontrado evidencia sobre lo importante que es la infraestructura para estimular el crecimiento económico. Por ejemplo, al utilizar datos de Servicios Cruzados, Eastert y Rebelo (1993) y Yamarik (2000), encontraron un efecto positivo de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento. Canning (1999), mediante el uso de datos de panel para varios países, encontró que existen indicios para sostener que la infraestructura tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento. Bernand y García (1997) realizaron una evaluación de los impactos de la infraestructura sobre el crecimiento económico para el caso de algunos países desarrollados y del tercer mundo. Mediante un simple modelo de crecimiento endógeno, los autores hallaron que la

infraestructura tiene repercusiones considerables sobre el crecimiento siempre y cuando existan procesos de financiamiento adecuado para tales inversiones.

En contraste, Holtz-Eaking y Schwartz (1994), y Garcia-Mila, McGuire y Porter (1996) sugieren que hay poca evidencia de un efecto significativo de la infraestructura sobre el crecimiento del producto. Para llevar a cabo su estado, los autores emplearon datos de panel a nivel de Estados Federales para el caso estadounidense y un modelo econométrico de datos de panel que incorporan efectos fijos (Tovar, s. f.).

A nivel internacional, uno de los pioneros en el estudio formal de la relación entre infraestructura y desarrollo económico fué Aschauer, quien a través de varios estudios (entre ellos Aschauer (1989, 1990)) evaluó la tasa de retorno de la inversión en infraestructura de transporte en los Estados Unidos, mediante la construcción de funciones de producción y con metodologías de series de tiempo para las series agregadas. En términos generales, los resultados indican una fuerte relación entre el producto y la inversión en infraestructura, de modo que se obtienen importantes retornos, especialmente en la inversión pública. En el mismo sentido Munell (1990) continúa con este análisis, pero esta vez a través de modelos de datos de panel. El resultado es básicamente el mismo, el efecto positivo de la inversión pública sobre el producto (Pérez, 2005).

Por otro lado, la literatura demuestra que la falta de aprovechamiento del potencial para el desarrollo de la infraestructura y los servicios de transporte en América Latina no solo se ha visto afectado por la baja inversión pública en el sector sino también en carencias en el uso de instrumentos y planteamiento estratégico, que radican en la ausencia de visiones integradas de las políticas de infraestructura, transporte, logística y movilidad (Caribe, 2011).

También en la falta de aplicación de criterios de sostenibilidad en el diseño y ejecución de las políticas, especialmente en los servicios de infraestructura de transporte, ya que son factores claves para superar esta problemática regional que surge de políticas segmentadas, carentes de visión a largo plazo y que no cuentan con una institucionalidad apropiada, que además incluya marcos normativos regulatorios eficaces e instrumentos de fiscalización adecuados. Entre tanto, teniendo presente que América latina no se ha caracterizado por tener criterios fuertes de sostenibilidad (Caribe, 2011).

El documento anteriormente citado propone que, para resolver la problemática planteada en la región, es necesario iniciar el tránsito desde las actuales políticas -concebidas de forma modal y bajo una visión disociada- hacia unas concebidas de forma integral y sostenible bajo una visión comodal¹.

¹ Una visión comodal del transporte se entiende como “la búsqueda de eficiencia en la distribución del transporte y sus servicios para cada viaje, mediante la utilización óptima de cada medio de transporte y su eventual combinación con otros. Esta visión debe apelar al uso de instrumentos regulatorios del

MARCO TEÓRICO

Con el objetivo de fundamentar el problema aquí desarrollado, sobre la relación entre inversión en infraestructura vial y crecimiento económico, vale la pena tener en cuenta la importancia que se desprende de los hechos históricos:

La historia remonta desde la llegada de los españoles y portugueses a lo largo de casi toda América, lo que produjo grandes cambios en los medios de transporte en el continente (Duque, 2007). El primer avance tecnológico de transporte fue el uso de la carabela, a finales del renacimiento, nave que posibilitó la conquista y otras grandes colonizaciones a partir del siglo XVI. Además, el aporte del caballo y el buey como medios de tracción animal definitivos para el transporte, en ese entonces su principal uso se destinaba a la arriería, llegó a ser fundamental incluso hasta principios del siglo XX. Mientras tanto, por la red de caminos andinos de los pueblos indígenas de Colombia, se trasladaban personas, bienes y mercancías a pie y cargado en la espalda, utilizando extensos caminos, puentes de cuerdas y canoas o balsas de madera. Y como no mencionar el río Magdalena, tan imponente belleza natural, la cual era la principal arteria fluvial del país y principal ruta del comercio americano y puerta de entrada al nuevo mundo.

Más adelante, la revolución en el transporte expresada en ferrocarriles y barcos de vapor, se inicia en el país con el ferrocarril de Panamá, el primero en Colombia y cuya construcción se remonta a 1828, y con la navegación a vapor por el Magdalena, autorizada en 1823 (Duque, 2007) los ferrocarriles de la segunda mitad del siglo XIX, como el Ferrocarril del Antioquia en 1875 y el Ferrocarril del Pacífico en 1884 obra del cubano Francisco Javier Cisneros; infraestructuras ferroviarias que se empalman en 1915; y así, fueron construidos los demás Ferrocarriles sobre el territorio colombiano. En la década de los años veinte se hicieron representativos el cable aéreo y la navegación en vapores por el río Magdalena. A partir de la crisis económica causada por la recesión del año 1929, se decide fomentar la explosión del transporte carretero de carga, entre cabeceras urbanas (Duque, 2007). Avance en infraestructura física que facilitó el transporte de los beneficios del café, a la economía del campo, por el cual surgen también las vías rurales para el Jeep Willys y la “Chiva”.

mercado y de las características técnicas de la actividad, que impulsen el cambio modal hacia la sostenibilidad” (Sánchez y Cipoletta, 2011, págs. 5 y 6).

Después de la primera guerra mundial, en 1920 inicia operaciones la aviación comercial en Colombia con la Sociedad Colombiana Alemana de Transporte Aereo "Scadta" la cual permitió que se redujera de 2 semanas a 10 horas, la distancia entre Barranquilla y Bogotá. Y 20 años después como consecuencia de la segunda guerra Mundial y atendiendo la seguridad del Canal de Panamá, se cierra Scadta y nace Aerovías Nacionales de Colombia "Avianca".(Duque, 2007), teniendo en cuenta este hecho histórico se destaca que en el periodo de la posguerra el incremento del parque automotor demandaba un mayor mantenimiento de la red vial existente, así como un aumento en el número de carreteras alternas .

Además, en 1949, la revolución verde que inicia en México generó en Colombia un alto flujo de urbanización, ya que las personas que habitaban el campo no contaban con los conocimientos y tecnología ideales para comprender la oleada de avances de la nueva agricultura. Lo que requirió enfocar la atención en los problemas de movilidad de las crecientes ciudades, por lo que el transporte ciudadano e interregional fue ganado importancia.(Duque, 2007)

Acorde con los eventos anteriores, durante el tercer cuarto del siglo XX, fue tal el desarrollo de la infraestructura vial, que el crecimiento promedio anual de la red nacional se ubicó por encima del crecimiento del PIB en el mismo período, 2.6% y 2.1% respectivamente. Los proyectos dieron inicio con los dos planes viales llevados a cabo entre 1950 y 1958, período durante el cual se construyeron (40%) y repararon (60%) cerca de 4.600 kms de vías (Pérez, 2005).

Solo hasta los años setenta la conexión interregional se convirtió en un factor importante de inversión pública, al notar que esto permitía la integración de los mercados. Para la siguiente década las redes viales - a excepción de la red vial primaria-, evolucionaron de forma significativa.

Después de varias décadas de proteccionismo, en el periodo presidencial de Cesar Gaviria Trujillo, 1990-1994, se dio la apertura económica del estado Colombiano, evento que permitió la comercialización de productos nacionales en el mercado internacional (Muriel, 2018). Ahora con la apertura económica, perdió vigencia el Modelo Cepalino de la industrialización endógena, y la economía nuevamente se reprimariza; por lo tanto Colombia vuelve la mirada a los corredores viales interregionales, a los puertos y a los aeropuertos (Duque, 2007)

Fue tal la importancia de las obras realizadas que entre 1975 y 1994, el total de la red vial nacional y pavimentada se duplicó, aumentando en cerca de 5.600 kms, mientras que las carreteras vecinales y departamentales aumentaron su longitud en 55.000 kms. 8 Estas obras fueron realizadas a través de instituciones como el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV) y el Fondo Nacional Vial (FNV), hoy representadas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), dentro de un Plan Vial que pretendía desarrollar la existente

infraestructura de transporte del país para promover la conectividad interregional y el comercio internacional (Pérez, 2005), se resalta la realización de obras de infraestructura vial tales como la disminución de las pendientes de las vías y eliminación del paso por algunas poblaciones intermedias, lo que permitió reducir los costos de operación de los transportadores y el tiempo de operación.

En contraste, la eficiencia y la competencia desigual con otros modos de transporte fueron subestimando la importancia del ferrocarril como medio para el transporte de carga. En los años cuarenta el ferrocarril movilizaba las mismas toneladas por kilómetro que el transporte por carretera, en los años cincuenta transportaba el 32% de la carga en Colombia, en la década de los setenta entre el 7% y el 9% y en los noventa su cuota de mercado era tan solo el 1% de la carga transportada por tierra, equivalente a menos de un millón de toneladas (DNP, 2008). Los estudios más recientes sobre transporte ferroviario en Colombia muestran que la red de ferrocarriles está conformada por 3.515 km, distribuidos así: 189 km de red privada en El Cerrejón y Paz de Río; 743 km de red concesionada a cargo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), conformada por las concesiones del Atlántico y el Pacífico; 894 km por concesionar y 1.689 km de red inactiva (Kohon, Champin, Rodríguez y Cortés, 2016). Es decir que más del 73% de la red ferroviaria nacional se encuentra inactiva o por concesionar (Márquez, 2017)

Al analizar la contribución de cada uno de los modos al PIB transporte, para el período 1994 – 2003, el modo carretero aporta el 75% del valor total, el transporte por agua solamente el 2%, el aéreo el 9%. El 14% restante se le atribuye a los servicios auxiliares y complementarios del transporte.(Duque, 2007)

Es claro entonces, que el desarrollo de la infraestructura de transporte afecta directamente el crecimiento económico de un país mediante la conexión de los mercados, la disminución del costo de transporte, y reducción del tiempo en carretera. Por consiguiente, la sociedad ahorra recursos y se integran los mercados, lo cual genera economías de escala, reduce el diferencial de precios entre regiones y promueve tanto el comercio de ciertos sectores que producen insumos necesarios para su construcción y mantenimiento (Pachón & Ramírez, 2011)

METODOLOGÍA

La medición del tema en cuestión, ha significado un reto metodológico por el carácter endógeno de su relación. En efecto, existe una causalidad desde la

economía hacia la infraestructura en la medida en que un aumento en el nivel de ingreso permite construir más y mejores redes de transporte. Por otra parte, cuando se expande la cobertura geográfica y capacidad de la red de transporte, aumentan la integración y la competitividad y, en consecuencia, el nivel de actividad económica. De hecho, con un modelo econométrico simple no es posible determinar si el mayor crecimiento económico se explica porque hay una mejor dotación de infraestructura de transporte o, si la mayor dotación de infraestructura de transporte se debe a que esa particular región muestra una mayor dinámica económica. La bidireccionalidad en la relación de causalidad de estas dos variables, hace difícil estimar un parámetro que ayude a explicar en qué medida las inversiones de infraestructura se traducen en crecimiento económico (Roda et al., s. f.).

Por lo tanto, con el fin de testear la hipótesis central del trabajo y determinar así el impacto de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento económico de los 125 municipios del departamento de Antioquia, se procedió a estimar una regresión lineal múltiple para proceder con la identificación de la magnitud del impacto, y realizar un ejercicio de simulación sobre dicha ecuación estimada.

El modelo utilizado, ha sido seleccionado teniendo en cuenta que es el más adecuado para modelizar muchos fenómenos económicos, debido a que comprende el uso de más de una variable independiente -variables control- para pronosticar con mejor precisión una variable; Con el fin de obtener una ecuación que modele el PIB estimado de cada municipio de Antioquia a partir de variables que aporten valiosa explicación al modelo; empleando como fuente de datos el anuario estadístico de Antioquia que emplea una base de periodicidad anual, en la cual recoge datos estadísticos del año anterior y de muy diversa índole del departamento de Antioquia, por lo tanto, es de referencia útil para determinadas profesiones o áreas del conocimiento.

Para la correcta especificación de las variables en la elaboración del modelo se tendrá presente el análisis de correlación, el cual implicaría en principio considerar la minimización de los efectos de la endogeneidad, multicolinealidad y sesgo por variables omitidas en las estimaciones. En efecto, y con base en Cosci y Mirra (2018), partimos de la consideración según la cual las inversiones en infraestructura vial, así como el mejoramiento de vías, pueden ser considerados como choques exógenos de política sobre el crecimiento económico y, por tanto, no propiciarían el tratamiento de un potencial problema de endogeneidad. Por otro lado, los problemas de multicolinealidad fueron testeados mediante los estadísticos

de diagnósticos y de prueba considerados en la literatura (Stine, 1995). Finalmente, el sesgo por variable omitida se diagnosticó mediante los residuales del modelo estimado.

Finalmente, Se pasa ahora a establecer las variables participes en el modelo desarrollado en el presente trabajo. Es necesario aclarar que inicialmente se había incluido la variable *inversión en infraestructura vial* la cual comprende la inversión en infraestructura vial realizada en cada uno de los 125 municipios de Antioquia para el periodo 2017, pero a pesar de aplicarse en diferentes modelaciones no fue estadísticamente significativa. Por lo tanto, se optó por incluir la variable proxy *Distancia en tiempos de viaje hasta Medellín*, que de manera indirecta representa la inversión en infraestructura vial, y es una variable común a todas las alternativas de transporte, puesto que ambas variables se relacionan en cuanto a las repercusiones que se pueden evidenciar en la magnitud de la distancia en tiempos de viaje debido a que el desarrollo de la infraestructura vial mejora las condiciones en carretera y por lo tanto propicia la disminución considerablemente de los tiempos de viaje, y de igual manera se pueden evidenciar impactos económicos obtenidos por el rezago de la misma (*El desarrollo de la infraestructura en Colombia*, s. f.); además, la variable distancia en tiempos de viaje ha sido utilizada de manera frecuente, por ejemplo, en modelizaciones de la demanda del transporte de pasajeros en los corredores de Gran Canaria - España en la cual se valoraron las distintas características de los modos de transporte y disposiciones a pagar y se predijo la demanda futura ante cambios tarifarios y otras medidas de política. (Espino, 2003). Usada también en el reconocimiento del tiempo en estudios locales de movilidad, a través del aporte conceptual y metodológico para la medición del tiempo de viaje en transporte público (Parras & Gómez, 2015), y en estudios que determinaron la relación entre las variables geográficas y el ingreso per cápita y su crecimiento con el fin de realizar estimaciones econométricas a escala municipal (Núñez & Sanchez, 2017)

Por otro lado, la matriz de variables regresoras incluyen tópicos altamente influyentes en la variable estimada PIB Real (producto interno bruto a precios corrientes), como variables de control se consideraron los datos socioeconómicos tales como: *camas hospitalarias*, *Tasa de deserción educativa*, *Suscriptores de energía Industrial*, *Indicador de desempeño fiscal*, y *la Altura sobre el nivel del mar*. En vista de que El PIB de un municipio depende de la salud, la educación, los servicios públicos, el funcionamiento de las instituciones, la geografía y el transporte. Gran parte de estas usadas comúnmente en la literatura y descritas a continuación:

La dotación de camas hospitalaria, es una variable de la cual se puede inferir el efecto de la disponibilidad de prestación de servicios sobre la población; en tanto sus actividades generan externalidades positivas en la economía (Ramírez & Arturo, 2002), por lo cual, cumple con la característica adecuada para ser utilizada como variable socioeconómica explicativa del pib.

Los recientes modelos teóricos sugieren que los niveles de educación adquiridos son un importante determinante de los niveles de crecimiento. Mankiw, Romer y Weil -MRW- (1992) presentan un modelo neoclásico ampliado, adoptan una definición robustecida del capital e incluyen al capital humano dentro del stock de capital. El modelo incluye tanto al conjunto de conocimientos adquiridos por los trabajadores por medio del sistema educativo, como su curva de aprendizaje. Estos factores forman un número de habilidades y de recursos que inciden sobre la eficiencia de la economía. Algunos otros trabajos de réplicas y continuaciones de estudios realizados con anterioridad como Englander y Gurney (1994), basados en los trabajos de Barro y Sala i Martin, reestiman regresiones de crecimiento para los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en el período 1960 – 1980, al utilizar variables de capital humano como las tasas de escolaridad primaria y secundaria. Englander y Gurney (1994) encuentran que el crecimiento del capital humano explica entre un 10 % y un 20 % del crecimiento del producto total (Valdés et al., 2018). En el presente trabajo se utiliza la variable deserción escolar por los factores socioeconómicos que además la componen, de acuerdo a los resultado de la Encuesta Nacional de Deserción (ENDE), llevada a cabo por el Ministerio de Educación Nacional, las principales causas de deserción escolar en Colombia están relacionadas con factores de orden social, familiar, individual y comunitario, entre los que se destacan: el poco gusto por el estudio, problemas económicos familiares, dificultades económicas, desplazamiento forzado y distancia hasta el lugar de estudio (D'Echeona, 2012).

El consumo final de energía se asocia al nivel y el crecimiento de la actividad económica (Stoft, 2002). Existen diversas investigaciones que prueban la importancia del consumo de energía eléctrica sobre el PIB, el progreso económico y el avance tecnológico de una sociedad. En este trabajo solo se enunciarán los que muestran la correlación entre el consumo de energía y el PIB. Se han realizado varios estudios de cobertura mundial que muestran la causalidad unidireccional y bidireccional entre estas dos variables. Dichos estudios se han llevado a cabo para algunos países desarrollados, entre los que destacan los de Kraft y Kraft (1978),

que adelantaron un estudio para los Estados Unidos y encontraron causalidad unidireccional entre el ingreso (PIB) y el consumo de energía eléctrica. El estudio de Erol y Yu (1988) encuentra causalidad entre el PIB y el consumo de energía eléctrica para Japón y Alemania del Este. Hwang y Gum (1992), al igual que los autores mencionados, encuentran causalidad entre las dos variables para Taiwán. Soytas, Sari y ÖZdemir (2001) realizan un estudio para Turquía y encuentran causalidad por medio de un análisis de cointegración. Hrushikesh (2009) examina si el uso de la energía impulsaba el crecimiento económico, o viceversa, en el contexto de la India durante 1970-1971 y 2004-2005 (Sierra, 2015).

El Índice de desempeño fiscal es utilizado para determinar el grado de gestión que los municipios dan a sus finanzas públicas y por tanto repercuten en el producto interno bruto departamental. Trabajos como el de (Galvis & Roca, 2000) que revisando la dinámica económica de algunas ciudades mediante el uso de métodos cuantitativos, encontraron que la magnitud del capital humano y la infraestructura de las urbes constituían para entonces factores de crecimiento del PIB per cápita, siempre y cuando se ejecutaran en niveles óptimos para constituirse en impulsores de crecimiento. Posteriormente, (Posada & Gómez, s. f.) concluyeron que dicho impacto estaba determinado por el gasto público en capital humano e infraestructura física. En otro estudio se analiza el impacto que tiene el gasto y la inversión pública en el crecimiento económico de los departamentos en Colombia, utilizando los resultados de las cuentas nacionales para el periodo 2000-2011; sus resultados evidenciaron una influencia fuerte del gasto público en el PIB regional mientras que la formación bruta de capital fijo lo hace en menor proporción (Mendoza & Yanes, 2014).

Tabla 1. Variable dependiente

Variable	Descripción	Fuente
<i>Pibreal</i>	Producto interno bruto (Año 2017(pr)). Es el valor a precios de mercado (a precios corrientes) de la producción de bienes y servicios finales producidos en un país durante un período	Anuario estadístico de Antioquia: (Fuente: Cálculos Realizados en la Dirección de Sistema de Indicadores Departamento Administrativo de Planeación Gobernación de Antioquia)

	determinado de tiempo, normalmente un año.	
--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Variables independientes

Variable	Descripción	Fuente
<i>Tviaje</i>	<p>Distancia en tiempos de viaje por carretera desde Medellín hasta los demás municipios de Antioquia. Año 2017</p> <p>[Tiempo estimado para camión grande de dos ejes cargado sin descanso y a flujo libre. Las velocidades de cálculo no exceden los 80 km/h en las Vías Primarias. En promedio las velocidades están entre 30 y 60 km/h debido a la geografía del territorio antioqueño.]</p>	Anuario estadístico de Antioquia (Fuente: Gobernación de Antioquia - Secretaría de Infraestructura Física de Antioquia (Dirección de Planeación). Actualizado 22 mayo 2018.)
<i>CamasHosp</i>	<p>Capacidad total instalada de camas hospitalarias de las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud - IPS en los municipios de Antioquia. Año 2017</p>	Anuario estadístico de Antioquia (Fuente: Registro Especial de Prestadores de Servicios de Salud (REPS-Ministerio de Salud))
<i>Tasadeseesc</i>	<p>Tasa de deserción educativa total de los municipios de Antioquia. Año 2017</p>	Anuario estadístico de Antioquia (Fuente: Sistema de Matricula de Educación Básica y Media - SIMAT, ANEXOS 6A Y 5A CORTE 30/11/2017)
<i>Suscriindust</i>	<p>Suscriptores de energía eléctrica según tipo de servicio industrial, en la zona urbana de los</p>	Anuario estadístico de Antioquia (Fuente: Superintendencia de Servicios Públicos - Sistema único de Información de Servicios Públicos (SUI))

	municipios de Antioquia. Año 2017	
<i>Idf</i>	Indicador de desempeño Fiscal de los municipios del departamento de Antioquia. Año 2017	Anuario estadístico de Antioquia (Fuente: Gobernación de Antioquia. Departamento Administrativo de Planeación (DAP). Dirección de Planeación Estratégica Integral. [Fecha de recepción: octubre del 2017])
<i>Altura</i>	Altura de la cabecera sobre el nivel del mar (metros)	Anuario estadístico de Antioquia (Antioquia: características geográficas /IGAC. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 2007. 320 p.)

Fuente: Elaboración Propia

HALLAZGOS

Estimación:

A continuación, se exponen los resultados de practicar las estimaciones de acuerdo con las variables consideradas en las tablas (1 y 2), y que se integran en la ecuación econométrica (1), se procedió a estimar por medio de Mínimos Cuadrados Ordinarios dicha ecuación. La tabla (3) reporta los resultados de esta estimación:

Ecuación econométrica 1. Ecuación econométrica de la estimación

$$\begin{aligned}
 Y_{estimada} = & -576.19073 + 7.27554 * CamasHosp - 91.77594 * Tdeseesc \\
 & + 2.70564 * suscriindust + 19.84909 * Idf - 0.16064 * Altura \\
 & - 4.13105 * Tviaje + resid
 \end{aligned}$$

Tabla 3. Resultados de la estimación econométrica

Variable	Coefficiente Estimado	p-valor
C	-576.19073	0.3214
Camas Hospitalarias	7.27554	2e-16***
Tasa de Deserción	-91.77594	0.0635*
Número de Suscriptores Industriales de Energía	2.70564	8e-12***
Desempeño Fiscal	19.84909	0.0169**
Altura	-0.16064	0.0373**
Tiempo de Viaje a Medellín	-4.13105	0.0357**
R-Cuadrado	0.9941	
R-Cuadrado Ajustado	0.9937	
Estadístico -F	2358	2.12 e-16<***
Test de Heteroscedasticidad	2.643257	0.11399

Fuente: elaboración propia con base en datos de Anuario Estadístico

La dinámica económica de los municipios de Antioquia, determinada por su nivel de ingreso, dependen como se expuso, de su nivel de seguridad social (capturado por el número de camas hospitalarias), su nivel de educación (al que proponemos como proxy a la tasa de deserción estudiantil), el desempeño fiscal, un componente geográfico capturado por la altura y, finalmente, por un componente de infraestructura vial que en este caso fue inferido con la variable proxy distancia en tiempos de viaje a Medellín. Todas las variables en cuestión fueron estadísticamente significativas, a juzgar por sus respectivos p-valor de sus coeficientes estimados. De igual manera, disponen del signo adecuado y acorde con la literatura y el marco teórico considerado en este trabajo.

Concretamente, la variable *Suscriindust*, muestra que al incrementarse en una unidad el número de suscriptores de energía industrial en los municipios el pib aumenta en 2.70 unidades monetarias reflejando el impacto que genera la expansión de la industria en los ingresos del departamento.

Por su parte, las camas hospitalarias presentan una relación positiva con el PIB, de acuerdo con la variable *CamasHosp* al incrementarse en una unidad el número de camas hospitalarias, el pib de ese municipio aumentara en 7.27 unidades

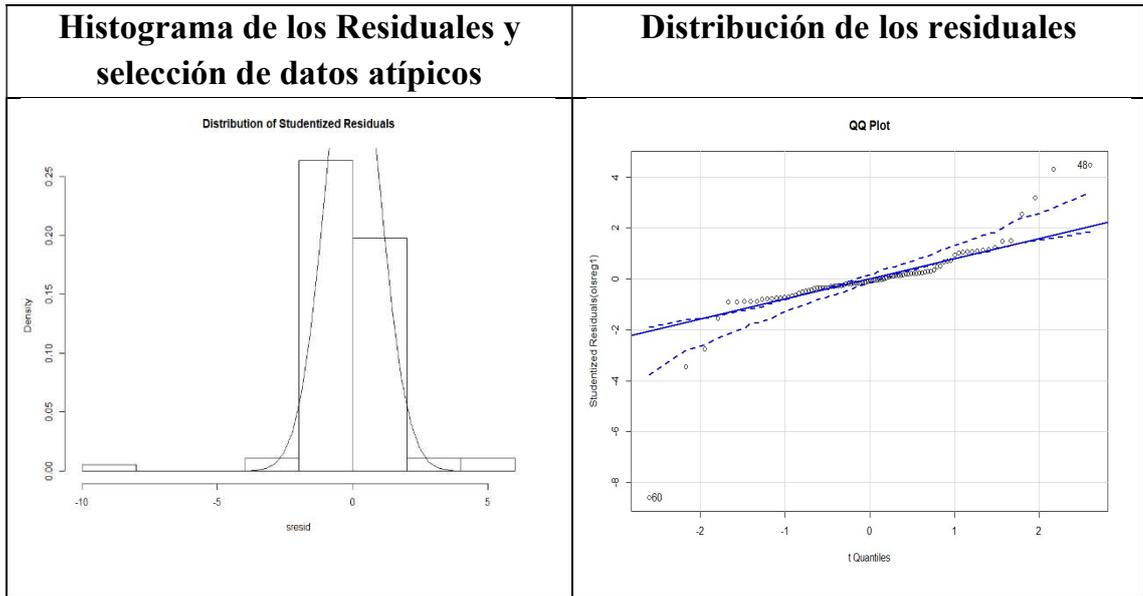
monetarias. Lo que refleja que un mejoramiento del sistema de salud (un aumento en esta variable), permite obtener un nivel de salud poblacional más alto que por ende permite que contribuyan al crecimiento económico de cada municipio con sus actividades económicas (Ramírez & Arturo, 2002).

Además, la variable *Tdeseesc* muestra que por cada cifra que aumente la tasa de deserción escolar el pib se reduce en 91.77 unidades monetarias, representando que aquellos municipios que tienen bajos niveles de deserción escolar tienen, en promedio, un mayor nivel de actividad económica y nivel de ingresos debido a la relación inversa que poseen y ha sido anteriormente identificada en la literatura en la cual sugieren que los niveles de educación adquiridos son un importante determinante de los niveles de crecimiento, en modelos teóricos de Mankiw, Romer y Weil -MRW- (1992), Englander y Gurney (1994) basados en los trabajos de Barro y Sala i Martin, y trabajos de (Valdés et al., 2018). De hecho, la variable explicativa que mayor efecto marginal tiene de las consideradas es ésta, por lo que los resultados sugieren de acuerdo con la literatura la gran importancia de la educación y el capital humano para el crecimiento económico.

Por otro lado, el factor institucional también resulta relevante para explicar el nivel de ingresos de un municipio del departamento, como lo indica el coeficiente y signo estimado del indicador de desempeño fiscal. La variable *Idf*, refleja que si el índice de desempeño fiscal mejora en una unidad, el pib departamental aumentará 19.85 unidades monetarias, es decir, los municipios que presentan alto desempeño fiscal son justamente los que tienen mayor actividad económica, debido a el impacto que tiene el gasto y la inversión pública en el crecimiento económico de los departamentos en Colombia (Mendoza & Yanes, 2014) reflejándose esto, en que presenta uno de los valores marginales más grandes en el modelo, y por tanto una de las influencias más altas en el pib.

Los resultados econométricos indican un elemento importante en la distribución subregional de la actividad económica del departamento: el coeficiente estimado de la variable *Tviaje* presenta un coeficiente negativo de 4.13, mostrando que a medida que los municipios están más alejados de Medellín, menor es su nivel de ingresos. Por esta razón, en el presente artículo se utiliza dicho resultado para establecer escenarios prospectivos de lo que pasaría si los municipios disminuyen en un 10% su distancia en tiempos de viaje hacia Medellín, a partir de la ecuación estimada por MCO.

Tabla 4. Condición de Normalidad de los Errores



Fuente: cálculos propios con base en el Anuario Estadístico de Antioquia

De acuerdo con la tabla (4), fue necesario inducir la normalidad de los errores eliminando datos atípicos influyentes que no permitían satisfacer la deseable propiedad de normalidad de los errores de la estimación. Una vez eliminados estos datos atípicos la estimación final satisface el estadístico Jarque-Bera correspondiente. Como se muestra también en la tabla (3), el modelo estimado satisface la propiedad de homocedasticidad de los residuales, indicando que los estimadores encontrados son eficientes y lo suficientemente robustos para la inferencia estadística y la toma de decisiones.

Escenario Prospectivo:

De acuerdo con las estimaciones realizadas se tiene la ecuación fundamental del modelo, la cual ha sido la herramienta para realizar el pronóstico propuesto.

Ecuación econométrica 1. Ecuación econométrica Estimación

$$Y_{estimada} = -576.19073 + 7.27554 * CamasHosp - 91.77594 * Tdeseesc + 2.70564 * suscriindust + 19.84909 * Idf - 0.16064 * Altura - 4.13105 * Tviaje + resid$$

Cabe aclarar que el 28% de los municipios no lograron hacer parte del pronóstico en cuestión, debido a la ausencia de datos. Este pronóstico consta de dar a la variable *Tviaje* una disminución del 10%, a manera de ejemplo, representaría un shock positivo en el pib real origen de una política pública dirigida a la inversión en infraestructura vial, en otras palabras, al mejoramiento de las vías de comunicación interdepartamental.

Ecuación econométrica 2. Ecuación econométrica pronóstico

$$Y_{estimada10} = -576.19073 + 7.27554 * CamasHosp - 91.77594 * Tdeseesc + 2.70564 * suscriindust + 19.84909 * Idf - 0.16064 * Altura - 4.13105 * Tviaje * (1 - 10\%) + resid$$

Tabla 5. Variación porcentual: Pronóstico

Municipios	PIB real 2017	Yestimada10	Δ %
Abejorral	288,64	289,54	0,31
Abriaquí	32,73	34,15	4,33
Alejandro	64,28	64,90	0,97
Amagá	440,87	457,39	3,75
Amalfi	854,44	855,73	0,15
Andes	486,06	486,97	0,19
Angelópolis	NA	NA	NA
Angostura	170,28	171,33	0,61
Anorí	405,84	407,55	0,42
Anzá	NA	NA	NA
Apartadó	2.384,16	2.386,64	0,10
Arboletes	334,98	338,48	1,04
Argelia	NA	NA	NA
Armenia	57,36	57,82	0,79
Barbosa	1.957,53	1.971,57	0,72

Bello	NA	NA	NA
Belmira	152,48	153,02	0,35
Betania	NA	NA	NA
Betulia	196,46	197,51	0,54
Briceño	NA	NA	NA
Buriticá	102,27	102,86	0,58
Cáceres	402,12	403,97	0,46
Caicedo	NA	NA	NA
Caldas	1.593,73	1.600,75	0,44
Campamento	NA	NA	NA
Cañasgordas	NA	NA	NA
Caracolí	60,68	61,75	1,76
Caramanta	71,93	73,41	2,07
Carepa	978,07	980,32	0,23
Carolina del Príncipe	157,76	158,67	0,58
Caucasia	1.385,81	1.388,04	0,16
Chigorodó	726,76	728,98	0,31
Cisneros	143,15	143,74	0,41
Ciudad Bolívar	378,54	379,41	0,23
Cocorná	NA	NA	NA
Concepción	83,79	84,28	0,58
Concordia	283,94	285,09	0,41
Copacabana	1.100,65	1.106,44	0,53
Dabeiba	233,58	234,94	0,58
Don Matías	NA	NA	NA
Ebéjico	NA	NA	NA
El Bagre	1.020,33	1.023,28	0,29
El Carmen de Viboral	625,35	625,80	0,07
El Peñol	382,68	383,14	0,12
El Retiro	307,64	327,47	6,45
El Santuario	698,70	720,18	3,07
Entreríos	254,64	255,10	0,18
Envigado	5.299,11	5.302,42	0,06
Fredonia	278,78	279,27	0,18
Frontino	273,94	274,98	0,38
Giraldo	NA	NA	NA
Girardota	1.879,28	1.887,95	0,46
Gómez Plata	246,18	246,82	0,26
Granada	NA	NA	NA
Guadalupe	NA	NA	NA
Guarne	665,85	675,76	1,49

Guatapé	115,02	115,60	0,51
Heliconia	133,69	151,45	13,29
Hispania	NA	NA	NA
Itagüí	5.562,50	5.564,57	0,04
Ituango	226,20	228,10	0,84
Jardín	184,67	185,97	0,70
Jericó	204,18	205,13	0,47
La Ceja del Tambo	664,31	687,86	3,54
La Estrella	1.716,03	1.721,81	0,34
La Pintada	126,39	127,00	0,49
La Unión	329,84	330,33	0,15
Liborina	102,29	102,92	0,61
Maceo	181,84	182,87	0,57
Marinilla	796,19	813,12	2,13
Medellín	NA	NA	NA
Montebello	NA	NA	NA
Murindó	NA	NA	NA
Mutatá	274,36	276,13	0,64
Nariño	149,04	150,38	0,90
Nechí	309,33	312,05	0,88
Necoclí	NA	NA	NA
Olaya	43,35	43,92	1,30
Peque	83,65	85,52	2,23
Pueblorrico	85,06	86,05	1,16
Puerto Berrío	616,36	617,74	0,23
Puerto Nare	585,56	587,83	0,39
Puerto Triunfo	886,71	888,13	0,16
Remedios	653,15	655,01	0,28
Rionegro	3.106,16	3.123,92	0,57
Sabanalarga	NA	NA	NA
Sabaneta	2.922,68	2.926,39	0,13
Salgar	263,12	264,27	0,44
San Andrés de Cuerquia	NA	NA	NA
San Carlos	NA	NA	NA
San Francisco	NA	NA	NA
San Jerónimo	219,62	232,42	5,83
San José de La Montaña	58,79	59,79	1,70
San Juan de Urabá	NA	NA	NA
San Luis	323,26	324,23	0,30
San Pedro de los Milagros	656,03	674,21	2,77

San Pedro de Urabá	NA	NA	NA
San Rafael	542,07	543,02	0,18
San Roque	NA	NA	NA
San Vicente Ferrer	208,78	231,09	10,68
Santa Bárbara	256,34	257,08	0,29
Santa Fe de Antioquia	NA	NA	NA
Santa Rosa de Osos	973,39	973,88	0,05
Santo Domingo	208,45	208,98	0,26
Segovia	791,81	794,25	0,31
Sonsón	789,19	790,10	0,11
Sopetrán	156,31	176,56	12,95
Támesis	205,90	206,93	0,50
Tarazá	451,78	453,59	0,40
Tarso	108,03	109,23	1,11
Titiribí	163,45	163,91	0,28
Toledo	174,81	176,52	0,98
Turbo	1.863,79	1.866,39	0,14
Uramita	NA	NA	NA
Urrao	469,51	471,22	0,36
Valdivia	NA	NA	NA
Valparaíso	153,06	154,02	0,63
Vegachí	NA	NA	NA
Venecia	185,00	185,49	0,27
Vigía del Fuerte	NA	NA	NA
Yalí	NA	NA	NA
Yarumal	710,26	711,15	0,13
Yolombó	370,38	371,26	0,24
Yondó	NA	NA	NA
Zaragoza	NA	NA	NA

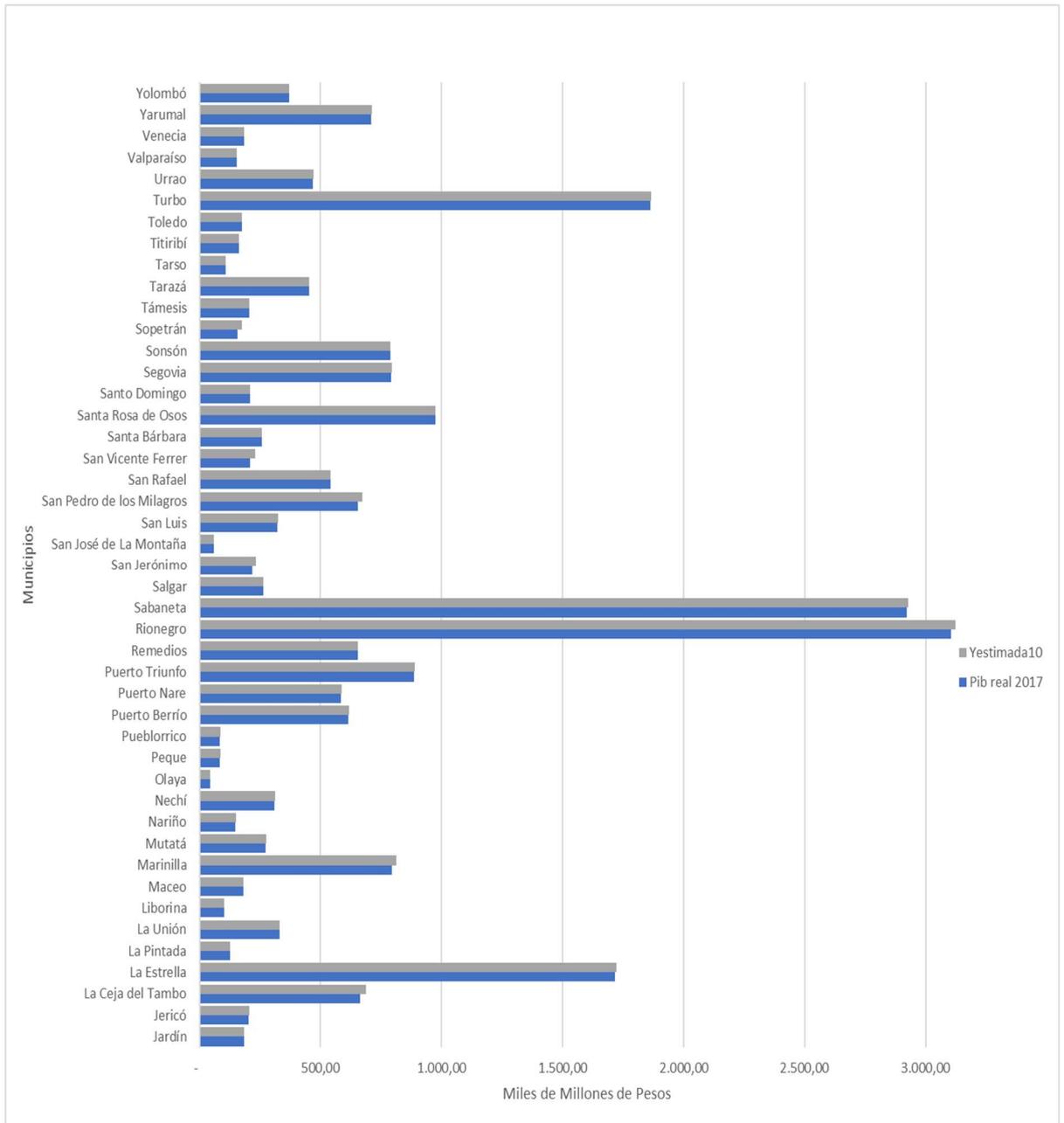
Fuente: Cálculos propios realizados en Excel. Yestimada10 (Pib real Pronosticado), $\Delta\%$ (Variación Porcentual).

Como resultado del ejercicio, se pudo observar que, de acuerdo con lo esperado todos los municipios reaccionaron positivamente al shock como se muestra en la tabla (5), el 78% de los municipios de la muestra tuvieron variaciones porcentuales bajas muy cercanas a cero, muestran poco impacto sobre su producto interno bruto, lo que puede relacionarse con la poca actividad económica interregional de estos u otras diversas determinantes económicas, políticas o sociales no tenidas en cuenta. En cuanto a el otro 22% de los municipios observables en la muestra, solo el 2% mostró una variación

porcentual mayor al 5%: San Jerónimo 5.83%, El Retiro 6.45%, San Vicente Ferrer 10.68%, Sopetrán 12.95%, Heliconia 13,29% respectivamente.

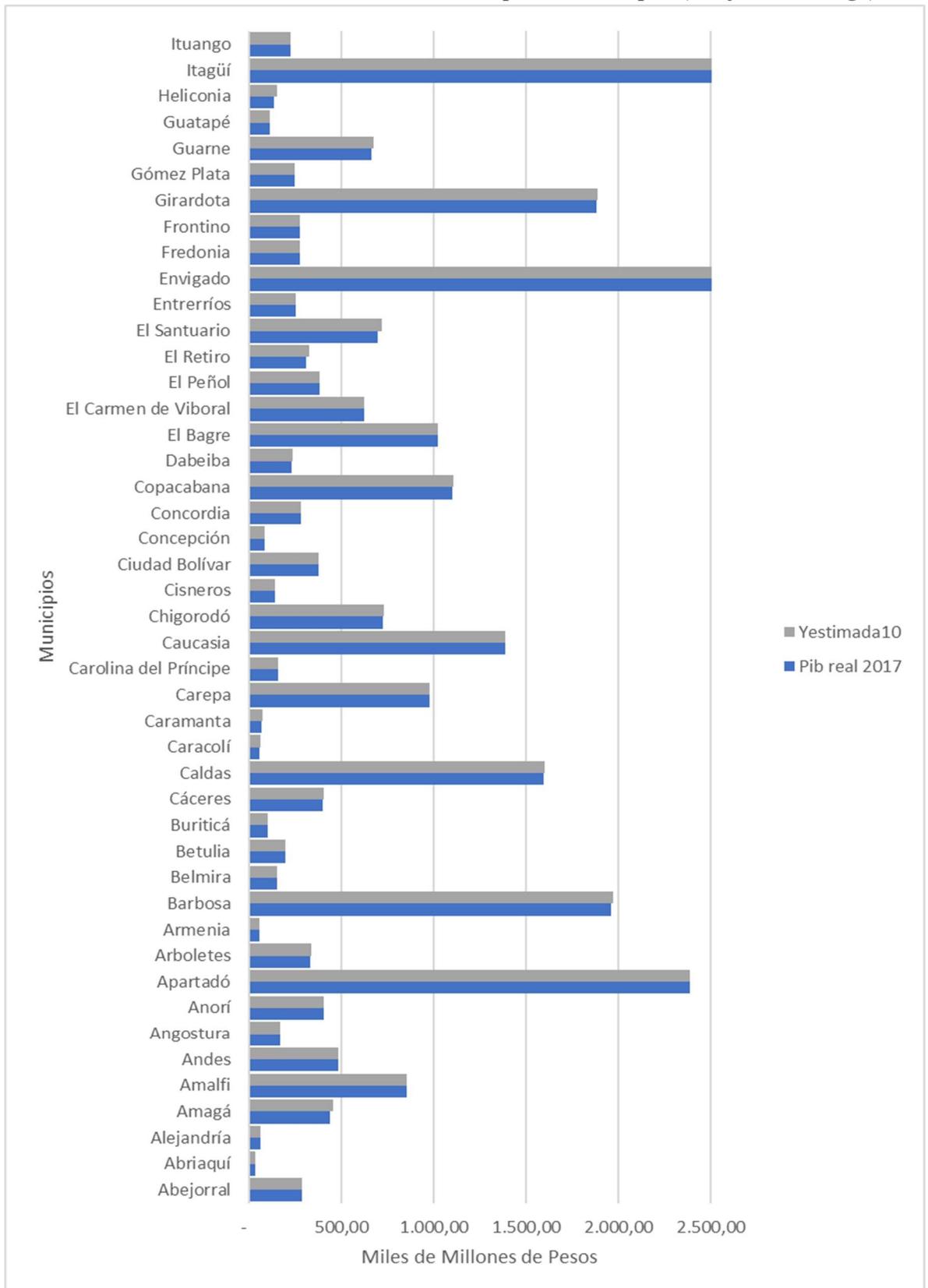
Por lo tanto, se concluye que, en el departamento de Antioquia en cuanto a el impacto de una inversión en infraestructura vial, la magnitud de la influencia que tendría sobre el crecimiento económico regional antioqueño sería aceptable y representativa, con un promedio de variación porcentual de 1,22%.

Gráfico 1. Pib real 2017 vs. Yestimada10: Municipios de Antioquia (Jardín-Yolombó)



Fuente: Elaboración Propia. 45 Municipios (Jardín-Yolombó)

Gráfico 2. Pib real 2017 vs. Yestimada10: Municipios de Antioquia (Abejorral-Ituango)



Fuente: Elaboración Propia. 45 Municipios (Abejorral-Ituango)

CONCLUSIONES

En la presente investigación se estimó el efecto de la inversión en infraestructura vial -representada con la variable proxy distancia en tiempos de viaje a Medellín- sobre el crecimiento económico del departamento de Antioquia-Colombia; A partir de los diferentes planteamientos de la literatura sobre las repercusiones considerables que tiene la infraestructura sobre el crecimiento, se reconoce que las instituciones bajo su deber ser, deberían contemplar el hecho de que no exista carencias en el uso de instrumentos y planeamiento estratégico, que radican en la ausencia de visiones integradas de las políticas de infraestructura, transporte, logística y movilidad y la falta de aplicación de criterios de sostenibilidad en el diseño y ejecución de las políticas (Caribe, 2011). En concordancia, se hipotetizo sobre la verdadera magnitud de la influencia que tiene la inversión en infraestructura sobre el crecimiento económico, en cuanto a el área de análisis.

Para realizar una estimación concreta de la influencia examinada, se especificó un modelo de regresión lineal múltiple del cual se obtuvieron los resultados iniciales y luego un escenario prospectivo, con el fin de poner a prueba una suposición de una política pública idónea frente a el factor de infraestructura vial. En este orden de ideas, se partió con la estimación del modelo de regresión lineal múltiple inicial con apoyo del software Eviews 10, se comenzó entonces a modelar las bases de datos recopiladas con una exhaustiva búsqueda en los estadísticos nacionales, momento en el cual se percibieron problemas de estandarización en los datos. Al modelizar los datos, fue necesario inducir la normalidad de los errores eliminando datos atípicos influénciales, para permitir que el modelo presentara una apropiada normalidad de los errores. Las variables explicativas luego de comprobada su significancia en el modelo con su p-valor, y obteniendo una bondad de ajuste favorable que indica que el modelo está siendo altamente explicado por las variables regresoras, dieron la posibilidad de identificar su influencia respectiva frente al PIB.

Tal especificación econométrica permitió la posibilidad de llevar a cabo una simulación básica para identificar el impacto que genera un shock positivo de infraestructura vial sobre el crecimiento económico Municipal. Del cual se logró concluir que efectivamente un shock que provoque una disminución del 10% en la distancia en tiempos de viaje aumenta el pib de los municipios del departamento de Antioquia. En cuanto a la magnitud de la influencia que tendría sobre el crecimiento económico regional antioqueño se obtuvo un promedio de variación porcentual de 1.22, lo cual, denota que a pesar de que la proporción es pequeña,

de algún modo impacta el crecimiento, teniendo en cuenta que la mayoría de los municipios comercian y aprovechan las ventajas comparativas de la cercanía a Medellín y al Valle de Aburrá, debido a la fuerte influencia del sector industrial y comercial de dicho lugar. Por lo tanto, si un municipio mejora, por medio de inversiones en infraestructura vial, su distancia en tiempos de viaje a Medellín, mejorará su actividad económica. Este aspecto es importante porque más allá de la infraestructura vial, las condiciones geográficas y la cercanía con los centros económicos regionales, que posee cada municipio, también contribuye en el crecimiento económico del departamento de Antioquia.

Lo descrito anteriormente, permite concluir que la inversión en infraestructura vial sí logra tener efectos positivos sobre el crecimiento económico de los Municipios de Antioquia (Colombia).

BIBLIOGRAFÍA

- Caribe, C. E. para A. L. y el. (2011). *Principios de políticas de infraestructura, logística y movilidad basadas en la integralidad y la sostenibilidad*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6358-principios-politicas-infraestructura-logistica-movilidad-basadas-la-integralidad>
- DANE. (2020, marzo 27). *Cuentas nacionales departamentales: PIB por departamento*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- D'Echeona, G. P. (2012). *MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL REPÚBLICA DE COLOMBIA OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN Y FINANZAS*. 55.
- DNP. (2008). *REHABILITACIÓN DE VÍAS FERREAS A TRAVÉS DEL SISTEMA DE CONCESIONES* (p. 8) [Resumen Ejecutivo]. (Departamento Nacional de Planeación-DNP. https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/0005040109999.pdf
- Duque, G. (2007, abril 16). *El Transporte en Colombia*. *Godues*. <https://godues.wordpress.com/2007/04/16/el-transporte-en-colombia-2/>

- El desarrollo de la infraestructura en Colombia.* (s. f.). Recuperado 1 de julio de 2020, de <https://www.legiscomex.com/Documentos/DESARROLLO-INFRAESTRUCTURA-COLOMBIA-RCI285>
- Espino, R. (2003). *Análisis y predicción de la demanda de transporte de pasajeros* [Economía Aplicada, Univ. de Las Palmas de Gran Canaria]. <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/ree/index.htm>
- Figuerola, O., & Reyes, S. (1996). Transporte y calidad de vida en las ciudades latinoamericanas. Sus relaciones con el uso del suelo y la contaminación urbanas. *Revista EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales*, 22(67), Article 67. <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1141>
- Galvis, L., & Roca. (2000). El crecimiento económico de las ciudades colombianas y sus determinantes, 1973-1998. *Banco de la República (banco central de Colombia)*. <https://www.banrep.gov.co/es/el-crecimiento-economico-ciudades-colombianas-y-sus-determinantes-1973-1998>
- Decreto 5527, D2016070005527 11 (2016). http://secretariainfraestructura.antioquia.gov.co/descargas/InformacionRedVialAntioquia/20161020_Decreto%205527.pdf
- Guinand, L. B. M., Botero, F., & Raga, J. C. R. (2008). ¿Pavimentando con votos? Apropiación presupuestal para proyectos de infraestructura vial en Colombia, 2002-2006. *Colombia Internacional*, 68, 14-42.
- INVIAS, instituto nacional de vías. (2011). *Mapa de carreteras de Antioquia— Tamaño completo | Gifex* [Map]. https://www.gifex.com/fullsize2/2011-08-22-14443/Mapa_de_carreteras_de_Antioquia.html
- Lenis, C. A., & Rave, C. cristina. (2015). *Antioquia en vías. Rutas para la transformación*. Gobernación de Antioquia. http://secretariainfraestructura.antioquia.gov.co/descargas/publicaciones_ColeccionEnRuta/libroAntioquiaEnVias.pdf
- Loncán, A. H. (s. f.). *EL IMPACTO DIRECTO DEL FERROCARRIL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO ARGENTINO DURANTE LA PRIMERA GLOBALIZACIÓN*. 23.
- Márquez, L. (2017). El ferrocarril colombiano: 4 temas recurrentes en la literatura. *Estudios Gerenciales*, 33(143), 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.04.003>
- Maza, F. J., & Agámez, A. del M. (2012). La infraestructura de movilidad y su relación con el desarrollo económico y la competitividad: Revisión conceptual. *Panorama Económico*, 20(0), 147-164. <https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.20-num.0-2012-342>

- Mendoza, H. A., & Yanes, C. A. (2014). Impacto del gasto público en la dinámica económica regional. *Revista Finanzas y política económica*, 6(1), 23-41. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2014.6.1.2>
- Muriel, A. F. R. (2018). 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*, 17(32), 109-128. <https://doi.org/10.22395/rium.v17n32a6>
- Núñez, J., & Sanchez, fabio. (2017). La geografía y el desarrollo económico en Colombia: Una aproximación municipal*. *Revista Desarrollo y Sociedad*. <https://doi.org/10.13043/dys.46.2>
- Ospina, G. (2016). El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia. *Universidad de los Andes*. <http://dx.doi.org/10.16924%2Friua.v0i44.911>. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/911>
- Pachón, A., & Ramírez, M. T. (2011, noviembre 3). *La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX*. Banco de la República (banco central de Colombia). <https://www.banrep.gov.co/es/infraestructura-transporte-colombia-durante-el-siglo-xx>
- Parras, M. A., & Gómez, É. L. (2015). Tiempo de viaje en transporte público. Aproximación conceptual y metodológica para su medición en la ciudad de Resistencia. *Revista Transporte y Territorio*, 13, 66-79. <https://doi.org/10.34096/rtt.i13.1877>
- Patiño, B., & Salazar, C. A. (2016). Proyectos de infraestructura vial e integración territorial. Las vías 4G en las subregiones escenarios del post-conflicto en antioquia1. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 26(2), 79-86.
- Payares, D. (2017, noviembre 19). Infraestructura vial y su impacto en el desarrollo. *EL HERALDO*. <http://www.elheraldo.co/columnas-de-opinion/infraestructura-vial-y-su-impacto-en-el-desarrollo-425060>
- Pérez, G. J. (2005). *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia*. Banco de la República. <https://doi.org/10.32468/dtseru.64>
- Posada, C. E., & Gómez, W. (s. f.). *Crecimiento económico y gasto público: Un modelo para el caso colombiano*♣. 69.
- Ramírez, A., & Arturo, C. (2002). El desempeño hospitalario: Entre luces y sombras. *Revistas de Ciencias Administrativas y Financieras de la Seguridad Social*, 10(1), 19-39.

- Roda, P., Perdomo, F., & Sánchez, J. (s. f.). *Impacto de la infraestructura de transporte en el desempeño económico*. 53.
- Schwab, K. (2015). *The Global Competitiveness Report*. 403.
- Sierra, A. de J. P. (2015). Uso de variables de actividad económica en la estimación del PIB per cápita microterritorial. *Cuadernos de Economía*, 34(65), 349-376. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v34n65.45936>
- Stoft, S. (2002). *Power system economics: Designing markets for electricity*. IEEE Press ; Wiley-Interscience.
- Tovar, C. A. P. (s. f.). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016. *Ingeniería Industrial*, 36, 197-210.
- Tovar, C. A. P. (2018). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016. *Ingeniería Industrial*, 36, 197-210. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2454>
- Valdés, S., Ocegueda, J. M., & Romero Gómez, A. (2018). La calidad de la educación y su relación con los niveles de crecimiento económico en México. *Economía y Desarrollo*, 159(1), 61-79.

