

La Inversión en Infraestructura Vial y su Impacto en el Índice de Desarrollo Humano Regional  
de Colombia 1990 -2015

Julio Hernán Moreno Blanco

Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Economía y Desarrollo

Director

Isaac Guerrero Rincón

Magíster en Economía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Maestría en Economía y Desarrollo

Bucaramanga

2021

**Contenido**

|                                                                                      | <b>Pág.</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Introducción .....                                                                   | 12          |
| 1. Generalidades.....                                                                | 16          |
| 1.1 Planteamiento del Problema .....                                                 | 16          |
| 1.2 Hipótesis .....                                                                  | 24          |
| 1.3 Justificación .....                                                              | 25          |
| 2. Objetivos .....                                                                   | 29          |
| 2.1 Objetivo General .....                                                           | 29          |
| 2.2 Objetivos Específicos.....                                                       | 29          |
| 3. Marco Teórico y Conceptual .....                                                  | 30          |
| 3.1 Antecedentes .....                                                               | 30          |
| 3.1.1 Estudios Internacionales .....                                                 | 30          |
| 3.1.2 Estudios Nacionales .....                                                      | 40          |
| 3.1.3 Estudios Regionales .....                                                      | 42          |
| 3.2 Teoría de la Inversión Pública .....                                             | 44          |
| 3.2.1 Participación e Intervención del Estado.....                                   | 47          |
| 3.3 Mecanismos de Transmisión de la Inversión Pública al Crecimiento Económico ..... | 51          |
| 3.4 Desarrollo Humano .....                                                          | 54          |

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.4.1 Metodología IDH Inicial (1990-2009).....                                                              | 56  |
| 3.4.2 Nueva Metodología IDH.....                                                                            | 57  |
| 3.4.3 Consideraciones sobre el IDH .....                                                                    | 59  |
| 4. Evolución de la Inversión en Infraestructura de Transporte en Colombia para el Periodo 1990 y 2015 ..... | 60  |
| 4.1 Concesiones .....                                                                                       | 68  |
| 4.1.1 Concesiones de Primera Generación .....                                                               | 69  |
| 4.1.2 Concesiones de Segunda Generación .....                                                               | 71  |
| 4.1.3 Concesiones de Tercera Generación.....                                                                | 73  |
| 4.1.4 Concesiones de Cuarta Generación .....                                                                | 77  |
| 5. Desarrollo Regional en Colombia a partir del IDH 1990-2018.....                                          | 84  |
| 5.1 Índice de Desarrollo Humano Colombia .....                                                              | 84  |
| 5.2 Componente Ingreso por Regiones .....                                                                   | 89  |
| 5.3 Componente Esperanza de Vida en Colombia.....                                                           | 91  |
| 5.4 Componente Educación .....                                                                              | 95  |
| 6. Metodología de la Investigación.....                                                                     | 99  |
| 6.1 Enfoque de la Investigación.....                                                                        | 99  |
| 6.2 Modelo de Rezagos Distribuidos .....                                                                    | 99  |
| 6.3 Estimación del Modelo .....                                                                             | 101 |
| 6.4 Variables y Fuente de Información.....                                                                  | 102 |
| 6.5 Definición de Características para el Modelo .....                                                      | 104 |
| 6.6 Software para el Procesamiento de la Información .....                                                  | 105 |
| 7. Análisis e Interpretación de Resultados.....                                                             | 105 |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 7.1 Descriptivos .....                      | 106 |
| 7.2 Resultado de la Región 1 .....          | 110 |
| 7.2.1 Estimación modelos para Región 1..... | 111 |
| 7.2.1.1 Resultados del Modelo 1.....        | 112 |
| 7.2.1.2 Resultados Modelo 2.....            | 114 |
| 7.3 Resultados Región 2 .....               | 115 |
| 7.3.1 Resultados Modelo 1.....              | 116 |
| 7.3.2 Resultados Modelo 2.....              | 117 |
| 7.4 Resultados Región 3 .....               | 118 |
| 7.4.1 Resultados del Modelo 1.....          | 119 |
| 7.4.2 Resultados del Modelo 2.....          | 120 |
| 7.5 Resultados Región 4 .....               | 122 |
| 7.5.1 Resultados Modelo 1.....              | 123 |
| 7.5.2 Resultados Modelo 2.....              | 124 |
| 7.6 Resultados de Región 5.....             | 125 |
| 7.6.1 Resultados Modelo 1.....              | 126 |
| 7.6.2 Resultados Modelo 2.....              | 127 |
| 8. Conclusiones .....                       | 128 |
| Referencias.....                            | 132 |
| Apéndices.....                              | 142 |

## Lista de Tablas

|                                                                                                 | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Tabla 1. <i>Inversión por Concesiones y Regiones 1G.</i> .....                                  | 70          |
| Tabla 2. <i>Inversión por Concesiones y Regiones 2G.</i> .....                                  | 72          |
| Tabla 3. <i>Inversión por Concesiones y Regiones 3G.</i> .....                                  | 74          |
| Tabla 4. <i>Plan de Inversiones 2003-2006 (en millones de pesos colombianos del 2002)</i> ..... | 76          |
| Tabla 5. <i>Inversión por Concesiones y Regiones 4G.</i> .....                                  | 78          |
| Tabla 6. <i>Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Primera Ola.</i> .....      | 79          |
| Tabla 7. <i>Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Segunda Ola.</i> .....      | 81          |
| Tabla 8. <i>Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Tercera Ola.</i> .....      | 83          |
| Tabla 9. <i>Tendencias del IDH de Colombia 1990-2018</i> .....                                  | 85          |
| Tabla 10. <i>PIB por Habitante 2018 por Departamentos</i> .....                                 | 91          |
| Tabla 11. <i>Histórico. Esperanza de Vida Colombia por Género</i> .....                         | 92          |
| Tabla 12. <i>Histórico. Esperanza de Vida Colombia por Regiones</i> .....                       | 94          |
| Tabla 13. <i>Histórico. Tasa de Alfabetización Colombia 1993-2018</i> .....                     | 96          |
| Tabla 14. <i>Clasificación de las Variables</i> .....                                           | 103         |
| Tabla 15. <i>Estadísticas Descriptivas</i> .....                                                | 106         |
| Tabla 16. <i>Correlación por Regiones</i> .....                                                 | 109         |
| Tabla 17. <i>Prueba de Dickey-Fuller Aumentada para la variable IDH.</i> .....                  | 111         |

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 18. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 1. Modelo 1.</i> ..... | 112 |
| Tabla 19. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 1. Modelo 2.</i> ..... | 114 |
| Tabla 20. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 2. Modelo 1.</i> ..... | 116 |
| Tabla 21. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 2. Modelo 2.</i> ..... | 117 |
| Tabla 22. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 3. Modelo 1.</i> ..... | 119 |
| Tabla 23. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 3. Modelo 2.</i> ..... | 120 |
| Tabla 24. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 4. Modelo 1.</i> ..... | 123 |
| Tabla 25. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 4. Modelo 2.</i> ..... | 124 |
| Tabla 26. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 5. Modelo 1.</i> ..... | 126 |
| Tabla 27. <i>Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 5. Modelo 2.</i> ..... | 127 |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                                                   | <b>Pág.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Figura 1. <i>Modelo de impactos de las Políticas de transporte: Los Mecanismos de Transmisión en el Crecimiento, la Inclusión y la Sustentabilidad.</i> .....     | 17          |
| Figura 2. <i>Políticas más Frecuentes Solicitadas en los Reportes del PNUD sobre Desarrollo Humano.</i> .....                                                     | 26          |
| Figura 3. <i>Línea de Tiempo: Políticas para el Desarrollo de Infraestructura Vial en Colombia. Planes de Desarrollo y Sistema de Concesión, 1990-2014.</i> ..... | 67          |
| Figura 4. <i>Concesiones Viales en Colombia</i> .....                                                                                                             | 69          |
| Figura 5. <i>Tendencia de los Componentes del IDH para Colombia 1990-2018.</i> .....                                                                              | 86          |
| Figura 6. <i>Mapa de los Departamentos según su IDH en 2011.</i> .....                                                                                            | 87          |
| Figura 7. <i>Mapa de los Departamentos según su IDH en 2018.</i> .....                                                                                            | 88          |
| Figura 8. <i>PIB Per Cápita por Departamentos</i> .....                                                                                                           | 90          |
| Figura 9. <i>Comparativo Esperanza de Vida por Regiones Colombia 2010-2015</i> .....                                                                              | 93          |
| Figura 10. <i>Comparativo Tasa de Alfabetización Colombia 2005 y2018.</i> .....                                                                                   | 98          |
| Figura 11. <i>Distribución por Regiones</i> .....                                                                                                                 | 105         |
| Figura 12. <i>Resultado Región 1</i> .....                                                                                                                        | 110         |
| Figura 13. <i>Resultado Región 2</i> .....                                                                                                                        | 115         |
| Figura 14. <i>Resultado Región 3</i> .....                                                                                                                        | 118         |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Figura 15. <i>Resultado Región 4</i> ..... | 122 |
| Figura 16. <i>Resultado Región 5</i> ..... | 125 |

**Lista de Apéndices**

**Pág.**

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| Apéndice A. Código en R utilizado ..... | 142 |
|-----------------------------------------|-----|

### Resumen

**Título:** La inversión en Infraestructura Vial y su Impacto en el Índice de Desarrollo Humano Regional de Colombia 1990 -2015\*

**Autor:** Julio Hernán Moreno Blanco\*\*

**Palabras Claves:** Inversión, infraestructura vial, IDH, modelo rezagos distribuidos.

#### Descripción

El presente documento analiza el efecto de la inversión en infraestructura vial sobre el índice de desarrollo humano IDH de Colombia para el periodo 1990 y 2015. Basándose en la amplia literatura que aporta indicios de que las inversiones en infraestructura de transporte impactan el desarrollo económico de los países, esta investigación buscó reconocer en particular la relación entre inversión en carreteras y los cambios en el IDH, delimitando el estudio sobre cinco regiones que abarcan los principales departamentos del país, a saber, región atlántica, región oriental, región occidental, región sur y región Bogotá D.C. Como primera medida, se analizó la evolución de la inversión en infraestructura de transporte en las regiones de Colombia entre 1990 y 2015, seguido de la identificación de las características del desarrollo regional según el Índice de Desarrollo Humano 1990-2015 y, por último, se demostró el tipo de relación de los proyectos en carreteras y el IDH de Colombia para el periodo en estudio.

Metodológicamente, se usaron datos de fuentes secundarias donde se reflejan las inversiones en infraestructura vial y el IDH por departamentos.

Se estableció el uso del modelo econométrico de rezagos distribuidos como herramienta estadística idónea para el tipo de análisis que se requiere. Este modelo se prueba con el programa de software R. Como hallazgos, el estudio logró evidenciar que el desarrollo humano de las regiones analizadas en el tiempo estudiado no tiene relación directa con la inversión en infraestructura en carreteras en Colombia, es decir, que el desarrollo humano demostrado en el país durante el periodo seleccionado puede estar explicado por diferentes dinámicas económicas y sociales más no por la incidencia de inversión en infraestructura vial.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía y Administración. Director: Isaac Guerrero Rincón, Magíster en Economía

**Abstract**

**Title:** Investment in Road Infrastructure and Its Impact on the Regional Human Development Index of Colombia 1990 -2015\*

**Author:** Julio Hernan Moreno Blanco\*\*

**Key Words:** Investment, road infrastructure, HDI, distributed lags model.

**Description:**

The present research is related to know the effect of investment in road infrastructure on the HDI human development index in the regions of Colombia for the period 1990 and 2015. Based on the extensive literature that provides indications that investments in transport infrastructure impacting the economic development of the countries, this research sought to recognize the particular relationship between road investment and changes in the HDI, delimiting the study on five regions that cover the main departments of the country, namely the Atlantic region, the eastern region, western region, southern region and Bogotá DC region As a first measure, the evolution of investment in transport infrastructure in the regions of Colombia between 1990 and 2015 was analyzed, followed by the identification of the characteristics of regional development according to the Human Development Index 1990-2015 and finally, it was demonstrated the relationship type of highway projects and the HDI of Colombia for the period under study.

Methodologically, data from primary and secondary sources were used, reflecting investments in road infrastructure and the HDI by departments. Methodologically, data from primary and secondary sources were used, reflecting investments in road infrastructure and the HDI by departments.

The use of the distributed lag econometric model was established as the ideal statistical tool for the type of analysis required. This model is tested with the software program R. As findings, the study managed to show that the human development of the regions analyzed in the time studied is not directly related to investment in road infrastructure in Colombia, that is, that development demonstrated in the country during the selected period can be explained by different economic and social dynamics but not by the incidence of investment in road infrastructure.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Human Sciences. School of Economics and Administration. Director: Isaac Guerrero Rincón, Master in Economics

### **Introducción**

La relación entre la infraestructura de transporte y el desarrollo económico es importante, ya que el transporte proporciona las condiciones básicas para el funcionamiento activo de la economía y la sociedad en general y es una herramienta importante para alcanzar los objetivos sociales, económicos y de desarrollo. Simultáneamente, una pobre infraestructura de transporte puede ser un gran problema para cualquier economía, por el aumento de costos asociados al desgaste vehicular dado el mal estado de la malla vial, al consumo de combustible por las largas distancias a falta de túneles y puentes que reduzcan el tiempo y kilómetros entre lugares, problemas de circulación ante los atascos generales, entre otros. Las limitaciones de infraestructura amenazan con una desaceleración del desarrollo de un país, con efectos mutuos que deben entenderse en términos de la eficiencia y la mejora en la productividad de la economía en su conjunto.

En línea con lo anterior, las inversiones en infraestructura de transporte tienen efectos en el desarrollo económico, en su mayoría positivos, pues estimulan las inversiones extranjeras y locales, son capaces de disminuir los costos de producción al afectar el tiempo de entrega, mejora el estado técnico del transporte, disminuyendo las externalidades negativas, lo que permite ahorrar el capital de trabajo de las empresas. Entonces, el transporte tiene grandes efectos más allá de su objeto primario de mover personas y bienes de un lugar a otro, para finalmente influir en gran medida en el desarrollo económico y por ende en la calidad de vida de los habitantes.

Las decisiones económicas de asignación de recursos para transporte pasan por un doble análisis, de un lado el impacto que éste tiene en un mayor desarrollo regional, de otro las necesidades futuras de transporte, es decir que de alguna manera el transporte suple necesidades, pero a la vez genera demandas. En tal sentido, hay temas que deben ser abordados en un estudio de la relación entre transporte y desarrollo económico, como el costo-efectividad de diferentes sistemas de transporte con relación a necesidades específicas de determinadas regiones, y la maximización del desarrollo económico que pueda darse como resultado del aumento de kilómetros de vías pavimentadas.

La medición del desarrollo económico necesariamente es multidimensional, un análisis que sólo involucre, por ejemplo, el descenso en el desempleo o el aumento en el consumo de los grupos de habitantes puede ser escaso; en este orden de ideas, se tienen índices que ya condensan variables que pueden ser entendidas como medición del desarrollo económico. De esta forma, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una de estas condensaciones de diferentes variables, todas ellas apuntan a una medición, lo más aproximada posible, del desarrollo económico; es claro que el PIB es una medida importante, pero que no necesariamente sus aumentos miden de manera completa el desarrollo de la economía.

El objetivo de esta investigación es descubrir la relación entre los factores de bienestar de la población y el nivel de desarrollo de infraestructura de transporte en las regiones del país. En tal pretensión, se aplicó un modelo econométrico de rezagos distribuidos que permitiera establecer la relación entre las inversiones en carreteras y el desarrollo económico regional visto desde el índice de desarrollo humano IDH. Para ello se consideró que el problema típico está relacionado con la ausencia de datos que permitan relacionar a los consumidores con los bienes que les son entregados, con los lugares y negocios de donde provienen y con los mecanismos e

infraestructura de transporte utilizados; en otras palabras, no se han medido los flujos de mercancías y de personas, sólo se han estimado.

En este orden de ideas, los datos fueron interrelacionados y se vinculó una consideración a la variable tiempo, donde el referido modelo permitió relacionar a su vez, no solamente las relaciones espaciales existentes cuando bienes y personas se movilizan de un lugar a otro, sino también conservar una visión sistémica que involucrara todas las partes interactuantes, sin perder su objeto de determinar la correspondencia entre transporte, su infraestructura y la actividad económica.

Particularmente en esta investigación se encontró que la inversión en infraestructura vial en carreteras a través de concesiones desde 1994 a 2018 no tiene efecto en el índice de desarrollo humano regional, debido a que el avance evidenciado en este índice, en el periodo de estudio, se pudo haber dado por inversiones en carreteras anteriores a 1994; además de por dinámicas de la economía alternas como el incremento en la inversión extranjera y en las exportaciones, entre otras.

Este documento está compuesto de 7 capítulos, empezando con las generalidades, donde se ofrece un panorama de los puntos clave de la investigación. A continuación, se profundiza en el marco teórico y conceptual. Para pasar a considerar la evolución de la inversión en infraestructura de transporte en Colombia para el periodo 1990 y 2015. En seguida se analiza el desarrollo regional en Colombia a partir del IDH desde 1990 a 2018. Inmediatamente después se trata la metodología aplicada en la presente investigación. Con lo que se puede transitar a hacer el análisis e interpretación de los resultados y finalizar con las conclusiones.



## 1. Generalidades

### 1.1 Planteamiento del Problema

La infraestructura vial juega un papel importante en la consolidación de los procesos de crecimiento y desarrollo económico en las regiones. Según García (2007), la inversión en infraestructura vial tiene una relación directa con el desarrollo económico, es decir, el poseer una mejor infraestructura terrestre y vías de acceso en las diferentes regiones, permite que exista una mayor comunicación entre áreas pobladas, es decir, incentiva los intercambios comerciales. Ya que, al reducirse el tiempo y los costos, producto de la inversión en carreteras, es más fácil hacer dichos intercambios, lo que en últimas trae consigo un efecto positivo y provoca un incremento en el crecimiento y desarrollo económico en los lugares donde se ejecutan estos proyectos viales.

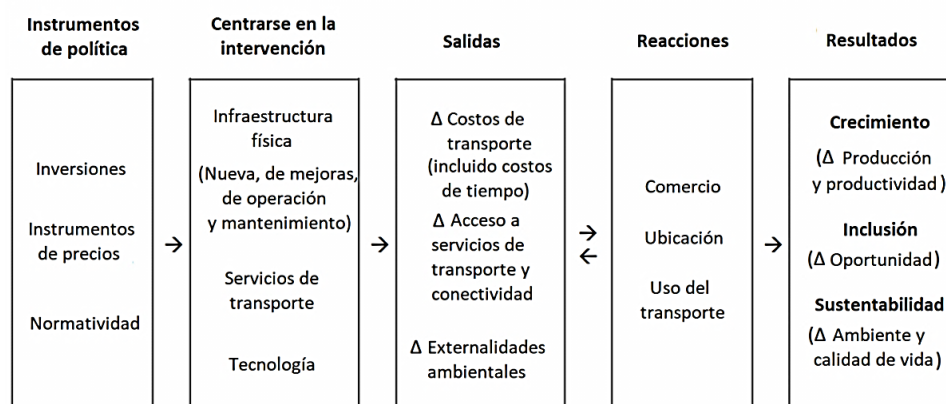
En esta vía, el desarrollo humano también se ve afectado al existir inversión en infraestructura de carreteras, según lo establece Popova (2017) quien partiendo de una concepción clásica de bienestar y desarrollo, en la cual el propósito último del desarrollo debería ser mejorar la prosperidad y el bienestar de cada individuo; que el PNUD trata de plasmar en el Índice de Desarrollo Humano (IDH), este último elaborado de manera colectiva a nivel de cada nación; Sin olvidar que, para este autor, las correlaciones de todos los factores de la infraestructura de transporte y el bienestar difieren entre regiones al tener lógicas diferentes y explicarse de manera distinta y existir situaciones inesperadas y difíciles de esclarecer, como la violencia, entre otros, lo que produce un desequilibrio estructural. La eficiencia de la economía nacional y el crecimiento económico, así como el desarrollo sostenible de industrias y regiones enteras, están determinados en gran medida por el funcionamiento sostenible del transporte y por

su infraestructura. Las relaciones entre la infraestructura de transporte y los indicadores de bienestar son evidentes en las áreas con mayor densidad de población las cuales cuentan con la mayor densidad de carreteras, la baja densidad de población impide el desarrollo facilitado de la red vial; la pobreza se correlaciona positivamente con las áreas agrícolas y se correlaciona negativamente con la longitud de las carreteras estatales y la rotación de carga, en consecuencia, la disponibilidad de carreteras estatales disminuye la pobreza.

Es por esta razón, que la relación entre la infraestructura vial y el desarrollo humano es un tema recurrente en los estudios que realiza el Banco Mundial, principalmente los de Claudia Berg, quien en un estudio publicado junto a Deichmann, Liu, & Selod, en 2017, por el Foro Económico Mundial establece que las carreteras brindan beneficios económicos y sociales desde una perspectiva de las políticas públicas de transporte y sus resultados.

**Figura 1.**

*Modelo de Impactos de las Políticas de Transporte: Los Mecanismos de Transmisión en el Crecimiento, la Inclusión y la Sustentabilidad.*



*Nota:* Berg, C., Deichmann, U., Liu, Y., & Selod, H. (2017). Transport Policies and Development. *The Journal of Development Studies*, 53(4), 465-480

La revisión del estudio se organiza en torno a un modelo simple de políticas de transporte (ver figura 1) como instrumentos de política y sus impactos o salidas en términos de afectación en los costos de transporte, tiempo, externalidades ambientales y acceso a diferentes tipos de conectividad. Es decir, en la medida que estas variables empujen hacia un mismo norte, se esperan resultados en crecimiento de productividad y producción, oportunidad, aumento de flujos comerciales y aumento de flotas de transporte lo que genera empleo. Siguiendo este enfoque, los responsables de las políticas públicas tienen tres herramientas o instrumentos principales a su disposición. Pueden financiar inversiones en infraestructura vial, como la construcción de una nueva carretera o una línea de metro; pueden usar instrumentos de precios, como impuestos a la gasolina o subsidios para el tránsito público; o pueden emitir regulaciones tales como la eficiencia del combustible o normas de seguridad. Con estas herramientas, los responsables de la formulación de políticas pueden afectar tanto la oferta como la demanda de transporte, lo que, a su vez, conduce a cambios en los costos de los servicios de transporte, la accesibilidad y la magnitud de las externalidades. Estos cambios estimulan las respuestas económicas en términos de comercio, opciones de ubicación o uso del transporte y, por lo tanto, configuran los resultados finales de desarrollo, como el desarrollo humano, uno de los pilares que fundamentan las políticas públicas (Berg, Deichmann, Liu, & Selod, 2017).

Por otra parte, un estudio realizado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) en el año 2018 sobre el desarrollo de la infraestructura vial en América Latina, evidencia que el país, en el contexto latinoamericano, tiene altos montos de inversión en este rubro como porcentaje del PIB para el periodo 2008-2015, siendo sólo superado por Bolivia en la región. Incluso aventajando a países como: Estados Unidos, la Unión Europea, Japón e India,

entre otros, aunque esto último puede deberse a que estos países ya consolidaron un nivel de infraestructura suficiente y de gran calidad (Chauvet & Baptiste, 2018).

En términos de desarrollo en infraestructura vial, Sánchez y otros (2015) en su investigación, encuentra que para el año 2015 la densidad de la red vial total de la nación es de menos de 20 km por cada 100 km<sup>2</sup> siendo inferior al promedio latinoamericano de 22,8 km por cada 100 km<sup>2</sup>, es de mencionar que Colombia está en el grupo de 12 países por debajo de este promedio, a la par de que solo cuatro países superan esta cifra, siendo estos: Costa Rica que tiene una cifra de más de 80 km por cada 100 km<sup>2</sup>, le lleva una enorme ventaja al segundo, que es Uruguay con menos de 40 km, seguido de El Salvador con poco más de 30 km y Ecuador con apenas más del promedio. Haciendo un análisis de cómo ha evolucionado la red de carreteras desde 2007 a 2015 se aprecia en la región un progreso en términos de la cobertura total como en la calidad de la red (porcentaje pavimentado) y particularmente en Colombia se observa el crecimiento más alto en cobertura (con un crecimiento de casi el 70%), al tiempo que es segundo en la suma de red pavimentada (con un incremento de casi el 95%, detrás del registrado por Ecuador que se cifra en más del 95%). El hecho de que en la mayoría de los países analizados la red pavimentada crezca más que la total, es señal de que se están pavimentando un acumulado de carreteras sin pavimentar en periodos anteriores. (Sánchez Ricardo J., Lardé Jeannette, Chauvet Pablo & Jaimurzina Azhar, 2017).

Según el informe del Foro Económico Mundial de 2019 el país ocupa el puesto 97 de 141 economías en cuanto a la conectividad vial y en relación a la calidad de las carreteras su desempeño desmejora bajando al puesto 104. El Foro Económico Mundial define la conectividad vial como la velocidad y rectitud promedio de un itinerario de conducción que conecte las 10 o más ciudades más grandes que juntas representan al menos el 15% de la población total de la

economía. La escala va de 0 a 100 (excelente). En lo concerniente a la calidad vial como la respuesta a la pregunta de la encuesta "En su país, ¿cuál es la calidad (extensión y condición) de la infraestructura vial?" [1= extremadamente pobre — entre los peores del mundo; 7 = extremadamente bueno, entre los mejores del mundo] 2018-2019 período promedio ponderado o más reciente disponible (Klaus Schwab, 2019).

Lo que estos informes reflejan es que la nación se ha propuesto la tarea de ponerse al día en relación a su infraestructura de carreteras, por eso los altos crecimientos tanto en cobertura y red pavimentada, se va en la dirección correcta hacia el logro de una infraestructura acorde con la potencialidad del país. Aunque todavía queda mucho para hacer en esta materia como lo demuestra la cifra de densidad vial mencionada anteriormente y las investigaciones del Foro Económico Mundial (FEM) en las que el país es superado por más del 60% de los estados en este asunto.

Sin duda, estos problemas estructurales y coyunturales de infraestructura que tiene el país no permiten que algunas zonas salgan de la pobreza, dadas su baja densidad poblacional y/o su aislamiento geográfico de ciudades (municipios con más de 100 mil habitantes), las cuales centralizan las principales actividades económicas, son más altos los niveles de productividad, al igual que las tasas de formalización laboral y empresarial. El papel que juega la infraestructura vial en la reducción de la pobreza es que reduce las distancias y/o hace factible la comunicación y por ende disminuye el aislamiento entre territorios, lo que hace posible más interacciones comerciales, estimula el dinamismo de las actividades agrícolas y mineras, también desarrolla sectores vinculados a servicios tales como el turismo y en consecuencia ocasiona aumentos en los ingresos percibidos por los individuos que viven en dichas zonas. Es preciso diferenciar entre municipios pequeños (de menos de 30 mil habitantes) que hacen parte del Sistema de Ciudades,

por su cercanía y comunicación, de aquellos que no lo son. Puesto que con datos a corte de 2005 Villar y Ramírez estiman una pobreza multidimensional de 73,6% para los últimos y de 42,5% para los primeros (Villar & Ramirez, 2014).

Adicionalmente, el rezago del sector transportador frente a otros sectores de la economía que demandan sus servicios, resta competitividad a los productos nacionales por ser el transporte un medio vital de conectividad entre productores, comerciantes y consumidores de bienes y servicios. Por lo tanto, el mejoramiento en las vías del país beneficiaría de una manera directa los procesos de crecimiento, innovación y desarrollo en los sectores involucrados que repercuten directamente en el desarrollo de la economía y, por ende, en el mejoramiento de las dimensiones que componen el desarrollo humano.

Para lograr una mayor competitividad, se requiere que los factores inherentes al transporte terrestre, tales como el factor operativo, financiero, técnico, económico, entre otros, permanezcan en una sinergia fructífera que logre la máxima eficiencia de los recursos disponibles manteniendo costos de producción bajos sin descuidar la calidad, lo que significa que es necesario contar con una excelente infraestructura vial terrestre.

En este orden de ideas, se puede inferir que una de las principales causas del bajo desarrollo económico tiene que ver con el estado de la infraestructura vial del país. En la actualidad, la red vial de Colombia es de aproximadamente 165.403 km, de la cual, la red primaria representa el 10% con 16.097 km, donde el 84,87% se encuentra pavimentada, y solo el 47,19% de la red pavimentada se encuentra en un estado bueno o muy bueno, lo que hace que se genere un tránsito más lento, incrementando así los tiempos y por ende los costos (INVIAS, 2018).

Considerando este panorama, se observa que evidentemente el país no es competitivo en relación con los demás países en América Latina por la falta de una buena red de infraestructura vial, lo que se traduce en procesos lentos de desarrollo humano, dado que, si un país crece económicamente y distribuye adecuadamente sus recursos en inversión pública, a su vez permite mejorar las condiciones que fortalecen el desarrollo humano (Hernández J. , 2010). En una nación donde generalmente la mayor parte de su transporte de carga es terrestre, la carencia de una malla vial adecuada, incide en la productividad y competitividad e impacta de forma negativa el crecimiento del país.

Ahora bien, la provisión eficiente de inversión en infraestructura vial es uno de los aspectos más importantes de las políticas de desarrollo, no sólo porque se encuentra estrechamente relacionada con una mejora en la competitividad y el crecimiento económico, sino porque es un factor importante para el desarrollo humano principalmente para los territorios donde se ejecutan este tipo de proyectos. De este modo, al contar con óptimas vías de acceso, se pueden desarrollar ventajas competitivas y alcanzar un mayor grado de especialización productiva, lo que permite a sus habitantes poseer un mejor bienestar social a futuro.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, en últimas la inversión en infraestructura termina afectando el desarrollo humano, el cual, se define como:

El proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo e incluso tiene que ver con el total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades políticas y económicas (PNUD , 1992, pág. 15).

Es por ello que resulta oportuno realizar estudios que analicen el impacto de las inversiones en infraestructura terrestre sobre el desarrollo humano.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), trabaja tres ejes fundamentales, a saber, el nivel de salud, constituido por la esperanza de vida al nacer, el nivel de educación, representado por la tasa de alfabetización de adultos y el promedio de años de escolarización y finalmente el ingreso, representado por el PIB por habitante (Falcón, 2018). Asimismo, el IDH es un cálculo de ponderación que se sitúa en una escala que va desde 0 a 1, en los cuales se perciben tres niveles de desarrollo humano: se le denomina alto al coeficiente mayor de 0,800, medio al que va de 0,500 a 0,799 y bajo al menor de 0,500. “El informe del IDH ha clasificado a Colombia según los criterios mencionados en el nivel de IDH medio y alto. En el informe de 1994, se realizó un análisis desde los años 1960 a 1992, y se posicionó a Colombia como uno de los países que creció el doble en este indicador” (Forero & Vallejo, 2017).

En el trabajo de Vallejo (2002), se describe cómo desde la década de 1960, el país se ubicó en el nivel medio y en 1980 pasó a nivel alto, donde se mantuvo hasta 1999, cuando cayó a nivel medio. En el periodo 2002-2014 el devenir del país en cuanto a posición mundial refleja una desmejora si se compara la etapa del 2002-2008 y la del 2010-2014, pasando de ocupar los puestos del 64 al 77 a los puestos del 79 al 98. Esto sucedió porque el índice marcó un máximo de 0,8 en 2007-2008, mientras que en 2013 descendió a 0,711, provocado porque los años promedio de instrucción disminuyeron a 7,1. Sin embargo, el país fue clasificado en el nivel alto nuevamente con el cambio de metodología para medir el IDH.

Con la nueva metodología se tuvieron en cuenta nuevos componentes, como el índice de Gini, para ajustar el valor del IDH y tener en cuenta el efecto de la desigualdad en el desarrollo.

Dadas las grandes inequidades que siempre ha presentado el país, el IDH ajustado por ese componente ha sido menor desde que se empezará a medir en 2010 (Forero & Vallejo, 2017).

La relación entre el IDH y la infraestructura vial se puede valorar, en el efecto que tiene esta infraestructura sobre el componente de ingreso nacional per cápita del IDH, ya que en general con una nueva inversión de este tipo se impacta el nivel de productividad, se reducen los costos de producción y se hace un uso más eficiente de los recursos, lo cual redundará en un crecimiento económico más alto y por ende si el nivel de producción aumenta más que la población, se da un incremento en el producto per cápita (Agudelo, 2016).

Aunque una tesis de maestría elaborada en Perú halló una relación directa entre el IDH como tal y el desarrollo vial, ya no por intersección del componente del PIB per cápita.

El factor de participación del Índice de desarrollo vial encontrado entre 1.4 y 1.68, muestra que (con) la mejora en este indicador se incrementa en alrededor del 50% en su contribución a la mejora del Índice de desarrollo humano (Moromi Nakata, Isabel, 2010, pág. 1).

De esta manera, dadas las evidencias que se han realizado en torno al tema, la pregunta que se responderá en esta tesis es ¿Cuál ha sido el impacto de la inversión en infraestructura vial en el desarrollo humano en las regiones de Colombia?

## **1.2 Hipótesis**

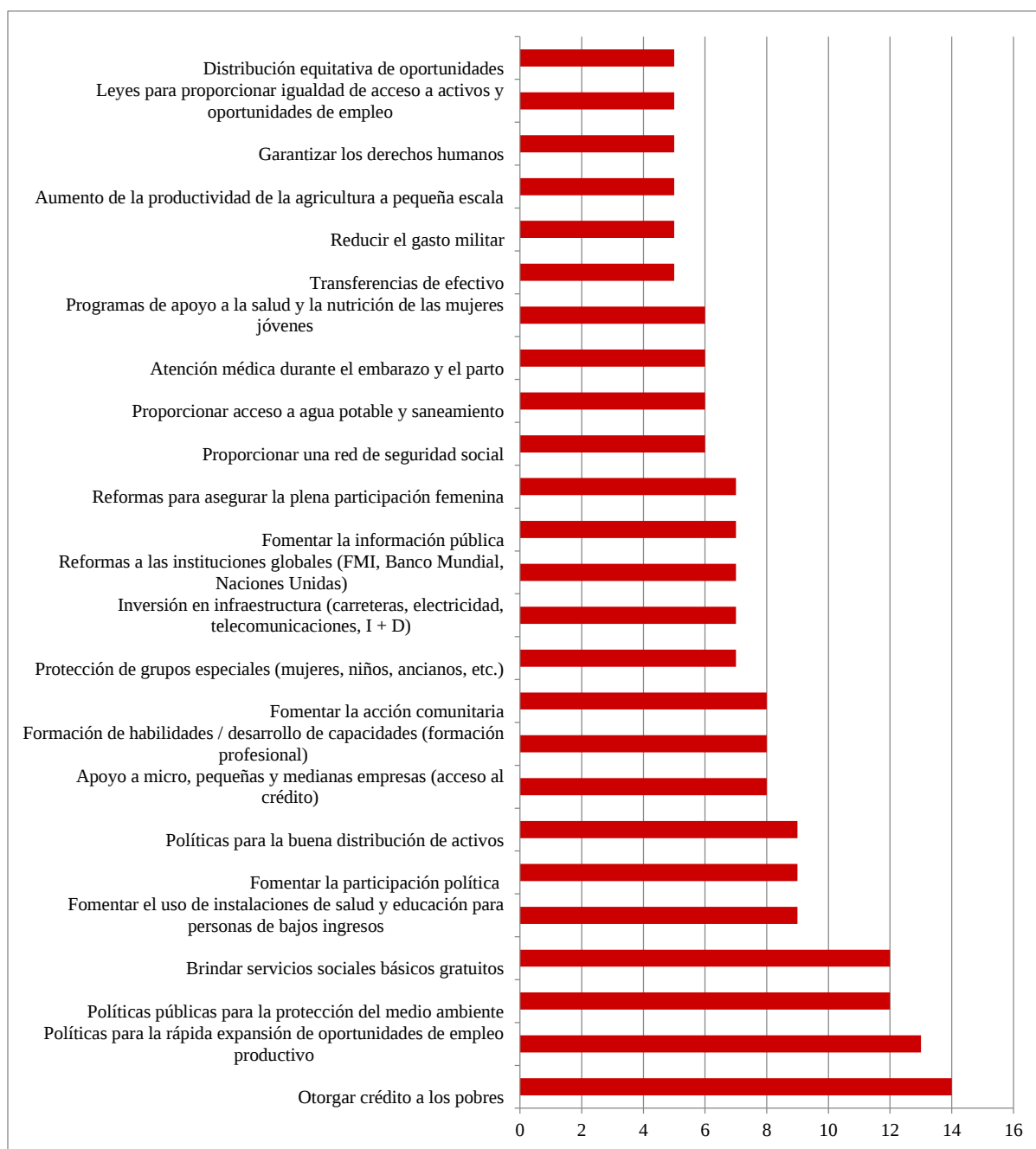
La hipótesis que se desprende del planteamiento del problema, versa en la existencia de una relación positiva entre inversión en infraestructura vial y progreso del índice de desarrollo humano.

### **1.3 Justificación**

En términos de crecimiento y desarrollo económico, se reconoce ampliamente en la literatura económica, que la inversión en infraestructura de transporte terrestre tiene un rol determinante sobre éstos. Lo anterior se evidencia a partir de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) y las sugerencias de políticas específicas que son desarrolladas por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y plasmados en sus reportes anuales sobre desarrollo humano conocidos como Human Development Report. En el reporte de 2016 titulado Policies for human development, se establecen las dimensiones que más afectan el desarrollo humano en general, donde se evidencia claramente, que una de ellas consiste en la inversión en infraestructura en carreteras, energía, telecomunicaciones e investigación y desarrollo.

**Figura 2.**

*Políticas más Frecuentes Solicitadas en los Reportes del PNUD sobre Desarrollo Humano.*



*Nota:* Lengfelder, C. (2016). *Policies for human development*. Washington D.C: UNDP Human Development Report. Obtenido de [http://hdr.undp.org/sites/default/files/lengfelder\\_-\\_policies\\_for\\_human\\_development.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/lengfelder_-_policies_for_human_development.pdf)

La Figura 2 muestra las opciones de política sugeridas con más frecuencia, indicando el número de informes en los que se mencionaron por el PNUD, en orden de lograr un desarrollo humano en los términos de los ODM, sugerencias específicas que se han repetido varias veces en diferentes informes, independientemente del tema del informe. Los más frecuentes incluyen otorgar crédito a los pobres, políticas para la rápida expansión de oportunidades de empleo productivo, brindar servicios sociales básicos gratuitos, políticas públicas para la protección del medio ambiente, fomentar la participación política, políticas para la buena distribución de activos y fomentar el uso de instalaciones de salud y educación para personas de bajos ingresos, así como fomentar la inversión en infraestructura.

Diversos estudios en los que se destaca el de Sapkota (2014) donde se exploraron los impactos de tres variables principales de infraestructura, a saber, el acceso a la electricidad, el agua potable y las redes de carreteras sobre el índice de desarrollo humano (IDH) y sus componentes en los países en desarrollo, abordando la temática en particular de la investigación aquí presentada, generando discusiones bastante extensas sobre el impacto y la importancia de la infraestructura en el desarrollo humano, exponiendo que la falta de acceso a los servicios de infraestructura básica socava el desarrollo humano. En vista de lo anterior, se reconoce que la falta de acceso a los servicios de infraestructura básica en sí misma puede definirse como pobreza de infraestructura porque sin dicho acceso, es extremadamente difícil satisfacer las necesidades humanas básicas. A pesar de un extenso debate sobre políticas, se encuentra literatura empírica limitada sobre el tema, especialmente sobre las variables de infraestructura de carreteras y su impacto sobre el desarrollo humano. Por otra parte, Randolph, Bogetic, y Hefley (1996), señalan que la oferta y la calidad de la infraestructura vial son aspectos que impactan las diferentes mediciones en materia de competitividad, lo que repercute directamente en el

desarrollo económico de cualquier país. Así lo certifica un estudio afirmando que el sector transporte es una herramienta importante dentro de toda la economía, ya que permite conectar las diferentes actividades sociales y económicas de una sociedad y por lo general su comportamiento es directamente proporcional al comportamiento económico del país (García, 2007).

Esta investigación surge de la necesidad de estudiar el impacto de los proyectos de infraestructura vial sobre el desarrollo regional de Colombia en el periodo entre 1990 y 2015. El estudio proporciona información útil para conocer la influencia de la inversión en carreteras sobre el desarrollo económico de las regiones.

Así mismo, la investigación es conveniente para afianzar un mayor conocimiento sobre el impacto económico, el nivel de crecimiento y desarrollo que se genera al impulsar estos proyectos en el país. De igual modo, el informe contribuye a recopilar y revelar datos sobre la inversión destinada a este sector y sirve como guía para estudios similares o continuos a futuro, los cuales podrán ser útiles como referentes para identificar las variaciones económicas y sociales de un periodo a otro.

Por último, la presente investigación tiene un aporte metodológico ya que podrán realizarse investigaciones desde otras perspectivas aplicando el mismo enfoque metodológico.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Analizar el impacto de los proyectos en infraestructura de transporte vial en el índice de desarrollo humano regional de Colombia entre 1990 y 2015.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Analizar la evolución de la inversión en infraestructura de transporte vial en las regiones de Colombia entre 1990 y 2015.
- Determinar las características del desarrollo regional según el Índice de Desarrollo Humano 1990-2015.
- Identificar el impacto de la inversión en proyectos de infraestructura de transporte vial sobre el índice de desarrollo humano regional de Colombia para el periodo en estudio mediante una técnica econométrica acorde.

### 3. Marco Teórico y Conceptual

#### 3.1 Antecedentes

##### 3.1.1 Estudios Internacionales

En el trabajo de Randolph, Bogetic y Hefley (1996) se evidenció que el gasto en infraestructura vial responde fuertemente a cambios en el nivel de desarrollo, tanto a la tasa de urbanización como a la tasa de participación de la fuerza laboral. Por otra parte, el estudio detalló que el impacto de los gastos en infraestructura está positivamente asociado con la calidad y desarrollo de las economías donde se hacen inversiones para mejorar las relaciones comerciales y que este tipo de inversiones incide directamente en el desarrollo económico de las regiones involucradas.

En definitiva, Randolph, Bogetic, y Hefley, manifiestan que las inversiones en infraestructura impactan sobre cuatro aspectos del desarrollo económico de las regiones en que se realizan: en primer lugar, en la estructura de costos de las empresas, ya que los costos de las empresas disminuirán en la medida que las inversiones mejoren la accesibilidad a los mercados de insumos y servicios, hagan más eficientes las cadenas de provisión de insumos y de almacenamiento y comercialización de los bienes; por otro lado repercuten en la productividad de los factores, la conectividad y la accesibilidad territorial, lo que en último incide en el bienestar general de la población (Randolph, Bogetic, & Hefley, 1996).

En otra publicación se diserta acerca de la relación existente entre el transporte y el desarrollo económico y se concluye que las inversiones en transporte llegan mucho más allá del

propósito principal de movilizar bienes y personas de un punto físico a otro, y que si bien se parte del entendido, que el transporte es esencial en la operación de una economía de mercado, hay mucho por entender acerca del efecto que tiene un sistema de transporte eficiente en el mejoramiento de la productividad de la economía; se rescata entonces que se introduzca el concepto de sistema, así como la visión holística de éste, conformado por los agentes transportadores, la infraestructura y quienes hacen uso de ella (Eberts, 2002).

Por otra parte, en otro artículo se hace una recopilación de los métodos utilizados para evaluar los impactos económicos de los proyectos de transporte y su evaluación en el tiempo; en un principio enfocados en el beneficio económico debido a ahorros en tiempo y costo para los viajeros, pero ahora abarcando factores más amplios como la accesibilidad a cadenas de suministros, la expansión del mercado laboral, el crecimiento del comercio global, por ejemplo. Una vista más amplia permite considerar la manera en que el proyecto de transporte influye en la conectividad y los centros de logística, las terminales multimodales y las instalaciones de importación-exportación. Este trabajo propone un nuevo marco para facilitar el uso de métodos de modelado mejorados para la evaluación de los impactos económicos a nivel regional de las inversiones en transporte multimodal (Weisbrod G. , 2007).

Para el asunto particular de revisar la relación entre la inversión en infraestructura de carreteras y el desarrollo humano, en Perú una investigación llevada a cabo en 2010 comenzó con una descripción de lo que se entiende por desarrollo. Las teorías iniciales del desarrollo surgieron, con diferente énfasis, en relación con los recursos naturales y la ubicación, mientras que las teorías modernas incluyen, con creciente énfasis el rol de los actores, las instituciones y la información y comunicación, sin embargo, esto no disminuye la importancia de la ubicación, los recursos naturales y la actividad productiva en el desarrollo de una localidad y en el

desarrollo humano de su población. Estos aspectos fueron analizados en el estudio, a través de la determinación de las relaciones entre los diferentes factores involucrados en el desarrollo, incluyendo el acceso a las localidades, el potencial productivo y la producción. Metodológicamente, se definió que para evaluar las relaciones entre los indicadores y los factores propuestos con el índice de desarrollo humano - IDH, planteado por Naciones Unidas, se realizaron correlaciones entre la distancia, el tiempo de viaje y el desarrollo vial, con el IDH, variando por región geográfica.

En materia de resultados, con relación a la variable distancia, se evidenció que cuanto mayor es la distancia, el IDH disminuye en mayor correlación con la costa y para el tiempo de viaje el comportamiento es similar. En cuanto al desarrollo vial, la correlación es positiva, el IDH aumentó con el desarrollo vial, modelado a nivel nacional, con datos parciales, la correlación es alta. Este análisis permitió afirmar que la malla vial (precisada en función del tipo de vía) y el PIB per cápita tienen más efecto en el IDH, menor participación tiene la productividad potencial (definida con base a recursos minerales y tierra) y muy baja el nivel de acceso (explicado por distancia y tiempo de viaje) (Moromi, 2010).

La construcción de una red de carreteras también ha jugado un papel importante en los patrones de urbanización, así lo establece un artículo realizado en Bélgica en 2012. Si bien es cierto los planificadores espaciales no ostentaron un lugar fundamental en el diseño de una red de carreteras en este país, las inquietudes de urbanización y los enfoques de desarrollo urbano permearon la construcción de la red vial. En este sentido se estableció un patrón de “urbanización económica” que es una combinación de políticas en pro de sitios propicios para las firmas, yendo más allá de solo las condiciones de acceso de las empresas, a la provisión de terrenos de edificación con fines industriales. Al tiempo que, el paradigma de urbanización de la

edificación de infraestructura tomó impulso gracias a una modificación de los programas de financiamiento, de nivel nacional a nivel local y regional. El programa de construcción de carreteras hizo parte de un plan integral de creación de bienestar, fue un factor fundamental en la urbanización de la nación. Con base a esta estrecha relación entre la urbanización y la edificación de carreteras, una multitud de componentes de la red reflejan rasgos de carreteras urbanas. Es decir, mezclan el tráfico de larga distancia con el acceso local a diligencias adyacentes, convierten la red belga en un sistema de carreteras híbridas (Ryckewaert, 2012).

Otro estudio se propuso evaluar los impactos de distintas variables de infraestructura (acceso a electricidad, acceso a fuentes de agua potable y densidad de carreteras) sobre el índice de desarrollo humano (IDH) y sus subíndices (salud, educación e ingresos) utilizando datos panel de 1995 a 2010, cubriendo 91 países en desarrollo. La estimación de panel dinámico de los métodos generales de momentos (GMM) dio como resultado que las tres variables de infraestructura tienen impactos positivos significativos en el IDH. Sin embargo, el acceso a la electricidad y el agua tienen un efecto positivo y significativo únicamente en los índices de educación y salud. En concreto, la densidad de carreteras es muy significativa para incrementar el índice de ingresos. Estos resultados indican claramente la importancia de la infraestructura para el proceso de desarrollo humano. Por lo tanto, el autor argumenta que sólo los objetivos y metas integrados con estrategias y políticas interrelacionadas, que deben basarse en una evaluación integral de todo el sector de infraestructura (no el aislamiento de sus subsectores), pueden contribuir a la reducción de la pobreza y al desarrollo inclusivo de manera eficiente (Sapkota, 2014).

La Revista de Economía del Rosario publicó un artículo que analiza con base en la cointegración de Johansen la relación entre el incremento de pasajeros y el crecimiento de la

economía en Chile en términos de aumento del PIB, hallando que existe una relación de causalidad positiva y bidireccional, es decir que el aumento de pasajeros genera un aumento en él y viceversa (Rodríguez-Brindis & Mejía, 2015).

Un estudio en China pretendió medir el papel del efecto derrame del atributo transporte en el desarrollo económico regional. Por intermedio de la forma reducida del modelo de crecimiento de Solow intentaron estimar el efecto derrame del transporte. La base de datos de panel incorpora el producto regional grueso (GRP) provincial, el trabajo y el suministro de capital y la información de la inversión de transporte a partir de 1985 hasta 2012 en este país.

Los resultados confirman el efecto derrame positivo y significativo en provincias chinas. En este artículo, los efectos derrame no homogéneos son capturados en la regresión empírica por el uso de métodos de pesado espaciales basados en la economía provincial y semejantes, así como conexión geográfica. Los derrames muy positivos se observan entre provincias económicamente similares. Sin embargo, para aquellas provincias subdesarrolladas, la conectividad de la red alta a menudo causa derrames bajos o negativos. Se cree que la movilidad y la migración de factores de producción son las fuentes de los derrames negativos, mientras la reasignación industrial y la extensión del mercado contribuyen a los derrames positivos (Jiang, 2016).

El artículo de 2017 de Weisbrod establece que las inversiones en transporte tienen impactos desde permitir cadenas de suministros que hacen posible la implementación del justo a tiempo en algunas empresas, con el reconocido efecto en la productividad de las organizaciones, hasta soportar el crecimiento de la fuerza de trabajo altamente especializada en alta tecnología a nivel global. Examina también la forma en que las inversiones en nuevas ferrovías, autopistas y aviación se planean e implementan para dar apoyo a un desarrollo económico más amplio,

concluyendo que las organizaciones privadas se están uniendo a las entidades encargadas de la planeación del desarrollo económico para coordinar y apoyar las inversiones públicas que puedan reforzar el desarrollo (Weisbrod G. , 2017).

Además, una publicación trabajó la relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional en el caso de América Latina y el Caribe. Los autores partieron del reconocimiento de la extensión de la red vial en América Latina y el Caribe la cual presenta limitaciones relacionadas con su superficie territorial y demografía. Con relación a la cantidad de kilómetros construidos en la red vial, este indicador expone una alta relación estadística con el nivel económico, medido por el PIB, por tanto, el potencial económico está vinculado al nivel de exportaciones, medido tanto en tonelaje como en unidades monetarias lo que a su vez explica la relación entre la red vial y el sector exportador en la región. Metodológicamente, se realizaron regresiones efectuadas mediante la aplicación “Regresión” de Excel donde lograron obtener resultados para cada caso, revisando el coeficiente de regresión R<sup>2</sup> ajustado. Como conclusiones, afirmaron que el desarrollo de la red de carreteras está debidamente correlacionado con el desarrollo económico del respectivo país, expresado este en términos de su Producto Interno Bruto (PIB) (Urazán, Escobar, & Moncada, 2017).

De acuerdo con Guangning & Juncheng (2019) en un análisis sobre el efecto de la construcción de infraestructura en el desarrollo económico en los países que hacen parte de la iniciativa “Belt and Road” impulsada por el gobierno de China, representado este desarrollo por el crecimiento económico o por la distribución del ingreso, donde una de las variables de la infraestructura es la infraestructura de transporte, se halló que la edificación de infraestructura tiene una secuela en el crecimiento agregado y en el crecimiento per cápita en forma de U invertida, es decir que al haber un incremento moderado en este tipo de inversión, se genera un

efecto impulsor sobre el crecimiento económico, sea este a nivel agregado o per cápita, pero si la inversión se hace en demasía puede dificultar el crecimiento. En cuanto a la reducción de la brecha en el ingreso, los resultados de este estudio señalan que economías con altos o iniciales niveles de infraestructura, ven disminuir esta brecha cuando se invierte en infraestructura. Los mecanismos de transmisión subrayan la inversión extranjera directa como un canal fundamental para que la inversión en infraestructura impacte el desarrollo económico. Del mismo modo sucede con la urbanización.

Con base a Wang, et. al (2020) existe una relación entre la inversión en infraestructura ferroviaria y de carreteras en los países de la iniciativa “Belt and Road” (BRI, por sus siglas en inglés) y el crecimiento económico en el periodo de 2007 a 2016. Dichos autores hacen uso de modelos espaciales estáticos y dinámicos para evaluar, en el área práctica, el efecto de la infraestructura de transporte en el crecimiento económico a partir de la óptica nacional y regional. Las derivaciones de la evaluación a nivel nacional señalan que la infraestructura de transporte en las naciones BRI ejercen un rol fundamental para promover el crecimiento económico. Conjuntamente este artículo halla impactos secundarios espaciales cuando se relacionan variables geográficas, económicas, culturales e institucionales con el crecimiento económico, en otras palabras, a menor separación geográfica y mayor semejanza económica, cultural e institucional en la conglomeración de naciones BRI más alto el crecimiento económico mutuo. Estos autores asimismo mencionan que la infraestructura de transporte es un promotor crucial del crecimiento económico por medio del progreso de la accesibilidad, instauración de externalidades de red, captación de inversión extranjera directa y favorecimiento del comercio por nodos de transporte. Aunque en algunas naciones en desarrollo, como los países del África subsahariana, haya impactos marginales negativos de la inversión en infraestructura sobre el

crecimiento económico, es posible que se deban a los elevados costos de la acumulación de los recursos necesarios para construir la infraestructura. Los cuales, a su vez, es posible que sean causados por ineficiencias burocráticas o corrupción.

En un documento de (Banerjee, Duflo, & Qian, 2020) se estudia el impacto de las redes de transporte en el crecimiento económico per cápita regional de China durante veinte años de vertiginoso aumento de los ingresos. Observando que la cercanía a las redes de transporte detenta un impacto causal positivo de nivel medido en el PIB per cápita de todos los sectores, más ninguno en el incremento del PIB per cápita. La asignación de los favores del desarrollo de infraestructura es compatible con la movilidad de factores. En el contexto de un progreso importante en el PIB general, los beneficios estimados de la infraestructura son reducidos. Puesto que, si hubiera movilidad perfecta de los factores, los salarios e ingresos tenderían a encontrarse en las áreas de estudio y control, por lo que no se observarían diferencias en los resultados de las dos regiones. No obstante, en China las condiciones institucionales están en contra de una movilidad de los factores, pero incluso con movilidad de factores limitada, las pautas que se observan son semejantes. En concreto con movilidad laboral limitada e inmovilidad relativa del capital en parangón con la movilidad de los bienes, y en un entorno de dependencia a la infraestructura de transporte, las zonas más lejanas es posible que conserven más de su capital que las zonas mejor acopladas. Motivo por el cual es plausible que el PIB per cápita no descienda notoriamente en estas regiones apartadas. En cuanto al crecimiento, ya que las ubicaciones más alejadas a la infraestructura atesoran una proporción fundamental de sus recursos, es posible que igualmente se hagan acreedoras de los beneficios de la exposición a los mercados mundiales que incrementó la tasa de crecimiento en todas partes de China.

En un análisis más concreto de la relación entre inversión en carreteras y crecimiento económico, se encuentra un trabajo realizado sobre la economía de Kosovo (Ziberi, Florije Miftari, & Omaj, 2021) en donde la principal conclusión es que los impactos de la inversión en carreteras en el crecimiento económico se aprecian a largo plazo. Es decir, la variable de infraestructura vial resulta insignificante y no esclarece su efecto en el PIB. Como es de esperar, ya que el multiplicador del gasto público se impulsa pasado un tiempo. No obstante, esta inversión, a corto plazo, incita la demanda, engendrando empleo en construcciones semejantes e industrias de los materiales para construcción como en la manufactura. A largo plazo, incrementa el volumen productivo de un país. Consecuentemente una nueva vía es posible que promueva comercio adicional y puede que avale incluso más trabajo bastante tiempo después de que se termine el proyecto. Lo cual no inhibe de que se hagan controles a las empresas que se les conceden licitaciones para la construcción de autopistas, en concreto sobre la gestión de recursos, el gasto, etc. El efecto de las inversiones en infraestructura de carreteras sobre el desarrollo económico, en un sentido más amplio, incluye a variables como el PIB, el consumo, la inversión, las exportaciones y las importaciones.

Un estudio aplicado al efecto en el crecimiento económico de una ciudad de la inversión en carreteras en la misma ciudad, establece que la infraestructura es un factor de producción y una fuente de externalidades positivas ya que es posible que amplíe los límites del progreso tecnológico, por medio de su efecto en las actividades productivas al proveer accesibilidad, utilidad y la contingencia de que las actividades de producción se tornen más fructíferas. Al establecerse una nueva infraestructura de transporte que provoque una alteración en las pautas de accesibilidad dentro de la ciudad, los mercados de tierras responden. Pero si la inversión en infraestructura vial es una remodelación en vez de un nuevo adelanto, los incrementos en el valor

de la tierra van a parar a manos de los propietarios existentes. En cuanto al componente práctico, este documento señala que la capacidad de la variable infraestructura vial para impactar las condiciones económicas de la comunidad es de solo 0.3%, por lo que no es significativo y el modelo se torna inadecuado. Una posible explicación para este resultado es que este tipo de desarrollo debe afectar realmente la economía de las personas, ya que hay una diferencia sustancial en términos de distancia entre las casas de los habitantes de esta ciudad y la carretera principal y que ha sido subvalorado en las estadísticas. (Bakri & Prihartanto, 2020)

Desde un punto de vista histórico se evidencia que las economías más prosperas comúnmente poseen una mejor infraestructura vial, jalonando la agricultura, el comercio, la industria y permitiendo de esta forma a estas economías sustentar un más alto crecimiento económico. De otro lado los países más pobres tienen un crecimiento económico limitado, ya que la agricultura es de vital preponderancia al momento de su población obtener sus ingresos, al tiempo que carecen de un desarrollo vial aceptable. A través de una adecuada red vial se puede establecer un factor diferencial en cuanto al transporte de mercancías con otros países con menos desarrollo vial, lo que le permite producir más barato y llegar a esos nuevos mercados. En cambio, un desarrollo vial deficiente es una barrera para la producción agrícola, industrial y comercial, provocando en consecuencia deficiencias en el nivel de urbanización y desarrollo socioeconómico. Por lo que el primer objetivo de esta investigación fue indagar el rol del progreso en infraestructura vial en el crecimiento económico. Aunque el efecto de la inversión en carreteras sobre el crecimiento económico desciende a medida que esta inversión se haga de manera separada de otros motores de desarrollo social y económico como el capital físico, el capital humano, la salud y la educación. De esta forma se analiza el impacto de otros impulsores

socioeconómicos (exportaciones, educación, existencias de capital físico y urbanización) en el crecimiento económico. (Ng, Law, Jakarni, & Kulanthayan, 2019)

El tema también ha sido analizado desde la arista de los determinantes de la construcción de infraestructura de transporte. Para este caso se hizo un estudio para 43 países del África Subsahariana. Y la infraestructura de transporte fue representada por las carreteras y las líneas férreas construidas. En este documento llegan a la conclusión de que las economías africanas con niveles más altos de población e ingresos totales y urbanos edifican más carreteras. Asimismo, la construcción de carreteras pavimentadas se halla ligada a variables institucionales (tales como la centralización, el asentamiento europeo, la democracia, la dependencia de los recursos minerales y el fraccionamiento étnico) Las tres primeras variables muestran un efecto positivo sobre la cantidad de carreteras pavimentadas construidas, mientras que las dos últimas un impacto negativo. Aunque el estudio deja clara que estas relaciones no se pueden decir que sean causales sino condicionales por el momento. Los incrementos en la gobernabilidad democrática pueden provocar un resultado positivo en la construcción de carreteras pavimentadas. Pero los distintos mecanismos de obtención de recursos para estos proyectos, comprendida una más alta intervención de los inversionistas privados y la asistencia China, un más alto nivel de urbanización y la modificación de las relaciones comerciales es posible que abran paso a distintos esquemas de construcción de carreteras y ferrocarriles (Jedwab & Storeygard, 2019)

### ***3.1.2 Estudios Nacionales***

En un primer análisis de Perdomo, el cual se remonta al 2002, se investiga cuál era el efecto sobre el crecimiento económico que detenta la inversión pública sectorial, por medio de un modelo de variables autorregresivos (VAR). Este trabajo concluye que las inversiones en

infraestructura vial afectan, aunque levemente, de forma negativa el crecimiento económico. Este resultado que va en contravía de otros estudios se puede deber, según el autor, a que a diferencia de esos otros trabajos en su publicación se empleó el dato de gastos pecuniarios realizados por el Estado en carreteras y no el de unidades físicas existentes de vías, comúnmente utilizado. Al igual discurre que hay un impacto positivo y relevante en el crecimiento por parte de las inversiones públicas en infraestructura complementaria (gas, electricidad y agua), asimismo deduce un impacto positivo de la inversión en educación (Perdomo A. , 2002).

Sin embargo, posteriormente el mismo autor concluye un impacto positivo en el crecimiento de la economía de una inversión en infraestructura de transporte, calculando que con un incremento en este ámbito (como porcentaje del PIB) de tan solo 1% anual de forma ininterrumpida durante un siglo, el PIB real más que se duplicara (aumentaría 120%) al final del periodo, sin mencionar los efectos que en el salario real y en el consumo final tendría este tipo de decisión, ya que éstos aumentarían 140% y 130% respectivamente (Perdomo Á. , 2005).

En el libro Fundamentos de Economía y Transportes se propone que el transporte forma parte de la economía y que sin él no puede darse el bien económico, en tanto su existencia permite el movimiento de bienes y personas a través del espacio físico, por lo tanto, es su infraestructura un factor de producción y su función un determinante del costo y del mercado (Duque, 2006).

El asunto también ha sido visto desde la arista de los recursos apremiantes para cerrar la brecha encontrada entre lo necesario y lo existente en materia de calidad como de cantidad de infraestructura de transporte. Igualmente, desde el punto de vista del rezago que presenta el país frente a otros países, por ejemplo, las naciones latinoamericanas y de ingresos medios, con los cuales se aprecia que Colombia presenta una densidad vial un 6% inferior de la mediana de estos

dos conjuntos de estados. Mientras que con las economías de Asia del Este el atraso es del 23%. Tomando en consideración las condiciones demográficas y macroeconómicas de la nación, el rezago en vías es del 26% frente a las cuantías deseadas. Es así que estiman que, para compensar el requerimiento presente y venidero de infraestructura portuaria, férrea y vial, la inversión del Estado de 2011 a 2020 tendría que ser en términos de PIB anual de 3,1%, particularizando que la preferencia se le debe dar a programas que ocasionan un elevado efecto y cuyos productos se logran observar en un corto término, representados en su mayoría por proyectos de reducida complejidad. Específicamente en el modo carretero la inversión en vías pavimentadas debería ser del 2,13% del PIB anual para cerrar la brecha (Yepes, Ramírez, Villar, & Aguilar, 2013).

### ***3.1.3 Estudios Regionales***

Un artículo hace una valoración al 2020 de los productos económicos de la implementación del plan maestro de inversiones públicas en infraestructura vial, particularmente de la edificación de vías 4G en el territorio nacional. Este trabajo, realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), hace uso de un modelo de equilibrio general computable, arrojando un rango de variación que va desde 0,4% en los periodos iniciales hasta 1,3% en los últimos años de estudio, de crecimiento económico nacional adicional resultado de inversiones en infraestructura vial. En cuanto al consolidado departamental el trabajo señala que el departamento con un crecimiento adicional más alto al final del periodo de estudio será Antioquia con un incremento superior al 1,8%, escoltado por el Valle y Cundinamarca (1,5%). Entre tanto una fluctuación positiva de 0,9% se estima para Santander. Cabe señalar que el DNP recalca que la nación todavía se encuentra en una situación lamentable en cuanto a la calidad de las vías por lo que una de las preponderancias de la política fiscal tiene que ser el progreso de la

infraestructura vial de la nación. También se estimó el efecto que el plan de inversiones en infraestructura vial tendría sobre la tasa de desempleo regional, llegando a la conclusión de que el impacto al final del periodo en análisis estaría en el rango de una disminución de esta tasa que va de 0,4 y 1,5 pp. Al igual que en la investigación del crecimiento adicional por departamento, Antioquía sería la región con mayor descenso en la tasa de desempleo por efecto de las nuevas inversiones en infraestructura vial, en el último año esta tasa disminuiría 1,5 pp, seguido por Cundinamarca (1,4 pp), Valle y Meta (1,0 pp). (Hernández & Rojas, 2015).

En esta misma línea, el trabajo de Vallejo tuvo como propósito principal evaluar la relación existente entre la inversión en infraestructura de transporte y el desarrollo económico, diagnosticando si los progresos o la construcción de nueva infraestructura de transporte en Colombia ayudan al desarrollo económico del país. Metodológicamente, y en términos de desarrollo económico el autor construyó un índice para 15 capitales de Colombia y teniendo en cuenta cuatro dimensiones, a saber, la ambiental, social, económica e institucional. En términos de infraestructura de transporte terrestre, se tuvo en cuenta la densidad vial primaria de cada una de estas ciudades.

El autor utilizó un modelo de econometría espacial el cual permite identificar los efectos indirectos o externalidades que tiene la construcción de una carretera en las ciudades vecinas como método para realizar las estimaciones y determinar la relación entre estas dos variables. En términos de resultados y de acuerdo a las estimaciones se afirmó que las exportaciones, la población afiliada al régimen contributivo de salud y la densidad vial primaria tienen una relación positiva con el índice de desarrollo de ciudad, es por medio del enfoque espacial que se puede considerar el efecto de contagio que tiene una ciudad cuando alguna ciudad vecina realiza un incremento en las variables descritas anteriormente (Vallejo P. , 2016).

Una investigación realizada en 2016 por Andrea Durango, exploró la relación entre las inversiones en carreteras sobre el desarrollo económico de los municipios del Departamento de Antioquia, desde un enfoque de econometría espacial. La autora establece que existe amplia literatura dedicada al estudio de este fenómeno donde se destaca y establece claramente la estrecha y significativa relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico de las regiones, asumiendo que esta relación acaba generando desarrollo económico. Metodológicamente, la autora efectuó un Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA por sus siglas en inglés) para la observación de estos efectos en aras de comprobar dicha relación, mediante el uso de un Modelo Autorregresivo Espacial (SAR por sus siglas en inglés) como modelo confirmatorio. En materia de resultados, se determinó que existe una relación positiva y estadísticamente significativa entre la inversión en infraestructura vial y el desarrollo económico de los municipios de Antioquia (efecto directo) y sus vecinos (efecto indirecto), donde las carreteras secundarias, son las más representativas (Durango, 2016).

### **3.2 Teoría de la Inversión Pública**

Durante la década de 1990, la literatura económica se enfocó, en gran medida, a los problemas del desarrollo, los debates giraban en torno a cómo los países aumentaban su competitividad en medio de la fuerte e inminente globalización, tomando como base las debilidades resultantes de la escases de capital, el atraso tecnológico, bajo adiestramiento de la fuerza de trabajo, debilidad en la infraestructura básica, entre otros obstáculos al desarrollo (Chauvet & Baptiste, 2018).

En este sentido, parte del debate sobre la competitividad de un país, se ha enfocado sobre los instrumentos que tienen los países en desarrollo y los cuales generan atracción hacia una

globalización cada vez más fuerte de acuerdo con las características propias de una economía globalizada. En esta medida, es relevante señalar el papel que puede desempeñar la inversión destinada a la infraestructura vial en los países. Con lo que es preciso indagar cómo la infraestructura en carreteras ha sido abordada desde diversas corrientes del pensamiento económico, las cuales han pronosticado que, con una adecuada inversión en este aspecto, los países alcanzan mayores índices de competitividad y crecimiento.

Es por esta razón que, durante gran parte de la historia, la inversión pública se ha considerado de gran importancia para cualquier economía industrializada y no industrializada que busque desarrollar sus capacidades productivas lo suficiente como para poder competir con otras economías. Este mecanismo fue visto no sólo como una fuente vital de desarrollo económico sino también como una base de independencia nacional, unidad nacional y un sentido de propósito común dentro de los países. Durante la primera mitad del siglo veinte, el papel de la inversión pública en Europa y los Estados Unidos se amplió por la acumulación militar emprendida por la participación en las dos guerras mundiales y por los programas de bienestar social implementados en la década de 1930 para mejorar los efectos de la Gran Depresión. El aumento en la inversión pública se justificó por las ideas de J. M. Keynes, quien argumentó que, a raíz de las principales recesiones económicas, los salarios, las tasas de interés y los precios podrían no ajustarse espontáneamente para ofrecer un pleno empleo. La cantidad de demanda efectiva en una economía que surge de la inversión y el consumo podría no ser suficiente para promover un nivel de producción suficiente para crear empleos para todos. A través de una extensión a gran escala de sus funciones tradicionales, J. M. Keynes argumentó que los gobiernos podrían pedir prestado dinero para financiar la inversión pública, lo que a su vez

tendría un efecto multiplicador en el nivel de inversión privada, demanda y confianza entre las empresas y los consumidores (Ros, 2012).

Desde mediados de la década de 1970, la coincidencia de un crecimiento económico más lento y el aumento de la inflación y el desempleo fomentó un ataque ideológico contra el principio y la práctica de la inversión pública como parte de un proyecto político de activistas libertarios y conservadores y por grupos empresariales para reducir el papel del gobierno en la economía y otras esferas de la vida pública. Afirmando los beneficios del *laissez-faire*, argumentaron que la inversión pública había desplazado a la inversión privada, lo que resultó en una asignación de recursos menos eficiente que la que se habría logrado si las industrias nacionalizadas y los servicios públicos hubieran sido de propiedad privada. También se consideró que la inversión pública socavaba el espíritu empresarial y la elección del consumidor y fomentaba una cultura de dependencia entre las comunidades y sectores de la economía que vivían a cuenta de ella como fuente de ingresos (Falls & Natke, 2007).

La inversión pública se ha justificado tanto por la teoría económica como por la ideología política. En economía, la inversión pública generalmente se ha considerado necesaria para la provisión de ciertos bienes y servicios vitales que son imposibles de suministrar eficientemente por el sector privado o que solo un proveedor podría invertir económicamente en los monopolios naturales. Existen diferentes modelos del primer tipo como por ejemplo la fuerza policial y la defensa militar; por otro lado, los modelos del último tipo son los servicios públicos de electricidad, agua y alcantarillado. En política, la inversión pública se ha justificado según sea necesario para lograr una variedad de objetivos políticos, incluida la seguridad nacional, la protección de los derechos de propiedad, el mantenimiento del estado de derecho, el desarrollo

económico nacional y el pleno empleo, un entorno limpio, la propiedad colectiva de los medios de producción y una mayor igualdad en la distribución del ingreso y la riqueza (Chang, 2007).

La inversión pública tiende a medirse cuantitativamente, anualmente, como un porcentaje del ingreso nacional total en un período determinado. Es la inversión del Estado en activos particulares, ya sea a través de gobiernos centrales o locales o a través de industrias o corporaciones de propiedad pública. La inversión pública ha surgido históricamente de la necesidad de proporcionar ciertos bienes, infraestructura o servicios que se consideran de interés nacional vital con tendencia a aumentar como consecuencia de la industrialización y las demandas correspondientes de nueva infraestructura para facilitar el crecimiento de las comunidades urbanas. A comienzos del siglo veintiuno, la privatización de las industrias estatales y la desregulación de los mercados condujeron al crecimiento del gasto público en bienes y servicios proporcionados por los sectores privados y sin fines de lucro, principalmente a través del desarrollo de diversos sectores públicos y asociaciones privadas. La inversión pública tiende a dividirse entre inversión física o tangible en infraestructura como el transporte, telecomunicaciones y edificios, la inversión humana o intangible en educación, habilidades y conocimiento y la inversión actual en el consumo de bienes y servicios tales como prestaciones sociales y pensiones. La inversión pública generalmente constituye un porcentaje relativamente pequeño del gasto público general, pero con frecuencia es un componente importante de la inversión total de capital nacional (Hernández J. , 2010).

### ***3.2.1 Participación e Intervención del Estado***

La intervención del Estado consiste en las acciones procuradas por los gobiernos de turno o por los entes públicos que tienen efecto sobre aspectos económicos y de mercado, manteniendo

el firme propósito de lograr afectar la económica positivamente, dejando a un lado aquellos aspectos relacionados con la normatividad de los contratos y la provisión de bienes públicos. Los defensores de la intervención del gobierno defienden la utilización de ciertas políticas económicas que permiten equilibrar aquellos defectos inherentes al sistema, fuente de grandes desequilibrios económicos. Creen que la Ley de la oferta y la demanda no es suficiente para garantizar el equilibrio económico para lo cual se requiere una intervención del gobierno acorde a las necesidades para garantizar el correcto funcionamiento de la economía (Solís, 2008).

Uno de los principales problemas en economía es la medida en que el gobierno debe intervenir en el sistema o dinámica económica. Los economistas de libre mercado se decantan por una intervención del gobierno débil que debería estar estrictamente limitada ya que la intervención del gobierno tiende a causar una asignación ineficiente de recursos. Sin embargo, otras corrientes teóricas indican que existe un fuerte argumento para la intervención del gobierno en diferentes campos, como las externalidades, los bienes públicos, el poder de monopolio y sobre todo para eventos como las recesiones. Luego de una recesión, se presenta una fuerte caída en el gasto y la inversión del sector privado, lo que conduce a un menor crecimiento económico. Si el gobierno también reduce el gasto al mismo tiempo, hay una caída aún mayor en el crecimiento económico y un colapso de la confianza (Béjar & Contreras, 2018). En una profunda recesión, los gobiernos pueden obtener préstamos del sector privado y gastar el dinero para emplear recursos desempleados. Si hay un colapso en la oferta monetaria, el Banco Central o el Gobierno pueden tener la función de imprimir dinero.

Casi todos los defensores del sistema capitalista están de acuerdo en que debe existir un nivel de influencia gubernamental sobre aspectos económicos. Los liberales clásicos argumentan que el capitalismo es el mejor sistema de distribución de recursos, sin embargo, se requiere la

gobernanza de un país, que establezca reglas de juego en procura de proteger los derechos de propiedad privada mediante los mecanismos asociados a: el cuerpo militar, la policía y los tribunales. Los economistas keynesianos están de acuerdo en que debe existir una política fiscal y monetaria, así como otras regulaciones sobre ciertas actividades comerciales adicionales a las fuerzas macroeconómicas dentro del ciclo económico para lograr suavizar los efectos negativos inherentes. Así mismo, cuando los gobiernos gastan en bienes públicos y bienes burocráticos, pueden crear un exceso de burocracia e ineficiencia. Las industrias estatales tienden a carecer de incentivos de ganancias y, por lo tanto, tienden a funcionar de manera ineficiente. La privatización de las industrias estatales puede conducir a ahorros sustanciales de eficiencia pues los políticos no tienen la misma disciplina de mercado de buscar maximizar el uso de recursos limitados (Alfonso, 2010).

La intervención del gobierno causa más problemas de los que resuelve. Por ejemplo, el apoyo estatal a las industrias puede alentar la supervivencia de empresas ineficientes. Si los gobiernos rescatan a los bancos, puede crear un riesgo moral donde en el futuro los bancos tienen menos incentivos para evitar la bancarrota porque esperan un rescate del gobierno. Los teóricos del ciclo económico real argumentan que, en el mejor de los casos, la intervención del gobierno no hace ninguna diferencia en la duración de una recesión, sino que puede crear problemas adicionales, como la acumulación de deuda del sector público (Béjar & Contreras, 2018).

En gran parte de los mercados de competencia imperfectos y especialmente en los monopolísticos, las compañías abusan practicando comportamientos nocivos, lo que se traduce en una pérdida de bienestar. Sobre lo anterior, la intervención gubernamental será elogiada por las partes ya que se busca que los precios sean más bajos y exista una participación rentable en el

mercado. Se pueden usar regulaciones tales como fijación de precios, impuestos o subsidios para restaurar y maximizar la eficiencia inicial de los monopolios naturales (Drab-Kurowska, 2018).

Empero, la actuación del gobierno debe mantener la calma al establecer y aplicar regulaciones, una comprensión incorrecta de la estructura del mercado puede generar un mayor costo para el bienestar social en lugar de los beneficios esperados. Para lograr regular óptimamente, el gobierno debe identificar si los monopolios que se han dado de manera natural, se mantengan siempre que garanticen un costo total más bajo. En un caso como el anterior, el gobierno deberá ser único garante de que la empresa no abuse con ingresos excesivos y que se mantengan los precios en un margen justo. Si, por el contrario, los costos totales de la industria disminuirían si nuevas empresas ingresaran al mercado, el gobierno debería regular su entrada (Solís, 2008).

Otra perspectiva de la participación del Estado, corresponde a las decisiones de política pública y económica en términos de la dotación de bienes públicos lo que puede resumirse como aquellos bienes accesibles para todas las personas que proporcionan un ámbito compartido, de seguridad y de acceso a las condiciones básicas de vida, es decir, infraestructura alrededor de acceso a servicios públicos, seguridad en salud, educación, infraestructura de transporte, empleo entre otros. Lo anterior implica que el Estado a través del gobierno de turno, implemente planes de fortalecimiento de infraestructura necesarios para continuar asegurando el acceso a los bienes públicos dado el aumento poblacional que se espera. Sin embargo, estas acciones del Estado no se consideran como intervencionismo sino más bien acciones que le corresponden como ente supremo encargado de velar por la vida de su población. La intervención real del Estado se comprende como la promulgación de reglas políticas y económicas sobre los medios de producción donde se restringe o delimita su accionar. Un ejemplo claro consiste en la regulación

o prohibición del uso de los medios de producción por parte de propietarios privados. El gobierno puede influir o controlar la formación de los precios de los bienes de consumo y/o los factores de producción, incluida la mano de obra. También puede reducir el impacto de la oferta y la demanda en el éxito o el fracaso de varias empresas al tiempo que aumenta su propia influencia y control sobre los ingresos del mercado a través de medios artificiales como las regulaciones de precios y producción, límites a la libertad de entrada en los mercados, subsidios directos e indirectos y redistribución de la riqueza (Flórez, 2009).

La entrada libre en el mercado interno por parte de potenciales rivales extranjeros se desalienta o es impedida mediante prohibiciones, aranceles o cuotas de importación. La libertad de movimiento está prohibida o restringida. El sistema monetario también puede estar regulado por el gobierno con el propósito de influir en lo que se usa como dinero, el valor del dinero y la tasa a la que aumenta o disminuye la cantidad de dinero. Todos estos mecanismos se utilizan como herramientas para afectar el empleo, la producción y el crecimiento de la economía. El papel del gobierno no se limita a la protección de la vida, la libertad y la propiedad. Es importante señalar que el sistema intervencionista representado por estos puntos sólo puede implementarse por medios políticos y no democráticos o públicos. Por lo tanto, si bien la intervención generalmente se discute bajo el título de política pública no hay nada público sobre ella. Son políticas coercitivas llevadas a cabo por políticos y burócratas (Drab-Kurowska, 2018).

### **3.3 Mecanismos de Transmisión de la Inversión Pública al Crecimiento Económico**

Desde la teoría de Lachler & Aschauer (1998) y quienes realizaron un estudio en México se establece que, en parte, la desaceleración del crecimiento económico se relaciona con una disminución de la inversión pública. Entonces, la relación entre el gasto público y el crecimiento

económico se centra en tipos particulares de gasto, a saber, infraestructura, educación y salud. El origen del vínculo entre gasto público en infraestructura y crecimiento económico se reconoce a raíz de que el gasto público en carreteras y autopistas tiene efectos de crecimiento considerables. Tanto el gasto en capital humano definido como crecimiento endógeno, que identifica la fuente del crecimiento económico como el progreso tecnológico, que es una función del capital humano y la inversión pública en infraestructura, permitió definir con claridad que el gasto público en educación, salud e infraestructura tienen un impacto positivo en el crecimiento económico (Lächler & Aschauer, 1998).

A pesar de que la inversión pública se considera menos eficiente que la inversión privada debido a factores como la búsqueda de rentas, la corrupción y la congestión, existen argumentos a favor de la intervención del gobierno en estos sectores no sólo inversiones en capital público lo cual tiene impactos positivos significativos en la productividad. Un hallazgo constante de la investigación en este tema, es que el capital público ofrece una tasa de rendimiento más alta que la mayoría de las formas de capital privado. Entonces, aumentar la inversión pública podría aumentar el producto interno bruto en cada año. La inversión pública tiene beneficios que van más allá del simple aumento del PIB medido: también ofrece beneficios que no se pueden medir, como agua y aire más limpios.

Lo anterior se confirma con las investigaciones de varios autores, entre los que se destaca Baca, Peschiera y Mesones (2014) quienes afirman que en el caso Perú, en el largo plazo, priorizar la inversión en educación y salud sobre la inversión en infraestructura genera más crecimiento económico y reduce el desempleo, la pobreza y la desigualdad. Esta conclusión se aplica tanto al sector público como al privado. Para el desempleo, la pobreza y la desigualdad, el impacto de priorizar la inversión en educación y salud sobre la infraestructura es más favorable

en el caso de la inversión pública que en la inversión privada debido a los tramos de ingresos en los que se enfoca la inversión pública. La inversión privada se centra más en los sectores con niveles de ingresos más altos que la inversión pública. El momento de priorizar la inversión en educación y salud sobre la infraestructura también es relevante (Baca, Peschiera, & Mesones, 2014).

Así mismo, se establece en el estudio de Rojas y Molina (2018) que la inversión en infraestructura ha sido insuficiente y mal asignada en el caso México, sin embargo, la inversión en infraestructura social muestra el mayor impacto en el crecimiento económico (Rojas & Molina, 2018). Estos hallazgos sugieren fuertemente que aumentar la inversión pública es una prioridad política más urgente que recortar el gasto. Un aumento significativo del gasto en inversión pública impulsaría el empleo a corto plazo y generaría enormes dividendos en un crecimiento más rápido de la productividad en las próximas décadas. En contraste, la recompensa de los recortes de gastos sería un crecimiento del empleo deprimido en los próximos años y pérdidas de productividad a largo plazo.

También se establecen ciertos efectos macroeconómicos del capital público traducido en inversión pública del crecimiento económico, tal y como lo sustenta Hernández-Mota (2010) donde mediante una evaluación de los efectos macroeconómicos del gasto público sobre el comportamiento de las empresas y la demanda de los factores de producción en una economía para determinar si la infraestructura pública es un insumo mayor (junto a la mano de obra y el stock de capital privado) en la determinación del grado de uso de la capacidad productiva o de la existencia de efectos de escala en la economía. En este sentido, se considera elaborar un modelo donde se introduce al capital gubernamental en la toma de decisiones de las empresas de una economía como su grado de complementariedad con el capital privado.

Los países de América Latina y el Caribe presentan grandes deficiencias en sus infraestructuras, que se traducen en un crecimiento económico insatisfactorio (Aguerre, 2018). Dado lo anterior, se establece un escenario atractivo, donde cualquier intervención de tipo inversión pública, necesaria en los países de América Latina, tendrá un efecto en el crecimiento económico.

### **3.4 Desarrollo Humano**

El concepto de desarrollo humano, propuesto por la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2014) procura una visión más allá de un aumento en los ingresos de un país y refiere a un ambiente en donde el pueblo desarrolle su máximo potencial y logre ser productivo, creativo y eficiente en frente de las necesidades e intereses personales; enfoca la riqueza de las naciones en sus personas y propone que se amplíen las oportunidades para ellas. En este enfoque, el desarrollo económico es un medio para la creación de oportunidades, que se basan a su vez en el acceso a salud, educación y recursos, todos ellos enfocados al logro de un nivel de vida digno y a una vida en comunidad.

En línea con la conceptualización desarrollada por Naciones Unidas, el IDH se centra en la medición de tres factores: vida larga y saludable, acceso a la educación y nivel de vida digno. Por ejemplo, una de las publicaciones de Naciones Unidas presenta el IDH de Guatemala (ONU, 2018), las mediciones de los factores fueron: (i) salud - índice compuesto que refleja condiciones de salud en los hogares: protección de salud, a través del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) o de un seguro, número de personas por dormitorio, tipo de acceso a agua y saneamiento y tipo de piso en la vivienda; (ii) educación - indicador compuesto que incluye la

esperanza educativa en niños y la escolaridad alcanzada por adultos mayores de 25 años; (iii) nivel de vida digno - agregado del ingreso laboral y no laboral familiar, ajustado a precios internacionales (en dólares PPA per cápita). Ingresos laborales y no laborales per cápita (ONU, 2018).

El IDH es una de las mejores herramientas para realizar un seguimiento del nivel de desarrollo de un país, ya que combina los principales indicadores sociales y económicos que son responsables del desarrollo económico (Molina & Pascual, 2014).

Los trabajos de Mahbub ul Haq y Amartya Sen son relevantes en torno al diseño y creación de un índice de desarrollo humano por parte de esta institución. Es así, que el PNUD (2010) afirma: Mahbub ul Haq reunió a algunos pensadores destacados en el campo de las ciencias sociales para liderar un enfoque del desarrollo humano en el seno del PNUD, por otra parte, el enfoque de las capacidades propuesto por Amartya Sen proporcionó las bases filosóficas del desarrollo humano. Así fue que dado el grado complejo de las variables que componen el desarrollo humano y su dimensión, cualquier análisis iba a ser sin duda un desafío mayor para quienes intentaran desarrollar algo de tal magnitud. Por ello, a partir de las consideraciones anteriores, se creó un índice más simple que fue llamado Índice de Desarrollo Humano (IDH), índice que se enfocó básicamente en los aspectos fundamentales de la población, vista esta desde el punto de vista por individuo que son: la longevidad, la educación básica y el ingreso mínimo para adquirir una canasta de bienes necesarios (PNUD, 2010).

En este sentido, con los avances tecnológicos y el pasar de los años se han propuesto índices adicionales y complementarios con el fin de presentar una mayor cobertura de las variables que lo componen; por ejemplo, la creación del índice de pobreza multidimensional, el índice de desarrollo humano ajustado por desigualdad o el índice de desigualdad de género

(Forero & Vallejo, 2017). En 2010 se presentó un ajuste en la metodología para calcular el índice debido a que algunos criterios de clasificación fueron cambiados. En los siguientes apartados se describe el diseño de la metodología inicial y la existente desde 2010.

### **3.4.1 Metodología IDH Inicial (1990-2009)**

La implementación de la primera metodología para el cálculo del IDH se desarrolló en 1990 y funcionó hasta 2009. Para calcular este indicador, se tomaban las tres variables que componen el índice y se revisaban sus valores más altos y más bajos, teniendo como referencia el contexto propio de cada país en función del mundial. En otras palabras, fueron seleccionados los valores máximos y mínimos registrados por los diferentes países para luego obtener el resultado de cada una de las tres variables expresado con valores entre 0 y 1 (PNUD , 1992).

Asimismo, la fórmula aplicada sobre las tres variables, a saber: esperanza de vida, educación (conformado a su vez por los subíndices (índice de alfabetización de adultos e índice bruto de matriculación) e ingreso, es la siguiente:

$$\text{Valor índice} = \frac{\text{valor real} - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Índice de Educación= 2/3 (índice de alfabetización de adultos) + 1/3 (índice bruto de matriculación) (Forero & Vallejo, 2017)

En el caso de la variable ingresos, el PNUD usaba el logaritmo natural de los valores mínimos y máximos.

$$\text{Índice de ingresos} = \frac{\ln(\text{valor real}) - \ln(\text{valor mínimo})}{\ln(\text{valor máximo}) - \ln(\text{valor mínimo})}$$

En efecto, una vez obtenidos los resultados de cada una de las variables, el índice de desarrollo humano se calculaba por medio de la formula general:

IDH=1/3 (esperanza de vida) + 1/3 (índice de educación) + 1/3 (índice del PIB) (Forero & Vallejo, 2017).

### **3.4.2 Nueva Metodología IDH**

Esta nueva metodología implementada a partir del 2010, en el informe de desarrollo humano, contó con ciertas modificaciones, sin embargo, no fueron sobre la base y fundamento y tampoco sobre los datos que ofrece. Es así que el PNUD indicó que se continúan estudiando las dimensiones básicas que componen el índice, a saber, salud, educación e ingresos. Sin embargo, los dos últimos sí sufrieron modificaciones, junto con el método de agregación. Por consiguiente, los valores mínimos y máximos fueron modificados en donde el PNUD manifiesta “...cambiamos los valores máximos de cada componente por el máximo observado, en lugar de usar un punto de corte predefinido más allá del cual los logros eran ignorados” (PNUD, 2010). Es decir, para los cálculos del valor máximo se tienen en cuenta las observaciones realizadas a las tres variables en un período de tiempo comprendido entre 1980-2010 para lo cual se escoge el valor máximo registrado. Por otra parte, para establecer el valor mínimo según el PNUD, se utilizan valores de “subsistencia o naturales” donde la variable educación tiene un valor mínimo de cero.

Adicionalmente, “los subíndices de alfabetización y tasa bruta de matriculación comprendidos en el indicador de educación, fueron reemplazados por los años promedio de

instrucción y años esperados de instrucción. Como se evidenció en la metodología anterior, en primer lugar, se obtienen los resultados de los subíndices: el índice de años de educación promedio (IAEP) y el índice de años esperados de instrucción (IAEI), con la fórmula básica, y posteriormente con la siguiente expresión se halla el resultado del índice” (Forero & Vallejo, 2017):

$$\text{Índice de Educación} = \frac{\sqrt{IAEP} + IAEI - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

En este sentido, cabe resaltar que para la variable ingreso, “la fórmula mantiene la misma estructura, pero el Producto Interno Bruto (PIB) fue sustituido por el Ingreso Nacional Bruto (INB), debido a que el primero incluye la producción realizada en el país por todos los agentes sin discriminar los extranjeros, en cambio, el Ingreso Nacional Bruto, sólo toma en consideración la producción de todos los nacionales tanto en el país de origen como en el extranjero” (Forero & Vallejo, 2017).

Por último, en la nueva metodología para el cálculo del IDH, se cambió de promedio simple a media geométrica. Por tal motivo el PNUD afirma que “un mal desempeño en cualquiera de los componentes ahora se refleja directamente en el valor del índice y ya no existe sustituibilidad perfecta entre ellos, como sucedía con la fórmula lineal. Este método captura cuán equilibrado es el desempeño de un país en los tres ámbitos” (PNUD, 2010).

$IDH = (\text{Esperanza de vida})^{1/3} * (\text{Índice de educación})^{1/3} * (\text{Índice de ingreso})^{1/3}$  (Forero & Vallejo, 2017)

Sin embargo, el PNUD, además de efectuar cambios sobre dos de las variables del IDH, empezó una medición del IDH ajustado por desigualdad, donde gracias a este cálculo es posible

determinar las pérdidas en materia de desarrollo humano generadas por los mismos indicadores: salud, educación e ingreso.

### ***3.4.3 Consideraciones sobre el IDH***

Para algunos economistas, medir el desarrollo humano en un solo indicador no es posible, dado que se requiere lograr entender aspectos que no pueden ser cuantificables (Martini, 2000). De igual forma, Amartya Sen era desconfiado en la utilización de un índice como medida de desarrollo. Sin embargo, Mahbub argumentó que este indicador era superior que el del Ingreso Nacional Bruto. En este sentido, “una de las falencias del índice que se debe considerar es que, dado su carácter dinámico y cambiante, las metodologías son analizadas constantemente por el PNUD haciendo perder secuencia, por motivo que se destruyen uno o dos años en el proceso, lo que limita el análisis para un largo período” (Forero & Vallejo, 2017).

Otras consideraciones que se han abordado entorno a las falencias presentadas para la medición de este indicador es la influencia del PNUD sobre los entes más importantes de generación de políticas de desarrollo. Organismos como el Banco Mundial afirman que se ha hecho una labor en pro de modificar el fondo del discurso, sin embargo, no se ha visto reflejado un cambio en la práctica. De igual modo, en el Fondo Monetario Internacional, la influencia ha sido minúscula, por lo que no se ha modificado el discurso, ni mucho menos las políticas han cambiado.

#### **4. Evolución de la Inversión en Infraestructura de Transporte en Colombia para el Periodo 1990 y 2015**

Hasta la década de 1990, la infraestructura vial de Colombia era un cúmulo de carreteras precarias y poco mantenidas. La difícil geografía de regiones como la costa Pacífico y los Andes que se ramifican en tres cordilleras, dificultaba la mejora de las condiciones de las carreteras y la conexión de los pueblos alejados con las urbes. A lo anterior, se sumaron procesos de conflictos bélicos, corrupción y prioridades políticas a corto plazo, lo que contribuyó a empeorar las condiciones y afectar negativamente al sistema vial de Colombia (García, 2007). Por otra parte, se desencadenaron otros problemas como fueron los contratos que se estaban realizando alrededor del territorio nacional, caso concesiones que empezaron en 1994 con el proyecto vial para la carretera Bogotá- Villavicencio, en los cuales se tenían incentivos incorrectos, al crear oportunidades para renegociar contratos firmados y asignar un riesgo de demanda desproporcionado al Gobierno de Colombia, todo ello ocasionó que el crecimiento de la infraestructura vial no fuera paralelo con el crecimiento económico interno del país (Durango, 2016).

En este sentido, no sólo los problemas en los contratos de concesión y la corrupción fueron los factores por los cuales el estado presentaba un retraso en su malla vial. También, los problemas de financiamiento que el país presentaba para cubrir este rubro eran evidentes. Es por ello, y como lo afirma González & Alba (2006) a inicios de los noventa, se motivó la participación del sector privado en el desarrollo de la infraestructura vial por medio de incentivos dentro del marco legal, tales como otorgar la licitación por medio de convocatorias con el

objetivo de construir, mantener y operar en condiciones favorables el tramo de la carretera en licitación a través de ingresos percibidos por peajes (González & Alba, 2006), de esta forma permitiría autofinanciarse, además de recuperar su inversión. Con esto, gran número de empresas se interesaron en la participación de diversas licitaciones.

En efecto, lo que se buscaba con este modelo de concesiones era dar soluciones puntuales en la pavimentación de kilómetros de vía y construcción de puentes con el propósito de subsanar los problemas viales nacionales y de carácter macroeconómico (González & Alba, 2006). Por lo anterior, el Plan Nacional de Desarrollo del gobierno del presidente Gaviria (1990-1994) tuvo como principal eje la adecuación y modernización de la red nacional de carreteras denominada “la revolución pacífica” (González & Alba, 2006). El Plan se enfocaba en realizar obras prioritarias de la red troncal, como fue la finalización de las obras aplazadas ubicadas en la troncal del Magdalena y la transversal Villavicencio-Buenaventura y Mocoa-Tumaco, así como el proyecto de la red troncal nacional, la ejecución de construcciones viales que permitieran la comunicación de los puertos con el resto del país y la contratación de las obras de mantenimiento vial. Para la realización y ejecución de este proyecto se tuvo un presupuesto de \$378.406 millones, para construir y pavimentar 4.500 Km y para su mantenimiento se destinaron \$574.028 millones.

Para los años comprendidos entre 1994 y 1998 bajo el gobierno de Ernesto Samper, se diseñaron políticas para continuar con la mitigación de los problemas de infraestructura vial que seguía teniendo el país. Estos recursos financieros tenían como objetivo mejorar la malla vial para potencializar el comercio interno y acelerar la apertura comercial entre regiones. Entre las principales obras se encontraban la pavimentación de la red troncal y transversal que comunicaban los principales centros de producción y consumo. En su plan de gobierno se

destinaron montos de inversión por aproximadamente \$8.9 billones entre aportes públicos y privados, en donde un 87.7% sería destinado al mejoramiento de las carreteras (González & Alba, 2006). El presupuesto para la ejecución de las obras se estableció conforme a los parámetros diseñados para mitigar los requerimientos y necesidades en la red vial nacional. De igual modo, se tenía en total una cifra de compromisos cercana al 89,4% en proyectos de infraestructura vial.

Dado esto, el sistema de gestión y regulación tuvo una gran incidencia producto de la transferencia para el mantenimiento de la infraestructura vial secundaria a los departamentos. Con esta nueva modalidad en la transferencia de recursos, se tenía como fin minimizar los eventos adversos sobre el Estado durante los procesos de estructuración, aumentando la eficacia en temas operativos, así como lograr la aprobación de recursos adicionales en orden de solventar las dificultades presentadas en un menor plazo.

En el periodo comprendido entre 1998 y 2002, aunque el gobierno de Pastrana tuvo como propósito principal entablar conversaciones con miembros al margen de la ley con el objetivo de alcanzar la paz para así incrementar el desarrollo económico, político y social interno en el país, continuó en la misma vía ideológica, teniendo como norte robustecer la infraestructura terrestre como forma de lograr la generación de una conectividad regional y competitividad global. En la administración 1998-2002, las inversiones proyectadas desde el gobierno para la red primaria llegaron a montos de \$1.549.775 millones y \$226.547 millones con relación a la red secundaria y terciaria (González & Alba, 2006).

Entre los años 2000-2002 se implantaron programas sectoriales para el crecimiento en el país con el propósito de analizar la reciprocidad social de la inversión en infraestructura vial y diseñar un programa para motivar la participación privada. Con esta contribución privada, se

intentaba fortalecer la infraestructura vial en 1.541 Km, 791 Km para construcción y 750 Km para rehabilitación por medio de concesiones, entre tanto, las actividades de mantenimiento y administración estuvieron a cargo de entes territoriales.

Del mismo modo, la inversión en infraestructura se había enfocado en las redes troncales, evidenciándose fuertes deterioros y deficiencias en la red vascular lo que ocasionó mayores costos de transporte entre municipios y centros de producción, así como sobrecostos en los alimentos y productos en general.

Con la entrada de Álvaro Uribe como presidente de Colombia en el periodo 2002-2006 se sitúa a los proyectos de infraestructura vial como una meta para alcanzar un mayor crecimiento económico y como herramienta para el éxito en el comercio externo e interno en el país. Para esto buscó ampliar una infraestructura integral y competitiva con los proyectos aún sin finalizar, a su vez, que diseñar y ejecutar obras que reducirían y facilitarían el transporte de mercancías al interior del país.

Con este propósito, en el Plan Nacional de Desarrollo del periodo 2002-2006 planteó cuatro objetivos: disminuir las distancias entre los principales centros de producción, distribución y las zonas aisladas para promover el sector agrícola, mejorar la productividad y optimizar el nivel de vida en las regiones; minimizar los costos del transporte que se incluyen en el precio final de los bienes y servicios; mitigar las actuaciones en contra de los ciudadanos en las carreteras del país y alcanzar una descentralización donde las regiones logaran autonomía en el mantenimiento y seguimiento de los sistemas de carreteras regionales y estatales pensando en un control de la asignación de recursos.

Asimismo, se diseñaron estrategias que buscaron fomentar la competitividad y unificar un sistema de transporte con el cual acceder a redes viales bajo el uso de transporte intermodal

que comunicara al país con las naciones vecinas (Becerra & Ribero, 2016). Para alcanzar los objetivos planteados anteriormente, González & Alba, (2006) manifiestan que la inversión para estos proyectos viales se obtuvo a partir de contratos de concesión vial, la afiliación de sectores institucionales como las pensiones para la recolección de recursos y la expedición de bonos. En esta inversión en infraestructura vial se logró el mantenimiento de 16.845 km de la red troncal y se pavimentaron 3.232 km en diferentes zonas del país.

Por otra parte, para el segundo periodo del presidente Álvaro Uribe, los avances en infraestructura fueron precarios, ya que su política de gobierno giraba en torno a la seguridad del país. En este sentido, las principales obras de infraestructura en la segunda administración de Uribe Vélez se realizaron en la zona del Eje Cafetero y en los departamentos de Nariño, Cauca, Huila, Tolima y Chocó.

De acuerdo con Durango (2016) en el primer mandato del presidente Juan Manuel Santos se dio inicio a importantes megaproyectos viales conocidos como los 4G. En efecto, con un sólido historial de licitaciones exitosas de concesiones viales, incluidas las Carreteras Federales de Bahía y la Carretera BA-093 en Brasil, el gobierno de Colombia solicitó, al equipo de Servicios de Asesoría de APP de la Corporación Financiera Internacional (CFI), ayuda para diseñar una cuarta generación de concesiones viales (4G), eso atraería una inversión estimada de \$ 24 mil millones para construir y rehabilitar unos 8,000 km de las vías terrestres con más relevancia en Colombia. Tarea que fue fundamental, requiriendo recursos y la experiencia del personal del Grupo del Banco Mundial. La Práctica de Transporte del Banco Mundial y los Servicios de Asesoramiento de la CFI gestionaron esfuerzos importantes en pro de permitir a Colombia afrontar los diferentes retos mediante el fortalecimiento de los marcos legales e

institucionales donde también se logró reforzar los procesos de licitación, incluso mejorando temas de transparencia.

En esta misma línea, en el periodo 2011-2014 el CFI trabajó de la mano con los actores gubernamentales donde se definieron procesos estandarizados y contratos de apoyo para la estructuración del programa de carreteras 4G. El CFI agregó su experticia logrando una asociación con el gobierno de turno y con el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) creando La Financiera de Desarrollo Nacional (FDN), una entidad bancaria nacional de desarrollo de infraestructura, de donde se logró invertir \$ 70 millones de dólares.

En concordancia con lo anterior, a través del programa Autopistas para la Prosperidad, el gobierno colombiano invirtió US \$ 7,4 mil millones (14 billones de pesos) durante una década en infraestructura, para actualizar y construir más de 8,000 km de carreteras y más de 100 túneles a través de concesiones a empresas privadas (Durango, 2016). Uno de los proyectos clave de Colombia, la construcción del Túnel de La Línea, se ha visto afectado por varios retrasos. Los problemas técnicos e incluso los problemas de seguro retrasaron el progreso del proyecto. Pero al igual que con otras obras de construcción en Colombia, cuando el túnel se abra para el tráfico, tendrá una longitud de 8,6 km y conectará Bogotá con Cali en la ruta 40.

En el segundo mandato de Juan Manuel Santos durante 2015-2018, fue posible firmar el apoyo financiero para catorce proyectos de vías 4G, logrando inversiones por \$20 billones, 0.3% del PIB por año. Sin embargo, problemas tanto de corrupción como de contratación, derivaron en retrasos en los inicios de las construcciones y cierres de los proyectos.

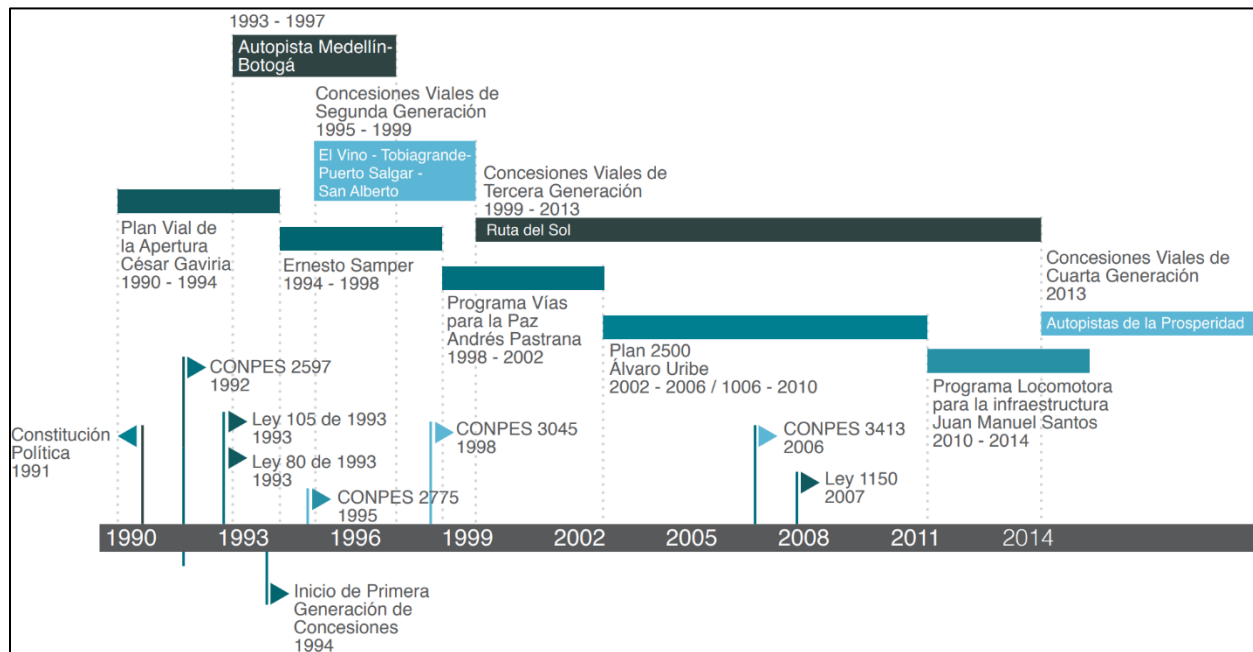
Tales problemas pueden ser la explicación de la falta de un fortalecimiento significativo sobre el nivel de desarrollo en carreteras, ya que Colombia se ubicó en el puesto 97 de 140 en 2018 con un puntaje de 47.8 en cuanto al índice de conectividad de carreteras, ocupando en

América Latina el puesto 13 entre 18 países, donde el mejor ubicado fue México. A la par que acerca de la calidad de las vías cae al puesto 102 de 140 y en la región latinoamericana ocupa el puesto 12 de 18, en el que lidera Chile ( Bell, José González, 2018). En 2008 según el Foro Económico Mundial la nación se situaba en el lugar 91 de 134 países en relación a la calidad de las carreteras con lo que se refleja una desmejora en la posición del país entre 2008 y 2018 (Porte, Michael E. & Schwab, Klaus, 2008)

La figura 3 detalla las políticas públicas para el progreso de las carreteras en Colombia desde 1990 hasta 2014.

**Figura 3.**

*Línea de Tiempo: Políticas para el Desarrollo de Infraestructura Vial en Colombia. Planes de Desarrollo y Sistema de Concesión, 1990-2014.*



*Nota:* UA & UPB. (2015). *Infraestructura vial en Colombia 1993-2013. Proyecto Análisis de las implicaciones sociales y económicas de las Autopistas para la Prosperidad en el departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia y Universidad Pontificia Bolivariana

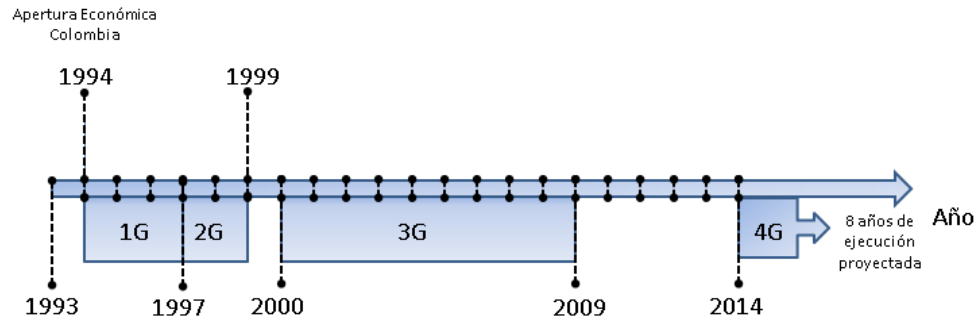
El sistema vial de Colombia está por debajo de los estándares modernos y es uno de los factores que perjudica la competitividad económica de la nación. Para ayudar a superar este déficit, el gobierno ha gastado decenas de miles de millones de dólares a través de los años en rutas de tránsito lento y en un sistema de transporte apropiado pero que aún no es suficiente para un país como Colombia.

**Inversiones en infraestructura regional.** Para ayudar a analizar la evolución de la inversión en infraestructura de transporte por regiones del país, se hace necesario empezar el análisis desde las concesiones viales.

#### 4.1 Concesiones

Las concesiones son vistas como un tipo de asociación entre el sector público y una empresa privada que ha demostrado su valor agregado en un área específica, por ejemplo, el desarrollo de infraestructura vial. Las concesiones son utilizadas en situaciones donde se requiere mejorar la calidad de vida de las personas y en dónde sólo el Estado puede ejercer su autoridad. Las concesiones generan la posibilidad de movilizar capital privado y experticia en aras de complementar los recursos públicos definidos y escasos, permitiendo realizar sinergias adicionales que permitan invertir más en la ampliación de la malla vial, así como mejorar y fortalecer la red de servicios públicos sin generar detrimento patrimonial público.

En Colombia, a partir de 1993 se plantearon una serie de concesiones viales para promover el desarrollo de la red de infraestructura vial, concesiones que se desarrollaron en etapas, desde las de primera generación, abreviadas 1G hasta las de cuarta generación 4G, tal y como se muestra en la figura 4.

**Figura 4.***Concesiones Viales en Colombia*

*Nota:* Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia

#### 4.1.1 Concesiones de Primera Generación

De 1994 a 1997, un total de 11 proyectos fueron contratados por entidades gubernamentales. Como se puede ver en la tabla 1. Estos contratos se caracterizaron por lo siguiente: las empresas privadas hicieron todas las inversiones iniciales; el gobierno garantizó un ingreso mínimo, asegurado por los peajes de cobro obligatorio; y cada contrato abarcó una duración promedio de 17 años. Además, se adquirieron siete proyectos y se evitó el proceso de licitación, antes de adjudicarse sin competencia.

Con respecto a la asignación de riesgos, se observó negligencia, en general, en términos de medir y compartir el riesgo, y las partes públicas retuvieron la mayoría de los riesgos del proyecto: demanda de tráfico, peajes, tarifas, construcción (excepto sobrecostos), adquisición de tierras y licencias ambientales. De hecho, una observación crítica de este período de contrato podría comenzar diciendo que las garantías de ingresos mínimos se calcularon utilizando

estimaciones de tráfico de estudios preliminares y se sesgaron positivamente, lo que condujo a garantías excesivas para los concesionarios.

Además, los procesos de subasta no fueron competitivos y no incluyeron propuestas internacionales. La ausencia de una definición completa y la planificación de los proyectos, incluidas las rutas exactas, antes de firmar los contratos fue un error repetido. Además, no se obtuvieron permisos ambientales y la expropiación de tierras no se completó antes de que se adjudicaran los contratos; un problema importante que incluso hoy causa enormes demoras en la entrega de infraestructura.

**Tabla 1.**

*Inversión por Concesiones y Regiones 1G.*

| Nro. | Proyecto                                                         | Fecha     | Longitud en<br>Kilómetros | Inversión            |           |
|------|------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|----------------------|-----------|
|      |                                                                  |           |                           | Millones de<br>pesos | Smmly     |
| 1    | Santa Marta - Riohacha - Paraguachón                             | 2/08/1994 | 250                       | 84,403               | 855,147   |
| 2    | Malla vial del Meta                                              | 2/08/1994 | 190                       | 100,19               | 1,015,096 |
| 3    | Los Patios - La Calera - Guasca –<br>El Salitre - Sopó – Briceño | 2/08/1994 | 50                        | 19,734               | 199,939   |
| 4    | Bogotá - Cáqueza - Villavicencio                                 | 2/08/1994 | 90                        | 235,295              | 2,383,941 |
| 5    | Bogotá (El cortijo) - Siberia –<br>La Punta - El Vino            | 2/08/1994 | 31                        | 76,205               | 772,087   |

| Nro.       | Proyecto                            | Fecha      | Longitud en<br>Kilómetros | Inversión            |                   |
|------------|-------------------------------------|------------|---------------------------|----------------------|-------------------|
|            |                                     |            |                           | Millones de<br>pesos | Smmly             |
| 6          | Cartagena – Barranquilla            | 24/08/1994 | 109                       | 31,879               | 322,989           |
| 7          | Desarrollo vial del Norte de Bogotá | 24/11/1994 | 48                        | 206,149              | 2,088,642         |
| 8          | Fontibón - Facatativá - Los Alpes   | 30/06/1995 | 41                        | 177,306              | 1,490,793         |
| 9          | Girardot - Espinal – Neiva          | 10/07/1995 | 150                       | 92,904               | 781,139           |
| 10         | Desarrollo del oriente de Medellín  | 23/05/1996 | 349                       | 234,688              | 1,651,279         |
|            | y valle Rio negro                   |            |                           |                      |                   |
| 11         | Armenia - Pereira - Manizales       | 21/04/1997 | 219                       | 349,755              | 2,033,400         |
| Subtotales |                                     |            | <b>1,527</b>              | <b>1,608,508</b>     | <b>13,594,452</b> |

*Nota:* Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia

#### 4.1.2 Concesiones de Segunda Generación

De los años 1997 a 1999, solo se pueden identificar 2 proyectos para esta generación de concesiones, ilustrado en la tabla 2. Las características principales de este período de contratos se desarrollaron a lo largo de la idea de aprender de los errores de la primera generación, es decir, avanzar en la contratación pública y en las concesiones. Se introdujo el concepto de tasa de rendimiento y se exigió a cada licitador que propusiera un nivel de ingresos de valor futuro esperado. La oferta del valor más bajo ganó y una vez que los ingresos alcanzaron la cantidad esperada, el contrato finalizaría. Se garantizó un ingreso de peaje mínimo anual y se implementó

la provisión de documentación más detallada durante los procesos de licitación. Además, se estipuló la protección de los inversores a través de mecanismos contractuales y la inclusión de un paso para los prestamistas. La concesión 2G enfocó sus esfuerzos sobre la que iba a ser la ruta del sol más adelante, impactando las regiones desde Puerto Salgar hasta San Alberto, es decir, los corregimientos y pueblos de la rivera del río Magdalena, así como las regiones de Cauca y Valle del Cauca, desde Popayán hasta Buga.

**Tabla 2.**

*Inversión por Concesiones y Regiones 2G.*

| Nro.       | Proyecto                                               | Fecha      | Inversión inicial |                  |                  |
|------------|--------------------------------------------------------|------------|-------------------|------------------|------------------|
|            |                                                        |            | En                | Millones de      | Smmly            |
|            |                                                        |            | kilómetros        | pesos            |                  |
| 1          | El Vino - Tobiagrande -<br>Puerto Salgar - San Alberto | 24/12/1997 | 571               | 589.930,75       | 3.429.730        |
| 2          | Malla vial del valle del<br>Cauca y Cauca              | 29/01/1999 | 470               | 459.272,85       | 1.942.286        |
| Subtotales |                                                        |            | <b>1.041</b>      | <b>1.049.204</b> | <b>5.372.016</b> |

*Nota:* Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia

Con respecto a la asignación de riesgos, se aplicó una consideración más detallada de la asignación de riesgos, y tanto el tráfico de demanda como los riesgos de construcción (excluyendo el riesgo geológico) se transfirieron partes al sector privado. Sin embargo, la

adquisición de tierras y las licencias ambientales seguían siendo un riesgo y una responsabilidad del gobierno, causando demoras.

Se introdujo una fórmula mucho más simple para elegir ofertas ganadoras, pero esto ocasionó que su manipulación fuera fácil y condujo a ofertas depredadoras. De hecho, solo un contrato completó la fase de construcción (Malla Vial del Valle del Cauca y Cauca); el otro fue violado por conciliación porque el operador económico entró en incumplimiento (Commsa). Peor aún, el Consejo Administrativo anuló la conciliación y siguió un largo proceso de litigio. La ausencia de una visión integrada se mantuvo, al igual que la falta de infraestructura construida en forma de red conectada. Cada proyecto se consideró de forma independiente, en lugar de ser parte de una red integrada. Finalmente, las carreteras se planificaron de acuerdo con un estudio de tráfico de 20 años y se construyeron en tres años, lo que rápidamente resultó en un exceso de capacidad.

#### ***4.1.3 Concesiones de Tercera Generación***

Un nuevo gobierno y una economía que finalmente salieron de años de recesión proporcionaron espacio para una nueva ola de concesiones de 2001 a 2007 con 10 proyectos (ver tabla 3). Se introdujeron nuevos conceptos, como la tasa de rendimiento esperada, y al variar la duración de la concesión e introducir el concepto de "corredor vial" (para conectar los centros de consumo y producción, así como a los puertos), significó la introducción de cambios considerables.

**Tabla 3.***Inversión por Concesiones y Regiones 3G.*

| Nro.              | Proyecto                             | Fecha      | Inversión inicial |                     |                  |
|-------------------|--------------------------------------|------------|-------------------|---------------------|------------------|
|                   |                                      |            | En                | Millones de         | Smmlv            |
|                   |                                      |            | kilómetros        | pesos               |                  |
| 1                 | Zipaquirá - Palenque                 | 27/12/2001 | 371               | \$ 34,98            | 122,311          |
| 2                 | Briceño - Tunja –<br>Sogamoso        | 15/07/2002 | 219               | \$ 305,30           | 988,023          |
| 3                 | Bogotá - La Victoria                 | 1/07/2004  | 283               | \$ 470,03           | 1,312,925        |
| 4                 | Pereira - La Victoria                | 2/08/2004  | 57                | \$ 100,00           | 279,33           |
| 5                 | Rumichaca - Pasto –<br>Chachagüí     | 21/11/2006 | 116               | \$ 277,90           | 681,127          |
| 6                 | Área Metropolitana de<br>Bucaramanga | 6/12/2006  | 47                | \$ 109,88           | 269,309          |
| 7                 | Córdoba - Sucre                      | 2/02/2007  | 125               | \$ 205,46           | 473,738          |
| 8                 | Área Metropolitana de<br>Cúcuta      | 22/06/2007 | 131               | \$ 158,47           | 365,382          |
| 9                 | Girardot - Ibagué                    | 13/07/2007 | 131               | \$ 333,20           | 768,273          |
| 10                | Ruta Caribe                          | 28/07/2007 | 293               | \$ 234,20           | 540,007          |
| <b>Subtotales</b> |                                      |            | <b>1,773</b>      | <b>\$ 2,229,412</b> | <b>5,800,425</b> |

*Nota:* Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia

Las concesiones se basaron en contratos en función del desempeño, con la introducción de indicadores clave de desempeño, un monto de ingreso mínimo proyectado propuesto por cada licitante como el único criterio de la licitación y una duración máxima del contrato, fueron las características principales de los contratos. Con referencia a la asignación de riesgos esto sigue siendo un aspecto fundamental de las renegociaciones y litigios de contratos de APP hoy en día. Para esta tercera generación, todos los riesgos de construcción se transfirieron al sector privado, incluyendo el de las licencias ambientales y riesgos de gestión de adquisición de tierras.

Como resultado, la oferta ganadora se eligió únicamente en función de la tasa de rendimiento y el riesgo de demanda se manejó variando la duración de los contratos, que se extendieron con el tiempo. En otras palabras, los incentivos para entregar y finalizar la construcción estuvieron ausentes, lo que resultó en demoras.

Además, las evaluaciones ambientales y sociales, incluidos los procesos de consulta con los grupos indígenas, no se realizaron de manera rigurosa y eficiente ni se establecieron antes de otorgar los contratos, lo que causó grandes demoras. Simultáneamente a estos problemas, la adquisición de tierras y las licencias ambientales causaron largas interrupciones y excesos en las concesiones viales. La evaluación de licitación de un criterio condujo a ofertas excepcionalmente agresivas, y la idea de reabrir la negociación del contrato más adelante para permitir la adición de más trabajo de construcción condujo a la renegociación masiva de los contratos de concesión durante este período.

Durante la ejecución de esta tercera generación, con los 10 macro proyectos el Gobierno Nacional determinó un plan de inversiones para las regiones principales mediante propuesta de montos y determinación por Ley Nacional, encontrando que para la gran mayoría de las regiones

hubo diferencia negativa entre la propuesta y lo sancionado por Ley sólo para la región Atlántica la diferencia fue positiva como se observa en la tabla 4.

**Tabla 4.**

*Plan de Inversiones 2003-2006 (en millones de pesos colombianos del 2002)*

| Región          | Propuesta               | Por Ley                 | % diferencia  |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------|
| Costa Atlántica | \$ 1.387.467,00         | \$ 1.600.014,00         | 15.32%        |
| Occidente       | \$ 2.549.227,00         | \$ 2.416.296,00         | -5.21%        |
| Centro-Este     | \$ 3.877.862,00         | \$ 3.780.383,00         | -2.51%        |
| Orinoquia       | \$ 1.871.906,00         | \$ 1.850.986,00         | -1,12%        |
| Amazonia        | \$ 94.710,00            | \$ 74.690,00            | -21.14%       |
| Bogotá          | \$ 711.422,00           | \$ 702.016,00           | -1.32%        |
| Nivel nacional  | \$ 19.885.718,00        | \$ 19.782.665,00        | -0.52%        |
| <b>Total</b>    | <b>\$ 30.378.312,00</b> | <b>\$ 30.207.051,00</b> | <b>-0.56%</b> |

*Nota:* Nieto, S., Olivera, M., & Tibocha, A. (2013). *The politics of transport infrastructure policies in Colombia*. América Latina: OCDE Development Centre

Igualmente, se identifican una "generación 3.5" de concesiones, a la que pertenecen los conocidos proyectos Ruta del Sol partes I, II y III. Este proyecto paraguas que conecta la capital con el mar se considera la base de la cuarta y actual generación de APP de carreteras colombianas. De hecho, la Ruta del Sol introdujo las mejores prácticas internacionales (consultoría IFC) y se financió a través del mercado financiero de Colombia, por lo que se puede decir que la Ruta del Sol fue un piloto para la cuarta generación de concesiones: también contiene una combinación de otras características de las 3° y 4° generaciones de concesiones.

#### ***4.1.4 Concesiones de Cuarta Generación***

En 2014, el gobierno lanzó oficialmente la cuarta y actual generación de concesiones, que incluye el procedimiento de adjudicación de APP y está programado para durar de 25 a 30 años. Está claro aquí que el proceso de planificación del gobierno comenzó casi 3 años antes y que el plan amistoso revela casi 30 proyectos en esta generación, que se agrupan en regiones como se observa en la tabla 5.

En la nueva ley de APP (Ley 1508), los cambios clave son evidentes ya que la ley limita las adiciones hasta el 20% del valor total del contrato de concesión, así como la introducción de una etapa de precalificación y un contrato estandarizado. Además, los pagos se realizan de acuerdo con un índice de calidad de servicio.

A pesar de esta difícil historia de concesiones, el gobierno colombiano lanzó la Cuarta Generación de Concesiones, utilizando la nueva ley de APP, un nuevo marco regulatorio y transformaciones institucionales por primera vez.

Esta cuarta generación presentó como objetivo lograr 8000 km de nuevas carreteras de alta calidad, 40 nuevas concesiones viales, especificaciones de alta calidad y carreteras adaptadas al cambio climático, un ahorro del 20% en los costos de transporte y un ahorro del 30% en el tiempo que se pasa viajando por carreteras como resultado de la intervención de infraestructura. Pero con una inversión de 47 billones de pesos colombianos (24 mil millones de dólares USA) en obras públicas, se espera que el desarrollo se incorpore a 24 de los 32 departamentos totales, generando directamente 180,000 empleos. A largo plazo, se verá un crecimiento potencial del PIB del 4,6% al 5,3%, mientras que la tasa de desempleo disminuirá en un 1% y se producirá un eventual aumento de la competitividad.

Con el desarrollo histórico de las concesiones y los ambiciosos objetivos del Programa 4G en mente, en este punto es necesario revisar el patrón cíclico de las renegociaciones para comprender completamente los errores anteriores cometidos en los planes gubernamentales.

**Tabla 5.**

*Inversión por Concesiones y Regiones 4G.*

| Nro.            | Nombre del Proyecto               | Fecha de                   |               | Inversión inicial    |                   |
|-----------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------|-------------------|
|                 |                                   | Proyección<br>Presupuestal | Longitud (km) | Miles de<br>Millones |                   |
|                 |                                   |                            |               | COP                  | Smmly             |
| 1               | Grupo 1 Centro Sur                | 2013                       | 879           | \$ 2,33              | 3,950,806         |
| 2               | Grupo 2 Centro<br>Occidente       | 2013                       | 783           | \$ 4,96              | 8,413,910         |
| 3               | Grupo 3 Centro<br>Oriente         | 2013                       | 1389          | \$ 7,08              | 12,005,089        |
| 4               | Grupo 4 Norte                     | 2013                       | 1487          | \$ 5,24              | 8,888,889         |
| 5               | Cordillera Oriental               | 2013                       | 2266          | \$ 9,77              | 16,575,064        |
| 6               | Autopistas para la<br>prosperidad | 2013                       | 1160          | \$ 13,04             | 22,125,530        |
| 7               | Otros                             | 2013                       | 459           | \$ 1,57              | 2,659,881         |
| <b>Subtotal</b> |                                   |                            | <b>8,423</b>  | <b>43,988</b>        | <b>74,619,169</b> |

*Nota:* Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia

El segmento de infraestructura de transporte en Colombia creció de acuerdo al fortalecimiento y adelanto del programa de concesiones viales de cuarta generación (4G) liderado por los gobiernos de turno. El programa de concesiones 4G ha sido una de las mayores iniciativas de inversión mixta que el país ha efectuado sobre la infraestructura pública en carreteras. El paquete de concesiones 4G del gobierno tuvo un valor de US \$ 25 mil millones e incluyó poco más de 30 concesiones de construcción y mantenimiento de la red de carreteras. El gobierno estimó que aquellos planes de carreteras 4G fortalecerían el PIB en un 1.5% durante la fase de construcción y alrededor del 1% a medida que empiecen a funcionar las nuevas vías. Luego de un largo paro derivado del problema de corrupción de Odebrecht, los acontecimientos actuales permiten dar una luz de esperanza sobre las inversiones lo que permite respaldar nuevamente los proyectos.

A continuación, se describen los proyectos de cada una de las olas de concesiones 4G que están vigentes, para luego profundizar en el estado actual del proyecto.

**Tabla 6.**

*Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Primera Ola.*

| Proyecto                      | Descripción                                                                                                                | Valor                                      |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Honda-Puerto Salgar-Girardot  | Fecha acta inicio: martes, 4 nov-14 Fecha terminación: Dic 2019 En operación 192 kilómetros                                | \$1.548.656 millones de pesos de Dic. 2014 |
| Autopista Conexión Pacífico 1 | Fecha acta inicio: martes, 11 nov-14 Año terminación contrato: 2039 32.2 kilómetros prorrogado hasta el 2023 por derrumbes | \$ 2.087.106 millones de pesos Dic. 2012   |

| Proyecto                                                     | Descripción                                                                                                                                                                                                         | Valor                                                    |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Conexión Pacífico 2                                          | Fecha acta inicio: martes, 11 nov-14 Año terminación<br>contrato: 2039 42,5 kilómetros de vía nueva, 2,5 kilómetros<br>de túnel, 54 kilómetros de vía rehabilitada y 43 puentes.<br>65% de progreso a abril de 2019 | \$1.300.234 millones<br>de pesos de Dic. 2012            |
| Autopista Cartagena -<br>Barranquilla y de la<br>Prosperidad | Fecha acta inicio: martes, 4 noviembre 2014 Año<br>terminación contrato: 2039 De 5 tramos se encuentran<br>operando 3, 75% de progreso a abril de 2019 36,5<br>kilómetros                                           | \$1.709.364.530.216<br>Dic.2012                          |
| Conexión Pacífico 3                                          | Fecha acta inicio: martes, 4 nov-14 Año terminación<br>contrato: 2039 39 kilómetros En operación desde 2019                                                                                                         | \$1.869.330 millones<br>de pesos de Dic. 2013            |
| Perimetral de Oriente de<br>Cundinamarca                     | Fecha acta inicio: viernes, 19 diciembre 2014 Año<br>terminación contrato: 2039 153 kilómetros Tres de los cinco<br>tramos fueron finalizados 133 kilómetros en operación jul-<br>19                                | \$1.647.776.111.169<br>de pesos de<br>diciembre de 2012  |
| Río Magdalena 2                                              | Fecha acta inicio: viernes, 13 marzo 2015 Año terminación<br>contrato: 2039 155 kilómetros 8,7% de ejecución a 2019                                                                                                 | \$ 1.740.427 millones<br>de pesos de Dic. 2012           |
| Autopista Mulaló-<br>Loboguerrero                            | Fecha acta inicio: martes, 17 marzo 2015 Año terminación<br>contrato: 2040 32 kilómetros Sin inicio de obras por falta de<br>licencia ambiental                                                                     | \$1.587.924.097.847<br>millones de pesos de<br>Dic. 2012 |
| Autopista Conexión<br>Norte Remedios-<br>Zaragoza-Caucasia   | Fecha acta inicio: jueves, 5 febrero 2015 Año terminación<br>contrato: 2040 145 kilómetros 53% de ejecución                                                                                                         | \$1.300.273.784.420<br>pesos de diciembre<br>de 2012     |
| Transversal Rio De Oro-                                      | Fecha acta inicio: lunes, 10 nov-14 Año terminación                                                                                                                                                                 | \$1.200.273.784.420                                      |

| Proyecto          | Descripción                                | Valor              |
|-------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Aguaclara-Gamarra | contrato:                                  | pesos de diciembre |
|                   | 2035 62 kilómetros 30% de ejecución a 2018 | de 2012            |

*Nota:* MAB. (29 de Noviembre de 2016). *MAB Ingeniería de Valor*. Obtenido de ¿Qué son las Concesiones Viales de Cuarta Generación o 4G?: <http://mab.com.co/que-son-concesiones-viales-de-cuarta-generacion-4g/>

Las inversiones en carreteras de primera ola para la concesión 4G ascendieron a poco más de 14 billones de pesos, que se firmaron en 2012 y los inicios de obras se dieron desde 2013 (Apreciar tabla 6).

**Tabla 7.**

*Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Segunda Ola.*

| Proyecto                                                                                     | Descripción                                                                                                              | Valor                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Autopistas al Mar 1: Túnel<br>de Occidente-San<br>Jerónimo-Santafé de<br>Antioquia-Bolombolo | Fecha acta inicio: jueves, 15 oct-15<br>Año terminación contrato: 2040 176 kilómetros                                    | \$2.244.728 de pesos<br>de Dic. 2012       |
| Autopista Pasto-Rumichaca                                                                    | Fecha acta inicio: martes, 27 oct-15 Año terminación<br>contrato: 2040 83 kilómetros 50% de ejecución Entrega en<br>2021 | \$2.316.127.771.181<br>pesos de Dic. 2013  |
| Autopista Santana-Mocoa-<br>Neiva                                                            | Fecha acta inicio: miércoles, 23 sep-15 Año terminación<br>contrato: 2040 447 kilómetros Inició obras en 2019            | \$ 2.969.581.000.000<br>pesos de Dic. 2013 |

| Proyecto                                                                         | Descripción                                                                                                                                                    | Valor                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Autopista Popayán-Santander De Quilichao                                         | Fecha acta inicio: miércoles, 23 sep-15 Año terminación<br>contrato: 2040 96 kilómetros Inició obras en 2019                                                   | \$1.702.786.716.167 pesos de Dic. 2013     |
| Autopista Villavicencio-Yopal                                                    | Fecha acta inicio: martes, 8 sep-15 Año terminación<br>contrato: 2044 261 kilómetros Inició obras en 2019                                                      | \$2.939.320.796.324 pesos. Dic. 2014       |
| Transversal Sisga-El Secreto                                                     | Fecha acta inicio: viernes, 28 ago-15 Año terminación<br>contrato: 2040 137 kilómetros 34% de ejecución para 2019                                              | \$966.849.097.446 pesos de Dic. 2013       |
| Autopista Puerta De Hierro-Palmar de Varela y Carreto-Cruz del Viso              | Fecha acta inicio: miércoles, 19 ago-15 Año terminación<br>contrato: 2040 196,19 kilómetros 50% de ejecución a 2019                                            | \$1.240.828 pesos de Dic. 2013             |
| Autopista Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó                                      | Fecha acta inicio: Martes, 13 oct-15 Año terminación<br>contrato: 2040 Contratista: Concesionaria Ruta del Cacao S.A.S. 148 kilómetros 40% de ejecución a 2019 | \$2.789.835 millones de pesos de Dic. 2014 |
| Autopista Al Mar 2 Cañasgordas – Uramita – Dabeiba – Mutatá – El Tigre – Necoclí | Fecha acta inicio: Martes, 12 enero 2016 Año terminación<br>contrato: 2040 254 kilómetros 14,6% de ejecución a 2020                                            | \$ 2,574,127 millones (pesos de 2012)      |

*Nota:* MAB. (29 de Noviembre de 2016). *MAB Ingeniería de Valor*. Obtenido de ¿Qué son las Concesiones Viales de Cuarta Generación o 4G?: <http://mab.com.co/que-son-concesiones-viales-de-cuarta-generacion-4g/>

Las inversiones en carreteras de segunda ola para la concesión 4G ascendieron a poco más de 18.7 billones de pesos, que se firmaron en 2013 y los inicios de obras se dieron desde 2014, reflejado en la tabla 7.

**Tabla 8.**

*Descripción de las Concesiones por Tramos Regionales 4G Tercera Ola.*

| Proyecto               | Descripción                                                                                                                                                    | Valor                                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Bucaramanga – Pamplona | Fecha acta inicio: Jueves, 21 julio 2016 Año<br>terminación contrato: 2041 133,4 kilómetros<br>iniciando en agosto de 2019 34 meses para su<br>ejecución total | \$1.413.763.000.000 de<br>pesos del mes de referencia<br>(31 de diciembre de 2013) |
| Barbosa-Bucaramanga    | 210 km                                                                                                                                                         | \$2.250.000.000.000 de<br>pesos del mes de referencia<br>(31 de diciembre de 2014) |
| Pamplona-Cúcuta        | 195 kilómetros                                                                                                                                                 | \$2.100.000.000.000 de<br>pesos del mes de referencia<br>(31 de diciembre de 2014) |
| Ocaña-Cúcuta           | 192 km                                                                                                                                                         | \$2.100.763.000.000 de<br>pesos del mes de referencia<br>(31 de diciembre de 2013) |
| Sogamoso-Aguazul-Maní  | 172 km                                                                                                                                                         | \$1.854.000.000.000 de<br>pesos del mes de referencia<br>(31 de diciembre de 2013) |

| Proyecto            | Descripción | Valor                                                                        |
|---------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Pasto-Popayán       | 344 km      | \$3.373.000.000.000 de pesos del mes de referencia (31 de diciembre de 2013) |
| Mariquita-Chinchiná | 136 km      | \$1.573.783.000.000 de pesos del mes de referencia (31 de diciembre de 2013) |

*Nota:* MAB. (29 de Noviembre de 2016). *MAB Ingeniería de Valor*. Obtenido de ¿Qué son las Concesiones Viales de Cuarta Generación o 4G?: <http://mab.com.co/que-son-concesiones-viales-de-cuarta-generacion-4g/>

Las inversiones en carreteras de tercera ola para la concesión 4G se proyectan a poco más de 14,7 billones de pesos, que se firmaron en 2014 y los inicios de obras se dieron desde 2015 (Observar tabla 8).

## 5. Desarrollo Regional en Colombia a partir del IDH 1990-2018

### 5.1 Índice de Desarrollo Humano Colombia

El valor del IDH en Colombia para 2018 fue de 0.761, puntaje que ubica a Colombia y sus habitantes con un alto desarrollo humano que puede estar explicado por la aglomeración de población en zonas urbanas donde el desarrollo ha sido importante. Según datos del PNUD, entre 1990 y 2018 el índice de desarrollo humano para Colombia creció casi un 27% al pasar de 0.600

a 0.761 en los años indicados. La Tabla 9 revisa el progreso de Colombia en cada uno de los indicadores del IDH. Para el rango de años desde 1990 hasta 2018, se evidencia un incremento de la tasa de vida al nacer de 7.4 años, mientras que los años promedio en escolaridad se incrementaron en 2.9 y los años esperados de escolaridad aumentaron en 5.5 años. El INB per cápita de Colombia aumentó aproximadamente un 74.5 por ciento entre 1990 y 2018 (PNUD, 2019).

**Tabla 9.**

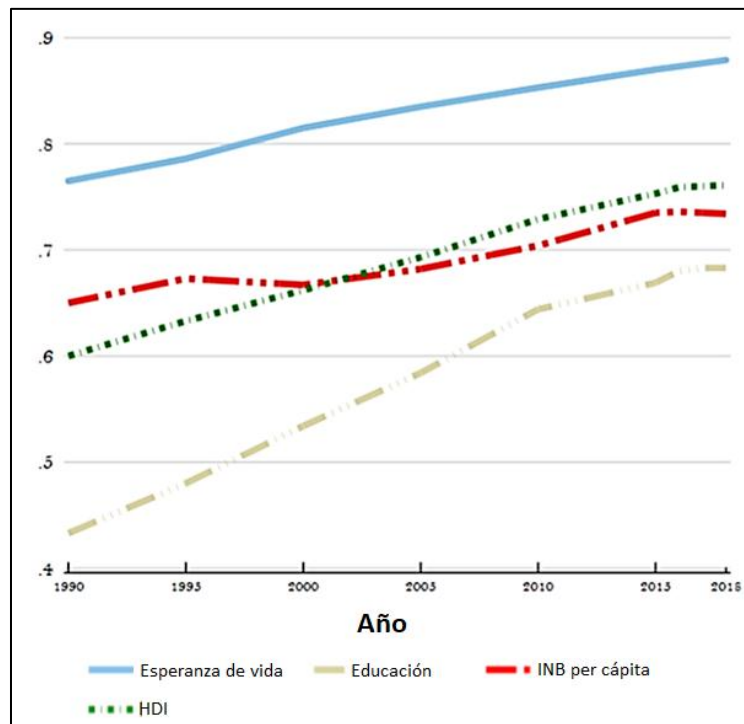
*Tendencias del IDH de Colombia 1990-2018*

| <b>Año</b> | <b>Esperanza de vida al nacer</b> | <b>Años esperados de escolaridad</b> | <b>Años medios de enseñanza</b> | <b>INB per cápita (2011)</b> | <b>IDH</b> |
|------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|------------|
| 1990       | 69.8                              | 9.0                                  | 5.5                             | 7,392                        | 0.600      |
| 1995       | 71.1                              | 10.0                                 | 6.1                             | 8,613                        | 0.633      |
| 2000       | 72.9                              | 11.4                                 | 6.5                             | 8,254                        | 0.662      |
| 2005       | 74.3                              | 12.9                                 | 6.8                             | 9,131                        | 0.693      |
| 2010       | 75.4                              | 14.3                                 | 7.4                             | 10,567                       | 0.729      |
| 2015       | 76.5                              | 14.4                                 | 8.1                             | 12,951                       | 0.753      |
| 2016       | 76.7                              | 14.6                                 | 8.3                             | 13,087                       | 0.759      |
| 2017       | 76.9                              | 14.6                                 | 8.3                             | 12,963                       | 0.760      |
| 2018       | 77.1                              | 14.6                                 | 8.3                             | 12,896                       | 0.761      |

*Nota:* PNUD. (2019). *Informe sobre Desarrollo Humano 2019: Desigualdades en el desarrollo humano en el siglo XXI*. PNUD

**Figura 5.**

*Tendencia de los Componentes del IDH para Colombia 1990-2018.*



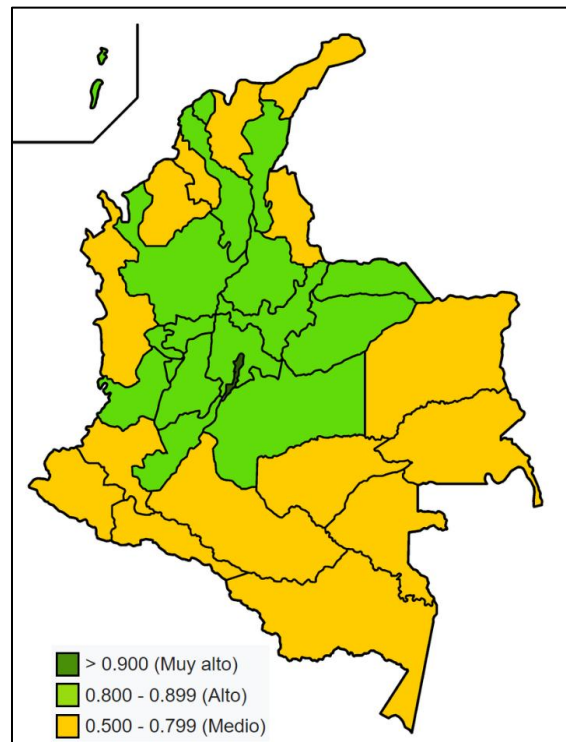
*Nota:* PNUD. (2019). *Informe sobre Desarrollo Humano 2019: Desigualdades en el desarrollo humano en el siglo XXI*. PNUD

Es evidente el incremento en los componentes de esperanza de vida al nacer, años de escolaridad y el INB per cápita para nuestro país durante los últimos 30 años. El cambio de modelo en los años noventa basado en la apertura económica originó grandes desafíos en términos de competitividad en los mercados globales. Sin embargo, los índices e indicadores actuales del país muestran que se ha logrado una transformación hacia la competitividad, las exportaciones y el comercio internacional, por lo que se puede decir que ha generado mejores valores para los componentes del IDH.

Tal como lo muestra los datos de la tabla 9 y la figura 5, donde se puede ver una mejoría en los componentes del IDH para Colombia desde 1990 hasta 2018.

**Figura 6.**

*Mapa de los Departamentos según su IDH en 2011.*



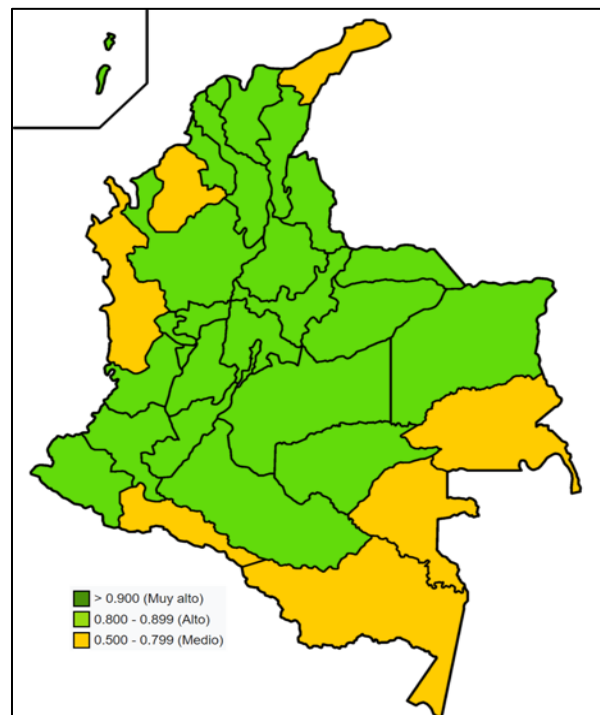
*Nota:* PNUD. (2011). *Informe Nacional de Desarrollo Humano. Colombia Rural: Razones para la esperanza*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

De acuerdo a la figura 6, y según datos del Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011 del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el IDH es alto para las regiones en verde y medio para las regiones en amarillo. Sólo la región de Bogotá, cuenta con un IDH “muy alto”, lo que representa que la aglomeración de la ciudad capital ha volcado esfuerzos, tanto locales como nacionales, para que sus componentes de IDH estén en un muy alto nivel. El

desarrollo humano de Colombia para el año 2011 estaba concentrado en las regiones centrales y cumpliendo con los criterios de una economía de mercado emergente. Sin embargo, el Índice de Desarrollo Humano, que mide la calidad de vida se sitúa muy por debajo del umbral mínimo para su consideración como país desarrollado.

**Figura 7.**

*Mapa de los Departamentos según su IDH en 2018.*



*Nota:* Global data Lab, (2019).

Con base a la figura 7, la región de Bogotá en 2018 dejó de tener un IDH muy alto y pasó a ser alto, al mismo tiempo que otros departamentos se incorporaron a la categoría alta, tales como, Norte de Santander, Vichada, Cauca, Nariño, Magdalena, Atlántico, entre otros. Considerando que la configuración político-administrativa del país se destaca por la

aglomeración de población en las grandes ciudades y que son estas urbes las que apalancan el crecimiento de los componentes, los de departamentos como Atlántico, Antioquía, Valle y Cundinamarca son un ejemplo de dicho apalancamiento, lo que permite comprobar que existe una estrecha y directa correlación entre las tendencias de urbanización del país y el grado de industrialización, lo que empuja los componentes hacia valores más altos a través del tiempo.

A continuación, se revisarán cada uno de los componentes del IDH para el caso Colombia, considerando el tiempo y las regiones como eje de estudio.

## **5.2 Componente Ingreso por Regiones**

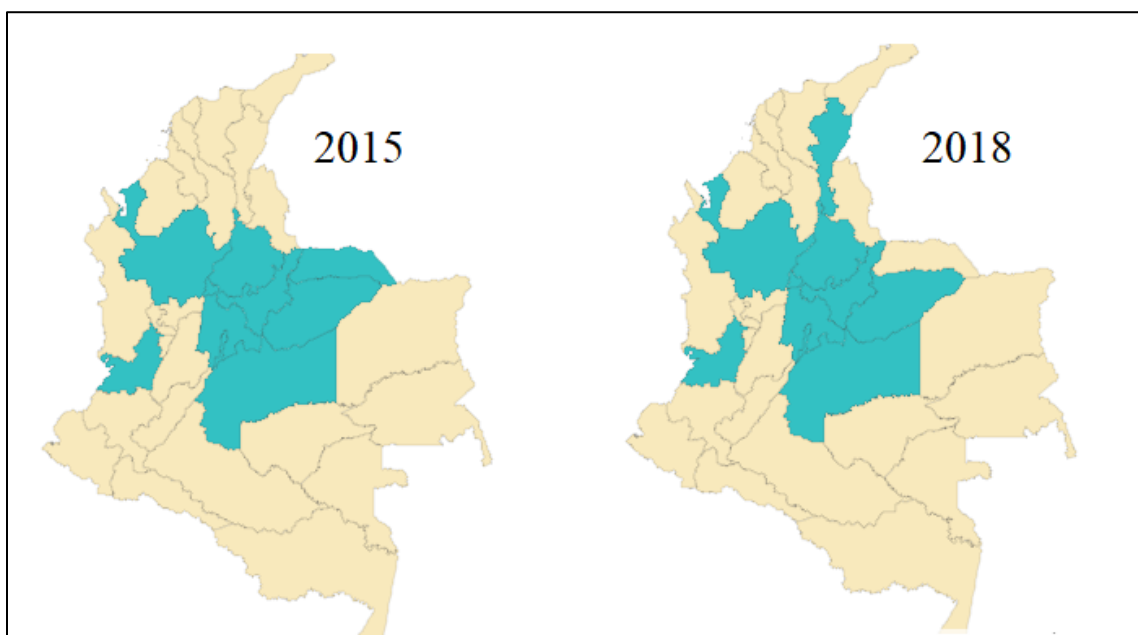
La economía colombiana está fundamentada en recursos tradicionales tales como los minerales, café y azúcar, y recientemente, ha logrado diversificarse a otros productos como flores, productos químicos, alimentos y productos de tabaco, ropa, cuero y artículos de cuero para su exportación. Sin embargo, los niveles de inversión no han sido suficientes para lograr una modernización tecnológica generalizada o un desarrollo de infraestructura acorde.

Con el paso de los gobiernos, se consolida un clima macroeconómico sólido, pero sin rumbo. A pesar de introducir medidas de un plan de austeridad que reduce el gasto público y reforma las leyes fiscales, de pensiones y laborales, con las consiguientes mejoras en las finanzas del gobierno, se hace imperante reconocer que la mano de obra no responde con la misma velocidad a las diferencias regionales o a las diferencias de las tasas salariales o las tasas de desempleo. En muchos casos, se ha puesto énfasis en políticas regionales diseñadas para mover el capital hacia áreas rezagadas en lugar de para aumentar la movilidad de la mano de obra entre las regiones.

El ingreso per cápita en Colombia ha tenido un comportamiento creciente en los últimos años. La economía se está recuperando de los choques duales del cambio de gobierno reciente, los casos de corrupción y los precios históricamente bajos del petróleo.

**Figura 8.**

*PIB Per Cápita por Departamentos*



*Nota:* DANE (2020).

Sin embargo, entre 2010 y 2018, el ingreso por habitante en las regiones de Colombia, se ha visto aumentado en departamentos como Antioquia, Casanare, Meta, Valle del Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Santander quienes se mantienen desde el 2015 como los departamentos que más ingreso por habitante tienen (ver tabla 10). Para 2018, se incorporó un departamento de la región atlántica a saber el Cesar, aumentando en uno los departamentos que hacen parte de la elite del ingreso por habitante en el país (ver figura 8).

**Tabla 10.***PIB por Habitante 2018 por Departamentos*

| <b>Departamento</b> | <b>PIB por<br/>habitante 2015</b> | <b>PIB por<br/>habitante 2018</b> |
|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Antioquia           | 17.881.182                        | 21.202.458                        |
| Cesar               | 14.161.283                        | 20.021.379                        |
| Valle del Cauca     | 16.922.325                        | 20.058.967                        |
| Meta                | 31.947.442                        | 35.228.546                        |
| Casanare            | 37.323.356                        | 41.762.997                        |
| Cundinamarca        | 17.930.751                        | 21.089.439                        |
| Boyacá              | 17.364.903                        | 20.874.318                        |
| Santander           | 25.229.130                        | 30.370.820                        |

*Nota:* DANE (2020).

Una razón por la cual las diferencias de ingresos no reflejan la productividad marginal diferencial del trabajo corresponde a la ausencia de mercados laborales perfectos. Es el caso colombiano, donde el salario mínimo es igual para todas las áreas del país, incluso así la productividad laboral cambie significativamente entre las regiones. Lo anterior se debe, a que los mercados reciben señales económicas equivocadas, la migración laboral no ocurre (León & Ríos, 2013).

### 5.3 Componente Esperanza de Vida en Colombia

La esperanza de vida al nacer indica el número de años que un recién nacido viviría si los patrones de mortalidad prevalecientes en el momento de su nacimiento fueran los mismos durante toda su vida. En 2018, la esperanza de vida para Colombia fue de 77,1 años. La

esperanza de vida de Colombia aumentó de 61,7 años en 1969 a 77,1 años en 2018, creciendo a una tasa anual promedio de 0.46% (Knoema, 2019). La esperanza de vida al nacer en Colombia es menor que el promedio de la OCDE que es de 80 años. La esperanza de vida para las mujeres es de 79 años, en comparación con 74 para los hombres, lo cual se refleja en la tabla 11.

**Tabla 11.**

*Histórico. Esperanza de Vida Colombia por Género*

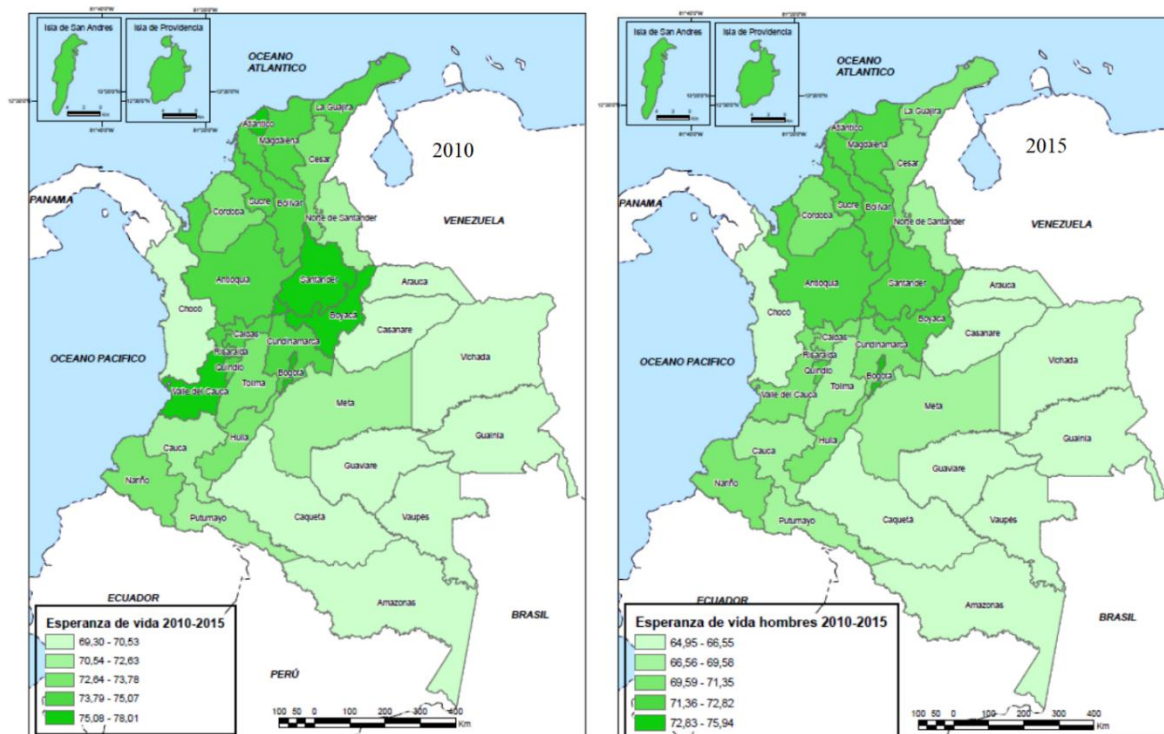
| <b>Año</b> | <b>Esperanza<br/>de vida<br/>mujeres</b> | <b>Esperanza<br/>de vida<br/>hombres</b> | <b>Esperanza<br/>de vida</b> |
|------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
| 2018       | 79,86                                    | 74,33                                    | 77,11                        |
| 2017       | 79,69                                    | 74,12                                    | 76,93                        |
| 2016       | 79,52                                    | 73,91                                    | 76,73                        |
| 2015       | 79,35                                    | 73,69                                    | 76,53                        |
| 2014       | 79,16                                    | 73,45                                    | 76,32                        |
| 2013       | 78,98                                    | 73,21                                    | 76,11                        |
| 2012       | 78,79                                    | 72,95                                    | 75,88                        |
| 2011       | 78,6                                     | 72,69                                    | 75,66                        |
| 2010       | 78,41                                    | 72,42                                    | 75,42                        |

*Nota:* Datosmacro. (2018). *Expansión: Esperanza de vida Colombia.* Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/demografia/esperanza-vida/colombia>

En la tabla 12, que aparece más adelante, se representa la esperanza de vida para las personas nacidas en periodos de cada 5 años, donde se estima que en promedio vivirán los hombres 74,5 años y las mujeres una media de 79,8, siendo el promedio general de 77,1 años, por encima de los 74.182 años establecidos por el Banco Mundial para Colombia.

**Figura 9.**

*Comparativo Esperanza de Vida por Regiones Colombia 2010-2015*



*Nota:* MINSALUD 2015.

En comparación con la esperanza de vida más alta del mundo, los departamentos colombianos muestran diferencias entre 5 y 20 años (ver figura 9). Se observan diferencias significativas entre departamentos, siendo la mayor diferencia 15,3 años (Eslava-Schmalbach,

Rincón, & Guarnizo, 2013). Además, en algunos departamentos la esperanza de vida fue mucho menor durante los años 1995-2000 (ver tabla 12).

**Tabla 12.**

*Histórico. Esperanza de Vida Colombia por Regiones*

| Departamento       | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2010 | 2010-2015 | 2015-2020 |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nacional           | 70,9      | 72,56     | 74        | 75,22     | 77,15     |
| Bogotá             | 72,94     | 75,36     | 77,08     | 78,01     | 78,87     |
| Valle del Cauca    | 69,44     | 71,72     | 73,7      | 75,33     | 76,67     |
| Antioquia          | 68,02     | 71,2      | 73,41     | 75,07     | 76,25     |
| Magdalena          | 71,83     | 72,63     | 73,41     | 75,07     | 76,25     |
| Boyacá             | 71,36     | 72,93     | 74,25     | 75,32     | 76,18     |
| Santander          | 71,21     | 73,08     | 74,3      | 75,33     | 76,07     |
| Atlántico          | 72,68     | 73,94     | 74,81     | 75,49     | 75,85     |
| Risaralda          | 69,2      | 70,68     | 73,33     | 74,67     | 75,67     |
| Quindío            | 69,59     | 71,47     | 73,1      | 74,46     | 75,58     |
| Caldas             | 69,94     | 71,72     | 73,24     | 74,52     | 75,56     |
| San Andrés y Prov. | 73,25     | 73,88     | 74,25     | 74,6      | 74,92     |
| Cundinamarca       | 71,63     | 73,01     | 73,88     | 74,39     | 74,8      |
| La Guajira         | 69,64     | 72,45     | 73,79     | 74,4      | 74,71     |
| Sucre              | 73,82     | 74,03     | 74,21     | 74,37     | 74,53     |
| Cesar              | 69,01     | 71,16     | 72,71     | 73,78     | 74,47     |
| Bolívar            | 72,95     | 73,47     | 73,85     | 74,15     | 74,44     |
| Tolima             | 69,41     | 70,92     | 72,23     | 73,32     | 74,21     |
| Córdoba            | 72,01     | 72,68     | 73,24     | 73,73     | 74,14     |
| Huila              | 70,74     | 71,71     | 72,53     | 73,23     | 73,84     |

| Departamento    | 1995-2000 | 2000-2005 | 2005-2010 | 2010-2015 | 2015-2020 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Nariño          | 70,21     | 72,09     | 72,88     | 73,21     | 73,51     |
| N de Santander  | 69,78     | 70,88     | 71,82     | 72,63     | 73,32     |
| Putumayo        | 65,94     | 68,99     | 70,94     | 72,02     | 72,95     |
| Cauca           | 66,91     | 69,22     | 70,84     | 71,89     | 72,8      |
| Meta            | 67,55     | 69,31     | 70,63     | 71,58     | 72,42     |
| Arauca          | 65,2      | 67,47     | 69,23     | 70,53     | 71,43     |
| Grupo Amazonia1 | 62,88     | 66,79     | 69,08     | 70,15     | 71,12     |
| Casanare        | 66,54     | 67,85     | 69        | 69,97     | 70,78     |
| Chocó           | 62,37     | 65,5      | 67,8      | 69,3      | 70,64     |
| Caquetá         | 65,09     | 66,86     | 68,32     | 69,48     | 70,52     |

*Nota:* Cámara Directa. (2018). *Esperanza de vida en Colombia por Departamentos*. Obtenido de <https://www.camaradirecta.com/temas/indicadoresantander/indicadores/esperanza.htm>

Las diferencias en la esperanza de vida en los departamentos colombianos, se presentan quizá por las desigualdades en temas de acceso a salud, condiciones de violencia, lugares apartados y en general las condiciones de vida. Estas diferencias se redujeron en algunos departamentos durante el período 1995-2010. Los esfuerzos de Colombia son significativos en términos de reducción de la mortalidad infantil e incremento de la esperanza de vida. El desempeño de estos indicadores ha arrojado resultados satisfactorios en lo que va del siglo XXI.

#### 5.4 Componente Educación

En materia de educación en Colombia, los gobiernos de turno han efectuado mejoras desde todos los frentes, lo que ha derivado en una disminución de la tasa de analfabetismo, lo cual es positivo para lograr mejores indicadores en el índice de desarrollo humano. Los

resultados son alentadores dado que se pasó de una tasa de analfabetismo de 27,1 por ciento en 1964 a 5,24 en 2017, lo cual indica una reducción de 21,86 puntos porcentuales en ese periodo de tiempo. Según la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la tasa de analfabetismo registrada en 2017 es de 5,24% lo que equivale a 1.857.000 colombianos; según el Censo Nacional Agropecuario de 2014, el 12,6% de la población de la zona rural es analfabeta (MINEDUCACIÓN, 2019). Incluso la tasa de analfabetismo de adultos es de 4,91% en 2018 lo que refleja el progreso del país en esta materia (Prestar atención a la siguiente tabla).

**Tabla 13.**

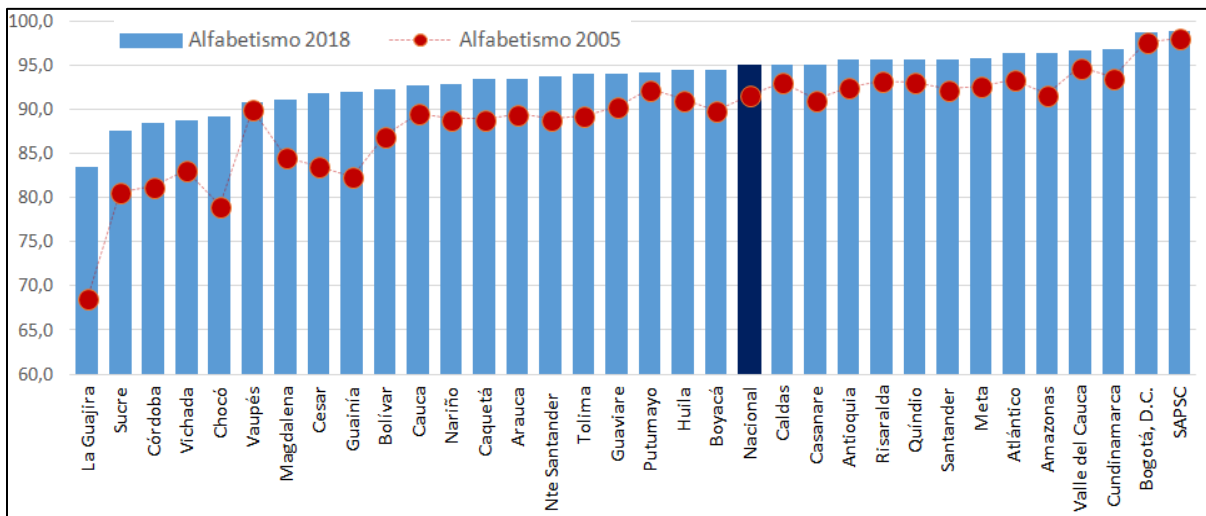
*Histórico. Tasa de Alfabetización Colombia 1993-2018*

| <b>Fecha</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>mujeres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>hombres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>de adultos</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes<br/>mujeres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes<br/>hombres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes</b> |
|--------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2018         | 95,32%                                        | 94,85%                                        | 95,09%                                           | 99,07%                                                    | 98,63%                                                    | 98,85%                                        |
| 2016         | 94,89%                                        | 94,40%                                        | 94,65%                                           | 99,03%                                                    | 98,31%                                                    | 98,67%                                        |
| 2015         | 94,42%                                        | 94,06%                                        | 94,25%                                           | 98,92%                                                    | 98,16%                                                    | 98,53%                                        |
| 2014         | 94,48%                                        | 93,87%                                        | 94,19%                                           | 98,97%                                                    | 98,11%                                                    | 98,54%                                        |
| 2011         | 93,67%                                        | 93,49%                                        | 93,58%                                           | 98,72%                                                    | 97,76%                                                    | 98,24%                                        |
| 2010         | 93,49%                                        | 93,25%                                        | 93,37%                                           | 98,52%                                                    | 97,68%                                                    | 98,10%                                        |
| 2009         | 93,42%                                        | 93,06%                                        | 93,24%                                           | 98,43%                                                    | 97,44%                                                    | 97,94%                                        |
| 2008         | 93,44%                                        | 93,32%                                        | 93,38%                                           | 98,43%                                                    | 97,55%                                                    | 97,99%                                        |
| 2007         | 92,85%                                        | 92,43%                                        | 92,65%                                           | 98,42%                                                    | 97,48%                                                    | 97,97%                                        |
| 2006         | 92,22%                                        | 92,39%                                        | 92,30%                                           | 98,19%                                                    | 97,53%                                                    | 97,88%                                        |

| <b>Fecha</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>mujeres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>hombres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>de adultos</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes<br/>mujeres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes<br/>hombres</b> | <b>Tasa de<br/>alfabetización<br/>jóvenes</b> |
|--------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 2005         | 92,91%                                        | 92,78%                                        | 92,85%                                           | 98,37%                                                    | 97,52%                                                    | 97,96%                                        |
| 2004         | 92,71%                                        | 92,90%                                        | 92,80%                                           | 98,41%                                                    | 97,55%                                                    | 97,99%                                        |
| 1996         | 91,31%                                        | 91,09%                                        | 91,21%                                           | 97,57%                                                    | 96,39%                                                    | 97,00%                                        |
| 1993         | 91,15%                                        | 90,97%                                        | 91,06%                                           | 96,28%                                                    | 94,64%                                                    | 95,48%                                        |

*Nota:* Datosmacro. (2018). *Expansión: Esperanza de vida Colombia*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/demografia/esperanza-vida/colombia>

Contar con una educación al menos básica y tener ciertas habilidades, se consideran requisitos fundamentales para lograr ubicarse laboralmente en la economía. En Colombia, el 54% de los adultos de 25 a 64 años han completado la educación secundaria superior, por debajo del promedio de la OCDE de 78% (La República, 2019). Esto es más cierto para las mujeres que para los hombres, ya que el 56% de las mujeres completaron satisfactoriamente la escuela secundaria mientras que por parte de los hombres el porcentaje fue del 52%. Sobre la calidad educativa, el estudiante promedio obtuvo un puntaje medio de 410 en lectura, matemáticas y ciencias en el Programa de Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) de la OCDE. Este puntaje es más bajo que el promedio de la OCDE de 486 (OCDE, 2017).

**Figura 10.***Comparativo Tasa de Alfabetización Colombia 2005 y 2018**Nota:* DANE, (2019).

En relación al comportamiento de la tasa de alfabetización en Colombia, se reconoce un incremento paulatino desde 2005 hasta 2018 (ver figura 10) donde en los departamentos de Cesar, La Guajira y Guainía, se ha presentado un cambio sustancial en su alfabetización. El promedio departamental está por el 89%, lo que es alentador, pese a que aún el país cuenta con zonas de conflicto, donde las actividades ilícitas y los grupos al margen de la ley, cuentan con posicionamiento lo que reduce la preferencia a asistir a la educación.

## **6. Metodología de la Investigación**

### **6.1 Enfoque de la Investigación**

La investigación se clasifica como cuantitativa dado el conjunto de datos a analizar. Este enfoque de métodos cuantitativos se presenta como el más preciso pues se enfatizan mediciones objetivas y el análisis estadístico, matemático o numérico de los datos recopilados a través de fuentes primarias de información o mediante la manipulación de datos estadísticos preexistentes mediante técnicas computacionales. La investigación cuantitativa se centra en recopilar datos numéricos y generalizarlos entre grupos de personas o para explicar un fenómeno en particular. El tipo de metodología será guiada por la investigación descriptiva donde se procede a observar los datos en su ambiente natural valiéndose de elementos tanto cuantitativos como cualitativos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2011). Lo primero que se realizó fue conformar el grupo de covariables del modelo distintas al número de kilómetros construidos acumulados (Km) pues sirvió de variable control y así encontrar el real efecto de Km. Para lograr lo anterior se usó el marco teórico como guía en la selección de las variables. Luego de ello, se presenta la estadística descriptiva de las variables y para terminar se realizará el modelo econométrico.

### **6.2 Modelo de Rezagos Distribuidos**

Por la característica de los datos se trabajará con un modelo dinámico de rezagos distribuidos, ya que los modelos clásicos de regresión lineal no sirven en este caso por violar el supuesto de no autocorrelación. A continuación, se comentará algunas de las principales características de este modelo y sus ventajas para la presente investigación.

Los modelos de rezagos distribuidos tienen la forma funcional  $y_t = f(x_{i,t-l}, \epsilon_t)$ . Donde “ $y_t$ ” representa la variable endógena en el periodo “ $t$ ”, que en este caso será el IDH a nivel regional o el PIB regional; “ $x_{i,t-l}$ ” es la covariable  $i$ , piénsese en el número de kilómetros construidos acumulados,  $i = \{1, \dots, p\}$  entre las “ $p$ ” covariables existentes, en el tiempo rezagado  $t - l$ ,  $l = \{1, \dots, T\}$ ,  $T$  es el número de datos existentes y  $\epsilon_t$  es el término del error en un periodo determinado (Gujarati, 2011). Las anteriores características permiten explicar cómo influye la cantidad de kilómetros construidos acumulados rezagados en el IDH, lo que es pertinente, pues es evidente que el tiempo de construcción de las obras y la mejora en la cadena productiva puede acarrear tiempo en verse reflejada en el desarrollo económico. El modelo propuesto, asumiendo únicamente la covariable cantidad de kilómetros construidos acumulados (Km) será:

$$IDH_t = \alpha + \beta_0 Km_t + \beta_1 Km_{t-1} + \dots + \beta_k Km_{t-k} + \epsilon_t$$

Donde  $\beta_0$  se conoce como el multiplicador medio de corto plazo que representa el cambio promedio de  $y$  ante cambios unitarios de  $x$  en el mismo periodo, si todo lo demás se mantiene constante y la suma de  $\sum \beta_i = \beta_0 + \beta_1 + \dots + \beta_k$  se conoce como los multiplicadores interín (Gujarati, 2011) y representan el cambio de  $y$  ante cambios en una unidad en el tiempo  $\beta_k$ . En estos modelos resulta, algunas veces relevante analizar la proporción de impacto de las covariables en el modelo, lo cual se obtiene dividiendo el valor de la beta por la sumatoria de betas (Gujarati, 2011).

### 6.3 Estimación del Modelo

La forma general del modelo es:

$$y_t = \beta_{0x_t} + \beta_{1x_{t-1}} + \cdots + \beta_{sx_{t-s}} + u_t, t = s + 1, \dots, T$$

$$= \sum_{i=0}^s \beta_{ix_{t-i}} + u_t$$

*Ecuación 1*

En notación matricial, el modelo de la Ecuación (1) se puede escribir de la siguiente manera:

$$y = X\beta + u$$

*Ecuación 2*

Aquí, el estimador MCO s el siguiente:

Claramente,  $y$  es un vector de observaciones  $(t - s) \times 1$  sobre la variable de respuesta,  $\beta$  es un vector de coeficientes de rezago desconocidos o retraso  $(s + 1) \times 1$ ,  $u$  es un vector de error aleatorio con media cero y varianza  $\Omega$  con elementos diagonales  $t$ th,  $\sigma_t^2$  i.e.,  $\Omega = \text{diag} \{\sigma_{s+1}^2, \sigma_{s+2}^2, \dots, \sigma_T^2\}$  Cuando el término de error es homocedástico,  $\sigma_t^2 = \sigma^2$ , y  $\Omega = \sigma^2 I_{(T-s)}$  donde  $I_{(T-s)}$  es una matriz de identidad de orden (Gujarati, 2011).

El modelo estimado correspondió a:

$$\Delta IDH_t = B_0 + B_1 Km_t + B_2 Km_{t-1} + B_3 Km_{t-2} + \dots + B_p Km_{t-p}$$

*Ecuación 3*

Donde  $\Delta IDH$  es el Índice de Desarrollo Humano regional estacionario en el tiempo  $t$  y  $Km$  son los kilómetros de carretera acumulados construidos hasta el tiempo  $t$ , los  $Km$  van a tener un rezago de  $p$  tiempos sobre  $IDH$ , así es que se busca encontrar las relaciones de los kilómetros construidos en carreteras a nivel regional y los futuros valores del  $IDH$ . Se asume que no existen problemas de endogeneidad ya que las variables que comúnmente explica el  $IDH$  como la esperanza de vida, la educación etc, teóricamente no tendrían relación con la variable kilómetros acumulados construidos de carreteras. Se realizaron 5 modelos de rezagos distribuidos, uno por cada región.

#### 6.4 Variables y Fuente de Información

En la tabla 14 se describen las variables que se van a emplear para correr el modelo econométrico de acuerdo a su categoría y tipo.

**Tabla 14.***Clasificación de las Variables*

| Variable                                                                                                  | Categoría | Tipo     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| Inversión en carreteras tomada anualmente, en miles de millones de pesos corrientes                       | Numérica  | Continua |
| Kilómetros construidos                                                                                    | Numérica  | Continua |
| Índice de desarrollo humano. Tres dimensiones: esperanza de vida, índice de educación y índice de ingreso | Numérica  | Continua |

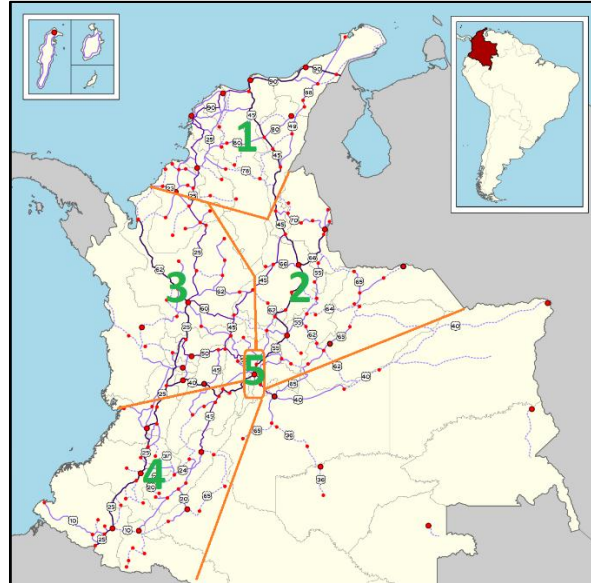
Los datos se tomaron de las fuentes secundarias que se enuncian a continuación:

- Agencia Nacional de Infraestructura, Kilómetros construidos: ANI. <https://www.ani.gov.co/carreteras-0>
- INVÍAS Colombia. Estado de la red vial.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE): PIB per cápita por departamentos. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema>
- Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/pais/colombia>
- Naciones Unidas – PNUD: <http://www.co.undp.org/content/colombia/es/home/countryinfo/>
- Global data Lab. Institute for Management Research. Radboud University: IDH.
- OCDE. Pruebas PISA.
- MINEDUCACIÓN. (2019). Tasa de analfabetismo en Colombia.
- Datosmacro. (2018). Esperanza de vida Colombia.
- Cámara Directa. (2018). Esperanza de vida en Colombia por Departamentos.

### 6.5 Definición de Características para el Modelo

Como primera medida, el análisis de correlación se realizó por medio del modelo de rezagos distribuidos, a continuación, se definieron las regiones como método de agrupación, dado que realizar los análisis por departamento carecía de variación en los kilómetros construidos, pues en muchos años se mantenía constante el total de kilómetros construidos por departamento. Las regiones fueron establecidas siguiendo el criterio y distribución geográfica definido por las regiones naturales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi en las cuales se ubicaron las principales áreas de inversión en infraestructura vial, para lograr establecer la conformación de departamentos por regiones, a saber: región 1 formada por los departamentos de Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena y Sucre; región 2 por Casanare, Norte de Santander, Santander, Boyacá y Cundinamarca; región 3 por Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda; región 4 por Cauca, Huila, Nariño, Tolima y Valle del Cauca y región 5 por Bogotá D.C y el Meta (ver figura 11).

Con relación a la periodicidad del estudio, claramente desde el título de la investigación se optó por el periodo comprendido entre 1990 y 2015, sin embargo, dada la identificación del efecto rezagado de la inversión, construcción y operatividad de la infraestructura vial sobre los componentes del IDH, se estableció que los datos de análisis para las variables IDH y kilómetros construidos se amplían 3 años, lo que corresponde al rezago en el tiempo.

**Figura 11.***Distribución por Regiones*

## 6.6 Software para el Procesamiento de la Información

El software usado fue el lenguaje de programación estadístico R.

## 7. Análisis e Interpretación de Resultados

En este apartado el lector podrá encontrar un análisis descriptivo de las variables junto a un estudio de las correlaciones de éstas, a saber, IDH, inversión y kilómetros. A continuación, para cada región estudiada hallará una figura que ilustra el comportamiento de las variables IDH y kilómetros acumulados contruidos desde 1990 a 2018. Asimismo, un modelo econométrico de

rezagos distribuidos que estudia la relación que hay entre estas dos variables en el periodo 1994-2018.

## 7.1 Descriptivos

En la siguiente tabla se realiza una presentación de las estadísticas descriptivas.

**Tabla 15.**

### *Estadísticas Descriptivas*

|                                        | Km      | Inversión       | IDH    |
|----------------------------------------|---------|-----------------|--------|
| <b>Región 1</b>                        |         |                 |        |
| Observaciones                          | 175     | 175             | 175    |
| Mínimo                                 | 360     | 1.501.125.000   | 0,59   |
| Máximo                                 | 2541    | 59.084.010.060  | 0,73   |
| Desviación Estándar                    | 838,61  | 22.906.228.924  | 0,0431 |
| Promedio                               | 1035    | 17.490.576.985  | 0,67   |
| Mediana                                | 503     | 4.930.855.000   | 0,67   |
| Tercer cuartil                         | 825     | 6.635.356.055   | 0,7    |
| Diferencia valor máx. y tercer cuartil | 1716    | 52.448.654.005  | 0,03   |
| <b>Región 2</b>                        |         |                 |        |
| Observaciones                          | 100     | 100             | 100    |
| Mínimo                                 | 50      | 199.939.000     | 0,60   |
| Máximo                                 | 4805    | 109.600.732.305 | 0,76   |
| Desviación Estándar                    | 1661,38 | 41.310.811.489  | 0,0539 |
| Promedio                               | 1821,16 | 35.436.636.609  | 0,6828 |
| Mediana                                | 1209    | 15.373.349.000  | 0,68   |
| Tercer cuartil                         | 1405    | 16.507.004.000  | 0,73   |

|                                        | Km       | Inversión      | IDH    |
|----------------------------------------|----------|----------------|--------|
| Diferencia valor máx. y tercer cuartil | 3400     | 93.093.728.305 | 0,03   |
| <b>Región 3</b>                        |          |                |        |
| Observaciones                          | 92       | 92             | 92     |
| Mínimo                                 | 349      | 1.651.279.000  | 0,66   |
| Máximo                                 | 2882     | 59.142.831.794 | 0,77   |
| Desviación Estándar                    | 959,38   | 22.017.099.740 | 0,0354 |
|                                        | Km       | Inversión      | IDH    |
| Promedio                               | 1135,74  | 20.232.610.703 | 0,7178 |
| Mediana                                | 625      | 8.030.809.000  | 0,72   |
| Tercer cuartil                         | 1431,5   | 27.381.606.000 | 0,745  |
| Diferencia valor máx. y tercer cuartil | 1450,5   | 31.761.225.794 | 0,025  |
| <b>Región 4</b>                        |          |                |        |
| Observaciones                          | 120      | 120            | 120    |
| Mínimo                                 | 100      | 1.562.278.000  | 0,61   |
| Máximo                                 | 3114     | 49.255.387.154 | 0,74   |
| Desviación Estándar                    | 1068,001 | 18.223.364.041 | 0,0460 |
| Promedio                               | 1231     | 16.434.020.921 | 0,6752 |
| Mediana                                | 892      | 8.209.175.000  | 0,69   |
| Tercer cuartil                         | 1722,5   | 23.810.674.143 | 0,715  |
| Diferencia valor máx. y tercer cuartil | 1391,5   | 25.444.713.011 | 0,025  |
| <b>Región 5</b>                        |          |                |        |
| Observaciones                          | 50       | 50             | 50     |
| Mínimo                                 | 359      | 6.209.766.000  | 0,7    |
| Máximo                                 | 1093     | 22.467.100.796 | 0,79   |
| Desviación Estándar                    | 285,22   | 6.612.164.932  | 0,0318 |

|                                        | Km     | Inversión      | IDH    |
|----------------------------------------|--------|----------------|--------|
| Promedio                               | 594,35 | 10.709.075.660 | 0,7391 |
| Mediana                                | 500    | 7.522.961.000  | 0,73   |
| Tercer cuartil                         | 731,5  | 13.525.370.500 | 0,765  |
| Diferencia valor máx. y tercer cuartil | 361,5  | 8.941.730.296  | 0,025  |

Observando la tabla 15 podemos evidenciar que los datos para la región 1, de kilómetros construidos acumulados están muy concentrados, ya que el valor del tercer cuartil es de 825 km y el valor máximo de 2541 km, es decir que en el 25% superior de los datos se agrupa la mayor variabilidad, en total 1716 km. El comportamiento de la inversión acumulada en carreteras es igual al de kilómetros construidos acumulados, puesto que las dos variables están relacionadas. Por ejemplo, de los \$59.084.010.060 miles de pesos acumulados a 2018, \$52.448.654.005 miles de pesos se atribuyen al 25% superior de los datos, es decir hay una muy alta concentración en los últimos años de estudio. En cuanto a la variabilidad del IDH, esta no se encuentra concentrada en los últimos años de estudio, sino que aumenta uniformemente a lo largo del tiempo. Esto se evidencia si se compara la diferencia entre el valor máximo y el tercer cuartil de los datos, lo cual refleja una diferencia de solo 0.03.

La evolución de las variables de interés en la región 2, 3, 4 y 5 muestran un patrón similar al de la región 1, esto puede ser porque como es de esperarse las inversiones toman tiempo en hacerse realidad, por lo que es factible que estas se terminen en los últimos años, provocando una concentración de la variabilidad de los datos al final del periodo de estudio.

A continuación, se realizan correlaciones de las variables puras, a saber, IDH, inversión y kilómetros.

**Tabla 16.***Correlación por Regiones*

|                 |       | IDH        | INVER      | KM |
|-----------------|-------|------------|------------|----|
| <b>Región 1</b> | IDH   | 1          |            |    |
|                 | INVER | 0.11165305 | 1          |    |
|                 | KM    | 0.06550351 | 0.89980967 | 1  |
| <b>Región 2</b> | IDH   | 1          |            |    |
|                 | INVER | 0.14027825 | 1          |    |
|                 | KM    | 0.13405765 | 0.98133574 | 1  |
| <b>Región 3</b> | IDH   | 1          |            |    |
|                 | INVER | 0.06809548 | 1          |    |
|                 | KM    | 0.1499348  | 0.91137586 | 1  |
| <b>Región 4</b> | IDH   | 1          |            |    |
|                 | INVER | 0.17169524 | 1          |    |
|                 | KM    | 0.16499292 | 0.92204239 | 1  |
| <b>Región 5</b> | IDH   | 1          |            |    |
|                 | INVER | 0.17169524 | 1          |    |
|                 | KM    | 0.16499292 | 0.92204239 | 1  |

De acuerdo a las correlaciones realizadas en la tabla 16, se evidencia que existe una alta correlación entre la inversión y los kilómetros construidos, tal y como se espera de estas dos variables, dado a medida que aumenta la inversión aumentan los kilómetros construidos.

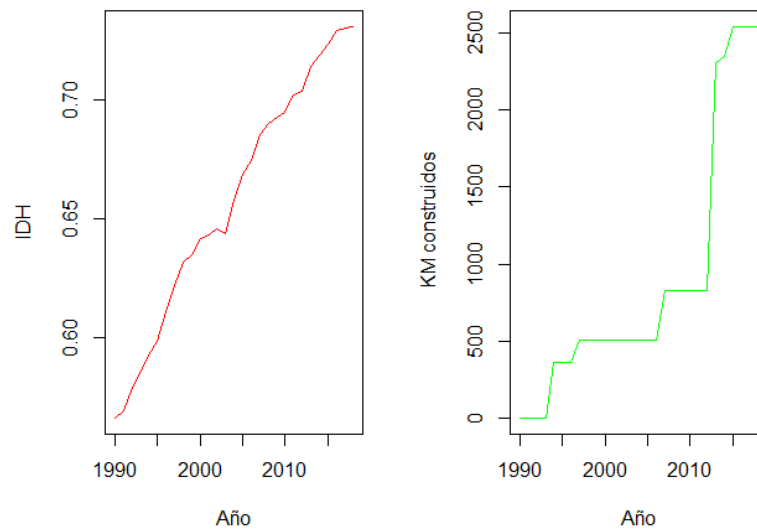
El IDH versus inversión y el IDH versus kilómetros construidos se encuentran poco relacionados debido a que por un lado el IDH presenta cambios constantes anuales, mientras que

los cambios en la inversión y los kilómetros construidos se presentan en periodos prolongados de tiempo.

## 7.2 Resultado de la Región 1

**Figura 12.**

*Resultado Región 1*



La figura 12 muestra la evolución del IDH en la región 1 y los kilómetros acumulados construidos para los años comprendidos entre 1990 y 2018. Para realizar el modelo propuesto es necesario verificar el cumplimiento del supuesto de estacionariedad para la variable endógena IDH, para ello se realiza la prueba Dickey y Fuller Aumentada:

**Tabla 17.**

*Prueba de Dickey-Fuller Aumentada para la variable IDH.*

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| Datos: idh                                           |
| Dickey-Fuller = -1.744, Rezago = 3, p-valor = 0.6708 |
| Hipótesis alternativa: estacionaria                  |

La prueba Dickey-Fuller afirma que la serie original no es estacionaria. Los resultados indican que con un nivel de significancia del 5% hay evidencia estadística para aceptar la hipótesis nula de no estacionariedad (apreciar tabla 17). Esto implica realizar un proceso para convertirla a estacionaria, dentro de las estrategias más usadas están las primeras diferencias cuando el problema es por promedio inconstante en el tiempo y/o el logaritmo cuando la variable tiene heteroscedasticidad con respecto al tiempo. Se procede a transformar la serie a partir de las primeras diferencias. Se identifica que son necesarias 2 diferencias para ser estacionaria la serie a partir del comando `ndiffs`, aunque haciendo las pruebas por separado se identifica que son necesarias 3 diferencias para aceptar la hipótesis alterna de estacionariedad. Se hicieron pruebas de series con 2 y 3 diferencias.

### 7.2.1 Estimación Modelos para Región 1

Se probó con el modelo descrito en la ecuación 1 y con el modelo.

$$\Delta^2 IDH_t = B_0 + B_1 Km_t + B_2 Km_{t-1} + B_3 Km_{t-2} + \dots + B_p Km_{t-p} + IDH_t + \dots + IDH_{t-k}$$

*Ecuación 4*

Donde  $\Delta^2 IDH_t$  es el IDH con dos diferencias, este modelo se diferencia del anterior ya que tiene el IDH como covariable, esto tiene gran similitud a los modelos Autorregresivos AR, pues pretende explicar el IDH en el tiempo  $t$  con su pasado en  $t - k$ .

### 7.2.1.1 Resultados del Modelo 1

**Tabla 18.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 1.*

*Modelo 1.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |            |            |           |             |          |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|-------------|----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                                   |            |            |           |             |          |
| código:                                                     |            |            |           |             |          |
| dynlm(formula = d(idh, 2) ~ L(km, 0:5))                     |            |            |           |             |          |
| Residuales:                                                 |            |            |           |             |          |
| Min                                                         | 1Q         | Media      | 3Q        | Max         |          |
| -0.0107519                                                  | -0.0034524 | -0.0001437 | 0.0030329 | 0.013391    |          |
| Coeficientes:                                               |            |            |           |             |          |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )               |            |            |           |             |          |
| (Intercepto)                                                | 1.53E-02   | 2.11E-03   | 7.236     | 1.39e-06*** |          |
| L(km, 0:5)0                                                 | 3.04E-06   | 4.23E-06   | 0.718     | 0.483       |          |
| L(km, 0:5)1                                                 | 8.46E-07   | 5.63E-06   | 0.15      | 0.882       |          |
| L(km, 0:5)2                                                 | -4.41E-06  | 5.56E-06   | -0.793    | 0.439       |          |
| L(km, 0:5)3                                                 | 8.30E-07   | 5.57E-06   | 0.149     | 0.883       |          |
| L(km, 0:5)4                                                 | -1.59E-06  | 5.58E-06   | -0.284    | 0.78        |          |
| L(km, 0:5)5                                                 | -5.96E-06  | 5.26E-06   | -1.132    | 0.273       |          |
| Signif código                                               | 0 '***'    | 0.001 '**' | 0.01 '*'  | 0.05 '.'    | 0.1 '' 1 |
| Error estándar residual: 0.006091 con 17 grados de libertad |            |            |           |             |          |

| Regresión series de tiempo con datos "ts" |                                      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------|
| Múltiple R-cuadrado:                      | 0.3171,                              |
| R-cuadrado ajustado:                      | 0.07606                              |
| F-estadístico:                            | 1.316 con 6 y 17 GL, p-valor: 0.3032 |

Como se observa en la tabla 18 del primer modelo no se puede concluir relación significativa estadística entre los km hasta 5 periodos de rezago y el IDH. Hay que aclarar que el año de inicio ahora es desde 1995 por los 5 rezagos creados en Km, lo que provoca perdida de 5 observaciones en IDH. Para llegar a esta conclusión hay que considerar que: el valor del coeficiente t estimado aparece en la cuarta columna y en el caso del modelo1 de la región1 es de 7,236 unidades, que se interpreta de la siguiente manera: en caso de no construirse un km de carretera el IDH aumenta en 7,236 unidades; los asterisco de la columna 5, representa el nivel de significancia de la variable: \* =  $P < 0,05$ ; \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ , concluyendo que solo el intercepto es significativo con un p-valor inferior a 0,001; los rezagos se presentan en la primera columna y van desde el dato sin rezago llamado L(km, 0:5)0 hasta el dato rezagado 5 periodos identificado con L(km, 0:5)5.

## 7.2.1.2 Resultados Modelo 2

**Tabla 19.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 1. Modelo 2.*

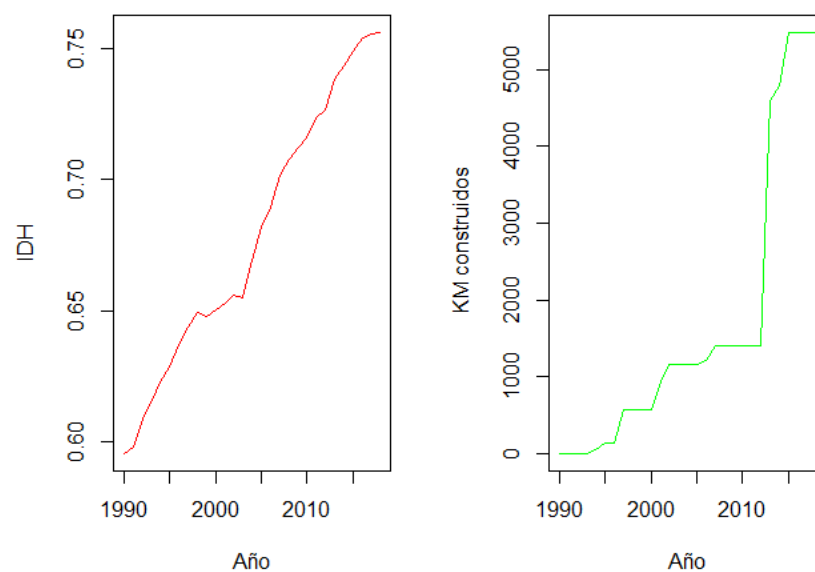
| Regresión series de tiempo con datos "ts"                  |            |            |           |            |           |
|------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                                  |            |            |           |            |           |
| código:                                                    |            |            |           |            |           |
| dynlm(formula = d(idh, 2) ~ L(km, 0:5) + L(idh, 1:5))      |            |            |           |            |           |
| Residuales:                                                |            |            |           |            |           |
| Min                                                        | 1Q         | Media      | 3Q        | Max        |           |
| -0.0077294                                                 | -0.0020377 | -0.0002305 | 0.0016932 | 0.0068034  |           |
| Coeficientes:                                              |            |            |           |            |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )              |            |            |           |            |           |
| (Intercepto)                                               | 3.21E-02   | 2.82E-02   | 1.139     | 0.27712    |           |
| L(km, 0:5)0                                                | 5.054e-06  | 3.634e-06  | 1.391     | 0.18952    |           |
| L(km, 0:5)1                                                | -4.25E-06  | 4.82E-06   | -0.882    | 0.3949     |           |
| L(km, 0:5)2                                                | -4.35E-07  | 4.92E-06   | -0.088    | 0.93103    |           |
| L(km, 0:5)3                                                | 2.14E-06   | 4.80E-06   | 0.446     | 0.66327    |           |
| L(km, 0:5)4                                                | -2.73E-06  | 4.61E-06   | -0.592    | 0.56454    |           |
| L(km, 0:5)5                                                | -2.27E-06  | 4.45E-06   | -0.511    | 0.61891    |           |
| L(idh, 1:5)1                                               | 1.03E+00   | 2.81E-01   | 3.659     | 0.00327 ** |           |
| L(idh, 1:5)2                                               | -1.09E+00  | 4.21E-01   | -2.596    | 0.02340 *  |           |
| L(idh, 1:5)3                                               | -2.29E-01  | 4.22E-01   | -0.543    | 0.59704    |           |
| L(idh, 1:5)4                                               | 1.82E-01   | 4.15E-01   | 0.439     | 0.66878    |           |
| L(idh, 1:5)5                                               | 7.73E-02   | 2.82E-01   | 0.274     | 0.78858    |           |
| Signif código                                              | 0 '***'    | 0.001 '**' | 0.01 '*'  | 0.05 '.'   | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.00454 con 12 grados de libertad |            |            |           |            |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.7321, R-cuadrado ajustado: 0.4866   |            |            |           |            |           |
| F-estadístico: 2.982 con 11 y 11 GL, p-valor: 0.03661      |            |            |           |            |           |

El modelo 2 muestra que los km no afectan al IDH, aunque si se encuentra relación con el IDH de hasta dos periodos atrás este resultado mejora el modelo para efectos de predicción, pero no sirve para los objetivos aquí trazados, ya que no mejora la relación entre km e IDH (ver tabla 19).

### 7.3 Resultados Región 2

**Figura 13.**

*Resultado Región 2*



Las variables IDH y Km para la región 2 presentan un comportamiento similar a la región 1 hay que resaltar que esta región contiene el departamento de Santander (observar figura 13). Se procede a realizar el mismo procedimiento que la región 1. Primero verificando la estacionariedad de la serie IDH, llegando a similares resultados, se necesitaron dos diferencias sobre la serie IDH para convertirla en estacionaria.

## 7.3.1 Resultados Modelo 1

Tabla 20.

Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 2.  
Modelo 1.

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |            |            |           |              |           |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|--------------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                                   |            |            |           |              |           |
| código:                                                     |            |            |           |              |           |
| dynlm(formula = d(idh, 2) ~ L(km, 0:5))                     |            |            |           |              |           |
| Residuales:                                                 |            |            |           |              |           |
| Min                                                         | 1Q         | Media      | 3Q        | Max          |           |
| -0.0104420                                                  | -0.0032407 | 0.0001702  | 0.0020251 | 0.0154701    |           |
| Coeficientes:                                               |            |            |           |              |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )               |            |            |           |              |           |
| (Intercepto)                                                | 1.21E-02   | 2.20E-03   | 5.493     | 3.96e-05 *** |           |
| L(km, 0:5)0                                                 | 1.15E-06   | 2.32E-06   | 0.495     | 0.627        |           |
| L(km, 0:5)1                                                 | 4.25E-07   | 3.18E-06   | 0.133     | 0.895        |           |
| L(km, 0:5)2                                                 | -2.52E-06  | 3.20E-06   | -0.789    | 0.441        |           |
| L(km, 0:5)3                                                 | 2.03E-07   | 3.23E-06   | 0.063     | 0.951        |           |
| L(km, 0:5)4                                                 | -5.80E-08  | 3.23E-06   | -0.018    | 0.986        |           |
| L(km, 0:5)5                                                 | -5.28E-08  | 3.03E-06   | -0.017    | 0.986        |           |
| Signif código                                               | 0 '***'    | 0.001 '**' | 0.01 '*'  | 0.05 '.'     | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.007101 con 17 grados de libertad |            |            |           |              |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.08524, R-cuadrado ajustado: -0.2376  |            |            |           |              |           |
| F-estadístico: 0.264 con 6 y 17 GL, p-valor: 0.9463         |            |            |           |              |           |

El modelo 1 para la región 2 muestra que solamente el intercepto es significativo, pero ninguno de los rezagos de km lo es (apreciar tabla 20).

## 7.3.2 Resultados Modelo 2

Tabla 21.

Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 2.  
Modelo 2.

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                 |            |             |           |              |           |
|-----------------------------------------------------------|------------|-------------|-----------|--------------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                                 |            |             |           |              |           |
| código:                                                   |            |             |           |              |           |
| dynlm(formula = d(idh, 2) ~ L(km, 0:5) + L(idh, 1:5))     |            |             |           |              |           |
| Residuales:                                               |            |             |           |              |           |
| Min                                                       | 1Q         | Media       | 3Q        | Max          |           |
| -0.0071212                                                | -0.0013503 | -0.0005748  | 0.0007550 | 0.0104402    |           |
| Coeficientes:                                             |            |             |           |              |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )             |            |             |           |              |           |
| (Intercepto)                                              | -3.47E-03  | 4.00E-02    | -0.087    | 0.932252     |           |
| L(km, 0:5)0                                               | 1.90E-06   | 1.87E-06    | 1.014     | 0.33058      |           |
| L(km, 0:5)1                                               | -2.89E-06  | 2.41E-06    | -1.198    | 0.254183     |           |
| L(km, 0:5)2                                               | 9.75E-08   | 2.54E-06    | 0.038     | 0.970045     |           |
| L(km, 0:5)3                                               | 1.22E-06   | 2.50E-06    | 0.488     | 0.634327     |           |
| L(km, 0:5)4                                               | -1.32E-06  | 2.47E-06    | -0.536    | 0.601446     |           |
| L(km, 0:5)5                                               | 5.50E-08   | 2.40E-06    | 0.023     | 0.982108     |           |
| L(idh, 1:5)1                                              | 1.29E+00   | 2.91E-01    | 4.441     | 0.000805 *** |           |
| L(idh, 1:5)2                                              | -1.16E+00  | 4.83E-01    | -2.409    | 0.032989 *   |           |
| L(idh, 1:5)3                                              | -1.63E-01  | 4.72E-01    | -0.346    | 0.735345     |           |
| L(idh, 1:5)4                                              | -8.98E-02  | 4.41E-01    | -0.204    | 0.841915     |           |
| L(idh, 1:5)5                                              | 1.37E-01   | 2.95E-01    | 0.465     | 0.650495     |           |
| Signif código                                             | 0 '***'    | 0.001 '***' | 0.01 '**' | 0.05 '.'     | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.0049 con 12 grados de libertad |            |             |           |              |           |

---

Múltiple R-cuadrado: 0.6925, R-cuadrado ajustado 0.4107

F-estadístico: 2.457 con 11 y 12 GL, p-valor: 0.06884

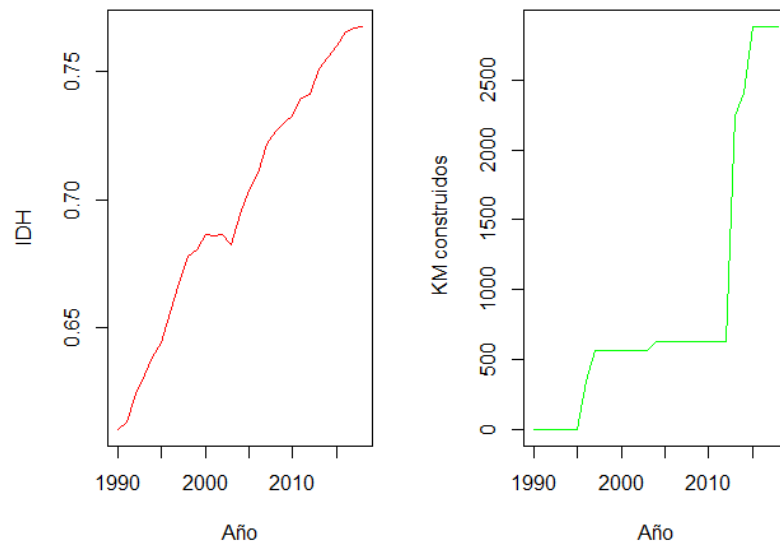
---

Los resultados de este modelo son muy parecidos a los de la región 1, el IDH rezagado 1 y 2 periodos es significativo al 5% pero ninguno de los rezagos de km lo son, como se ilustra en la tabla 21.

#### 7.4 Resultados Región 3

**Figura 14.**

*Resultado Región 3*



La región 3 tiene un comportamiento similar a las regiones 1 y 2, aunque se diferencia un poco la variable km entre los años 1996 y 2004 ya que en este tiempo no se evidenció un aumento o cambio en la variable km (apreciar figura 14). Se procedió a verificar la estacionariedad del IDH bajo la prueba Dickey y Fuller aumentada la cual, aceptada la hipótesis

nula de no estacionariedad, hizo necesario realizar 3 diferencias para convertir la serie a estacionaria.

#### 7.4.1 Resultados del Modelo 1

**Tabla 22.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 3. Modelo 1.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"     |            |            |           |              |           |
|-----------------------------------------------|------------|------------|-----------|--------------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                     |            |            |           |              |           |
| código:                                       |            |            |           |              |           |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:5))       |            |            |           |              |           |
| Residuales:                                   |            |            |           |              |           |
| Min                                           | 1Q         | Media      | 3Q        | Max          |           |
| -0.0199619                                    | -0.0032901 | -0.0006152 | 0.0051236 | 0.0117704    |           |
| Coeficientes:                                 |            |            |           |              |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t ) |            |            |           |              |           |
| (Intercepto)                                  | 2.09E-02   | 2.94E-03   | 7.11      | 1.75e-06 *** |           |
| L(km, 0:5)0                                   | 2.07E-06   | 5.50E-06   | 0.376     | 0.711        |           |
| L(km, 0:5)1                                   | -6.98E-07  | 7.87E-06   | -0.089    | 0.93         |           |
| L(km, 0:5)2                                   | 1.60E-06   | 7.92E-06   | 0.203     | 0.842        |           |
| L(km, 0:5)3                                   | -2.67E-06  | 8.02E-06   | -0.333    | 0.743        |           |
| L(km, 0:5)4                                   | -4.10E-06  | 8.08E-06   | -0.507    | 0.618        |           |
| L(km, 0:5)5                                   | -4.96E-06  | 7.24E-06   | -0.685    | 0.503        |           |
| Signif código                                 | 0 '***'    | 0.001 '**' | 0.01 '*'  | 0.05 '.'     | 0.1 ' ' 1 |

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |
|-------------------------------------------------------------|
| Error estándar residual: 0.008727 con 17 grados de libertad |
| Múltiple R-cuadrado: 0.261, R-cuadrado ajustado: 0.0001168  |
| F-estadístico: con 1 y 6 GL, p-valor: 0.4566                |

Los resultados del modelo 1 para la región 3 no muestran relación entre el IDH y Km para ningún rezago, lo cual es ilustrado por la tabla 22.

#### 7.4.2 Resultados del Modelo 2

**Tabla 23.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 3. Modelo 2.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"             |            |           |          |           |
|-------------------------------------------------------|------------|-----------|----------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                             |            |           |          |           |
| código:                                               |            |           |          |           |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:5) + L(idh, 1:5)) |            |           |          |           |
| Residuales:                                           |            |           |          |           |
| Min                                                   | 1Q         | Media     | 3Q       | Max       |
| -0.0079038                                            | -0.0018893 | 0.0003163 | 0.001848 | 0.0066386 |
| Coeficientes:                                         |            |           |          |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )         |            |           |          |           |
| (Intercepto)                                          | 2.69E-02   | 3.35E-02  | 0.802    | 0.43829   |
| L(km, 0:5)0                                           | 4.09E-06   | 3.37E-06  | 1.212    | 0.24886   |
| L(km, 0:5)1                                           | -3.46E-06  | 4.92E-06  | -0.704   | 0.49493   |

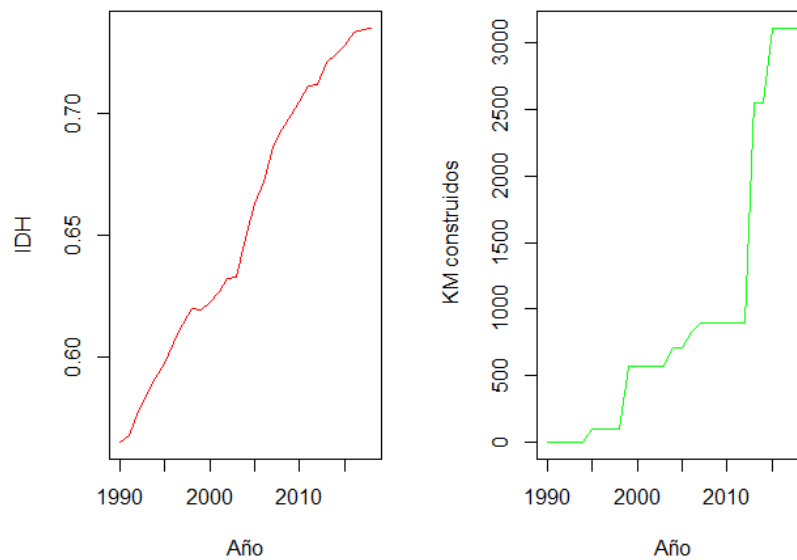
| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |           |             |          |            |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|-------------|----------|------------|-----------|
| L(km, 0:5)2                                                 | -2.27E-06 | 5.00E-06    | -0.453   | 0.6587     |           |
| L(km, 0:5)3                                                 | 3.35E-06  | 4.98E-06    | 0.672    | 0.51455    |           |
| L(km, 0:5)4                                                 | -2.28E-06 | 4.95E-06    | -0.46    | 0.65396    |           |
| L(km, 0:5)5                                                 | -1.52E-06 | 4.79E-06    | -0.317   | 0.75701    |           |
| L(idh, 1:5)1                                                | 1.13E+00  | 2.89E-01    | 3.913    | 0.00206 ** |           |
| L(idh, 1:5)2                                                | -3.70E-02 | 4.48E-01    | -0.082   | 0.93562    |           |
| L(idh, 1:5)3                                                | -1.38E+00 | 4.40E-01    | -3.143   | 0.00848 ** |           |
| L(idh, 1:5)4                                                | 1.36E-01  | 4.19E-01    | 0.325    | 0.75044    |           |
| L(idh, 1:5)5                                                | 1.23E-01  | 2.68E-01    | 0.459    | 0.65424    |           |
| Signif código                                               | 0 '***'   | 0.001 '***' | 0.01 '*' | 0.05 '.'   | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.004827 con 12 grados de libertad |           |             |          |            |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.8404, R-cuadrado ajustado 0.6942     |           |             |          |            |           |
| F-estadístico: 5.746 con 11 y 12 GL, p-valor: 0.0027        |           |             |          |            |           |

Los resultados del modelo 2 no evidencian relación entre km e IDH, aunque muestra una relación entre IDH y el  $IDH_{t-1}$  e  $IDH_{t-3}$  (observar tabla 23).

### 7.5 Resultados Región 4

**Figura 15.**

*Resultado Región 4*



La región 4 no muestra diferencias de tendencia con respecto a las demás regiones (ver figura 15). Siguiendo la metodología aplicada anteriormente se encontró que el IDH requería de tres diferencias para convertirse en estacionaria.

## 7.5.1 Resultados Modelo 1

Tabla 24.

Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 4.  
Modelo 1.

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |            |            |           |              |           |
|-------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|--------------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                                   |            |            |           |              |           |
| código:                                                     |            |            |           |              |           |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:5))                     |            |            |           |              |           |
| Residuales:                                                 |            |            |           |              |           |
| Min                                                         | 1Q         | Media      | 3Q        | Max          |           |
| -0.0133868                                                  | -0.0060305 | -0.0004405 | 0.0022426 | 0.0184111    |           |
| Coeficientes:                                               |            |            |           |              |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )               |            |            |           |              |           |
| (Intercepto)                                                | 2.17E-02   | 3.00E-03   | 7.256     | 1.34e-06 *** |           |
| L(km, 0:5)0                                                 | -3.10E-06  | 5.86E-06   | -0.53     | 0.603        |           |
| L(km, 0:5)1                                                 | -1.32E-06  | 7.71E-06   | -0.172    | 0.866        |           |
| L(km, 0:5)2                                                 | 2.06E-06   | 7.90E-06   | 0.261     | 0.797        |           |
| L(km, 0:5)3                                                 | -3.34E-06  | 8.02E-06   | -0.416    | 0.682        |           |
| L(km, 0:5)4                                                 | -1.48E-06  | 8.04E-06   | -0.183    | 0.857        |           |
| L(km, 0:5)5                                                 | 6.72E-06   | 7.53E-06   | 0.893     | 0.384        |           |
| Signif código                                               | 0 '***'    | 0.001 '**' | 0.01 '*'  | 0.05 '.'     | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.009526 con 17 grados de libertad |            |            |           |              |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.1665, R-cuadrado ajustado: -0.1277   |            |            |           |              |           |
| F-estadístico: 0.5659 con 6 y 7 GL, p-valor: 0.7517         |            |            |           |              |           |

La regresión anterior no mostró diferencia con las anteriores regresiones. No hay relación entre los rezagos de km e IDH (ver tabla 24).

### 7.5.2 Resultados Modelo 2

**Tabla 25.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 4. Modelo 2.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"             |            |            |           |              |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|--------------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                             |            |            |           |              |
| código:                                               |            |            |           |              |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:5) + L(idh, 1:5)) |            |            |           |              |
| Residuales:                                           |            |            |           |              |
| Min                                                   | 1Q         | Media      | 3Q        | Max          |
| -0.0087511                                            | -0.0007164 | -0.0001762 | 0.0016757 | 0.0108878    |
| Coeficientes:                                         |            |            |           |              |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )         |            |            |           |              |
| (Intercepto)                                          | 1.71E-02   | 3.63E-02   | 0.472     | 0.645373     |
| L(km, 0:5)0                                           | 2.52E-06   | 3.88E-06   | 0.65      | 0.527668     |
| L(km, 0:5)1                                           | -3.72E-06  | 4.59E-06   | -0.811    | 0.433425     |
| L(km, 0:5)2                                           | 7.65E-07   | 4.74E-06   | 0.161     | 0.87443      |
| L(km, 0:5)3                                           | 3.55E-07   | 4.76E-06   | 0.075     | 0.941695     |
| L(km, 0:5)4                                           | -2.59E-06  | 4.58E-06   | -0.564    | 0.583095     |
| L(km, 0:5)5                                           | 3.66E-06   | 4.44E-06   | 0.824     | 0.425864     |
| L(idh, 1:5)1                                          | 1.36E+00   | 2.92E-01   | 4.646     | 0.000565 *** |

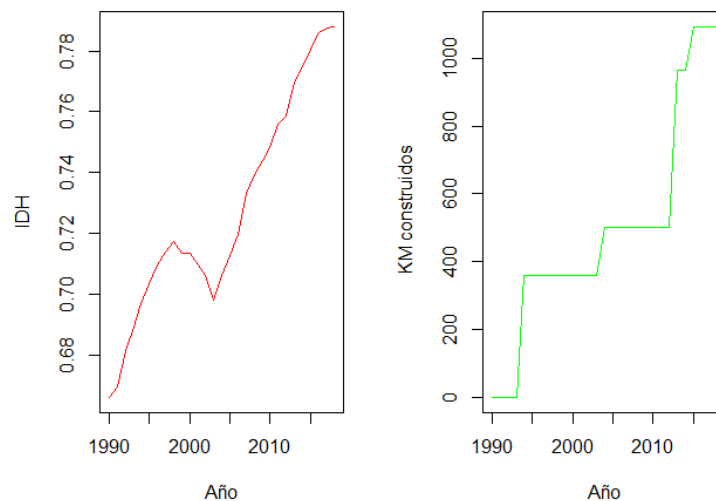
| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |           |            |          |          |          |
|-------------------------------------------------------------|-----------|------------|----------|----------|----------|
| L(idh, 1:5)2                                                | -3.85E-01 | 4.85E-01   | -0.794   | 0.442756 |          |
| L(idh, 1:5)3                                                | -7.93E-01 | 4.87E-01   | -1.629   | 0.129219 |          |
| L(idh, 1:5)4                                                | -3.45E-01 | 4.62E-01   | -0.745   | 0.470425 |          |
| L(idh, 1:5)5                                                | 1.47E-01  | 3.19E-01   | 0.46     | 0.653973 |          |
| Signif código                                               | 0 ‘***’   | 0.001 ‘**’ | 0.01 ‘*’ | 0.05 ‘.’ | 0.1 ‘’ 1 |
| Error estándar residual: 0.005077 con 12 grados de libertad |           |            |          |          |          |
| Múltiple R-cuadrado: 0.8329, R-cuadrado ajustado 0.6797     |           |            |          |          |          |
| F-estadístico: 5.436 con 11 y 12 GL, p-valor: 0.003448      |           |            |          |          |          |

El modelo 2 evidencia que no existe efecto significativo entre los rezagos de km e IDH y sólo muestra una relación del IDH con el IDH rezagado un periodo (apreciar tabla 25).

## 7.6 Resultados de Región 5

**Figura 16.**

*Resultado Región 5*



La región 5 contiene al departamento del Meta y al distrito capital de Bogotá. Algo curioso es que es la única región que en promedio bajó el IDH entre 1999 y 2004, debido principalmente a una caída del IDH del Meta (como lo ilustra la figura 16). Se procedió a verificar la estacionariedad y se concluyó que eran necesarias 3 diferencias para convertir la serie a estacionaria.

### 7.6.1 Resultados Modelo 1

**Tabla 26.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 5. Modelo 1.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"     |            |           |           |           |
|-----------------------------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                     |            |           |           |           |
| código:                                       |            |           |           |           |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:5))       |            |           |           |           |
| Residuales:                                   |            |           |           |           |
| Min                                           | 1Q         | Media     | 3Q        | Max       |
| -0.0227288                                    | -0.0053875 | 0.0000508 | 0.0074704 | 0.0175543 |
| Coeficientes:                                 |            |           |           |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t ) |            |           |           |           |
| (Intercepto)                                  | 7.42E-03   | 6.10E-03  | 1.216     | 0.241     |
| L(km, 0:5)0                                   | 2.05E-05   | 2.65E-05  | 0.773     | 0.45      |
| L(km, 0:5)1                                   | 6.91E-06   | 3.26E-05  | 0.212     | 0.835     |
| L(km, 0:5)2                                   | 4.45E-06   | 2.88E-05  | 0.155     | 0.879     |
| L(km, 0:5)3                                   | -8.20E-06  | 2.89E-05  | -0.284    | 0.78      |
| L(km, 0:5)4                                   | -7.91E-06  | 2.89E-05  | -0.274    | 0.788     |

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                  |           |            |           |          |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|
| L(km, 0:5)5                                                | -1.63E-05 | 2.40E-05   | -0.678    | 0.507    |           |
| Signif código                                              | 0 '****'  | 0.001 '**' | 0.01 '**' | 0.05 '.' | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.01224 con 17 grados de libertad |           |            |           |          |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.2134, R-cuadrado ajustado: -0.06422 |           |            |           |          |           |
| F-estadístico: 0.7687 con 6 y 7 GL, p-valor: 0.6048        |           |            |           |          |           |

De la regresión anterior se deduce que no existe relación entre el IDH y la variable Km, aún rezagada esta última 5 periodos, como se puede ver en la tabla 26.

### 7.6.2 Resultados Modelo 2

**Tabla 27.**

*Resultados de la Regresión de Kilómetros Construidos Acumulados en IDH de la Región 5. Modelo 2.*

| Regresión series de tiempo con datos "ts"             |            |            |           |           |
|-------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Inicio = 1995, Fin = 2018                             |            |            |           |           |
| código:                                               |            |            |           |           |
| dynlm(formula = d(idh, 3) ~ L(km, 0:1) + L(idh, 1:5)) |            |            |           |           |
| Residuales:                                           |            |            |           |           |
| Min                                                   | 1Q         | Media      | 3Q        | Max       |
| -0.0072856                                            | -0.0016433 | -0.0004719 | 0.0008428 | 0.0081609 |
| Coeficientes:                                         |            |            |           |           |
| Desviación estándar estimada t valor Pr(> t )         |            |            |           |           |
| (Intercepto)                                          | 6.53E-02   | 5.85E-02   | 1.116     | 0.2807    |
| L(km, 0:1)0                                           | 2.69E-05   | 1.05E-05   | 2.55      | 0.02139 * |
| L(km, 0:1)1                                           | -1.87E-05  | 1.06E-05   | -1.765    | 0.09669   |

| Regresión series de tiempo con datos "ts"                   |           |            |          |              |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|------------|----------|--------------|-----------|
| L(idh, 1:5)2                                                | 1.38E+00  | 2.28E-01   | 6.058    | 1.66e-05 *** |           |
| L(idh, 1:5)3                                                | -2.31E-01 | 3.63E-01   | -0.637   | 0.53305      |           |
| L(idh, 1:5)4                                                | -1.16E+00 | 3.45E-01   | -3.355   | 0.00403 **   |           |
| L(idh, 1:5)5                                                | -2.47E-01 | 3.29E-01   | -0.75    | 0.46423      |           |
| Signif código                                               | 0 '***'   | 0.001 '**' | 0.01 '*' | 0.05 '.'     | 0.1 ' ' 1 |
| Error estándar residual: 0.004148 con 16 grados de libertad |           |            |          |              |           |
| Múltiple R-cuadrado: 0.915, R-cuadrado ajustado 0.8778      |           |            |          |              |           |
| F-estadístico: 24.6 con 7 y 16 GL, p-valor: 1.99e-07        |           |            |          |              |           |

El modelo 2, contrario a todos los demás modelos dinámicos, muestra una relación entre la variable Km e IDH, se da con la variable Km sin rezago al 5% de significancia y al 10% con la variable rezagada un periodo  $km_{t-1}$ . La variable IDH rezagada 1 y 3 periodos también muestra una relación significativa, como se puede deducir de la tabla 27.

## 8. Conclusiones

Debido a que el objetivo de los modelos planteados de rezagos distribuidos (modelo 1) y los modelos dinámicos (modelo 2) era encontrar relación entre los rezagos de los kilómetros construidos acumulados (inversión en infraestructura de transporte) y el IDH (desarrollo humano) en cada región para lograr dar respuesta a cuál ha sido el impacto de esa inversión de infraestructura vial en Colombia desde 1990 hasta 2015 sobre el desarrollo humano, se concluye que estadísticamente no se encontró relación alguna, es decir, que con el set de datos trabajados

en esta investigación no fue posible determinar esa relación ni mucho menos el impacto que se genera. Por tanto, el desarrollo humano de las regiones analizadas en el tiempo estudiado no tiene relación directa con la inversión en infraestructura en carreteras en Colombia. Ante lo anterior, no se procedió a realizar análisis residual ni pruebas de bondad de ajuste, ya que ningún modelo resultó como se esperaba según la hipótesis de relación.

Se entiende en la literatura que existe una relación entre la inversión en infraestructura vial y el desarrollo económico en general, que teóricamente, debería catapultar el desarrollo humano a su vez. La inversión en infraestructura vial realizada en las diferentes regiones en el periodo analizado no se erigió como el fundamento directo en el aumento del índice de desarrollo humano evidenciado en Colombia en los últimos años. Es decir, a grandes rasgos enfocando el análisis sobre los componentes del IDH, estas dimensiones como la educación, la esperanza de vida y el ingreso no se ven afectadas directamente cuando se realiza una inversión en infraestructura vial, la cual en un tiempo prudente (rezago) se esperaría lograra mover tales componentes luego de la terminación de estas obras. La explicación a lo anterior, puede estar relacionada con una expansión continua de la infraestructura vial nacional que ayudó desde tiempos anteriores a vincular las ciudades de manera eficiente. Desde una perspectiva teórica y práctica, la inversión en infraestructura de transporte antes del periodo analizado, quizá fue suficiente para mover los componentes del IDH de manera positiva.

Sin embargo, es posible inferir que el aumento gradual del índice de desarrollo humano para Colombia, lento pero positivo, que se dio durante el periodo seleccionado puede estar explicado por diferentes dinámicas económicas y sociales tales como la sostenibilidad social, el incremento de los indicadores de sostenibilidad económica, formación bruta de capital, mano de obra calificada, diversidad de exportaciones y gasto en investigación y desarrollo. Así mismo, el

fuerte gasto militar evidenciado en los periodos de gobierno de Álvaro Uribe Vélez, permitieron el ingreso de grandes sumas de inversión extranjera ante la puesta en marcha de la seguridad democrática en el país. Por otro lado, Colombia presentó un historial de gestión macroeconómica y fiscal prudente, anclado en un régimen de metas de inflación, un tipo de cambio flexible y un marco fiscal basado en reglas, lo que permitió que la economía creciera ininterrumpidamente desde el 2000, logrando la reducción de la pobreza a la mitad en sólo diez años.

En otras palabras, los movimientos positivos en los componentes del IDH para Colombia pueden estar explicados por dinámicas alternas a la inversión en carreteras como el gasto público, la inversión extranjera, el crecimiento del PIB y sobre todo una tasa de desempleo baja que se ha manejado en el país por un tiempo importante, además de las dinámicas de la economía informal que mantienen gran parte de la población en general que no se puede considerar pobre debido a esta actividad no formal.

La inversión en infraestructura de transporte, como una red compleja, conecta regiones y mejora actividades humanas que combinan los sistemas sociales, económicos y culturales con la urbanización y el crecimiento de la población. Además, la red de transporte contribuye al desarrollo socioeconómico y al aumento de la calidad de vida mediante la generación de conexiones entre ciudades o dentro de la ciudad durante la urbanización. En detalle, la infraestructura de transporte entre las ciudades conduce a la agregación y difusión urbanas, impulsando en gran medida el desarrollo económico regional y nacional.

Es importante reconocer que la inversión en infraestructura vial funciona como facilitador del desarrollo económico sin olvidar que se debe apreciar el sector del transporte en su totalidad. Los parámetros de la inversión en infraestructura sufrida en Colombia durante el periodo seleccionado tienen diferentes fines y actividades diseñadas para, construir, mejorar,

ampliar, reconstruir y/o mantener carreteras, puentes y demás características que entran en juego en la infraestructura vial. Al pensar en la inversión en infraestructura vial en este sentido más amplio, es fácil apreciar el hecho de que el sector captura una sección transversal de la economía, con varias industrias como la construcción, proveedores de materiales y equipos de construcción, educación, capacitación de técnicos de construcción de carreteras, mecánicos y conductores, la industria de servicios y en parte la agricultura lo que requiere el movimiento y dinámica de miles de empleos.

### Referencias

Agencia Nacional de Infraestructura, ANI. Carreteras. <https://www.anl.gov.co/carreteras-0>

Aguerre, J. (18 de Mayo de 2018). *Departamento de Infraestructura y Energía del Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de Infraestructura: puente y vía para el desarrollo: América Latina y el Caribe necesita multiplicar su inversión en edificaciones para suplir el retraso y las deficiencias actuales: [https://elpais.com/elpais/2018/05/18/planeta\\_futuro/1526649693\\_551565.html](https://elpais.com/elpais/2018/05/18/planeta_futuro/1526649693_551565.html)

Alfonso, F. (2010). La intervención estatal en la economía: elementos de análisis para el caso colombiano. *Revista Iustitia*, 13(13), 381 - 398.

Baca, J., Peschiera, J., & Mesones, J. (2014). *The Impact of Public Expenditures in Education, Health, and Infrastructure on Economic Growth and Income Distribution in Peru*. IDB Working paper series No. IDB-WP-490. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/english/document/The-Impact-of-Public-Expenditures-in-Education-Health-and-Infrastructure-on-Economic-Growth-and-Income-Distribution-in-Peru.pdf>

Becerra, E., & Ribero, A. (2016). *Inversión en infraestructura vial regional: una mirada neoinstitucional al departamento de santander*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.

Béjar, L., & Contreras, J. (2018). *El paradigma del intervencionismo de Estado en México: Sistema Democrático y Estado de Derecho*. México D.F: Partido Revolucionario Institucional.

- Bell, José González. (21 de noviembre de 2018). *La República*. Recuperado el 24 de mayo de 2021, de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-infraestructura/colombia-ocupa-el-puesto-97-en-conectividad-de-carreteras-segun-el-foro-economico-mundial-2795752>
- Berg, C., Deichmann, U., Liu, Y., & Selod, H. (2017). Transport Policies and Development. *The Journal of Development Studies*, 53(4), 465-480.
- Cámara Directa. (2018). *Esperanza de vida en Colombia por Departamentos*. Obtenido de <https://www.camaradirecta.com/temas/indicadoresantander/indicadores/esperanza.htm>
- Chang, H.-J. (2007). *La administración de la inversión pública*. Departamento de asuntos económicos y sociales. Nueva York: Naciones Unidas.
- Chauvet, P., & Baptiste, A. (2018). *Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015* (Vol. 75). United Nations Publications.: [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44440/S1801184\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/44440/S1801184_es.pdf).
- Datosmacro. (2018). *Expansión: Esperanza de vida Colombia*. Obtenido de <https://datosmacro.expansion.com/demografia/esperanza-vida/colombia>
- Drab-Kurowska, A. (2018). State intervention in the context of creative industries. *Management Journal*, 22(1), 74-84.
- Duque, G. (2006). *Fundamentos de Economía y Transportes*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Durango, E. (2016). Relación entre infraestructura vial y desarrollo económico en los municipios de Antioquia: aplicación espacial. *Universidad EAFIT*, 1-33. Obtenido de [https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11897/DurangoAgudelo\\_EdiliaAndrea\\_2016.pdf?isAllowed=y&sequence=2](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11897/DurangoAgudelo_EdiliaAndrea_2016.pdf?isAllowed=y&sequence=2)

- Eberts, R. (2002). *Understanding the Impact of Transportation on Economic Development*. Minneapolis: Upohn Institute. .
- Eslava-Schmalbach, J., Rincón, C., & Guarnizo, C. (2013). 'Inequidad' de la expectativa de vida al nacer por sexo y 'departamentos' de Colombia. *Biomédica*, 33(3), 383-392.
- Falcón, V. (2018). Componentes del indicador de desarrollo humano (IDH): La situación de las provincias del Nordeste argentino en la década del'90. . *Geográfica digital*. , <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/geo/article/view/2588> .
- Falls, G. A., & Natke, P. A. (2007). An empirical analysis of a Keynesian investment theory using Brazilian firm-level panel data. *Journal of Post Keynesian Economics*, 29(3), 501-519.
- Flórez, J. (2009). La función reguladora del Estado: ¿qué regular y por qué? Conceptualización y el caso de Colombia. *Borradores Departamento de Economía, Universidad de Antioquia*(30), 1-18.
- Forero, P., & Vallejo, L. (2017). El desarrollo humano en Colombia 2002-2014\*. *SABER, CIENCIA Y Libertad*, 147-164.
- García, J. J. (2007). *¿Existe una relación entre inversión e infraestructura de transporte y crecimiento económico?* . Medellín: Ecos de Economía, 11, 1-17. <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ecos-economia/article/view/1939/1950>.
- González, M., & Alba, C. (2006). *Infraestructura vial en Colombia: Un análisis económico como aporte al desarrollo de las regiones 1994-2004*. Bogotá: Universidad de la Salle. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/12066/T10.06%20G589in.pdf?sequence=1>

- Gujarati, D. N. (2011). *Econometria Básica-5*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Hernández, G., & Rojas, N. (2015). *Estimación de los Impactos Regionales del Programa de Inversión en Infraestructura*. Bogotá: Archivos de Economía. Documento 430, Dirección de Estudios Económicos, DNP.
- Hernández, J. (2010). Inversión pública y crecimiento económico: Hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno. *Economía: teoría y práctica • Nueva Época*(33), 59-95.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2011). *Metodología de la investigación*. Santa Fé de Bogotá: McGraw Hill.
- Hernández-Mota, J. (2010). Efectos macroeconómicos del capital público en el crecimiento económico. *Política y Cultura*(34), 239-263. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/polcul/n34/n34a12.pdf>
- INVIAS. (2018). *Estado de la Red Vial*. Bogotá: Instituto Nacional de Vías. Subdirección de Estudios e Innovación.
- Jiang, X. Z. (2016). Transportation and Regional Economic Development: Analysis of Spatial Spillovers in China Provincial Regions. *Networks and Spatial Economics*, 769-790. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11067-015-9298-2>.
- Klaus Schwab. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. Cologny/Geneva. Switzerland: World Economic Forum.
- Knoema. (2019). *Colombia - Life expectancy at birth*. Obtenido de <https://knoema.com/atlas/Colombia/Life-expectancy>
- La República. (23 de Octubre de 2019). *Colombia sigue por debajo del promedio de la Oede en educación y empleo*. Obtenido de La República:

- <https://www.larepublica.co/economia/colombia-sigue-por-debajo-del-promedio-de-la-ocde-en-educacion-y-empleo-2923614>
- Lächler, U., & Aschauer, D. (1998). *Public Investment and Economic Growth in Mexico*. The World Bank. Obtenido de <http://documents.worldbank.org/curated/>
- Lengfelder, C. (2016). *Policies for human development*. Washington D.C: UNDP Human Development Report. Obtenido de [http://hdr.undp.org/sites/default/files/lengfelder\\_-\\_policies\\_for\\_human\\_development.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/lengfelder_-_policies_for_human_development.pdf)
- León, D., & Ríos, H. (2013). Convergencia regional en el índice de desarrollo humano en Colombia. *Eequidad y Desarrollo*, 1(20), 105-141.
- MAB. (29 de Noviembre de 2016). *MAB Ingeniería de Valor*. Obtenido de ¿Qué son las Concesiones Viales de Cuarta Generación o 4G?: <http://mab.com.co/que-son-concesiones-viales-de-cuarta-generacion-4g/>
- Martini, R. (2000). *La medición del desarrollo humano: una tarea interminable y polémica*. México D.F: Quinto taller regional sobre la Medición de la pobreza: métodos y aplicaciones.
- Ministerio de Educación Nacional. (2019). *Tasa de analfabetismo en Colombia a la baja*. Obtenido de [https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-376377.html?\\_noredirect=1](https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-376377.html?_noredirect=1)
- Molina, R., & Pascual, J. (2014). El índice de desarrollo humano como indicador social. *Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 4, 1-17.
- Moncayo, E. (2002). *Nuevos enfoques teóricos, evolución de las políticas regionales e impacto territorial de la globalización*. Santiago de Chile.: United Nations Publications.

- Moromi Nakata, Isabel. (2010). *Estudio de la relación entre el nivel de desarrollo de la infraestructura vial, actividad productiva y el desarrollo humano*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Moromi, I. (2010). *Estudio de la relación entre el nivel de desarrollo de la infraestructura vial, actividad productiva y el desarrollo humano*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1051>
- Nieto, S., Olivera, M., & Tibocha, A. (2013). *The politics of transport infrastructure policies in Colombia*. América Latina: OCDE Development Centre.
- OCDE. (2017). *PISA. Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. Paris: OECD Publishing.
- ONU. (2014). *Desarrollo Humano*. New York. <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/concepto/>: Organización de Naciones Unidas.
- ONU. (2018). *Índice de Desarrollo Humano*. New York. <http://desarrollohumano.org.gt/desarrollo-humano/calculo-de-idh/>: Organización de Naciones Unidas.
- Perdomo, A. (2002). *Inversión pública sectorial y crecimiento económico: Una aproximación desde la metodología VAR*. Bogotá: Archivos de Economía. Departamento Nacional de Planeación. Dirección de Estudios Económicos.
- Perdomo, Á. (2005). Modelo de infraestructura en transporte: El capital de infraestructura como un capital complementario. *República de Colombia Departamento Nacional de Planeación Dirección de Estudios Económicos*, 1-47.
- PNUD . (1992). *Desarrollo Humano*. Bogotá: Tercer Mundo Editores.

- PNUD. (2010). *La verdadera riqueza de las naciones: caminos al desarrollo humano*. México D.F. [http://hdr.undp.org/en/media/HDR\\_2010\\_ES\\_Summary.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_ES_Summary.pdf): Mundi-Prensa.
- PNUD. (2011). *Informe Nacional de Desarrollo Humano. Colombia Rural: Razones para la esperanza*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- PNUD. (2015). *Informe sobre Desarrollo Humano: Trabajo al servicio del desarrollo humano. Colombia*. Bogotá: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Obtenido de <https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/DesarrolloHumano/undp-co-expcol-2015.pdf>
- PNUD. (2019). *Informe sobre Desarrollo Humano 2019: Desigualdades en el desarrollo humano en el siglo XXI*. PNUD.
- Popova, Y. (2017). Relations between Wellbeing and Transport Infrastructure of the Country. *16th Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication, RelStat'2016, 19-22 October, 2016*. 178, págs. 579-588. Riga, Letonia: Procedia Engineering.
- Porte, Michael E. & Schwab, Klaus. (2008). *The Global Competitiveness Report 2008–2009*. Recuperado el 24 de mayo de 2021, de [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GlobalCompetitivenessReport\\_2008-09.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2008-09.pdf)
- Prestowitz, C. (1994). The fight over competitiveness: a zero-sum debate. *Foreign Affairs*, 186-189.
- Ramírez, A. (2015). *Inversión en infraestructura vial y su impacto en el desarrollo económico: Un análisis al caso Colombia (1993-2014)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

- Randolph, S., Bogetic, Z., & Hefley, D. (1996). Determinants of Public Expenditure on Infrastructure. *The World Bank. Europe and Central Asia. Policy Research Working Paper*, 1-84. Obtenido de <http://documents1.worldbank.org/curated/en/117111468766218333/pdf/multi-page.pdf>
- Rodríguez-Brindis, M., & Mejía, M. y. (2015). *La causalidad entre el crecimiento económico y la expansión del transporte aéreo: un análisis empírico para Chile*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Rojas, L., & Molina, A. (2018). Infraestructura pública y su importancia para el crecimiento económico: El caso de Oaxaca (México). *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 22(46), 5-114. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ecos/v22n46/1657-4206-ecos-22-46-00004.pdf>
- Ros, J. (2012). La Teoría General de Keynes y la macroeconomía moderna. *Investigación económica*, 71(279), 19-37.
- Ryckewaert, M. (2012). *Road Infrastructure as an Instrument of Economic Urbanization in Belgium*. Spring. doi:10.3167/trans.2012.020106
- Sánchez Ricardo J., Lardé Jeannette, Chauvet Pablo & Jaimurzina Azhar. (2017). Inversiones en infraestructura en América Latina. Tendencias, brechas y oportunidades. *Recursos naturales e infraestructura*, 1-96.
- Sapkota, J. (2014). Infrastructure Access and Human Development: CrossCountry Evidence and Post-2015 Development Strategies. *FLACSO-ISA, Buenos Aires* (págs. 1-32). Tokio, Japón: University of Tsukuba. Obtenido de <http://web.isanet.org/Web/Conferences/FLACSO-ISA%20BuenosAires%202014/Archive/bb9e1108-343d-4858-bf00-e208135b6f7c.pdf>

- Solís, J. (2008). Estado y capital Los límites de la intervención estatal y el capitalismo global. *Revista Trayectorias*, 10(26), 53-65.
- Tian, G., & Li, J. (2019). *How Does Infrastructure Construction Affect Economic Development along the "Belt and Road": By Promoting Growth or Improving DIstribution?* Emerging Markets Finance and Trade.
- UA & UPB. (2015). *Infraestructura vial en Colombia 1993-2013. Proyecto Análisis de las implicaciones sociales y económicas de las Autopistas para la Prosperidad en el departamento de Antioquia*. Medellín: Universidad de Antioquia y Universidad Pontificia Bolivariana.
- Urazán, C., Escobar, D., & Moncada, C. (2017). Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. Caso América Latina y el Caribe. *Espacios*, 38(61), 1-9.
- Urrutia, F. (2015). *Infraestructura vial y Competitividad en Colombia*. Cartagena de Indias: Universidad San Buenaventura.  
[http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/4383/1/Infraestructura%20vial\\_Fernando%20Urrutia%20B\\_2015.pdf](http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/bitstream/10819/4383/1/Infraestructura%20vial_Fernando%20Urrutia%20B_2015.pdf).
- Vallejo, L. (2002). Algunas reflexiones sobre el desarrollo humano. *Revista Apuntes del Cenes*, 43-58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4829044>.
- Vallejo, P. (2016). *Relación entre inversión en infraestructura de transporte y desarrollo económico*. Medellín.  
[https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12085/MuñozVallejo\\_Pablo\\_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/12085/MuñozVallejo_Pablo_2016.pdf?sequence=2&isAllowed=y): Universidad Eafit.
- Villar, L., & Ramirez, J. M. (2014). *Infraestructura regional y pobreza rural*. Bogotá: Fedesarrollo.

- Wang, L. Z. (2020). *Railway and road infrastructure in the Belt and Road Initiative countries: Estimating the impact of transport infrastructure on economic growth*. Transportation Research Part A.
- Weisbrod, G. (2007). Models to Predict the Economic Development Impact of Transportation Projects: Historical Experience and New Applications. *Western Regional Science Association*.
- Weisbrod, G. (2017). Strategic Transportation, Investments for Economic Development. *Economic Development Journal*, Washington.
- Wikipedia. (2019). *Archivo:Mapa Colombia IDH 2018.png*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa\\_Colombia\\_IDH\\_2018.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Mapa_Colombia_IDH_2018.png)
- World Bank. (2014). *Policy Research Report*. New York. <http://www.worldbank.org/en/news/video/2014/10/07/slideshow-policy-research-report-2014>: World Bank.
- Yepes, T., Ramírez, J., Villar, L., & Aguilar, J. (2013). *La infraestructura de transporte en Colombia*. Bogotá: Fedesarrollo.
- Ziberi, B., Florije Miftari, F., & Omaj, L. (2021). *The Econometric Approach of the Impact of Public Investment in the Road-Infrastructure in the Economic Growth of Kosovo*. Managment Dynamics in the Knowledge Economy

## Apéndices

## Apéndice A. Código en R utilizado

```

####lectura de datos
rm(list=ls())
library(readxl)
datos <- read_excel("C:/Users/Julio Moreno/Desktop/Bese 2 agru.xlsx")
attach(datos)
names(datos)
View(datos)
#### Asignar valores de regiones
library(dplyr)
library(tidyverse)

datos$area= ifelse( datos[,5]== "Antioquia", 3, ifelse( datos[,5]== "Caldas", 3,
                                                    ifelse( datos[,5]== "Quindío", 3,
                                                            ifelse( datos[,5]== "Risaralda", 3,
                                                                    ifelse(datos[,5]== "Atlantico",1,
                                                                        ifelse(datos[,5]== "Bolívar",1,
                                                                            ifelse(datos[,5]== "Cesar",1,
                                                                                ifelse(datos[,5]== "Cordoba",1,
                                                                                    ifelse(datos[,5]== "Guajira",1,
                                                                                        ifelse(datos[,5]== "Magdalena",1,
                                                                                            ifelse(datos[,5]== "Sucre",1,
                                                                                                ifelse(datos[,5]== "Bogotá D.C", 5, ifelse(datos[,5]== "Meta", 5,
ifelse(datos[,5]== "Casanare", 2,
    ifelse(datos[,5]== "Norte de Santander", 2,
        ifelse(datos[,5]== "Santander", 2,
            ifelse(datos[,5]== "Boyaca", 2,
                ifelse(datos[,5]== "Cundinamarca", 2,
                    ifelse(datos[,5]== "Cauca", 4,
                        ifelse(datos[,5]== "Huila", 4,
                            ifelse(datos[,5]== "Nariño", 4,
                                ifelse(datos[,5]== "Tolima", 4,
                                    ifelse(datos[,5]== "Valle del Cauca", 4, 99))))))))))))))))))))))

write.csv(datos, file="datos.csv", eol = "\n")
#### pruebas para sumar la base de datos
#fechas <- names(table(datos[,1]))

#base_areas <- unlist(sapply(fechas,

```

```

#function(x) cumsum(datos$INVER[datos$area == x]))

#cumsum(datos$INVER[datos$area == 5])

#datos$ivercusum[with(datos, order(fechas))]

### Prueba con Santander

Santander=filter(datos, datos$Departamento=="Santander")

###Declarar como serie de tiempo

inver =ts(Santander$INVER, start=c(1990), frequency = 1)
inver3=ts(Santander$INVER_2, start=c(1990), frequency = 1)
idh =ts(Santander$IDH, start=c(1990))
km= ts(Santander$KM, start=c(1990))
km2= ts(Santander$KM_2, start=c(1990))
###Motras gráficos conjuntos
par(mfrow=c(1,2))
ts.plot(inver, col='blue', ylab='Inversión en vías')
ts.plot(idh,col="Red", ylab="IDH")
ts.plot(inver3, col="green", ylab="inversión en vias por KM2")
ts.plot(km, col="blue", ylab=" KM construidos")
ts.plot(km2, col="red", ylab="KM construidos por tamaño")

###Prueba de estacionariedad
library(tseries)
library(forecast)
Box.test(Santander$IDH , type = c("Box-Pierce"))
adf.test(Santander$IDH)
### No es estacionaria la serie
#####Convertir a estacionaria por primeras diferencias
IDH_D=(diff(Santander$IDH, differences=3))
adf.test(IDH_D)
###Identificando cuantas diferencias son necesarias
ndiffs(Santander$IDH, test="adf",alpha=0.05)
##### Según la prueba son necesarias dos diferencias para volverlas
###Estacionaria, pero parece ser que son 3 . Hay que revisar.
###Estimación del modelo rezagado

library(dynlm)
reg1= dynlm(d(km,3) ~ L(idh, 0:2))

reg2= dynlm(d(km,3) ~ L(idh, 0:3))

reg3= dynlm(d(km,3) ~ L(idh, 0:4))

```

```
summary(reg1)

summary(reg2)

summary(reg3)
plot(reg3)

### Analisis residual
par(mfrow=c(1,3))

acf(reg1$residuals, type='correlation')

acf(reg2$residuals, type='correlation')

acf(reg3$residuals, type='correlation')
```