UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO
Maestría en ciencias económicas

EL TIEMPO DE VIAJE Y SU COSTO PARA CIUDAD DE BOGOTÁ, EN
EL AÑO 2014

William Ricaurte Álzate Hernández

Bogotá, D.C., Colombia

Febrero de 2018

EL TIEMPO DE VIAJE Y SU COSTO PARA CIUDAD DE BOGOTÁ, EN
EL AÑO 2014

William Ricaurte Álzate Hernández

Tesis presentada para optar al grado en:
Magister en Ciencias Económicas con énfasis en investigación
económica

Director: PhD Henry Laverde

Universidad Santo Tomas
Facultad de ciencias Económicas
Maestría en Ciencias de Economía
Bogotá, D.C., Colombia
Enero de 2018

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1	Justificación	13
1.2	Planteamiento Del Problema	13
1.3	Objetivo General:.....	14
1.4	Objetivos Específicos:	15
2	ESTADO DEL ARTE	16
2.1	Teorías dominantes y sus hipótesis.....	16
2.1.1	Matriz de categorización de autores económicos, según el enfoque y la relación con el problema.	17
2.2	Diferencia entre la economía urbana y la economía agregada.	25
2.3	Economía Urbana	26
2.4	Área Económica Funcional y Región Urbana Funcional	26
2.5	La Naturaleza de las Áreas Urbanas.	27
2.6	Origen de las ciudades:	27
2.7	Existencia de Economías a escala.....	28
2.8	Ingreso promedio	29

2.7	Tiempo de viaje	30
2.8	Preferencia de medio de transporte.....	31
3	METODOLOGÍA.....	32
3.1	Definición de Escenarios	32
3.2	Definición de variables	32
3.2.1	Variables independientes	32
3.2.2	Variable dependiente	33
3.3	Limitantes de informacion	33
4	DESARROLLO DE ACTIVIDADES.....	34
4.1	Tiempo de viaje en Bogotá para los que trabajan	34
4.2	Ingreso promedio de los usuarios	36
4.3	MODELO DE RELACION ENTRE EL INGRESO Y EL TIEMPO DE VIAJE DE LOS USUARIOS.....	37
4.3.1	Análisis de Tiempo e ingresos con respecto a la localidad	39
4.3.2	<i>Análisis de ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar)</i>	42
4.3.3	Análisis de Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte	45
4.4	ESCENARIO 2	48
4.4.1	Tiempo de viaje	48
4.4.2	Ingreso promedio de los usuarios	50

4.5	COSTO DEL RETRASO PARA LOS USUARIOS	51
5	CONCLUSIONES.....	52
6	DESARROLLO FUTURO.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	55
	ANEXOS	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de categorización de autores económicos.....	17
Tabla 2	Intervalos de clase	30
Tabla 1	Descripción de las variables utilizadas.....	33
Tabla 4-1	Tiempo de viaje en Bogotá para los que trabajan.....	34
Tabla 4-2	Frecuencias de tiempos de viajes de todos los usuarios que trabajan en Bogotá 34	
Tabla 4-3	Ingreso promedio en horas de las personas de Bogotá que trabajan(2014)....	36
Tabla 4-4	Lista de variable de modelo.....	38
Tabla 4-5	Tabla de frecuencias por localidades.....	39
Tabla 4-6	Regresión linear Tiempo de viaje, Ingresos y localidad.....	40
Tabla 4-7	Análisis de resultados modelo Tiempo de viaje, Ingresos y localidad	41
Tabla 4-8	Regresión linear ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar) ..	42
Tabla 4-9	Análisis de resultados ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar) 43	
Tabla 4-10	Tabla de frecuencias por Medio de transporte.....	45
Tabla 4-11	Regresión linear Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte	46
Tabla 4-12	Análisis de resultados Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte 47	
Tabla 4-13	Tiempo promedio de retraso los usuarios de Bogotá que reportan ingresos ..	48
Tabla 4-14	Frecuencias de tiempos de viajes de los usuarios que trabajan en Bogotá, y tardan más de 30 minutos en su tiempo de viaje	48

Tabla 4-15	Ingreso promedio en horas (2014) de los usuarios que trabajan en Bogotá y se demoran más de 30 minutos	50
------------	--	----

Tabla 4-16	Costo del retraso de los usuarios	51
------------	---	----

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1	Teorías de crecimiento y desarrollo económico.....	16
Ilustración 2-2	Diferencias sobre la concepción económica	17
Ilustración 2-3	Conceptos económicos de eficiencia.....	22
Ilustración 2-4	Maximización de la utilidad consumiendo o descansando	23
Ilustración 2-5	Configuración de los centros urbanos	26
Ilustración 2-6	Naturaleza de las Áreas Urbanas.....	27
Ilustración 2-7	Heterogeneidad en la dotacion de recursos	27
Ilustración 2-8	Diagrama de las economías de escala	28
Ilustración 4-1	Tiempos de viaje de los usuarios que trabajan en Bogotá.....	35
Ilustración 4-2	Prueba de Curtosis del tiempo del viaje	35
Ilustración 4-3	Prueba de Curtosis.....	37
Ilustración 4-4	Tiempos de viaje de los usuarios que trabajan en Bogotá y se demoran más de 30 minutos	50

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1	Media aritmética para datos no agrupados	29
Ecuación 2	Función de distribución Probit (Wooldridge, 2010).....	31
Ecuación 3	Función de densidad normal.....	31
Ecuación 4	Ecuación del modelo Tiempo de viaje, Ingresos y localidad	41
Ecuación 5	Ecuación del modelo Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte	

46

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	BASE DE DATOS	59
Anexo 2	LÍNEAS DE COMANDO (Stata.DO.....	60

1 INTRODUCCIÓN

RESUMEN

Bogotá presenta problemas de movilidad. Los habitantes de la ciudad que se desplazan a sus trabajos, gastan horas de su tiempo, en trancones y tiempos de espera entre las conexiones. Se busca evaluar la cantidad de Horas / Hombre, que se gastan en movilidad y el costo para los usuarios del sistema de transporte, en la ciudad de Bogotá. El método de investigación es descriptivo, para lo cual se identificaron las fuentes estadísticas, como el DANE, Secretaria de Movilidad de Bogotá, Sistema de Transporte Masivo (Transmilenio), y Secretaria de Medio Ambiente.

Evaluar el costo de las horas / hombre, que representa el problema de la movilidad para la ciudad, permite dimensionar el tamaño del problema, y así mismo plantear soluciones acordes a las necesidades.

PALABRAS CLAVE

Bogotá, Movilidad, costo, calidad de vida, Horas/Hombre

ABSTRACT

Bogotá presents mobility problems. The habitants of the city who travel to their jobs, spend hours of their time in traffic jams and waiting times between connections. The aim is to evaluate the number of Hours / Men spent on mobility and its cost for users of the transportation system in the city of Bogotá. The research method is descriptive, for which sources such as DANE, Secretary of Mobility of Bogotá, Mass Transport System (Transmilenio), and Secretary of the Environment were identified.

Evaluate the cost of man / hours that represents the problem of mobility for the city, allows us to dimension the size of the problem, and also propose solutions according to the needs

KEYWORDS

Bogotá; Mobility, cost, quality of life, Hours / Man.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de las ciudades latinoamericanas, en los últimos 50 años, ha sido motivado, por el desplazamiento de la población del área rural, al área periférica de las ciudades, en busca de mejores oportunidades de empleo, lo que generó un desarrollado, de forma desigual del crecimiento de la ciudad, y , la ubicación de la vivienda, quedando muy distanciados unos de otros, lo que presenta deficiencia del servicio de transporte público (CAF BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA, 2011). Esta distribución desigual de los empleos y los sitios de vivienda, genera flujos de movilidad, de personas dentro de la ciudad, que se ven afectados por mala infraestructura vial, baja penetración de las rutas y altos costos en el transporte. Lo anterior se expresa en el fenómeno de la movilidad urbana, la cual se ha convertido en un grave problema social, que se expresa en el descontento generalizado de la población, que se ve afectada en su calidad de vida, las empresas también se ven afectadas en su productividad. En estudios realizados a nivel mundial, se ha visto que tiempos de viaje superiores a una hora son negativos para la calidad de vida de la ciudad (Hidalgo, 2014, p. 22).

El ahorro en el tiempo de viaje, presenta dos vías de valoración, una en la cual el tiempo ahorrado puede ser utilizado para producir más, y en la segunda opción, el tiempo ahorrado puede ser utilizado en otras actividades de ocio, que se ven representadas en el aumento de bienestar del individuo (Barrios González & Martínez Navarro, 1999).

La estimación del tiempo, que la población invierte en desplazamiento dentro de la ciudad, se ha estado experimentando a través de los años, lo que permite a los gobernantes plantear políticas de mejoramiento, teniendo en cuenta, la planeación urbana acorde a los problemas que presenta la comunidad, con dimensiones similares y con proyección de crecimiento. Se

debe pensar en una ciudad en crecimiento constante y así mismo debe ser el tamaño de las soluciones que se platee.

El tiempo de viaje dentro de la ciudad como indicador de calidad de vida de los usuarios, se ha vuelto objeto de estudio constante por parte de la Secretaria del Hábitat e Instituto de Desarrollo Urbano (IDU); porque el crecimiento de la ciudad demanda una nueva interpretación de su modelo de crecimiento, esto lo podemos ver con los nuevos megaproyectos que plantean el crecimiento de la ciudad en vertical, por medio de la construcción de nuevos rascacielos que en años anteriores no se construían en la capital (www.dinero.com, 2016), generando espacios de vivienda cerca a los centros de producción, con el objetivo de reducir las distancias a recorrer por parte de los usuarios. Sin embargo, este fenómeno de densificación del terreno, exige de la ciudad la planificación de sistemas de transporte masivos que sean atractivos para el usuario en términos de tiempos y costos (Cop\$737.717¹ evaluado con 42 viajes al mes, tenemos 12.5% del S.M.M.L.V invertido en transporte)

Esta investigación analiza el tiempo de viaje desde el punto de vista cuantitativo, partiendo de las encuestas multipropósito 2014 para Bogotá, y evaluando el tiempo de viaje de los usuarios, sus ingresos, y tomando en cuenta los tiempos mínimos considerados como razonables para el desplazamiento, entre la vivienda hasta el sitio de producción.

La ciudad de Bogotá, cuenta con el Plan de Ordenamiento Territorial, basado en las normas y leyes que reglamentan las condiciones que se han de tener en cuenta en la presentación de propuestas en el tema de movilidad, y los conceptos de variables asociadas al tiempo de viaje

¹ S.M.M.L.V para el año 2017

de los usuarios, lo cual facilita la búsqueda soluciones; en especial cuando la realidad de la ciudad, es cada día más crítica para los usuarios, que ven cómo se deteriora la movilidad, y no se ve solución a corto plazo en términos de vías o sistemas de transporte, para desplazarse dentro de la ciudad de Bogotá, de forma eficiente.

La información de los tiempos de viaje de los usuarios se encuentra reportada en la Encuesta Multipropósito de Colombia 2014. La información se encuentra organizada por localidades y por tipo de vehículo utilizado, además de incluir el ingreso de los individuos. Con la información anterior, se plantea realizar un análisis de corte transversal, que permita medir la afectación en horas hombre y su costo por hora, obteniendo con esto una valoración económica que puede ser comparada con el costo de soluciones planteadas, o comparada con el PIB de la ciudad; partiendo *de los ingresos de los usuarios y los tiempos de sus recorridos*. Esta investigación también permitirá evaluar las preferencias de los usuarios según el sistema de transporte y su ingreso económico.

La limitante del estudio está en los destinos de viaje de los usuarios, dado que la fuente de datos presenta los tiempos de viaje de cada usuario, la localidad donde inicia el viaje, y el tipo de vehículo utilizado para transportarse, pero no indica el destino de la localidad de Bogotá a donde se dirige.

Esta investigación se enmarca en el estudio de la movilidad desde el punto de vista cuantitativo, que permita conocer lo que significa para los usuarios el perder tiempo en los viajes a su trabajo y regreso a casa. Los retrasos en el tráfico representan horas / hombre que se ven reflejadas en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

En este momento el ciudadano que requiere establecerse en la ciudad de Bogotá, se encuentra con el condicional del costo de la vivienda ya sea en arriendo o para compra, y además el

tiempo de viaje al sitio de trabajo se ha vuelto importante, porque esto representa menos horas con la familia o tiempo de estudio.

1.1 Justificación

Evaluar el tiempo de viaje y su costo para ciudad de Bogotá, en termino de Horas / hombre de la fuerza laboral de la ciudad; les suministra a los gobernantes la posibilidad de comparar el costo del problema existente con los costos de soluciones planteadas, permitiendo la evaluación y toma de decisiones más cercanas a la realidad.

En la actualidad, la toma de decisiones de las empresas y los gobiernos, se basa cada día más en estadísticas, indicadores, y en general parámetros que vayan en línea con las políticas de desarrollo sostenible, por ello toma relevancia el análisis de los tiempos de viaje, como parte de indicadores de competencia de la ciudad, calidad de vida de sus habitantes, y sostenibilidad ambiental de la ciudad, que son elementos que ayudan a la decisión de la empresa de ubicarse en una ciudad específica, y contribuir así con el PIB de la ciudad.

Cuanto mayor sea el mercado laboral, más innovadora y productiva será la ciudad; por lo tanto, mantener la movilidad es esencial para la viabilidad económica de las ciudades (Bertaud, 2014).

1.2 Planteamiento Del Problema

Bogotá es una ciudad de 7'878.783 habitantes², más los viajes de los habitantes de los municipios vecinos que también aportan viajes dentro de la ciudad. En el año 2013 se generó 2.703.754 de viajes diarios de pasajeros³. Realizar esos recorridos diarios, le toma al usuario

² «Resultados y proyecciones (2005-2020) del censo 2005». DANE. Consultado el 1 de mayo de 2015.

³ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

cada año más tiempo (Hidalgo, 2014), tiempo que puede ser utilizado por el usuario en compartir con su familia, producir más horas dentro de la empresa, o disfrutar de actividades lúdicas.

Los habitantes de la ciudad, gastan más del tiempo considerado razonable, en los desplazamientos desde sus sitios de vivienda a los centros de producción, y existe la percepción en parte de la ciudadanía que los tiempos de viaje están aumentando, según la encuesta de percepción ciudadana 2013 (BOGOTA COMO VAMOS, 2013), el 44% los habitantes de la ciudad perciben que el tiempo de viaje al trabajo o estudio no ha cambiado, 42% de la población considera que gastaron más tiempo en su recorrido, y el 14% de los encuestados afirma que el tiempo de viaje ha disminuido

La evaluación del costo de los retrasos o pérdida del tiempo en los trancones producto de la congestión de la ciudad, permite a los gobernantes plantear soluciones acordes al problema, con dimensiones similares y con proyección de crecimiento. Se debe pensar en una ciudad en crecimiento constante y así mismo debe ser el tamaño de la solución.

Pregunta problemática.

¿Cuál es el costo de las demoras para la población productiva, en el tiempo de viaje en la ciudad de Bogotá?

1.3 Objetivo General:

Estimar el costo de las demoras en el tiempo de viaje para la población productiva en la ciudad de Bogotá en el año 2014. Las personas que hacen parte del mercado laboral en la ciudad de Bogotá, aparte de su jornada laboral, deben invertir tiempo en su recorrido al lugar

de trabajo y de regreso a casa, un tiempo estimado como razonable, y a partir de ese tiempo se considera demora o retraso que afecta la calidad de vida de los usuarios.

1.4 Objetivos Específicos:

- Estimar el costo Horas/Hombre para la ciudad de Bogotá.
- Proponer un programa de cultura ciudadana orientado a mejorar la movilidad de la ciudad de Bogotá, fomentando el uso del sistema masivo de transporte.

2 ESTADO DEL ARTE

2.1 Teorías dominantes y sus hipótesis

Las hipótesis del pensamiento económico corresponden a los pensamientos de las teorías clásica, neoclásica, keynesiana, Schumpeteriana y, la de Wassily Leontief y la de la economía política, las cuales se distinguen por sus diferentes análisis y que son las raíces que sustentan el progreso económico.

Ilustración 2-1 Teorías de crecimiento y desarrollo económico

Ilustración 2-2 Diferencias sobre la concepción económica

2.1.1 Matriz de categorización de autores económicos, según el enfoque y la relación con el problema.

Tabla 1 Matriz de categorización de autores económicos

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
Simón Kuznets (1901 -1985)	Importante contribución a la teoría de crecimiento de la renta y la desigualdad, el cálculo de la renta nacional, la teoría económica del desarrollo y el crecimiento	Desarrollo la medida estandarizada del producto interno bruto (PIB). Identifico la relación existente entre la desigualdad de la renta y el crecimiento económico. Su hipótesis original aduce que las naciones desarrolladas, presentan niveles muy bajo de PIB percapita, lo que muestra una gran

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
	<p>y la teoría de los ciclos empresariales.</p> <p>Se le ha considerado el padre de la renta nacional. Puso de relieve la complejidad de la realidad económica y social y la importancia de la investigación empírica para el análisis económico.</p> <p>(Forstater, Pequeñas Grandes ideas Economía., 2008)</p>	<p>desigualdad como requisito mínimo de subsistencia y si a esto le abonamos el tiempo de desplazamiento, hacia su trabajo donde le descuentan, el tiempo que llegue a su empresa tarde de su salario hace aumentar aún más la desigualdad mostrando así que no va a tener capacidad de ahorro. (Forstater, Pequeñas Grandes ideas Economía., 2008)</p>
Wassily Leontief (1906 – 1999)	<p>Desarrolló el análisis Input – output, en áreas como el comercio internacional, el desempleo tecnológico y la economía ambiental.</p> <p>(Forstater, Pequeñas Grandes Ideas. Economía, 2008)</p>	<p>Convirtió los mercados anónimos y los productos divisibles del equilibrio general en sectores reales con coeficientes técnicos de producción fija.</p> <p>El análisis I – O también revela la estructura tecnológica de la producción, en cuanto al carácter tecnológico de los bienes de capital, la productividad laboral, la relación entre trabajo y capital en distintos sectores, como el agropecuario, de bienes y servicios como el transporte y el sector industrial. (Forstater, Pequeñas Grandes ideas Economía., 2008)</p>

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
<p>Jhon Maynard Keynes</p>	<p>Introdujo la macroeconomía moderna y la revolución keynesiana en la teoría y sus aplicaciones políticas.</p> <p>Su principal obra fue la Teoría general de la ocupación el interés y el dinero en el año 1936.</p> <p>Planteo una visión alternativa del capitalismo como una economía de producción monetaria y rechazo la separación tradicional entre factores monetarios y reales. Para Keynes el dinero es real y las variables monetarias afectan a los rendimientos reales, esto condujo a tener una aproximación entre el ahorro y la inversión que rechaza el modelo de fondos de crédito y plantea teorías alternativas para la determinación de ambos.</p> <p>(Forstater, Pequeñas</p>	<p>Uno de los aportes keynesianos más significativos, a la teoría económica moderna, es el de que las decisiones económicas se toman en condiciones de incertidumbre. Así se encuentra nuestra economía hoy en día, donde se ve la Ignorancia en la aplicación de los conceptos. Frente al futuro. En un horizonte de tiempo histórico. Contingente y sin leyes. (Keynes, 1936)</p> <p>Keynes en su teoría general de la ocupación el interés y el dinero, dice que esta depende de la productividad marginal, donde esta se ve reducida por el tiempo que gasta la gente en llegar a su lugar de trabajo.</p>

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
	Grandes Ideas. Economía, 2008)	
Joseph Schumpeter	Fue uno de los grandes teóricos del desarrollo económico y de los ciclos empresariales. También hizo aportes a la economía dinámica. La idea del ciclo de negocio lleva implícita la visión de que el crecimiento económico es un proceso dinámico en forma de oleadas de ciclos alternativos de crecimiento y estancamiento. (Schumpeter, Teoría del Desarrollo Económico, 1911) (Schumpeter, Ciclos empresariales, 1939)	Schumpeter se ocupa entonces de delimitar el concepto de emprendedor o empresario. El emprendedor en Schumpeter es un líder nato. Modelo de crecimiento schumpeteriano. Reúne en un diagrama las magnitudes y las relaciones funcionales del modelo para que podamos hacer un seguimiento de las interacciones complejas entre los sectores y mostrar cómo estas interactúan con el fin de estar simultáneamente en equilibrio. (Forstater, Pequeñas Grandes Ideas. Economía, 2008) En su delimitación de emprendedor o empresario, se afecta la productividad de las empresas, por la demora en el tiempo que duran en los largos trayectos para llegar de sus hogares a la empresa.
Nicolas Georgescu – Roegen(1906 – 1994)	Introdujo el concepto de entropía de la termodinámica. Conocido como el fundador de la economía ecológica o bioeconomía. (Forstater, Pequeñas Grandes Ideas. Economía, 2008)	Al unir la economía y la realidad social y medio ambiental, se preocupó de la entropía y de la biodegradación del medio ambiente debido al proceso económico. La termodinámica, la primera ley dice que energía ni se crea no se destruye, solamente cambia de forma. La segunda ley (Ley de Entropía), dice que cualquier utilización de

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
		<p>la energía disminuye la cantidad total de energía utilizable en el futuro.</p> <p>Como las personas al desplazarse hacia su sitio de trabajo hacen que los vehículos gasten energía y esto va a afectar la producción hacia el futuro puesto que la energía no es renovable.</p>
<p>Jhon Robert Tomas Malthus (1766-1843)</p>	<p>Teoría de la pobreza y el crecimiento de la población.</p> <p>Argumento que, a pesar de la población crecía geométricamente (es decir, exponencialmente), los medios de subsistencia crecían aritméticamente.</p>	<p>Esto significa que, a partir de determinado momento, no habría ni existía suficiente alimento para cubrir las necesidades de la población creciente y, en consecuencia, habría pobreza y hambruna, las cuales provocarían una presión de los precios al alza. Las políticas para erradicar la pobreza a través de subvenciones del gobierno o la caridad privada solamente empeorarían las cosas ya que, según este economista, un aumento del bienestar de los estratos más pobres de la sociedad estimularía una vez el crecimiento demográfico y volvería a exacerbarse los problemas de aprovisionamiento. (Forstater, Pequeñas Grandes Ideas. Economía, 2008) . Si a esto le sumamos las demoras en el transporte de alimentos de una ciudad a otra, o de una empresa hacia los hogares, aumentaría el</p>

Categorías y Autores	Teoría Económica	Aplicación a la tesis
		desabastecimiento de los productos en los mercados generando más hambruna en la población.

Teoría clásica y neoclásica	En el funcionamiento de los mercados es fundamental la eficiencia productiva, la división del trabajo y la productividad de los factores.
Teoría Keynesiana	Analiza el comportamiento económico en el corto plazo, destacando la importancia de los recursos subutilizados, el ingreso y la demanda, así como determinantes del empleo. Además de la relación entre la economía y la financiera.
Teoría Shumpeteriana	Establece que el crecimiento y desarrollo económico es resultado de la competitividad y la dinámica de largo plazo, basado en alcanzar elevados niveles de competitividad e innovación, tomando como elemento fundamental al proceso de innovación. Aplicar cambios en la actividad productiva que se
Teoría de la economía política	El comportamiento de la producción y el consumo se interpreta como el resultado de las interrelaciones entre el desempeño económico y las instituciones y clases y grupos sociales.

Ilustración 2-3 Conceptos económicos de eficiencia

Los problemas de movilidad en ciudades grandes y el crecimiento económico de estas ciudades, se han planteado desde hace más de 50 años; indicando el riesgo que representa para la ciudad perder competencia ante otras ciudades por causa de la congestión vehicular que se desarrolla en sus calles; conduciendo a la reducción en el crecimiento económico de la ciudad (Torres Gonzalez, 2012, p. 3)

La valoración del tiempo de viaje se inició con la teoría del valor de tiempo (Becker, 1965), (Deserpa, 1971), a partir de entonces se han desarrollado modelos los conocidos algunos

como de elección discreta que son orientados hacia la teoría de la utilidad aleatoria (Barrios González & Martínez Navarro, 1999).

Los individuos maximizan la utilidad consumiendo o en labores de ocio. El consumo de bienes y el tiempo dedicado a las actividades de ocio se ven restringidas por dos vías: (Sachs & Larrain b., 1994)

- El gasto es limitado por el ingreso, lo cual se obtiene dedicando más tiempo a laborar.
- El trabajo, el ocio y los viajes compiten por un el tiempo disponible limitado por el número de horas en el día de que se dispone para el descansado y el recorrido a casa.

Ilustración 2-4 Maximización de la utilidad consumiendo o descansando

La compleja situación de la movilidad en la ciudad de Bogotá, demanda la realización de un examen real y sincero de las fortalezas y debilidades de la oferta de servicio de transporte masivo de pasajeros de la ciudad. (Ballén Duque, 2007)

A partir de la observación de la problemática actual de la movilidad en la ciudad de Bogotá, han aparecido ensayos que proponen escenarios de evaluación de la compleja relación entre

crecimiento económico, desarrollo urbano y movilidad, de forma que se pueda valorar el impacto en términos económicos. (Bocarejo, 2009, p. 29)

Respecto al espacio físico de la ciudad de Bogotá, y la demanda de pasajeros, se han realizado estudios tendientes a estimar la cantidad máxima de vehículos que pueden ser soportados por las áreas naturales que capturan el CO₂ producido por dichos vehículos; y la necesidad de combinar el servicio de Transmilenio con sistemas de transporte como el Metro y la bicicleta (Martinez Rivillas, Barragán Zaque, & Campos Orjuela, 2010)

Después de identificar las dificultades que presenta la movilidad en la ciudad de Bogotá, se han buscado herramientas para cuantificar y documentar periódicamente el comportamiento de la movilidad; por ello el Observatorio de Movilidad de la Cámara de Comercio de Bogotá ha implementado el sistema SITYMUR que permite evaluar la movilidad a partir de los dispositivos móviles con GPS y teléfonos celulares. (Castro B., et al., 2013)

El proyecto de construcción de la primera línea de metro de Bogotá, ha demandado la realización de estudios y diseños fase III que incluyen los análisis económicos y financieros del proyecto. Al respecto, existe un informe del instituto de desarrollo urbano IDU que estudia los efectos del proyecto en las zonas aledañas a la construcción, con radios de influencia directa de 500 metros y 1000 metros para influencia indirecta. (IDU, 2015)⁴ Lo que se debe analizar con detalle de este proyecto, es que es una línea única, que va desde el

⁴ El análisis económico y financiero del Proyecto de construcción del metro de Bogotá, toma en cuenta los pasajeros atraídos al Sistema, dichos usuarios son ubicados en dos rangos de importancia para el Sistema: aquellos ubicados a menos de 500 m de los accesos, y aquellos que se encuentran ubicados entre 500 y 1000 m del acceso al Sistema.

sur occidente hasta el centro de la ciudad o norte según la propuesta que se decida construir, dejando por fuera de su arco de servicios, zonas importantes de la ciudad como el Sur, Engativá, o Suba; lo que sugiere que el tema del tiempo de transporte seguirá empeorando con o sin la construcción del metro de Bogotá.

Sabemos que las externalidades son aquellas actividades que afectan a otros sin que estos sean compensados. (Forstater, Pequeñas Grandes ideas Economía., 2008).

Economistas como Friedrich von Hayec y Milton Friedman se refieren a las externalidades como «efectos secundarios» (*spillovers*).⁶

2.2 Diferencia entre la economía urbana y la economía agregada.

Para comprender la economía agregada al integrar las regiones económicas y estas a su vez por un sistema de ciudades y áreas de influencia que las articulan.

El estudio de las ciudades, pretende determinar su producción, distribución y el consumo, que es lo que nos ayuda a aumentar la riqueza de las ciudades.

La economía agregada, hace referencia a los fletes y a la demora de la entrega de la mercancía, lo que hace que se reduzca la productividad de la empresa, del PIB y así de la nación.

(Krugman, 1992, P.78), distingue la región económica de la política administrativa, al diferenciar entre nación y región, aludiendo que la región económica es el resultado de las economías externas que propician la concentración industrial en las ciudades mientras que en la periferia obedece a criterios políticos.

2.3 Economía Urbana

¿Qué son las Áreas Urbanas? - Un elevado número de individuos ya sea para habitar o como lugar de trabajo. Lugar donde se concentra... - Una gran cantidad de capital físico (edificios, carreteras...)

El concepto de ciudad es mucho más complejo y difuso hoy que en el pasado.

Según Criterios Administrativos:

Ciudad = Municipio ·

Ventajas:

Cantidad de Información Estadística

Desventaja: Nuevos Conceptos:

Área Urbana y Área Metropolitana

Zona Actividad Económica-Social distinta a la Administrativa.

2.4 Área Económica Funcional y Región Urbana Funcional

“el área urbana se puede definir como un lugar en el que la densidad de población es alta en comparación a la del área circundante”. + CRITERIO DE POBLACIÓN MÍNIMA

Ilustración 2-5 Configuración de los centros urbanos

2.5 La Naturaleza de las Áreas Urbanas.

Ilustración 2-6 Naturaleza de las Áreas Urbanas

2.6 Origen de las ciudades:

Heterogeneidad en la dotación de recursos.

Con costos de transporte ... ¿Dónde se localizara la actividad?

Ilustración 2-7 Heterogeneidad en la dotación de recursos

2.7 Existencia de Economías a escala.

Ilustración 2-8 Diagrama de las economías de escala

Estudiar los viajes dentro de la ciudad involucra conceptos de eficiencia, que lleva a analizar elementos de la localización de las unidades productivas y las unidades residenciales de la mano de obra; lo que deriva en el comportamiento del transporte urbano, calidad de vida de los usuarios del sistema y el consecuente desarrollo de ciudad sustentable.

La creciente motorización, aumento del uso del vehículo particular; ha generado el aumento las emisiones de CO₂, incremento la accidentalidad y tiempo de viaje de los usuarios; lo anterior, presenta un desafío importante a las políticas públicas de desarrollo de ciudad, puesto que los gobernantes deben decidir entre el modelo de desarrollo de “ciudades compactas” y “ciudades jardín”, teniendo como elemento de planificación la movilidad

urbana (Lupano & Sánchez, 2009). Por lo anterior, este trabajo se enfoca en la evaluación del tiempo de viaje en la ciudad de Bogotá, como elemento de apoyo a la toma de decisiones sobre la visión de ciudad que se desea tener a futuro.

El crecimiento y desarrollo económico del país se fundamenta en el entorno económico de las ciudades; para el caso de Bogotá en el año 2015 el PIB de la ciudad fue 25.6% respecto al PIB nacional del año 2015P que fue de \$799,3 Billones de pesos a precios corrientes (DANE, 2016); por lo tanto, la cantidad y complejidad de los viajes realizados dentro de la ciudad son importantes para el análisis del funcionamiento de económico de las unidades productivas (Ciudades).

2.8 Ingreso promedio

Es la media aritmética (Tejada, 2008) de los ingresos que reportan los individuos que son incluidos en la encuesta multipropósito. El ingreso promedio se obtiene según Ecuación 1

Media aritmética para datos no agrupados. Se entiende como la suma de todos los ingresos dividida por el número de individuos.

Ecuación 1 Media aritmética para datos no agrupados

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Donde:

$\bar{X}$ = *Ingreso promedio*

n = *numero de observaciones*

$$x_i = \text{ingreso del individuo } (i)$$

2.7 Tiempo de viaje

El tiempo de viajes es tiempo que le toma al usuario llegar desde su casa a hasta el sitio de trabajo, y viceversa. El tiempo de viaje se definió con intervalos de clase, separando los viajes en tiempos razonables para el análisis. (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011, p. 15)

Tabla 2 Intervalos de clase

Intervalos de clase	Marcas de Clase	Frecuencias absolutas	Frecuencias Relativas	Frecuencias absolutas acumuladas	Frecuencias relativas acumuladas
$a_i - a_{i+1}$	c_i	n_i	$f_i = n_i/N$	N_i	$F_i = N_i/N$
$a_1 - a_2$	c_1	n_1	f_1	N_1	F_1
$a_2 - a_3$	c_2	n_2	f_2	N_2	F_2
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
$a_k - a_{k+1}$	c_k	n_k	f_k	N_k	F_k

Los usuarios utilizan un tiempo para viajar de su casa a su sitio de trabajo. El tiempo de viaje estimado como razonable en este análisis es de 30 minutos para un viaje, esta decisión se realiza tomando en cuenta que:

- En el año 2009 en Estados Unidos en las áreas metropolitanas, el tiempo de viaje fue de 26 minutos
- En el año 2009 en New York donde conviven 19 millones de personas, se tiene 35 minutos.
- En el año 2011 en el caso de Johannesburgo y Pretoria, ciudades con 12.3 millones de habitantes, se tiene de 15 a 29 minutos.

- Encuestas urbanas conmutadas de varias ciudades y países, indican que el tiempo de viaje promedio es de 30 minutos (Bertaud, 2014).

2.8 Preferencia de medio de transporte

El medio de transporte es analizado con un modelo Probit para estimar la probabilidad de usar un medio de transporte u otro, según características de tiempo de viaje e ingreso de los individuos. El modelo de Probit (G) es una función de distribución normal acumulada (*fda*) (Pereira, Crespo Dominguez, & Sáez Ocejó) que se expresa cómo una integral:

Ecuación 2 Función de distribución Probit (Wooldridge, 2010)

$$G(z) = \Phi(z) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi(v) dv$$

Donde $\phi(v)$ es la densidad normal estándar

Ecuación 3 Función de densidad normal

$$\phi(v) = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \exp\left(-\frac{v^2}{2}\right)$$

3 METODOLOGÍA

La investigación se enmarca dentro de diseño descriptivo, con un modelo no paramétrico, se plantea realizar un análisis usando estadística descriptiva, tomando como base la información existente en las encuestas disponibles en el DANE (COLOMBIA - Encuesta Multipropósito -2014).

3.1 Definición de Escenarios

Se realiza la estimación del tiempo de viaje de los usuarios, según:

- Localidad de residencia
- Ingreso
- Medio de transporte.

3.2 Definición de variables

En la selección de las variables de interés, se tomó en cuenta el tiempo de viaje, el ingreso mensual y medios de transporte utilizados por los usuarios.

3.2.1 Variables independientes

- Tiempo de viaje perdido en la congestión de la ciudad (*RETRAZO_{hT}*, en horas): Se definió un límite de viaje y a partir de este tiempo se considera sobrecosto o tiempo de viaje perdido por causa de la congestión. Esta variable es el resultado de sumar el tiempo de viaje de los usuarios en horas más el tiempo de viaje en minutos, menos el tiempo que se considere como tiempo razonable de viaje para los usuarios
- Tiempo de viaje como razonable para el usuario (*LIMITE_m*, en minutos), en la evaluación se consideró 30 minutos;
- Ingreso mensual del usuario (*INGRESO_M*, en Cop\$) para el año 2014.

3.2.2 Variable dependiente

- Costo hora promedio de los usuarios del sistema de transporte (*Costo*, en Cop\$)

Tabla 1 Descripción de las variables utilizadas

Nombre	Etiqueta	Tipo	Formato	Unidad
TIEMPO _m	¿Cuánto tiempo se demora en su viaje de ida a su sitio de trabajo (incluya tiempo de espera del medio de transporte)? En Minutos	Discreta	Numérico	Minutos
LIMITE _m	Tiempo que se considere como tiempo razonable de viaje para los usuarios	Discreta	Numérico	Minutos
RETRASO _{hT}	Tiempo de viaje perdido en la congestión de la ciudad	Discreta	Numérico	Horas
INGRESO _M	Ingreso mensual del usuario	Discreta	Numérico	Cop\$
COSTO _h	Costo hora promedio de los usuarios del sistema de transporte	Discreta	Numérico	Cop\$

3.3 Limitantes de informacion

La fuente de información de este estudio es la Encuesta Multipropósito 2014; y en esta encuesta se identifican los ingresos, tiempos de viajes y localidad donde reside el usuario; pero en esta encuesta no se consulta al usuario el destino de su viaje, o lugar donde trabaja, por lo cual no se tiene el origen destino de los viajes, lo cual es muy importante al momento de definir políticas de transporte.

4 DESARROLLO DE ACTIVIDADES

4.1 Tiempo de viaje en Bogotá para los que trabajan

El análisis del tiempo de viaje y su implicación en la composición de la sociedad se analiza estimando el tiempo de viaje y el ingreso de todos los usuarios que trabajan en la ciudad de Bogotá

Se analizan los datos de la encuesta para el año 2014 sin límite de tiempo de viaje, evaluando tiempo de viajes e ingresos de los usuarios.

Tabla 4-1 Tiempo de viaje en Bogotá para los que trabajan

Variable	Obs	Weight	Mean min	Std. Dev. min	Min min	Max min
TIEMPOmT	26582.0	3,289,442	53.5	37.6	0.0	330.0

Donde:

Variable TIEMPOmT Tiempo de viaje de los usuarios que trabajan en Bogotá

Se genera la variable AMPLITUDm, para estimar por intervalos de clase la frecuencia de los tiempos de viajes (Gorgas García, Cardiel López, & Zamorano Calvo, 2011).

Tabla 4-2 Frecuencias de tiempos de viajes de todos los usuarios que trabajan en Bogotá

AMPLITUDm	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
00-15	515.904	15,8%	15,8%
15-30	640.136	19,6%	35,5%
30-45	487.347	15,0%	50,4%
45-60	714.516	21,9%	72,3%
60-75	143.476	4,4%	76,7%
75-90	428.443	13,1%	89,9%
90-105	55.611	1,7%	91,6%
105-120	187.068	5,7%	97,3%
> 120	87.223	2,7%	100,0%
Total	3.259.724	100,0%

Ilustración 4-1 Tiempos de viaje de los usuarios que trabajan en Bogotá

AMPLITUDm					
Percentiles			Smallest		
1%	1		1		
5%	1		1		
10%	1		1	Obs	26,328
25%	2		1	Sum of Wgt.	26,328
50%	3			Mean	3.528791
			Largest	Std. Dev.	2.378927
75%	4	21		Variance	5.659292
90%	6	22		Skewness	1.743887
95%	8	22		Kurtosis	9.067322
99%	12	22			

Ilustración 4-2 Prueba de Curtosis del tiempo del viaje

La variable amplitud (T) NO esta normalmente distribuida porque la Curtosis dio 9,067 (En este caso $g_2 > 0$)

- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 35,5% de los individuos presenta tiempo de viaje hasta 30 minutos. Lo cual nos indica que solo esta parte de la población disfruta de un tiempo de viaje razonable según (Bertaud, 2014), y el 64.5% de la población experimenta retraso en sus viajes, lo que repercute en su calidad de vida.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 50,4% de los individuos presenta tiempo de viaje hasta 45 minutos.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 72,3% de los individuos presenta tiempo de viaje hasta 60 minutos.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 27,7% de los individuos presenta tiempo de viaje mayor a 60 minutos.

4.2 Ingreso promedio de los usuarios

Se evalúa el ingreso en horas de los usuarios que viven en Bogotá y que trabajan. Se considera 30 días por mes de 8 horas para la evaluación de los ingresos (Ley 789 de 2002 - Definición Sistema de Protección Social, 2002).

Tabla 4-3 Ingreso promedio en horas de las personas de Bogotá que trabajan(2014)

Variable	Obs	Weight	Mean \$/hr	Std. Dev.	Min \$/hr	Max \$/hr
INGRESO_h_0	18,100	2,346,310	5,917	8076	\$ 0	137500

- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el ingreso promedio de los usuarios que trabajan es de Cop\$ 5917 para el año 2014.

INGRESO_h_0				
	Percentiles	Smallest		
1%	0	0		
5%	1458.333	0		
10%	2500	0	Obs	18,100
25%	2566.667	0	Sum of Wgt.	18,100
50%	3416.667		Mean	6539.454
		Largest	Std. Dev.	9222.697
75%	6250	137500		
90%	13333.33	137500	Variance	8.51e+07
95%	20833.33	137500	Skewness	5.428738
99%	50000	137500	Kurtosis	46.38672

Ilustración 4-3 Prueba de Curtosis

La variable Ingreso_h_0 NO está normalmente distribuida porque la Curtosis dio 46,038 (En este caso $g_2 > 0$)

4.3 MODELO DE RELACION ENTRE EL INGRESO Y EL TIEMPO DE VIAJE DE LOS USUARIOS

El modelo recoge variables económicas, sociales y de género, que permiten establecer las condiciones que pueden afectar el tiempo de viaje de los individuos.

- Hipótesis

Se presenta una relación inversa entre los ingresos y el tiempo de viaje de los usuarios.

Dado que, a mayor ingreso, mayor capacidad de pago, facilitando acceso al alquiler o compra de predios cercanos a la zona de producción o de generación de los ingresos.

El modelo toma en cuenta el tiempo de viaje (RETRAZO_{hT}) en función de ingreso en horas (INGRESO_h_0), localidad de Bogotá en la cual vive el usuario, medio de transporte y género del usuario.

- Descripción de variables

Tabla 4-4 Lista de variable de modelo

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
INGRESO_h_0	Ingreso por hora de los usuarios
d_usaquen	Variable Dummy Localidad
d_chapinero	Variable Dummy Localidad
d_Santafe	Variable Dummy Localidad
d_San_cristobal	Variable Dummy Localidad
d_USME	Variable Dummy Localidad
d_TUNJUELITO	Variable Dummy Localidad
d_BOSA	Variable Dummy Localidad
d_KENNEDY	Variable Dummy Localidad
d_FONTIBON	Variable Dummy Localidad
d_ENGATIVA	Variable Dummy Localidad
d_SUBA	Variable Dummy Localidad
d_BARRIOS_UNIDOS	Variable Dummy Localidad
d_TEUSAQUILLO	Variable Dummy Localidad
d_LOS_MARTIRES	Variable Dummy Localidad
d_ANTONIO_NARIÑO	Variable Dummy Localidad
d_PUENTE_ARANDA	Variable Dummy Localidad
d_LA_CANDELARIA	Variable Dummy Localidad
d_RAFAEL_URIBE	Variable Dummy Localidad
d_CIUDAD_BOLIVAR	Variable Dummy Localidad
d_HOMBRE	Variable Dummy Genero
d_MUJER	Variable Dummy Genero
d_INTERS	Variable Dummy Genero
d_TRANSMILENIO	Variable Dummy medio de transporte
d_BUS_SITP	Variable Dummy medio de transporte
d_BUS_COLECTIVO	Variable Dummy medio de transporte
d_AUTO_PARTICULAR	Variable Dummy medio de transporte
d_TAXI	Variable Dummy medio de transporte
d_MOTOCICLETA	Variable Dummy medio de transporte
d_BICICLETA	Variable Dummy medio de transporte
d_EMPRESA	Variable Dummy medio de transporte

4.3.1 Análisis de Tiempo e ingresos con respecto a la localidad

NOMBRE_LOCALIDAD	Freq.	Percent	Cum.
ANTONIO NARIÑO	50,015.8256	1.41	1.41
BARRIOS UNIDOS	113,497.88	3.20	4.61
BOSA	267,972.12	7.55	12.16
CHAPINERO	75,832.907	2.14	14.29
CIUDAD BOLIVAR	282,296.89	7.95	22.25
ENGATIVÁ	403,294.5	11.36	33.61
FONTIBÓN	172,073.29	4.85	38.46
KENNEDY	478,360.65	13.48	51.93
LA CANDELARIA	12,215.275	0.34	52.28
LOS MÁRTIRES	47,741.235	1.35	53.62
PUENTA ARANDA	116,815.39	3.29	56.91
RAFAEL URIBE URIBE	170,630.64	4.81	61.72
SAN CRISTOBAL	176,517.66	4.97	66.69
SANTAFÉ	48,707.487	1.37	68.07
SUBA	549,325.32	15.48	83.54
TEUSAQUILLO	74,937.414	2.11	85.65
TUNJUELITO	93,049.384	2.62	88.28
USAQUÉN	235,769.22	6.64	94.92
USME	180,349.9	5.08	100.00
Total	3,549,403	100.00	

Tabla 4-5 Tabla de frecuencias por localidades

De la tabla anterior, se toma la localidad de Suba como localidad de referencia, porque es la que presenta mayor frecuencia o mayor número de viajes de Usuarios que reportan ingresos.

Linear regression

Number of obs = 17,629
 F(19, 17609) = 125.77
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.0816
 Root MSE = .57686

RETRAZO _{hT}	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
INGRESO _{h_0}	-2.97e-07	7.49e-07	-0.40	0.692	-1.77e-06	1.17e-06
d_usaquen	.0696901	.0266667	2.61	0.009	.0174208	.1219594
d_chapinero	-.3438457	.0233064	-14.75	0.000	-.3895285	-.2981629
d_Santafe	-.1328352	.0243991	-5.44	0.000	-.1806598	-.0850105
d_San_cristobal	.1566968	.0251672	6.23	0.000	.1073666	.2060271
d_USME	.3915075	.0272464	14.37	0.000	.3381018	.4449132
d_TUNJUELITO	.0132664	.0245813	0.54	0.589	-.0349154	.0614482
d_BOSA	.3037479	.0272815	11.13	0.000	.2502734	.3572223
d_KENNEDY	.0567705	.0253069	2.24	0.025	.0071665	.1063746
d_FONTIBON	-.1207853	.0237584	-5.08	0.000	-.1673541	-.0742166
d_ENGATIVA	-.0352623	.0228878	-1.54	0.123	-.0801248	.0096001
d_BARRIOS_UNIDOS	-.3024358	.0232788	-12.99	0.000	-.3480646	-.256807
d_TEUSAQUILLO	-.3336445	.0244374	-13.65	0.000	-.3815441	-.2857449
d_LOS_MARTIRES	-.2345923	.0249223	-9.41	0.000	-.2834425	-.185742
d_ANTONIO_NARIÑO	-.2204981	.0251323	-8.77	0.000	-.2697598	-.1712364
d_PUENTE_ARANDA	-.127789	.0233108	-5.48	0.000	-.1734805	-.0820976
d_LA_CANDELARIA	-.2967818	.0262223	-11.32	0.000	-.34818	-.2453835
d_RAFAEL_URIBE	.0811317	.0242688	3.34	0.001	.0335625	.1287009
d_CIUADAD_BOLIVAR	.2217252	.0260338	8.52	0.000	.1706963	.2727541
_cons	.893142	.0168383	53.04	0.000	.8601372	.9261467

Tiempo e ingresos con respecto a la localidad

Tabla 4-6 Regresión lineal Tiempo de viaje, Ingresos y localidad

Se observa de la tabla anterior:

Que en condiciones de ceteris paribus, el tiempo de viaje de los usuarios (RETRAZO_{hT}) es explicado con una significancia al 99% por la localidad donde viven, a excepción de los usuarios que viven en la Localidad de Tunjuelito y Engativá.

Ecuación 4 Ecuación del modelo Tiempo de viaje, Ingresos y localidad

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i} + \beta_9 X_{9i} \\ + \beta_{10} X_{10i} + \beta_{11} X_{11i} + \beta_{12} X_{12i} + \beta_{13} X_{13i} + \beta_{14} X_{14i} + \beta_{15} X_{15i} + \beta_{16} X_{16i} \\ + \beta_{17} X_{17i} + \beta_{18} X_{18i} + \beta_{19} X_{19i} + \varepsilon_i$$

Tabla 4-7 Análisis de resultados modelo Tiempo de viaje, Ingresos y localidad

Orde nado	VARIABLES X _i	β Error estándar (Robusto)
1	INGRESO_h_0	-2.97e-07 (7.49e-07)
2	d_usaquen	0.0697*** (0.0267)
3	d_chapinero	-0.344*** (0.0233)
4	d_Santafe	-0.133*** (0.0244)
5	d_San_cristobal	0.157*** (0.0252)
6	d_USME	0.392*** (0.0272)
7	d_TUNJUELITO	0.0133 (0.0246)
8	d_BOSA	0.304*** (0.0273)
9	d_KENNEDY	0.0568** (0.0253)
10	d_FONTIBON	-0.121*** (0.0238)
11	d_ENGATIVA	-0.0353 (0.0229)
12	d_BARRIOS_UNIDOS	-0.302*** (0.0233)
13	d_TEUSAQUILLO	-0.334*** (0.0244)
14	d_LOS_MARTIRES	-0.235*** (0.0249)
15	d_ANTONIO_NARIÑO	-0.220*** (0.0251)
16	d_PUENTE_ARANDA	-0.128*** (0.0233)
17	d_LA_CANDELARIA	-0.297*** (0.0262)
18	d_RAFAEL_URIBE	0.0811*** (0.0243)
19	d_CIUADAD_BOLIVAR	0.222*** (0.0260)
0	Constant	0.893*** (0.0168)

Ordenado	VARIABLES X _i	β Error estándar (Robusto)
	Observations	17,629
	R-squared	0.082
	Robust standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1	

Análisis de resultados

En condiciones de ceteris paribus, el ingreso no es significativo con respecto al tiempo de viaje en este modelo; sin embargo, puede existir multicolinealidad alta entre el nivel de ingreso y la localidad donde vive el usuario. Por lo anterior se procede a realizar una regresión auxiliar teniendo el ingreso, como variable dependiente de las variables de localidad, con el fin de identificar el nivel de significancia.

4.3.2 Análisis de ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar)

Linear regression	Number of obs	=	18,100
	F(18, 18081)	=	106.40
	Prob > F	=	0.0000
	R-squared	=	0.1170
	Root MSE	=	7593.1

INGRESO_h_0	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
d_usaquen	3714.277	550.8022	6.74	0.000	2634.652	4793.902
d_chapinero	10906.61	699.9636	15.58	0.000	9534.616	12278.61
d_santafe	-2467.879	358.3565	-6.89	0.000	-3170.292	-1765.467
d_san_cristobal	-3490.642	303.8502	-11.49	0.000	-4086.217	-2895.067
d_USME	-3769.359	306.1487	-12.31	0.000	-4369.44	-3169.279
d_TUNJUELITO	-2442.28	319.1601	-7.65	0.000	-3067.864	-1816.695
d_BOSA	-3537.536	304.4683	-11.62	0.000	-4134.323	-2940.749
d_KENNEDY	-2222.347	338.6807	-6.56	0.000	-2886.193	-1558.501
d_FONTIBON	446.0312	426.6716	1.05	0.296	-390.2857	1282.348
d_ENGATIVA	-1099.099	379.2019	-2.90	0.004	-1842.37	-355.8268
d_BARRIOS_UNIDOS	556.8514	427.1351	1.30	0.192	-280.374	1394.077
d_TEUSAQUILLO	6689.669	577.8959	11.58	0.000	5556.938	7822.4
d_LOS_MARTIRES	-1693.392	358.6594	-4.72	0.000	-2396.399	-990.3856
d_ANTONIO_NARIÑO	-1779.418	373.7425	-4.76	0.000	-2511.989	-1046.847
d_PUENTE_ARANDA	-1236.147	336.9508	-3.67	0.000	-1896.602	-575.6909
d_LA_CANDELARIA	-114.6135	429.3611	-0.27	0.790	-956.2021	726.975
d_RAFAEL_URIBE	-2964.308	326.0792	-9.09	0.000	-3603.454	-2325.162
d_CIUDAD_BOLIVAR	-3564.597	313.9888	-11.35	0.000	-4180.045	-2949.149
_cons	7049.546	292.144	24.13	0.000	6476.916	7622.176

Tabla 4-8 Regresión linear ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar)

Tabla 4-9 Análisis de resultados ingresos con respecto a la localidad (Regresión Auxiliar)

Ordenado	VARIABLES X_i	β Error estándar (Robusto)
1	d_usaquen	3,714*** (550.8)
2	d_chapinero	10,907*** (700.0)
3	d_Santafe	-2,468*** (358.4)
4	d_San_cristobal	-3,491*** (303.9)
5	d_USME	-3,769*** (306.1)
6	d_TUNJUELITO	-2,442*** (319.2)
7	d_BOSA	-3,538*** (304.5)
8	d_KENNEDY	-2,222*** (338.7)
9	d_FONTIBON	446.0 (426.7)
10	d_ENGATIVA	-1,099*** (379.2)
11	d_BARRIOS_UNIDOS	556.9 (427.1)
12	d_TEUSAQUILLO	6,690*** (577.9)
13	d_LOS_MARTIRES	-1,693*** (358.7)
14	d_ANTONIO_NARIÑO	-1,779*** (373.7)
15	d_PUENTE_ARANDA	-1,236*** (337.0)
16	d_LA_CANDELARIA	-114.6 (429.4)
17	d_RAFAEL_URIBE	-2,964*** (326.1)
18	d_CIUDAD_BOLIVAR	-3,565*** (314.0)
0	Constant	7,050*** (292.1)
Observations		18,100
R-squared		0.117
Robust standard errors in parentheses		

Ordenado	VARIABLES X_i	β Error estándar (Robusto)
*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$		

Dada la regresión anterior, en condiciones de *ceteris paribus* se encuentra que las variables dicotomas⁵ de localidad son significativas con respecto al nivel de ingreso, teniendo un valor F (106.4) superior al $f_{\text{crítico}}$, por lo tanto, el modelo tiene significancia global.

Dado lo anterior, explica que la localidad en la cual vive el usuario está relacionada con el nivel de ingresos del usuario. En este caso el nivel de ingresos aumenta si se vive en la localidad de Usaquén o Chapinero, esto permite concluir que el modelo puede presentar multicolinealidad alta al momento de incluir las variables de localidad y la variable ingresos al mismo tiempo.

⁵ Dicótoma: Perteneciente o relativo a la dicotomía (II método de clasificación). Variable que solo toma valor cero (0) o uno (1) (Real Academia Española, s.f.)

4.3.3 Análisis de Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte

Medio_Transporte	Freq.	Percent	Cum.
AUTO_PARTICULAR	427,943.71	15.15	15.15
BICICLETA	188,882.94	6.69	21.84
BUS_COLECTIVO	810,591.04	28.70	50.54
BUS_SITP	285,931.55	10.12	60.67
EMPRESA	107,753.56	3.82	64.48
MOTOCICLETA	207,229.02	7.34	71.82
TAXI	188,177.71	6.66	78.49
TRANSMILENIO	607,576.87	21.51	100.00
Total	2,824,086.4	100.00	

Tabla 4-10 Tabla de frecuencias por Medio de transporte

Se toma como medio de transporte de referencia el Sistema Transmilenio.

Linear regression

Number of obs = 17,629
 F(8, 17620) = 141.83
 Prob > F = 0.0000
 R-squared = 0.0695
 Root MSE = .58046

RETRAZO _{hT}	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
INGRESO_h_0	-3.04e-06	8.42e-07	-3.61	0.000	-4.69e-06	-1.39e-06
d_BUS_SITP	.2057507	.0144793	14.21	0.000	.1773698	.2341316
d_BUS_COLECTIVO	.1319266	.0120989	10.90	0.000	.1082115	.1556416
d_AUTO_PARTICULAR	-.0446975	.0179906	-2.48	0.013	-.0799608	-.0094342
d_TAXI	-.1506806	.0308691	-4.88	0.000	-.211187	-.0901742
d_MOTOCICLETA	-.2314496	.0168533	-13.73	0.000	-.2644837	-.1984156
d_BICICLETA	-.2873791	.0204921	-14.02	0.000	-.3275456	-.2472126
d_EMPRESA	-.0059895	.0373657	-0.16	0.873	-.07923	.0672509
_cons	.9238688	.0100739	91.71	0.000	.9041228	.9436147

Tabla 4-11 Regresión linear Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte

Ecuación 5 Ecuación del modelo Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + \beta_5 X_{5i} + \beta_6 X_{6i} + \beta_7 X_{7i} + \beta_8 X_{8i} + \varepsilon_i$$

Ordenado	VARIABLES X _i	β Error estándar (Robusto)
1	INGRESO_h_0	-3.04e-06*** (8.42e-07)
2	d_BUS_SITP	0.206*** (0.0145)
3	d_BUS_COLECTIVO	0.132*** (0.0121)
4	d_AUTO_PARTICULAR	-0.0447** (0.0180)
5	d_TAXI	-0.151*** (0.0309)
6	d_MOTOCICLETA	-0.231*** (0.0169)
7	d_BICICLETA	-0.287*** (0.0205)
8	d_EMPRESA	-0.00599 (0.0374)
0	Constant	0.924*** (0.0101)
	Observations	17,629
	R-squared	0.070

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 4-12 Análisis de resultados Tiempo de viaje respecto a ingresos y medio de transporte

Análisis de resultados

El tiempo de viaje en condiciones de ceteris paribus, es explicado con una significancia al 99% por el ingreso, y los medios de transporte BUS_SITP, BUS_COLECTIVO, TAXI, MOTOCICLETA y BICICLETA.

El tiempo de viaje en condiciones de ceteris paribus, es explicado con una significancia al 95% en medio de transporte AUTO_PARTICULAR.

El medio de transporte EMPRESA, no presenta significancia al momento de explicar el tiempo de viaje porque representa solo el 3.82% de los usuarios que reportan ingresos en Bogotá y porque en el transporte de empresa no toma en cuenta el nivel de ingreso de los usuarios, sino su pertenencia a un grupo específico que es la empresa donde laboran.

4.4 ESCENARIO 2

Se analizan los datos de la encuesta para el año 2014 con límite de tiempo de viaje, estimando como aceptable 30 minutos, evaluando tiempo de viaje e ingresos de los usuarios que tardan más de 30 minutos en llegar a su lugar de trabajo.

4.4.1 Tiempo de viaje

Se evalúa el tiempo de los usuarios que pertenecen a Bogotá, que tienen ingresos y tiempo de viajes superior a 30 minutos.

Tabla 4-13 Tiempo promedio de retraso los usuarios de Bogotá que reportan ingresos

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
			min	min	min	min
RETRAZOmT	26582.0	3,289,442	28	34	0	300

Donde:

Variable RETRAZOmT Tiempo de retraso de los usuarios que trabajan en Bogotá

Tabla 4-14 Frecuencias de tiempos de viajes de los usuarios que trabajan en Bogotá, y tardan más de 30 minutos en su tiempo de viaje

RETRASOm	Freq.	Percent	Cum.
0 - 15	487.347	23,2%	23,2%
15 - 30	714.516	34,0%	57,1%
30 - 45	143.476	6,8%	64,0%
45 - 60	428.443	20,4%	84,3%
60 - 75	55.611	2,6%	87,0%
75 - 90	187.068	8,9%	95,9%
90 - 105	9.303	0,4%	96,3%
105 - 120	37.392	1,8%	98,1%
> 120	40.528	1,9%	100,0%
Total	2.103.684	100,0%	

El tiempo de viaje aquí estimado se considera como retraso en los viajes de los usuarios.

- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 23,2% de los individuos que presentan tiempo de viaje superior al aceptable, se demoran de entre cero y quince minutos.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 34,0% de los individuos que presentan tiempo de viaje superior al aceptable, se demoran de entre quince y treinta minutos.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 6,8% de los individuos que presentan tiempo de viaje superior al aceptable, se demoran de entre cuarenta y cinco y sesenta minutos.
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el 36,0% de los individuos que presentan tiempo de viaje superior al aceptable, se demoran más de sesenta minutos.

Ilustración 4-4 Tiempos de viaje de los usuarios que trabajan en Bogotá y se demoran más de 30 minutos

4.4.2 Ingreso promedio de los usuarios

Se evalúa el ingreso por horas de los usuarios que viven en Bogotá, que trabajan y que se demoran más de 30 minutos en su viaje al sitio de trabajo. Se considera 24 días por mes de 8 horas para la evaluación de los ingresos.

Tabla 4-15 Ingreso promedio en horas (2014) de los usuarios que trabajan en Bogotá y se demoran más de 30 minutos

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
INGRESO_h_30	11,588	\$ 1,623,658	\$ 5,672	\$ 7,564	\$ -	\$ 137,500

- En promedio y en condiciones de Ceteris paribus el ingreso promedio de los usuarios que trabajan es de \$ 5672 para el año 2014.

4.5 COSTO DEL RETRASO PARA LOS USUARIOS

El costo del retraso de los usuarios, que presentan tiempo de viaje mayor a 30 minutos se evalúa a continuación:

Tabla 4-16 Costo del retraso de los usuarios

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
COSTO_h_30	17.629	2.289.260	\$ 2.600	\$ 6.135	\$ -	\$ 229.167

- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el costo del retraso de los individuos de Bogotá que trabajan y presentan tiempo de viaje mayor a 30 minutos, es Cop\$2.600 por recorrido para los 2.289.260 individuos que son representados en la muestra.

Se observa que cuando se evalúa el ingreso de las personas que tienen retrasos en su tiempo de viaje, el ingreso medio baja de Cop\$5.917. a Cop\$5.672. Esto indica que los usuarios de menores ingresos son aquellos que deben viajar distancias superiores para llegar a su sitio de trabajo. El contexto de esta variación, indica que el alquiler y las viviendas ubicadas en las cercanías de los centros de producción son costosos y por ello, los usuarios con ingresos menores, deben ubicarse lejos de estos sitios, aumentando su tiempo de viaje.

5 CONCLUSIONES

- El tiempo de viaje de los usuarios está en función de sus ingresos.
- La ciudad de Bogotá, está cambiando su proyecto de expansión, pasando de ciudad Jardín con su expansión en la sabana de Bogotá, a la construcción de edificio de gran altura en zonas que antes tenían limitada su altura de construcción, con esto se reducen los autos circulando por las vías actuales.
- Solo el 35.5 % de los usuarios tienen un tiempo de viaje menor a 30 minutos, que es el tiempo considerado como razonable.
- Las personas de menos recursos son los que más tiempo gastan en su desplazamiento, por ello es que se deben plantear soluciones de transporte masivo que reduzcan los tiempos de viaje.
- Se ha podido demostrar con el modelo la pregunta problemica que dice ¿Cuál es el costo de las demoras para la población productiva, en el tiempo de viaje en la ciudad de Bogotá?
- En promedio y en condiciones de Céteris páribus el costo del retraso para los usuarios cuyo tiempo de viajes es superior a 30 minutos, es de Cop\$2600 por recorrido, con una representatividad de 2'289.260 usuarios. Demostrando que también se cumple el objetivo general.

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
COSTO_h_30	17.629	2.289.260	\$ 2.600	\$ 6.135	\$ -	\$ 229.167

- En promedio y en condiciones de Céteris páribus los usuarios que trabajan experimentan un retraso de 28 minutos por recorrido.

Variable	Obs	Weight	Mean	Std. Dev.	Min	Max
			min	min	min	min
RETRAZOmT	26582.0	3,289,442	28	34	0	300

- El objetivo específico sobre Estimar el costo Horas/Hombre para la ciudad de Bogotá, se cumple pues dio un costo de Cop\$2600 por recorrido para cada usuario objetivo del estudio.
- Se Propone un programa de cultura ciudadana orientado a mejorar la movilidad de la ciudad de Bogotá, fomentando el uso del sistema masivo de transporte, como el Transmilenio, aumenta la movilidad en la ciudad y mejora el nivel de vida de los usuarios al hacer que estos lleguen a tiempo a sus sitios de trabajo, y así se evita el descuento de nómina por los retrasos, y la vez aumenta la productividad.
- En cuento a las externalidades se puede ver que su efecto es positivo, pues el Transmilenio, ha traído al usuario una externalidad positiva al reducir el tiempo de viaje.

El tiempo libre está asociado al ocio y al descanso, lo que hace que si una persona ha descansado es más productiva, y esto lo contempla la teoría del bienestar donde dos sociólogos como ParKer y Dumazeider, lo sostienen pues muchas empresas lo están utilizando para hacer más creativos y productivos a sus empleados.

6 DESARROLLO FUTURO

- Recomendar al DANE incluir la localidad de destino en la encuesta Multipropósito, dado la relevancia del tiempo de viaje en la calidad de vida de los habitantes de Bogota.
- Tomando en cuenta las localidades de destino de los usuarios, plantear nuevas que capten esas poblaciones ávidas del sistema de Transporte Masivo Transmilenio, tal y como lo indica el modelo evaluado, donde el ingreso y el tiempo de viaje llevan al usuario a preferir el sistema Transmilenio como medio de transporte.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, P., & Howitt, P. (1997). *Teoría Del Crecimiento Endógeno*. Estados Unidos: Universidad de Harvard.
- Ballén Duque, F. (2007). Derecho a la movilidad, La experiencia de Bogotá. *Prolegómenos. Derechos y Valores* X(20), 169-181. Obtenido de www.redalyc.org
- Banco de la República. (s.f.). <http://www.banrep.gov.co/>. Obtenido de <http://obicee.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&Path=/shared/Consulta%20Series%20Estadisticas%20desde%20Excel/1.%20Salarios/1.1%20Salario%20minimo%20legal%20en%20Colombia/1.1.1%20Serie%20historica&Options=rdf&NQUser=salarios&NQPassword=salarios&lang=es>
- Barrios González, M. C., & Martínez Navarro, M. Á. (1999). El valor del tiempo en los desplazamientos al trabajo: una estimación en el caso Cádiz. *Estudios de Economía Aplicada*, 5-16.
- Becker, G. S. (1965). A theory of the allocation of time. *The economic Journal*, 496-517. doi:10.2307/2228949
- Bertaud, A. (2014). *CITIES AS LABOR MARKET*. New York: Marron Institute of Urban Management. Obtenido de http://marroninstitute.nyu.edu/uploads/content/Cities_as_Labor_Markets.pdf
- Bocarejo, J. (2009). La movilidad bogotana en el largo plazo y las políticas que garanticen su sostenibilidad. *Revista de Ingeniería*, 29.
- BOGOTÁ COMO VAMOS. (2013). *Informe de Calidad de Vida*. Bogotá.

- CAF BANCO DE DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA. (2011). *DESARROLLO URBANO Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA*. Panamá, Panamá: Norma Color Pananá. Obtenido de www.caf.com/publicaciones
- Castro B., H., Bravo C., G., Bautista M., L., Bocarejo S., J., Rodriguez Valencia, Á., Pérez Arteaga, P., & Velasquez G., S. (2013). Retos tecnológicos para medir el tráfico en Bogotá mediante GPS y comunicación celular. *Revista de Ingenieria*, 38, 45-50.
- DANE. (14 de 10 de 2016). <https://www.dane.gov.co>. Obtenido de Departamento Nacional de Estadística: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- Deserpa, A. C. (1971). A theory of the Economics of time. *The Economic Journal*(324), 828-846. doi:10.2307/2230320
- Forstater, M. (2008). *Pequeñas Grandes ideas Economía*. Singapur: Ediciones Oniro S.A.
- Forstater, M. (2008). *Pequeñas Grandes Ideas. Economía*. Barcelona - España: Printed in Singapur .
- Gorgas García, J., Cardiel López, N., & Zamorano Calvo, J. (2011). *Estadística básica para estudiantes de ciencias*. Madrid.
- Hicks, J. (1976). *Ensayos sobre la teoria Monetaria. Una sugerencia para simplificar la teoria monetaria 1935*. Barcelona: Ariel.
- Hidalgo, D. (2014). *Crecimiento Verde e Inclusivo para el Sector Transporte en Colombia*.
- IDU. (2015). *EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA EX -ANTE DEL PROYECTO “PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ”*. Bogota.
- Keynes, J. (1936). *Teoria General de la ocupación, el interés y el dinero*. New York: Harcourt.

Ley 789 de 2002 - Definición Sistema de Protección Social (Congreso de Colombia 27 de 12 de 2002).

Lupano, J. A., & Sánchez, R. J. (2009). Políticas de Movilidad Urbana e Infraestructura Urbana de Transporte. *CEPAL*, 7.

Martinez Rivillas, A., Barragán Zaque, W., & Campos Orjuela, A. (2010). Modelo de evaluación de sostenibilidad territorial de Bogotá, un propuesta multicriterio con enfoque modelizador de la movilidad de las ciudades. *Revista de ingeniería*. Obtenido de www.scielo.org.co

Minsky, H. (2008). *La Estabilización de una Economía Inestable*. Estados Unidos: McGraum-Hill.

Pereira, J. M., Crespo Dominguez, M. Á., & Sáez Ocejo, J. L. (s.f.). PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS DE PREDICCIÓN DEL FRACASO EMPRESARIAL. 4. Obtenido de http://www.aeca1.org/pub/on_line/comunicaciones_xivencuentroaeca/cd/113b.pdf

Potier, J.P., P. S. (1991). Un ensayo biográfico. *Un ensayo biográfico*. Londres: Routledge. *Real Academia Española*. (s.f.). Obtenido de <http://www.rae.es>

Sachs, J. D., & Larrain b., F. (1994). *Macroeconomía en la Economía Global*. Prentice - Hall Hispanoamericana.

Schumpeter, J. (1911). *Teoría del Desarrollo Económico*. Estados Unidos: Universidad de Harvard.

Schumpeter, J. (1939). *Ciclos empresariales*. Estados Unidos: Harvard.

- Tejada, H. E.-T. (2008). *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud* (3 ed.). Mexico: Cengage Learning Editores, S.A. Obtenido de <http://latinoamerica.cengage.com>
- Torres Gonzalez, J. (2012). *Planeación participativa en Bogotá y Medellín: Relacion con ciudades de Colombia y Suramerica. Análisis politico.*
- W. C.Brainard. J.Tobin. (mayo de 1968). Pitfalls in financial model Building. *Americaan Economic.*
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno* (4 ed.). Mexico D.F., Mexico: Cengage Learning. Obtenido de <http://latinoamerica.cengage.com>
- www.dinero.com.* (16 de 3 de 2016). Obtenido de <http://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/construccion-de-rascacielos-en-colombia-y-el-caso-de-bd-bacata/221359>

ANEXOS

Anexo 1 **BASE DE DATOS**

Anexo 2 LÍNEAS DE COMANDO (Stata.DO