

Parámetros que influyen en el congestionamiento vehicular

[Parameters influencing in the vehicular overcrowding]

Jimmy Sornoza Moreira, Christopher Crespo León, Gary Reyes Zambrano, and Cortez Mercado Julio Joel

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas,
Universidad de Guayaquil,
Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2018 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: In the following article, we seek to analyze parameters that have an impact on vehicular congestion, such as density, speed and intensity, which allow finding certain indicators that may be related to problems raised on roads or avenues, such as: traffic slowness due to failure in synchronization of the traffic lights, the inconveniences caused during peak hours, etc. Using information collected from media communication (newspaper), and data displayed by INEC, an analysis will be carried out applying formulas related to the mentioned parameters with certain characteristics found in transit, at a national level, including the most important cities how are Quito and Guayaquil.

KEYWORDS: indicators, velocity, intensity, transit, peak hours, parameters.

RESUMEN: En el siguiente artículo, se busca analizar parámetros que tienen incidencia en la congestión vehicular, como son densidad, velocidad e intensidad, los cuales permiten encontrar ciertos indicadores que pueden ser relacionados a problemas suscitados en las carreteras o avenidas, como: lentitud de tránsito por falla en sincronización de la semaforización, los inconvenientes provocados en horas pico, etc. Usando, información recolectada de medios comunicación (periódico), y datos mostrados por parte de INEC, se llevara a cabo un análisis aplicando formulas relacionadas a los parámetros mencionados con ciertas características encontradas en el tránsito, a nivel nacional, incluyendo las ciudades más importantes como son Quito y Guayaquil.

PALABRAS-CLAVES: Indicadores, velocidad, intensidad, tránsito, horas pico, parámetros.

INTRODUCCIÓN

En actualidad, la creciente demanda en la adquisición de automóviles, independientemente en el modo en la cual el usuario prefiera utilizar, sea como parte de su actividad laboral o simple comodidad, fluctúa a un desnivel en el tránsito vehicular, provocando grandes problemas de congestionamiento, un tema que a muchos países preocupa sean estos desarrollados o en vías de desarrollo.

Con esta problemática, los encargados de la gestión en control y seguridad vial, deben rectificar acciones para mantener control en el tránsito, de manera que no existan inconvenientes desmesurados, o que no posean una solución factible a corto plazo como largo plazo.

En el flujo de tránsito vehicular, la causa principal de congestión es interferencia entre vehículos. Cabe destacar, que los límites de velocidad, el asiduo de intersecciones, entre otros factores, inciden a que el vehículo se encuentre condicionado, a que no circular de forma libre [1].

Esta definición, mas técnica, demuestra que la congestión es generada por problemas de espacio de los mismos vehículos que circulan sobre alguna calle o avenida, asumiendo que las causas provocantes, se encontrarían inmersos en ciertos indicadores, mencionando las más relevantes podrían ser, la velocidad entre los automóviles, el ancho de la vía, la semaforización, la distribución del sentido del tránsito en las calles, entre otras.

Sin embargo, otro aspecto a considerar es el auge de las ventas de automóviles, es decir, la demanda de los usuarios por la adquisición de un automotor se hace de vital importancia, a partir de 2 posibles premisas: Minimizar el presupuesto destinado al transporte, y la expansión de las concesionarias a nivel local, como internacional.

El objetivo principal de esta investigación es demostrar cómo algunos parámetros fundamentales dentro de la ingeniería del tráfico son influyentes a un posible congestionamiento vehicular y conocer el impacto que producen en alguna ciudad o país.

La ingeniería del tráfico es una rama que mantiene el objetivo de la planeación y explotación de la distribución vial, tanto así que permita mejorar la circulación de los vehículos y de las personas de manera segura y rápida [2].

Causas de la congestión

Existen características del transporte urbano que provocan congestión, entre las cuales se pueden mencionar:

- La demanda de transporte es "derivada" no el siempre viajar es producto de un deseo por desplazarse, obedecen a querer llegar algún sitio en donde se realicen actividades cotidianas (trabajo, estudio, compra).
- La demanda del transporte es variable, en los cuales hay puntos que se concentran diversos viajes, a partir de querer aprovechar las horas del día para realizar actividades.
- Las características más solicitadas por el usuario, la seguridad, comodidad, confiabilidad, ejercen presión a un uso excesivo del espacio vial.

Ante lo anteriormente expuesto, una de los grandes secuelas es la contaminación [3].

PARÁMETRO

A continuación, se presentará una breve descripción de los parámetros con diferentes variables:

La intensidad se considera al número de vehículos que transitan en un tramo o sección determinada en un periodo de tiempo. Las variables asociadas serán la composición del tráfico, la intensidad horaria y diaria, intensidad media diaria anual y el volumen de tráfico.

El concepto de intensidad tiene una asociación con el de volumen el cual se define como el número total de vehículos que cruzan una sección fija de avenida durante un tiempo conocido.

La composición del tráfico

La intensidad horaria medida en una hora en donde se presentan las condiciones de mayor circulación. Es utilizada para determinar capacidad de las vías, características de las intersecciones y enlaces, coordinación de semáforos y ordenación de la circulación.

Intensidad diaria es el número de vehículos que transitan en un punto determinado en un día.

Intensidad media diaria anual representa el número total de vehículos que han pasado durante un año en una sección de la carretera. Es utilizada para clasificación vías, índices de accidentes, programas de mejora, tendencias en el uso de vías.

La velocidad es un parámetro que relaciona la distancia que recorre un vehículo, con su tiempo usado en recorrerlo.

Velocidad local instantánea es la velocidad de un vehículo en atravesar una sección de una vía.

Velocidad de recorrido es la distancia recorrida en un tramo y el tiempo que transcurre desde el inicio del viaje hasta llegar a su destino, en donde se incluye detenciones, o retrasos en el tráfico [4].

La densidad, se define como la cantidad de vehículos existentes en una en un tramo o longitud de carretera o calle en un instante de tiempo.

Estacionamiento se considera a la distancia comprendida entre las partes frontales de un vehículo y al que le continúa por el mismo carril en un instante de tiempo.

Intervalo es el tiempo transcurrido entre el paso de dos vehículos por un mismo tramo.

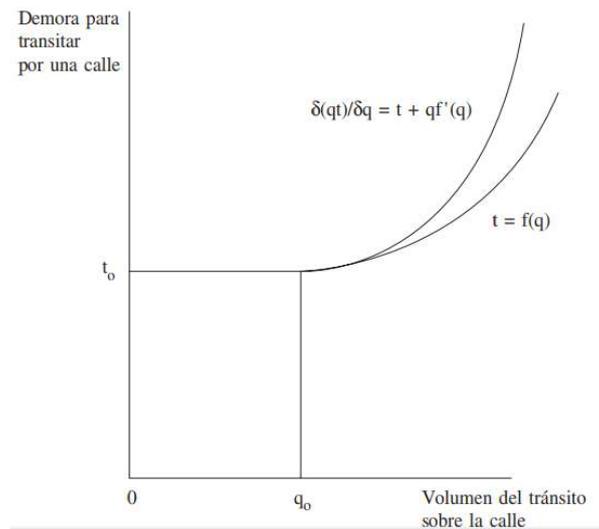


Fig. 1. Representación esquemática del concepto de la congestión de tránsito

En la figura 1, por la función $t=f(q)$, se muestra diferentes volúmenes de tránsito (q) y el tiempo adecuado para circular por una calle (t). Se identifica otra curva, que es la derivada de la función anterior, $\delta(qt)/\delta q = t + qf'(q)$. Existe una diferencia entre ambas curvas, en la cual se determina que a distinto volumen de tránsito, la inclusión de un nuevo vehículo, provoca un incremento del tiempo de viaje en la circulación de los demás. Cuando las funciones divergen, encontrando $\delta(qt)/\delta q$ por arriba de t , manifiesta que el ingreso de un vehículo, registra su propia demora, pero al mismo tiempo incrementa la demora de los demás vehículos que se encuentran en circulación. En definitiva, el usuario conoce la parte de congestión que genera por mismo, y la otra parte recae en el resto de vehículos, involucrados en el flujo.

INDICADORES

Un indicador permite entender y esclarecer un concepto, a partir de que genere algo para medir. En otras palabras, ayudan a despejar dudas y aclarar características de algún hecho. Los indicadores se utilizan en diversos contextos, como la planificación, monitoreo y evaluación) y en áreas funcionales como (finanzas e infraestructura). [5]

Según una investigación, existe una lista de indicadores internacionales tránsito, transporte terrestre y seguridad vial (ITTSV) de la región latino-Americana.

Tabla 1. Lista de indicadores internacionales tránsito, transporte terrestre y seguridad vial (ITTSV) de la región latino Americana

Tipo de indicador	Indicador	País	Producción del dato en Ecuador
Producto	Longitud de la red vial por región.	Chile	MTOP, GAD.
	Composición de la red vial (material de las vías).	Chile	MTOP, GAD.
	Longitud de dobles calzadas.	Chile	MTOP
	Longitud de la red de caminos nacionales, regionales principales, regionales comunales y regionales de acceso.	Chile	MTOP, GAD.
	Número y estado de túneles, ciclo vías y pasarelas.	Chile	
	Kilómetros construidos de carretera según la superficie de rodamiento.	México	MTOP, GAD.
	Empresas y personas naturales formalizadas en labores de carga a nivel de departamento según clase de vehículo.	Perú	ANT
	Kilómetros de vías pavimentadas y no pavimentadas.	Perú	
Resultado	Intervenciones conformes y no conformes en el tiempo, así como su cumplimiento.	Perú	
	Número de vehículos formales (con placa) por grandes regiones unidades de federación y tipos de vehículo (automóvil, camión, camioneta, motocicleta, motoneta y otros)	Brasil	ANT
	Número de empleados de firmas de carga y correo.	Brasil	CDE E.P.
	Número de vehículos en circulación por (transporte particular, transporte colectivo, transporte de carga y otros vehículos).	Chile	ANT
	Límite de velocidad por país.	EEUU	LOTTTSV
	Accidentes de tránsito.	EEUU	Policía Nacional del Ecuador
	Matrices origen destino de la carga por carretera y por tipo de carga (Toneladas transportadas).	México	
	Número de pasajeros arribados y Número de buses arribados a cada destino.		
	Tránsito que pasa por cada peaje agregado a nivel departamental, por tipo de vehículo.	Perú	MTOP
	Edad del parque automotor.	Perú	
	Número de vehículos destinados al transporte de pasajeros	Perú	ANT
	Número de pasajeros según su origen y destino (nacional, internacional) por zonas del país (norte, sur, centro, Lima).	Perú	
	Número de asientos de vehículo de transporte de pasajeros	Perú	GAD
	Licencias de conducción por tipo de licencia (nuevas, canjes, revalidación, re categorización y re carnetización)	Perú	
	"National Highway Construction Index" (NHCI) que es un índice que sigue las variables que afectan los costos de construcción de autopistas.	EEUU	MTOP
	"Local Government Transportation Construction Value" donde se contabiliza únicamente la inversión efectiva en nuevas carreteras.	EEUU	MTOP
	Muertes en autopistas	EEUU	Policía Nacional del Ecuador
	Gastos en transporte como porcentaje del ingreso del hogar	Colombia	
	Tiempo de recorrido al trabajo	Colombia	
	Costo de transporte como porcentaje del ingreso de las ventas	Colombia	
	Inventarios como porcentaje de los costos	Colombia	
	Insumo	Para cada modo: Cifras en millones de dólares sobre la ejecución y terminación de proyectos de infraestructura entregados en concesión.	Perú
Inversión en vías		Colombia	MTOP, GAD.
Inversión en obras civiles viales		Colombia	MTOP, GAD.
Inversión en transporte urbano		Colombia	

FUENTE: DANE.

RESULTADOS

Para este apartado, se utilizara los datos emitidos por la INEC (Instituto Nacional De Estadísticas Y Censos) los cuales permiten conocer información valiosa sobre los vehículos, en aspectos como su ubicación geográfica, según su clase, según el uso, capacidad de carga y pasajeros, según servicio. Además, otra fuente de datos serán publicaciones de periódicos. Con respecto a la obtención de resultados para el análisis, se logrará, a partir del uso de las fórmulas de las variables mencionadas en los parámetros de intensidad, velocidad, y volumen.

Con respecto a los indicadores, como fuente de datos, se utilizaran los emitidos por instituciones, tales como el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Publicas), y el GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado).



Fig. 2. Estado de las carreteras en Ecuador.

Para determinar el estado de las vías se evaluó a partir de una subdivisión del Ecuador, en 7 zonales, en donde por cada zonal se encuentran organizadas algunas provincias, y se identifica como datos principales, el nombre la carretera, la longitud por carretera, y el total combinados de km que poseen cada zonal. De esta forma, se obtuvo que un 67.4 % de las vías, se encuentran en un buen estado, sosteniendo que el tránsito no será impedido por deficiencias en la carretera, probablemente sea por motivos, de peajes, o alguna intervención estrictamente definida en las leyes de tránsito.

Cabe destacar, que existe un 32,6 % de vías en precaución, implicando tener un grado de atención mayor por parte de las autoridades, puesto que tiene 2 consecuencias: la primera, podría ser causante de accidentes de tránsito en las vías, y la segunda, al encontrarse un desperfecto en las carreteras, produce un incremento en la congestión vehicular, existiendo demoras, atascamientos, a partir de que el conductor disminuirá la velocidad teniendo en cuenta los puntos en donde se la vía este muy afectada.

Con respecto a los accidentes de tránsito en Ecuador, en 2016, se suscitaron un total de 241 provocados por el mal estado de las vías, que representan un 0.99% de la cantidad total de 30269 accidentes, es decir, no tienen una incidencia tan alta en las estadísticas anuales.



CUADRO No. - 19
ACCIDENTES DE TRÁNSITO
NÚMERO DE ACCIDENTES POR MESES, SEGÚN CAUSAS

CAUSAS DEL ACCIDENTE	TOTAL	MESES											
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TOTAL	30.269	3.044	2.679	2.513	2.453	2.425	2.359	2.559	2.396	2.165	2.451	2.399	2.826
EMBRIAGUEZ O DROGA	2.164	191	188	147	173	186	174	203	148	166	173	176	239
MAL REBASAMIENTO INVADIR CARRIL	2.268	263	221	193	193	180	132	157	150	162	198	192	227
EXCESO VELOCIDAD	3.755	408	314	262	289	287	295	311	307	310	349	266	357
IMPERICIA E IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	16.709	1.528	1.412	1.397	1.310	1.240	1.250	1.299	1.308	1.133	1.247	1.234	1.351
IMPRUDENCIA DEL PEATÓN	1.173	127	119	84	94	100	87	87	82	77	102	95	119
DAÑOS MECÁNICOS	229	30	17	21	18	16	14	21	20	11	17	22	22
NO RESPETA LAS SEÑALES DE TRÁNSITO	4.054	393	320	316	281	321	355	419	338	233	302	344	432
FACTORES CLIMÁTICOS	174	31	17	21	33	19	13	8	6	1	4	9	12
MAL ESTADO DE LA VÍA	241	21	13	19	23	33	9	24	11	30	17	17	24
OTRAS CAUSAS	502	52	58	53	39	43	30	30	26	42	42	44	43

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos
 Fuente: Agencia Nacional de Tránsito-2016

Fig. 3. Número de accidentes por meses, según causas.

LA INTENSIDAD

La composición del tráfico.

Total nacional: 2'056.213 vehículos.

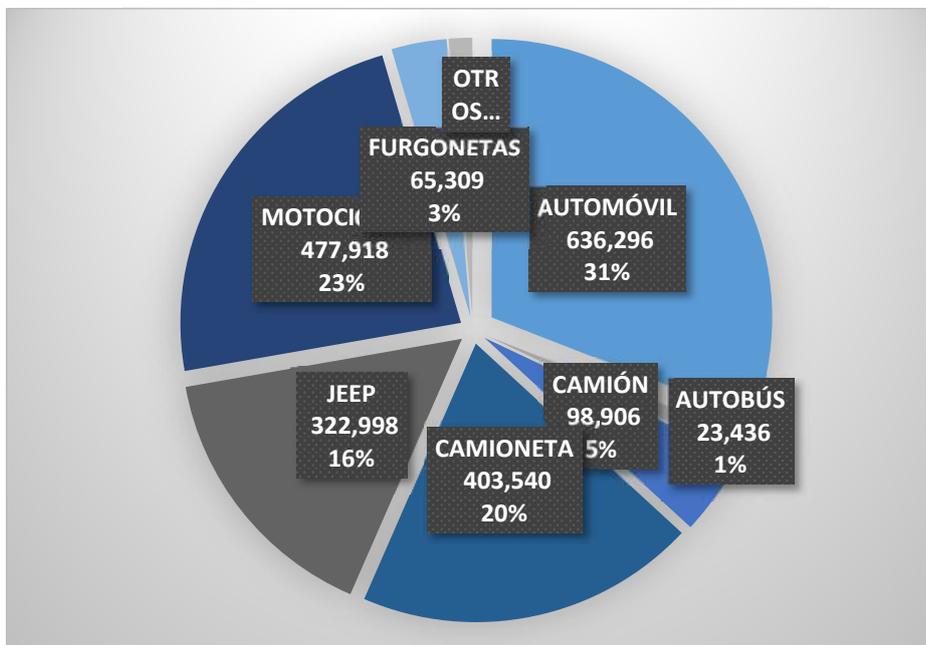


Fig. 4. Vehículos matriculados según su clase, a nivel nacional.

Nota: en la categoría "otros", se encuentran agrupados: tanquero, trailer volvetas y otros no clasificados. En furgonetas estan agrupados: furgonetas de carga y furgonetas de pasajeros.

Con el problema de la congestión vehicular, la composición del tráfico eventuales cambios en algunos datos en particular 2 grupos tienen entornos completamente distintos. Los automóviles por un lado, se encuentran en auge la cantidad de ventas anuales, considerando su crecimiento exponencial. Por otra parte, están los autobuses, que en algunas ciudades, específicamente Quito y Guayaquil, se han visto en la decisión de dejar fuera de circulación algunas unidades, por motivo de la llegada del transporte masivo (ecovia, metrovia respectivamente), evidenciándose incluso en sus valores porcentuales teniendo 1% de autobuses en relación al 31% de automóviles.

Tabla 2. Fórmulas del cálculo de volumen de tránsito y de intensidad.

Volumen de tránsito	Velocidad de Recorrido	Intensidad
$Q = N/T$ en donde, Q= Vehículos que pasan por periodo de tiempo (vehículos/periodos) N= cantidad total de vehículos que pasan. T= periodo de tiempo	$V_r = D_r/T_t$ en donde, D _r = distancia recorrida en un tramo T _t = tiempo total invertido en recorrerla	$I = n(x) / t$ en donde, t= intervalo temporal n° de vehículos que cruzan la sección fija (x) - se pueden utilizar como intensidad horaria (vehículos/horas) e intensidad diaria (vehículos/días)

VOLUMEN DE TRÁFICO E INTENSIDAD HORARIA

Tabla 3. Resultado del cálculo de volumen e intensidad de tránsito

Periodo	Nombre de la avenida	Cantidad de vehículos que transitan	Volumen (V)	Intensidad horaria (V/H)
07H00 – 07H15	Pedro Menéndez Gilbert	130.000	1354,05	5416,2
07H00 – 07H15	De las Américas	122.000	1270,83	5083,32
07H00 – 07H15	Francisco de Orellana	80.000	833,33	3333,33
07H00 – 07H15	Quito	60.000	625	2500
07H00 – 07H15	Machala	60000	625	2500

Los cálculos mantienen un mismo intervalo de tiempo (15min = ¼ hora) que resultan ser los momentos en donde el congestionamiento se encuentra en una supuesta “etapa inicial”, puesto que en algunas ciudades en Ecuador las “horas picos” están comprendidas entre las 7:00 y las 9:00 así como también desde las 17:00 hasta 19:00.

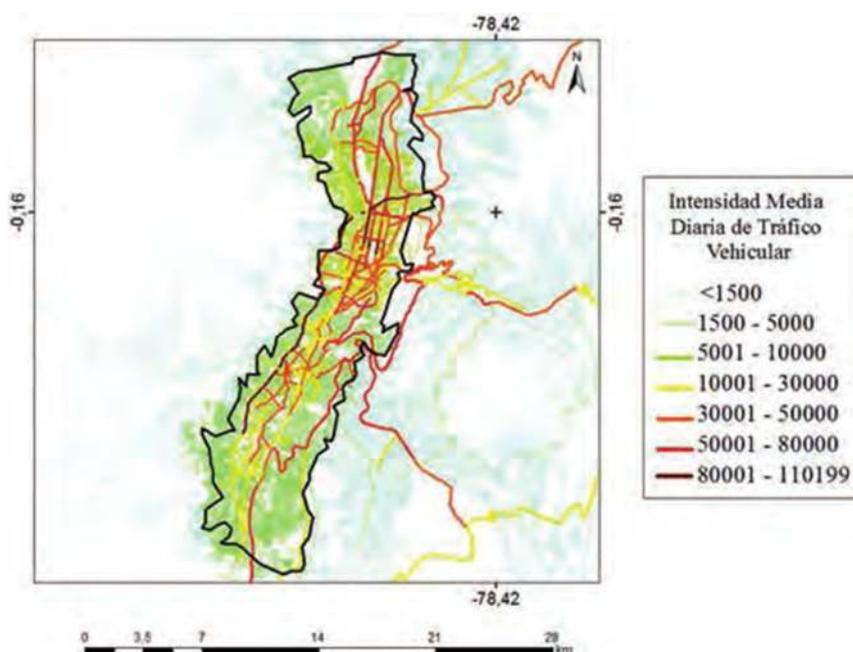


Fig. 5. Mapa de la intensidad media diaria de tráfico vehicular del Distrito Metropolitano de Quito. Año 2013.

En el figura se demuestra, se asignación de un valor de intensidad de tráfico, a partir a 335 segmentos de vía, relacionados a un punto de conteo. En base, a la elaboración de un procesamiento geográfico, se determina que las vías que no tienen registros de tráfico, representan un 15 % de la red principal. En el año 2013, por administración se distribuye un total de vehículos de aproximadamente 570 282, considerando la tasa de motorización, que es el número de vehículos por cada 100 habitantes [6].

En realidad, en Quito los problemas relacionados a la congestión y contaminación, es un tema que viene desde años atrás, esto, a partir del mal estado en las vías, y el factor humano, es decir, la mala conducción y aplicación de reglas de transito por parte de los ciudadanos. Se ha buscado diversas soluciones por parte del municipio a la saturación de las vías, como por mencionar nuevas vías, ampliación de carriles, esto como medida de ayudar a una mejor movilidad y tránsito vehicular.

Tabla 4. Número de viajes en los diferentes modos de transporte proyectados al 2011

Motorizado	Transporte Público ⁶	2.800.000	72,7%
	Transporte Privado ⁷	1.050.000	27,3%
		3.850.000	100%

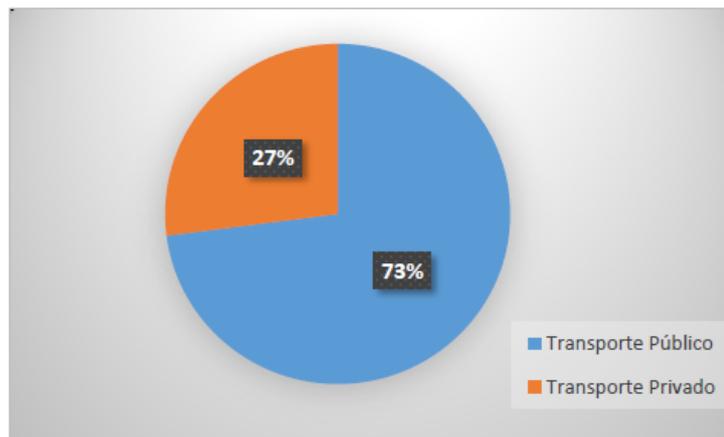


Fig. 6. Distribución modal de viajes desglosada por modos de transporte – 2014

La mayor parte de equipamientos urbanos privados y públicos, se encuentra en la zona del Hipercentro de Quito, además de fuentes de trabajo, generando la mayor atracción de viajes.

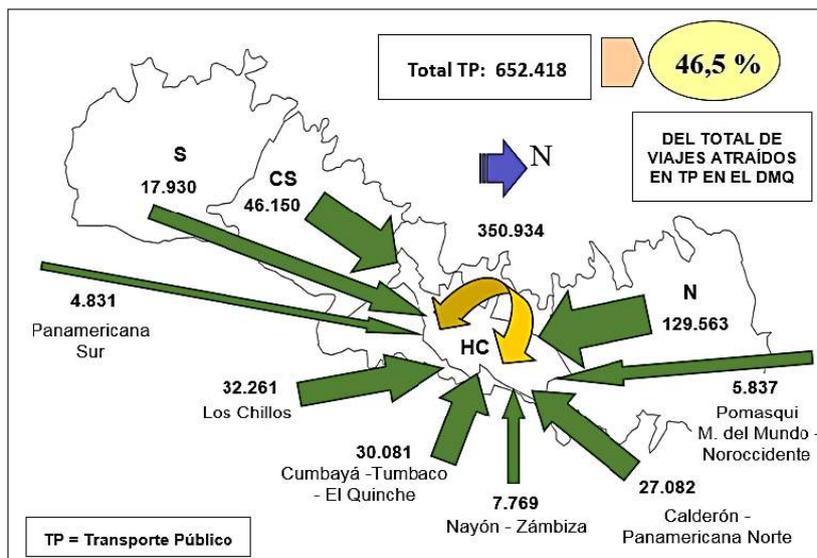


Fig. 7. Número de viajes por día atraídos en transporte público– 2014

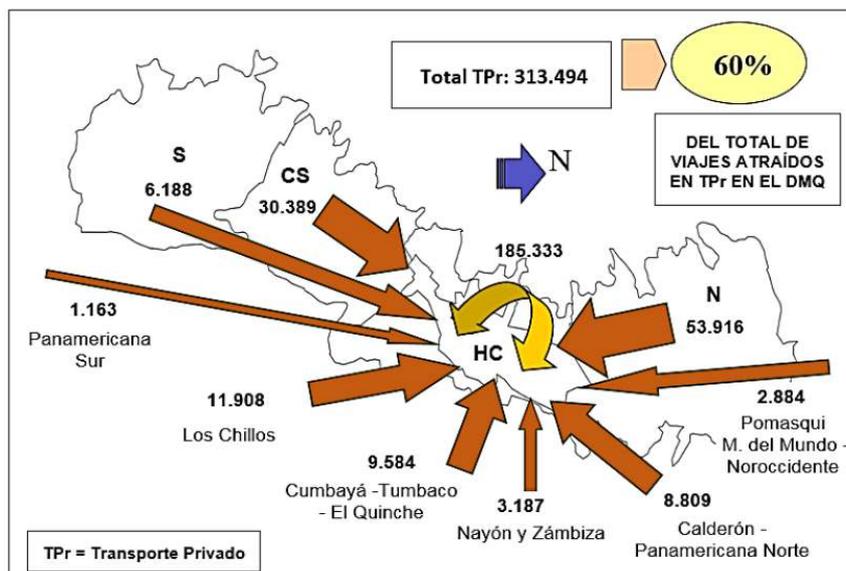


Fig. 8. Número de viajes por día atraídos en transporte privado – 2014

Pico y Placa en Quito

En la ciudad de Quito, se ha implementado el sistema pico y placa, el cual funciona de acuerdo al último dígito de la placa, y la coincidencia del mismo con un día de la semana, se limita la salida de un vehículo por seis horas. Este proyecto se generó, por la gran cantidad de automotores en circulación, que eventualmente provocaba una gran congestión en varias avenidas principales.



Fig. 9. Pico y placa en Quito, restricción en circulación y límites de velocidad.

La medida del pico y placa en Quito se encuentra comprendida dentro de los límites de referencia ilustrados en la figura 7:

Por el occidente: Av. Mariscal Sucre, entre Av. Morán Valverde y Av. Manuel Córdova Galarza (tramo vial con restricción); Av. Mariscal Sucre entre Av. Manuel Córdova Galarza y Av. Diego Vásquez de Cepeda (tramo sin restricción).

Por el norte: Av. Diego Vásquez de Cepeda, entre Av. Galo Plaza y Av. Manuel Córdova Galarza (tramo vial sin restricción); y, Panamericana Norte, entre la Av. Simón Bolívar y Av. Galo Plaza (tramo vial sin restricción).

Por el oriente: Av. Simón Bolívar (tramo vial sin restricción).

Por el sur: Av. Morán Valverde, entre Av. Simón Bolívar y Av. Mariscal Sucre (vía sin restricción)[7].

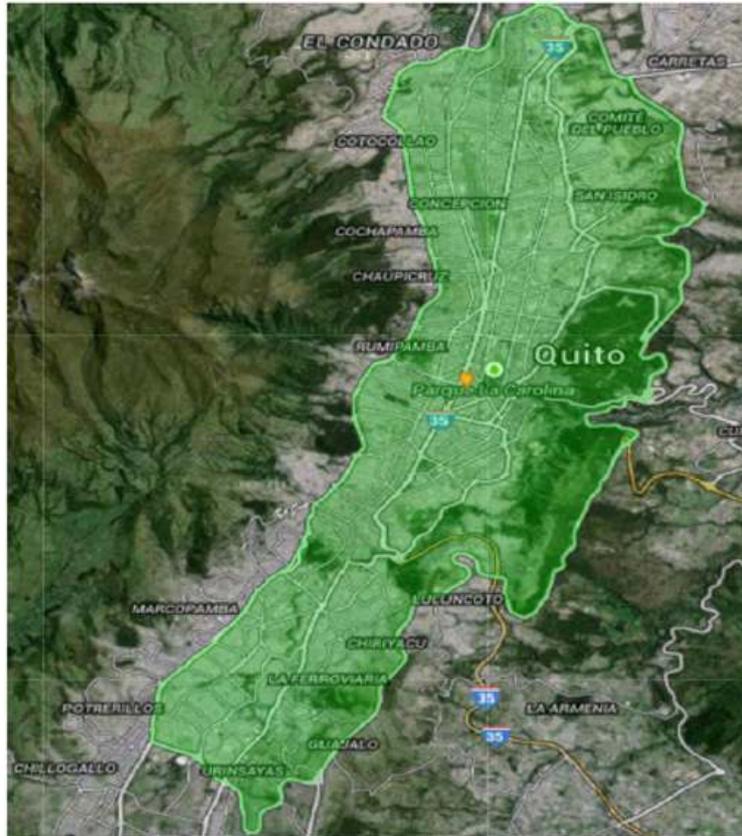


Fig. 10. Delimitación de la zona pico y placa en Distrito Metropolitano de Quito

PLAN DE MOVILIDAD

DEMANDA

En el distrito de metropolitano de quito en el año 2014, aproximadamente se realizan 2'8000000 viajes en el transporte público. Los subsistemas tienen distribuidos diferentes viajes, que forman parte de la oferta de transporte, en la que destacan las rutas de buses convencionales con una cobertura de 63.5% de participación, sin considerar los buses integrados BRT, que utiliza buses convencionales, y tiene una participación de 7.9%, implicando sostener deficiencias en la circulación del tráfico y en especial en la red vial principal.

Los subsistemas integrados BRT, corresponde a un 21.8% de la demanda total del distrito metropolitano de quito, la diferencia un 61.4% de los subsistemas de rutas convencionales. Los servicios de transporte escolar e institucional atienden al resto de la demanda, indistintamente sea un transporte privado, pero también es agrupado en este modo de transporte.

Subsistema de TP	Viajes/día	%
Rutas Convencionales	1.720.000	61,4%
Troncales BRT - Corredores	400.000	14,3%
Rutas Alimentadores BRT - Corredores	210.000	7,5%
Buses Escolares e Institucionales	420.000	15,0%
Servicios informales (busetas, camionetas)	50.000	1,8%
Totales	2.800.000	100,0%

Fig. 11. Distribución modal de viajes en los diferentes subsistemas de transporte público (TP) proyectados al 2014

OFERTA

Los viajes del transporte público se cubren con o son atendidos por un cantidad de 3131 unidades (buses “tipo”, articulados, trolebuses y minibuses), que se encuentran distribuidos en 60 operadoras (59 privadas y 1 municipal). Los buses convencionales son el 90% y los buses articulados, trolebuses son un 10%, del total de medio de transporte que opera en los corredores BRT.

En los últimos 10 años, el transporte público con respecto al número de unidades de buses no ha presentado cambios. Durante ese lapso de tiempo, en el Corredor Central Norte, se han sustituido los buses convencionales con buses incorporados, además causo la disminución de 257 unidades. Sin embargo, en casos particulares se incrementó la flota:

80 buses articulados para el Municipio del distrito metropolitano de quito, para los para los Corredores Nororiental (Ecovía) y Sur Oriental.

16 minibuses para la ruta interparroquial (Floresta-Cumbaya)

36 minibuses para las 4 rutas interparroquiales 2 en calderón y 2 en cumbaya-tumbaco

Tipo de Unidad	Unidades	Servicios	%
Subsistema Convencional			
Buses Convencionales	1.542	Urbanos	61%
	379*	Inter e Intraparroquiales	
	1.921		
Subsistema BRT - Corredores Metrobús-Q			
Buses Alimentadores	70	Central-Trolebús	29%
	130	Sur Oriental-Ecovía	
	400	Central Norte	
	301**	Sur Occidental	
	901		
Trolebuses y Buses articulados	113	Central-Trolebús	10%
	122	Sur Oriental-Ecovía	
	74	Central Norte	
	309		
Total	3.131		100%

Fig. 12. Distribución de la oferta de transporte público sin transporte escolar - 2014

CALIDAD EL SERVICIO

Con respecto, a la calidad del servicio, las rutas convencionales, el 50 %, incumple con los horarios establecidos. En el aspecto de la comodidad, la oferta de transporte el 80% tiene una oscilación promedio de 8% en las horas pico, superando el límite admisible de 6 por m², deficiencias que permanente son presenciadas por usuarios cautivos y apartan a los usuarios de los vehículos privados de usar el transporte público.

En los corredores integrados BRT, presenta la misma situación, específicamente en las troncales, los usuarios deben esperar hasta 4 articulados para poder trasladarse. Sin embargo, la velocidad de circulación es buena, pero a nivel de capacidad existen

los inconveniente, misma situación se suscita en las rutas alimentadoras, provocando una disminución en su calidad, y que los usuarios desistan del uso.

Las condiciones del servicio en el subsistema de rutas convencionales son similares con la mayoría de las rutas, en especial las que atienden a los barrios en las periferias, la frecuencia y horario de operación es limitado, al igual que su cobertura. A tal situación, para solventar necesidades de los habitantes de dicho lugar, se opta por un transporte informal.

El marco regulatorio de transporte público, es una de las causas principales que produce esta situación, debido a que no se ha podido instaurar procedimientos que ayuden a incrementar la oferta en base a la demanda. La poca ampliación de servicios en transporte, ha ocasionado que aparezcan el transporte informal, el mismo que desde hace años se encuentra en circulación, pero su prestación esta fuera de las normativas, en relación a características físicas y técnicas. Cabe agregar, que el aspecto tarifario de las rutas informales se encuentra hasta en un 400% por encima de lo autorizado, en cantidades monetarias, de \$0.25 a \$1.00, además de poseer un nicho de mercado en los sectores periféricos, en donde la oferta de transporte público es muy escasa [8].



Fig. 13. El transporte informal cubre las falencias del sistema regular de movilidad

Cuando existe una excesiva cantidad de vehículos pertenecientes al transporte público, es una problemática que conlleva a acrecentar la congestión, que se denota en algunas ciudades. [9] Existen casos particulares, en relación a la cantidad de automóviles matriculados y en circulación, sea a nivel provincial. En base a información de la INEC, durante el año 2016 fue un total de 733.269 vehículos en Pichincha, con respecto a Guayas que son 481.294, significando así un 34.36% de diferencia entre ambos.

Tabla 5. Número de vehículos motorizados matriculados, por uso, según provincias.



CUADRO No.-1
NÚMERO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS MATRICULADOS POR USO, SEGÚN PROVINCIAS

PROVINCIA	TOTAL	USO DEL VEHÍCULO					
		PARTICULAR	ALQUILER	ESTADO	MUNICIPIO	GOBIERNOS SECCIONALES	OTROS
TOTAL	2.056.213	1.885.063	135.905	26.535	6.953	924	833
AZUAY	64.254	60.123	2.865	956	271	38	1
BOLÍVAR	12.957	10.553	1.906	403	58	37	-
CAÑAR	34.251	30.740	3.011	287	176	37	-
CARCHI	16.269	13.311	2.500	383	72	3	-
COTOPAXI	36.511	32.517	3.520	396	77	-	1
CHIMBORAZO	32.960	29.167	3.135	436	188	33	1
EL ORO	83.417	75.563	7.138	550	117	49	-
ESMERALDAS	37.064	33.878	2.797	307	25	53	4
GUAYAS	481.294	460.309	17.221	3.166	513	10	75
IMBABURA	22.127	19.255	2.548	288	32	2	2
LOJA	20.791	19.171	1.153	270	160	37	-
LOS RÍOS	101.774	96.800	4.279	618	64	13	-
MANABÍ	158.157	146.528	10.197	1.126	234	71	1
MORONA SANTIAGO	9.419	7.723	1.101	356	201	38	-
NAPO	6.643	5.285	954	258	115	31	-
PASTAZA	8.398	6.756	1.159	305	118	60	-
PICHINCHA	733.269	664.381	51.418	12.743	3.752	232	743
TUNGURAHUA	86.469	76.720	8.559	813	349	23	5
ZAMORA CHINCHIPE	5.414	3.992	1.010	287	104	21	-
GALÁPAGOS	1.256	876	301	74	5	-	-
SUCUMBÍOS	25.807	22.545	2.105	865	201	91	-
ORELLANA	14.547	11.759	2.155	523	75	35	-
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	39.769	36.136	2.819	785	25	4	-
SANTA ELENA	23.396	20.975	2.054	340	21	6	-

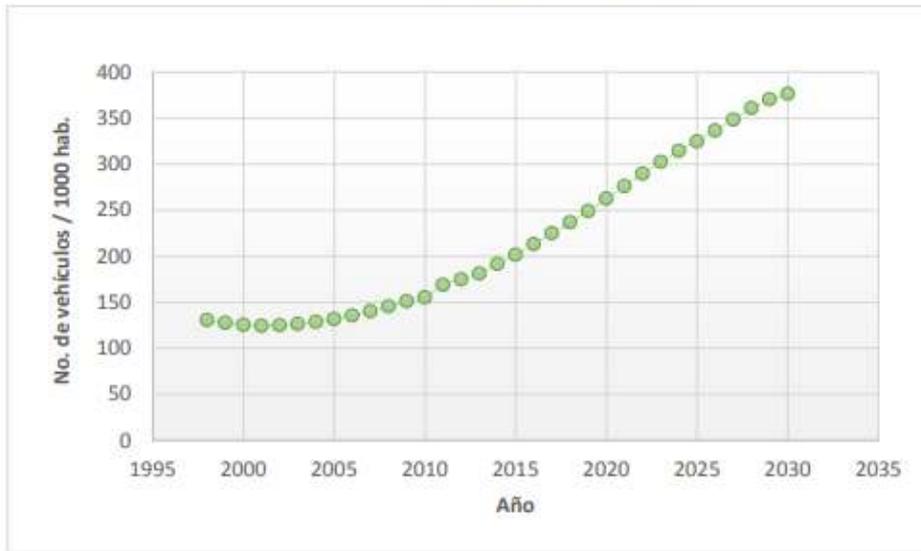
Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito-2016

Nota: La distribución geográfica de las provincias de este cuadro se registra en función del lugar de residencia del propietario del automotor.

Uno de los problemas que atrevisa la ciudad de Quito, es un incremento del parque automotor, de un manera acelerada, tomando en cuenta entre los años de 1998 y 2014, el aumento de vehiculos fue de 131 a 192, por cada 1000 habitantes. Además, al conocer sobre tal crecimiento, se infiere a que la población tiene las posibilidades económicas suficientes para la adquisición de automoviles. [10]

Evolución y proyección del parque automotor en el DMQ

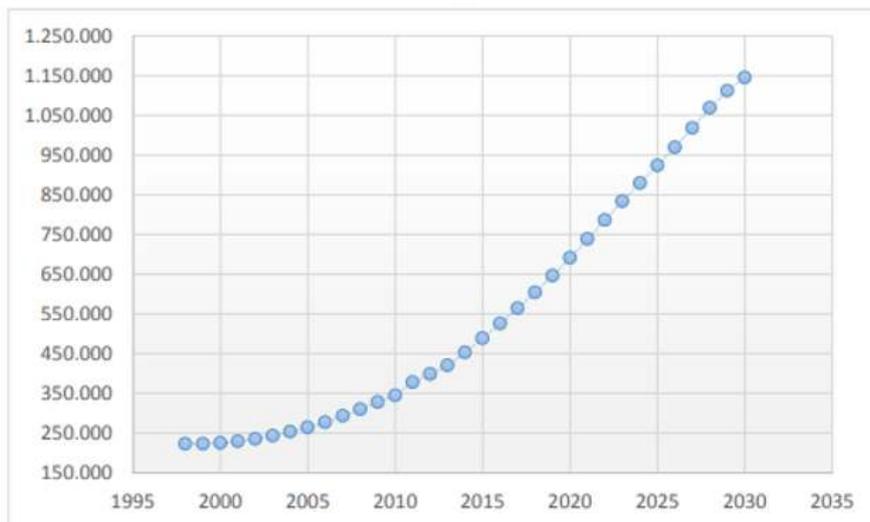


Elaboración Propia. Fuente: Secretaría de Movilidad - AMT

Fig. 14. Numero de vehiculos por cada 1000 habitantes.

Con respecto a datos mas concreto, en los ultimos años se tienen variaciones anuales oscilando entre el 5% y 10%, en cantidad significa entre 15000 y 35000 vehiculos por año, y continua en crecimiento. Un aspecto, que poco a poco crea un efecto negativo, puesto que las condiciones de transito se agravan a partir de que la capacidad vial se ve reducida y paulatinamente acercandose a un limite que necesitaran medidas mas drasticas, para solocionar el problema.

Evolución y proyección del parque automotor en el DMQ



Elaboración Propia. Fuente: Secretaría de Movilidad - AMT

Fig. 15. Crecimiento del parque automotor hasta el año 2030

Esta fue la ultima modificacion efectuada a los limites de velocidad en Ecuador, con esta se rigen y constatan las autoridades de transito, para generar alguna multa, siendo lo mas util la informacion de la circulacion urbana sea para automoviles, buses y vehiculos pesados.

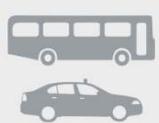
VEHICULOS	TIPO DE VIA	LIMITE MÁXIMO	RANGO MODERADO	FUERA DE RANGO MODERADO
	Urbana	50 Km/h	50 Km/h a 60 Km/h	Más de 60 Km/h
	Perimetral	90 Km/h	90 Km/h a 120 Km/h	Más de 120 Km/h
	Rectas en Carretera	100 Km/h	100 Km/h a 135 Km/h	Más de 135 Km/h
	Curvas en Carretera	60 Km/h	60 Km/h a 75 Km/h	Más de 75 Km/h
	Urbana	40 Km/h	40 Km/h a 50 Km/h	Más de 50 Km/h
	Perimetral	70 Km/h	70 Km/h a 100 Km/h	Más de 100 Km/h
	Rectas en Carretera	90 Km/h	90 Km/h a 115 Km/h	Más de 115 Km/h
	Curvas en Carretera	50 Km/h	50 Km/h a 65 Km/h	Más de 65 Km/h
	Urbana	40 Km/h	40 Km/h a 50 Km/h	Más de 50 Km/h
	Perimetral	70 Km/h	70 Km/h a 95 Km/h	Más de 95 Km/h
	Rectas en Carretera	70 Km/h	70 Km/h a 100 Km/h	Más de 100 Km/h
	Curvas en Carretera	40 Km/h	40 Km/h a 60 Km/h	Más de 60 Km/h

Fig. 16. Limites de velocidad en Ecuador

En Quito, en base al incremento vehicular, los usuarios requieren un mayor tiempo para trasladarse de un lugar a otro, se ha encontrado en registros en el año 2008, las velocidades de viaje fueron variando de 19.9 km/h a 14.1 km/h, exceptuando los corredores integrados, en donde la velocidad fue constante con un valor de 19.8 km/h, debido a que en dicho carril se sostiene un exclusividad de circulacion.

Por otro lado, en la ciudad de guayaquil, hay casos particulares como los registrados en las lineas de buses como 16, 118, que transitan en la ciudad de Guayaquil, mantienen los recorridos mas largos con una distancia y tiempo de 94km cumplido en 4 horas, y 91 km en 3 horas y media [11]. Usando estos datos al analizar su velocidad de recorrido.

Tabla 6. Calculo de velocidad recorrido linea de bus 16 y linea de bus 118

Lineas de buses	Tiempo del recorrido (horas)	Distancia (km)	Velocidad de recorrido (km/horas)
16	4	94	23.5
118	3:30 (3.5)	91	26

DISCUSION

En terminos generales, en Ecuador, la congestion vehicular se denota particularmente en algunos horarios, tanto en la mañana (7.00 – 9:00) como en la tarde-noche (17:00 – 20:00), en los horarios indicados anteriormente existe un masivo movimiento de personas hacia lugares, como centros de estudio (escuela, colegios, universidades), y a lugares de trabajo, lo que implica saturacion en las vias. En este trabajo, se establece que los parametros fundamentales para un posible analisis en el ambito vehicular, son la densidad, la velocidad, y la intensidad, siendo aporte importante, para posibles proyectos viales sean estos cambios de rutas, o sentidos de circulacion.

Sin embargo, no es una analisis completo, puesto que en algunas provincias no se evalua las mismas cualidades de congestion, es decir, no es un patron para todas las ciudades, sino un estimacion a nivel general. En tal caso, se necesitará, un fuerte estudio de todas las vias del pais, analizando varios indicadores que no se consideraron, como ejemplo la semaforizacion, el ancho de las vias etc. Con ayuda del departamento de estadisticas, autoridades de transito, y cierta informacion otorgada de peajes, se podra construir un sistema mas robusto y con mejor calidad de datos.

La situación es la comprobación que la gestión no ha podido cubrir con las demandas de la transportación pública, generando crecimiento de la población y una expansión territorial. Cabe resaltar, que no fue suficientemente para impulsar la modificación de los cuerpos normativos para atender a estos requerimientos.

La falta de decisión de los operadores para trabajar como entidades empresariales, las cuales ayudan a tener mejores condiciones organizacionales, es otra de las causas de deficiencia del transporte, en donde se les permita desempeñarse de manera moderna y profesional, garantizando ser eficientes en una buena calidad de servicio.

CONCLUSIÓN

En base a la información presentada sobre los parámetros influyentes en la congestión vehicular se presentan las siguientes conclusiones:

- En Ecuador, el ámbito concerniente al tránsito vehicular, es un tema de vital interés, puesto que implica tener un mejor tratamiento de los datos para futuras investigaciones. Cabe destacar, que el INEC, en la parte de transporte, brinda información de los vehículos matriculados en varios aspectos, como clase, modelo, uso, capacidad, la cantidad encontrada por provincia, entre otros. Sin embargo, para efectos de ejecutar cálculos se necesitan algunos datos, que son escasos, o simplemente es más difícil acceder a ellos por la inexistencia de los mismos.
- Con información obtenida con respecto al volumen de tránsito en las calles principales de la ciudad de Guayaquil, el congestionamiento en las mismas solo repercute en las horas pico como lo son (7H00 a 9H00) y de (17H00 – 20H00), ocasionando problemas de un tráfico lento en ciertas avenidas, evidenciándose en calles antes mencionadas.
- Con los datos de las líneas 16 y 118 existe un tránsito lento en el recorrido que estas ejecutan, considerando que pasan en gran parte la Av. Perimetral, se obtuvo que las velocidades de recorrido se encuentran por debajo del límite de velocidad para este tipo de vía, se concluye a que no existe un flujo factible entre unidades vehiculares.
- En Quito, se buscan diferentes alternativas para reducir la congestión, tomando medidas como es el caso de “pico y placa”, con buenos resultados con respecto al tránsito vehicular, pero será un tema preocupante a partir del crecimiento del parque automotor, y por la gran demanda de los usuarios por adquirir un vehículo y evitar tomar el transporte público que aun presenta pequeñas deficiencias en sus servicios.

REFERENCIAS

- [1] Thompson, I., & Bull, A. (2012). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. Revista de la CEPAL 76, p. 110.
- [2] “Ingeniería del tráfico parámetros fundamentales”, Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad Carlos III de Madrid.
- [3] Bull, A. (comp.) (2003). “Congestión de tránsito: el problema y cómo enfrentarlo”. Cuadernos de la CEPAL, 87 (LC/G.2199-E).p 26.
- [4] Tomas, P “tema 5: Parámetros fundamentales del tráfico i. Características del flujo de tráfico, variación, distribución y composición. Intensidad de tráfico. Definición. Densidad de tráfico. Tiempos de recorridos y demoras. Relaciones entre la intensidad, la velocidad y la densidad”.
- [5] (Lusthaus, C., Adrien, M., Anderson, G., Carden, F., “Mejorando el desempeño de las organizaciones”, Editorial Tecnológica de Costa Rica, Ed. 1 2001).
- [6] Parra, Rene. (2014). Caracterización de la intensidad media diaria y de los perfiles horarios del tráfico vehicular del Distrito Metropolitano de Quito. Avances en Ciencias e Ingenierías. 6. C40-C45. 10.18272/aci.v6i2.186.
- [7] Remache, A (2017), “Análisis de la aplicación del pico y placa en la ciudad de Quito”, INNOVA Research Journal 2017, Vol 2, No. 6, 136-142.
- [8] “El transporte informal cubre las falencias del sistema regular de movilidad (2015, Marzo, 15), El Telegrafo. Recuperado de: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/1/el-transporte-informal-cubre-las-falencias-del-sistema-regular-de-movilidad>.
- [9] Bull, A. (comp.) (2003). “Congestión de tránsito: el problema y cómo enfrentarlo”. Cuadernos de la CEPAL, 87 (LC/G.2199-E).p 27.
- [10] “Diagnóstico de la movilidad en el distrito metropolitano de quito para el plan metropolitano de desarrollo territorial (pmot)”, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.
- [11] “Los buses de las rutas más largas recorren hasta 94 km por vuelta en Guayaquil”, (2016, Julio, 4), El Universo. Recuperado de: <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/07/04/nota/5672574/buses-rutas-mas-largas-recorren-hasta-94-km-vuelta>.