

# MEDICIÓN DE ÍNDICES DE CALIDAD EN EL FUNCIONAMIENTO DE TRANSPORTE PÚBLICO EN CIUDADES INTERMEDIAS

## MEASUREMENT OF QUALITY INDICES IN THE OPERATION OF PUBLIC TRANSPORTATION IN INTERMEDIATE CITIES

Ballinas Salazar Gabriel<sup>1</sup>, Suárez Gómez Ricardo<sup>2</sup>,  
Nazar Beutelspacher Moisés<sup>2</sup>

### RESUMEN

*El presente artículo describe los índices más importantes para medir la calidad del funcionamiento de sistemas de transporte público en ciudades intermedias, la contribución de este trabajo (Tuxtla Gutiérrez, como estudio de caso) es la aplicación de estos índices que son aplicables en este tipo de ciudades para lograr una comparación en condiciones similares. A la vez, el método es flexible para adaptarse a la disponibilidad de información de cada urbe. El elemento central del método es la medición en campo del sistema de transporte y posteriormente se estima el nivel de calidad en el servicio con base en variables como velocidad, tiempo, densidad, frecuencia, demanda, ocupación y relación oferta-demanda.*

**Palabras Claves:** Índice, calidad, transporte, oferta, demanda.

### ABSTRACT

This article describes an important index to measure the performance of public transport systems in intermediate cities. The objective of this work (Tuxtla Gutiérrez as a case study) is the application of a common method that is applicable in such cities to achieve a comparison in similar conditions.

At the same time, the method is flexible to adapt to the availability of information in other cities. The central element of the method is the measurement in the field of system and then the level of quality in the service, which is estimated, based on the variables such as speed, time, density, frequency, demand, occupation and the supply-demand ratio.

**Keywords:** Index, quality, transport, offer, demand.

### INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas ciudades en diversos países se enfrentan a diversos problemas ocasionados por el tráfico vehicular debido al creciente número de vehículos en circulación, tales como congestiónamiento, incremento del número de accidentes viales, etc. (Pérez Et. Al. 2013)

El problema del tráfico es un tema importante para la mayor parte de las ciudades del mundo, no solamente una cuestión social y económica sino también un factor muy importante de comodidad para una ciudad. En la figura 1, se muestra una comparativa de distintos países en cuanto a la relación entre ingreso per cápita y propiedad de vehículos por cada 1,000 habitantes, donde se puede observar que México está en ascenso.

Ante esta situación se hace apremiante y urgente implementar soluciones que tengan como objetivo la reducción de kilómetros recorridos por los automóviles en áreas urbanas como una opción viable, posible y deseable en nuestro país, como una de las principales herramientas para crear ciudades sostenibles, competitivas y de alta calidad de vida en México, del mismo modo, que brinden alternativas de transporte de calidad.

Los centros urbanos en una franja que va de 20,000 habitantes al millón pertenecen a la categoría de "Ciudades Intermedias" (WBG, 2017). En este contexto, la ciudad de Tuxtla Gutiérrez cuenta con

<sup>1</sup> Profesor medio tiempo, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Email: gabriel.ballinas@unach.mx

<sup>2</sup> Profesores de tiempo completo, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas. Email: rsuarez@unach.mx; moises.nazar@unach.mx

598,710 habitantes (INEGI, 2015) con una estimación de unidades motorizadas de 190,446.

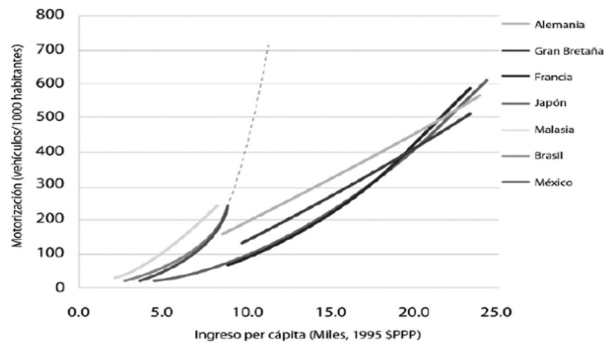


Figura 1. Relación entre ingreso per cápita y propiedad de vehículos por cada 1,000 habitantes y tendencia para México. (Medina, 2012)

A partir de la estimación del parque vehicular vivo y del número de habitantes en el municipio de Tuxtla Gutiérrez en el año 2015, se calculó el índice de motorización para este municipio, que es de 253 vehículos por cada 1,000 habitantes. Comparando con otras ciudades de México, (Figura 2) el índice es similar al de la ciudad de Puebla y Morelia. (Contreras, 2015)

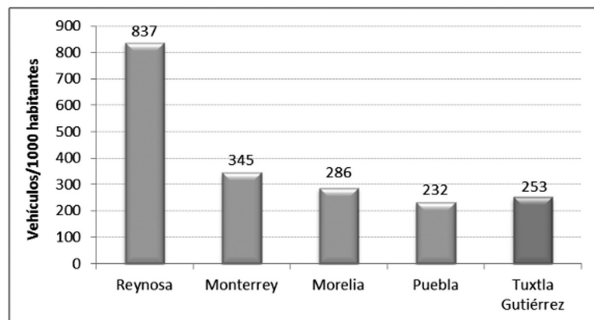


Figura 2. Índice de motorización de Tuxtla Gutiérrez y otras ciudades en México. (INEGI, 2012).

En el estudio más reciente sobre el transporte en Tuxtla Gutiérrez, (Argüelles, 2014) se aborda la problemática del transporte en la ciudad, en donde describe el desarrollo y planeación que ha tenido a lo largo de los años partiendo de estudios urbanos multidisciplinarios, haciendo un énfasis en la desigualdad de circunstancias económicas, culturales, políticas y sociales. Para ello define dos índices de estudio: uno de accesibilidad y otro de movilidad.

Las características que permiten distinguir y comparar la calidad de diferentes sistemas de transporte se basan en el rendimiento y desempeño, de entre ellos destacan los siguientes:

- a) Tiempo de Vuelta: Período de tiempo necesario para completar un recorrido completo. Se expresa en minutos.
- b) Velocidad de Operación: Cociente entre la Longitud Total de un servicio o recorrido y el Tiempo de Vuelta necesario para realizarla. Se expresa en km/h.
- c) Capacidad de línea: Número máximo de usuarios que las unidades de transporte pueden llevar a través de un punto durante un determinado período de tiempo.

Desde el punto de vista de la capacidad existen aspectos relativos al nivel de servicio del sistema de transporte que deben considerarse:

- a) Demanda
- b) Ocupación
- c) Unidades disponibles

Con estas características se obtiene una relación oferta-demanda que es una referencia tangible del la calidad de funcionamiento de un sistema de transporte.

Existen diferentes técnicas para estudiar la demanda, pero cada una debe utilizarse dependiendo del objetivo que se persiga y del presupuesto disponible.

Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. (Lerma, 2012)

Las características fundamentales del flujo vehicular, se representan en tres variables principales: el flujo, la velocidad y la densidad. Mediante la medición y relación entre ellas, se puede determinar las

características de tránsito, y así conocer las condiciones de operación. (Bertini, 2012)

De igual manera, el conocimiento de estas tres variables reviste singular importancia, ya que éstas indican la calidad o nivel de servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial.

A pesar de lo anterior, existe una problemática implícita en los sistemas de transporte, las soluciones que se plantean son locales y muy subjetivas, dejando así muy poco o nulo margen a aplicabilidad en otra ciudad que presente variaciones en sus sistemas de transporte debido principalmente a la morfología de cada urbe.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es medir los índices de calidad en el funcionamiento de transporte público en ciudades intermedias, específicamente como estudio de caso la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. (Figura 3)

en las fuentes primarias de datos, que a su vez tienen diversos métodos. Limitando la comparación que se puede hacer entre las ciudades intermedias.

El procedimiento que se utilizó para el presente trabajo, consiste en la recolección de información en campo sobre los principales indicadores, tomando en cuenta la morfología de las unidades que se usan en el sistema, donde solo se encontraron dos tipos, distribuidas de la siguiente manera: 124 rutas de transporte público, de la ruta 3 a la 124 que son unidades versión VAN con capacidad de 16 pasajeros; y en cuanto a las rutas 1 y 2, se usan unidades tipo Autobús de 40 pasajeros.

Se midieron los índices antes mencionados, abordando las unidades y realizando las mediciones de cada uno de los recorridos del sistema de transporte, con un periodo de ejecución de 2 meses.

El método usado para medir las variables rela-

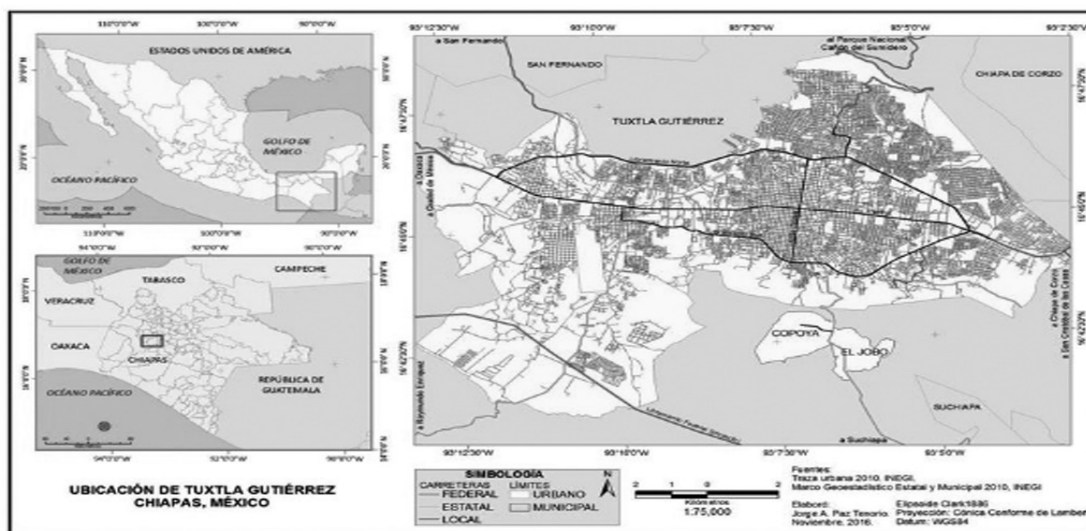


Figura 3. Mapa de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, (INEGI, 2015)

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la literatura de transporte existen pocos estudios estandarizados que midan los índices de calidad en el funcionamiento de sistemas de transporte, ya que se ha optado por abordar cada problema de manera singular, esto da como resultado poca información para su uso en diferentes sistemas de transporte de diferentes ciudades.

Por lo que los resultados en relación con niveles de servicio están sujetos a las diferencias que existen

con el nivel de servicio dividieron en las siguientes etapas:

- Selección de la unidad y ruta
- Identificación de puntos de origen y destino específicos de los viajes.
- Estimación de los niveles de servicio: velocidad, densidad y tiempo de traslado.
- Estimación de la demanda, ocupación y unidades del sistema de transporte; y
- Estimación de la relación oferta-demanda del sistema.

**RESULTADOS**

A continuación, se presenta el resumen de los resultados obtenidos, que parte de la estimación principal de los indicadores de nivel de servicio que caracterizan los sistemas de transporte público de la ciudad, observando los siguientes promedios, para autobús en horarios pico (Figura 4), donde el tiempo de viaje es de 55.5 minutos, la densidad de pasaje es de 95.16%, la velocidad de viaje es de 14.96 km/h.

RUTA	HORARIO	PARADAS	PERSONAS TRANSPORTADAS	TIEMPO DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
PONIENTE - ORIENTE	07:00-09:00	23	96	50 minutos	12.5 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	07:00-09:00	24	102	53 minutos	16.98 km/hora
PONIENTE - ORIENTE	13:00 -15:00	25	85	55 minutos	13.75 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	13:00 -15:00	28	79	58 minutos	14.5 km/hora
PONIENTE - ORIENTE	19:00 -21:00	31	99	59 minutos	14.75 km/hora
ORIENTE - PONIENTE	19:00 -21:00	30	110	58 minutos	14.5 km/hora

Figura 4. Mediciones realizadas en campo para unidades tipo autobús de 40 pasajeros en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

RUTA	HORARIOS PICO	Densidad de vehículos	PARADAS (POR RUTA)	PERSONAS TRANSPORTADAS (POR RUTA)	TIEMPO DE VIAJE	VELOCIDAD PROMEDIO
3, 18, 20, 25, 48, 49, 51, 52, 53, 79, 85, 90, 91, 103, 108, 109, 114, 125	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	78	33	67	33 minutos	19.38 km/hora
16, 19, 24, 30, 31, 33, 49, 54, 55, 72, 94, 96, 99	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	59	25	54	36 minutos	23.62 km/hora
3, 9, 14, 16, 18, 20, 24, 25, 30, 31, 33, 35, 43, 44, 46, 48, 49, 51, 52, 53, 58, 59, 69, 72, 79, 85, 90, 91, 94, 96, 103, 108, 109, 114, 125	07:00-09:00 13:00-15:00 19:00-21:00	115	28	48	27 minutos	16.34 km/hora

Figura 5. Mediciones realizadas en campo para unidades tipo VAN de 16 pasajeros en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

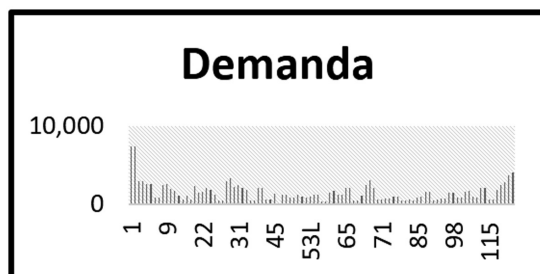


Figura 6. Demanda puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de: 1529.76 respecto usuarios-rutas.

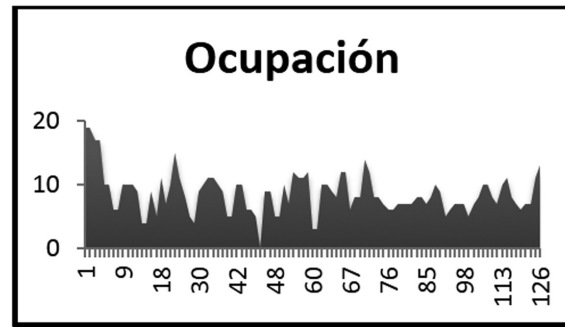


Figura 7. Ocupación puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de: 8.54 respecto ocupación puntual-rutas

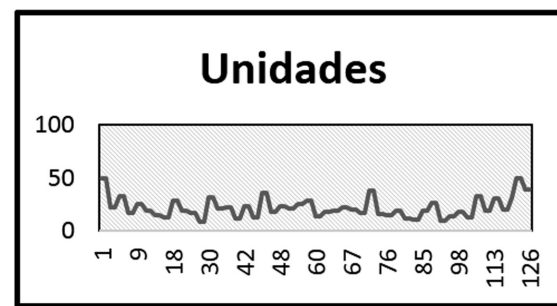


Figura 8. Unidades del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 21.88 respecto unidades-rutas.

Para horarios de horas pico (Figura 5) en unidades tipo VAN, se observa que el tiempo promedio de viaje es de 32 minutos, densidad con un promedio de 56.33%, y velocidad promedio 19.78 km/h.

En cuanto a los indicadores de demanda, ocupación y unidades del sistema de transporte, al realizar el análisis y estudio de campo se encontró dos diferencias muy marcadas, por un lado rutas con sobre oferta y por otro rutas con sobre demanda. (Figura 6, 7 y 8)

Las rutas con sobre oferta cuentan con mayor número de unidades en operación a las necesarias. Se cuantificó 49 rutas que actualmente se encuentran en una sobre oferta, operando con alrededor de 2,123 vehículos, 297,900 lugares ofertados y cuentan con una demanda de 148,389 viajes diarios en promedio.

Por otro lado las rutas con sobre demanda donde las unidades no son suficientes para atender, se cuantificaron 25 rutas que actualmente operan con alrededor de 336 vehículos. (Figuras 9, 10 y 11)

De lo anterior se obtiene que el sistema cuenta con una demanda de 318,846 usuarios por día, 3,520 unidades y 529,296 lugares ofertados, y una relación oferta-demanda de 1.66

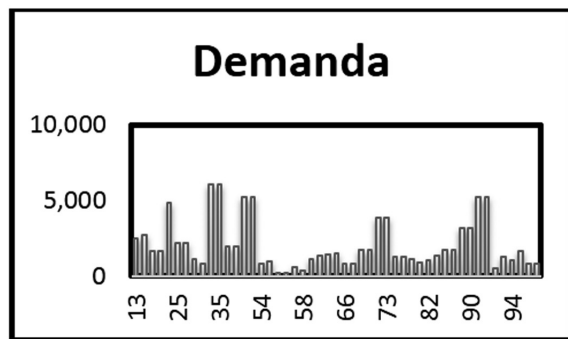


Figura 9. Demanda puntual del sistema de transporte para rutas con sobre demanda, un promedio de 2060.44 respecto usuarios-rutas.

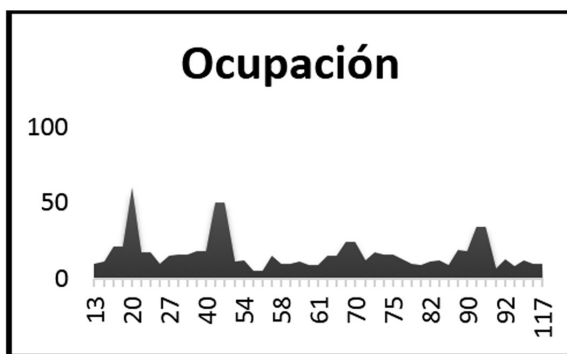


Figura 10. Ocupación puntual del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 13.71 respecto ocupación puntual-rutas

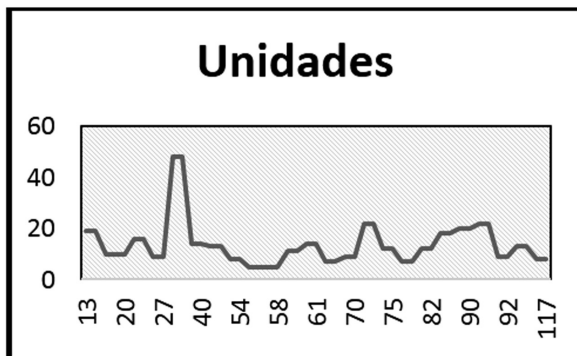


Figura 11. Unidades del sistema de transporte para rutas con sobre oferta, un promedio de 16.66 respecto unidades-rutas.

## CONCLUSIONES

Las condiciones que experimentan los usuarios en el sistema de transporte del caso de estudio (Tuxtla Gutiérrez, Chiapas), está determinado por la heterogeneidad del sistema, que es tan alta que, en general,

no es posible concluir que estadísticamente los valores promedio de los niveles de servicio son aceptables.

Sin embargo, se puede hablar de tendencias, en este caso la tendencia es que el sistema tiene una sobre oferta, que va de la mano con una baja velocidad de servicio.

Como contraparte, la forma desregulada de operación produce alta congestión vial (es decir, baja velocidad de circulación) y exceso de capacidad de transporte.

Otro elemento de importancia para acrecentar la problemática es la existencia de 85 rutas suburbanas, que en su mayoría realizan la operación similar a rutas urbanas, dichas rutas conforman la zona metropolitana de Tuxtla que conectan con municipios colindantes que mantienen una cercanía con Tuxtla Gutiérrez, como son: Chiapa de Corzo, Suchiapa, Berriozabal, San Fernando, Ocozocoautla y Osumacinta.

Desde el punto de vista de los usuarios lo importante es que el viaje sea rápido. También existen otras dimensiones del nivel de servicio, como la comodidad y la seguridad, que sin duda son futuras líneas de investigación.

## REFERENCIAS

- Argüelles, B. (2014). "Fragmentación espacial y movilidad laboral", México
- Bertini, R. (2012). "Advanced traffic management system data", U.S.A.
- Contreras, A. (2015). "Tráfico vehicular en zonas urbanas", México.
- Guerra, H. (2016). "Mapa del transporte público de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México", México.
- INEGI. (2015). "Encuesta intercensal", México.
- Lerma, C. (2012). "Desarrollo de modelos de tráfico vehicular", Venezuela.
- Medina, S. (2012). "La importancia de la reducción del uso del automóvil en México", México.
- Pérez, F., Bautista, A., Salazar M., Macías A. (2013). "Análisis del flujo de tráfico vehicular a través de un modelo macroscópico", Colombia.