

Accesibilidad del transporte Colectivo e implicaciones sociales respecto a la marginación urbana

Accessibility of collective transport and social implications regarding urban marginalization



ALEJANDRO MUNGARAY-MOCTEZUMA

📍 1983, mexicano,
Universidad Autónoma de Baja California, México
✉ alejandro.mungaray@uabc.edu.mx



JOSÉ-MANUEL GUTIÉRREZ-MORENO

📍 1986, mexicano,
Universidad Autónoma de Baja California, México
✉ manuel.gutierrez@uabc.edu.mx

ALEJANDRO SANCHEZ-ATONDO

📍 1988, mexicano,
Universidad Autónoma de Baja California, México
✉ sanchez.alejandro29@uabc.edu.mx

RESUMEN

La marginación urbana es una expresión de segregación que limita a la población de una ciudad de los beneficios que trae el desarrollo. Se considera que la movilidad urbana y el transporte público son elementos claves para combatir estos procesos de marginación. Sin embargo, los ejercicios de planeación del transporte no siempre incorporan de manera adecuada la variable de marginación de las personas. El presente trabajo de investigación entrega un aporte metodológico para

ABSTRACT

Urban marginalization is an expression of segregation that limits the population from the benefits of development. It is considered that urban mobility and public transport are key elements to combat these processes of marginalization. Nevertheless, transportation planning studies do not always incorporate the variable of marginalization of people in a proper way. The present investigation provides a methodological contribution to determine whether a zoning that has been previously

determinar si una zonificación previamente establecida, como parte de estudios de transporte, considera adecuadamente a las personas desde el punto de vista de marginación. Para esto, se utiliza el índice de marginación urbana (IMU) promedio de 104 zonas preestablecidas en la ciudad de Mexicali, Baja California, y se determina la accesibilidad al transporte colectivo utilizando el indicador de densidad de red. Así mismo, mediante la superposición de los resultados de ambos indicadores, es posible identificar áreas de oportunidad en el caso de estudio, asociadas a zonas que cuentan con alto grado de marginación y no poseen suficiente accesibilidad que les permita mejorar sus condiciones de vida. Los resultados indican que cerca del 10% de las zonas están compuestas por unidades censales de distintos grados de marginación, por lo que se considera necesario incorporar la variable de grado de marginación dentro de los criterios de zonificación, para el análisis del sistema de transporte, con la intención de que los resultados de accesibilidad permitan desarrollar estrategias para atender a estos grupos vulnerables y favorecer su movilidad urbana.

► **Palabras clave:**

accesibilidad, densidad de red, índice de marginación urbana, Mexicali, transporte colectivo.

Recibido: 25-05-2018. **Aceptado:** 14-06-2018

established for transport studies, adequately considers people from the point of view of marginalization. For this, it is used the average urban marginalization index of 104 pre-established zones in Mexicali, Baja California, and accessibility to collective transport is determined using the network density index. Likewise, by overlaying the results of both indicators, it is possible to identify opportunity areas that have a high degree of marginalization and do not have sufficient accessibility to improve their living conditions. Results indicate that near 10% of the zones were composed of census units of different degrees of marginalization, so it is considered necessary to incorporate the degree of marginalization within the zoning criteria for the analysis of the transportation system, so that the accessibility results allow to develop strategies to attend these vulnerable groups and favor their urban mobility.

► **Keywords:**

accessibility, network density, urban marginalization index, Mexicali, collective transport.



INTRODUCCIÓN

Todas las ciudades son diferentes dadas sus componentes históricos, sociales y económicos; se tornan cada vez más complejas a medida que crecen y en ocasiones el desarrollo urbano acentúa las diferencias dicotómicas entre sus habitantes (Capel, 2005). La presente investigación centra su atención en la segregación urbana en su expresión de marginación. Así mismo, aborda la relación existente con el transporte colectivo público como elemento articulador para posibilitar a los habitantes de zonas más rezagadas socialmente el acceso a un empleo y servicios. En la primera parte, se discuten algunas definiciones sobre marginación y cómo se mide; además, se presenta el transporte como un detonante de la economía que puede

evaluarse para determinar la influencia que este tiene sobre la movilidad urbana y calidad de vida de la población. Seguidamente, se aborda el estudio de caso de la ciudad de Mexicali, exponiendo algunos datos relacionados a sus características socioeconómicas, de marginación y transporte. Posteriormente, se discute la incorporación del criterio de marginación urbana para la delimitación de unidades territoriales (zonas) a fin de que el análisis de los sistemas de transporte, particularmente el transporte colectivo, pueda proveer soluciones para estos grupos sociales vulnerables. Finalmente, se presentan las conclusiones metodológicas a este respecto y recomendaciones para estudios posteriores.

LA CIUDAD, EL REZAGO SOCIAL Y EL TRANSPORTE

La marginación es un efecto de la exclusión social expresado por la distribución de la desigualdad de diversos grupos sociales que no pueden acceder de los beneficios del desarrollo (Rodríguez, 2003). Los índices de marginación contrastan las carencias de la población asociadas a la escolaridad, servicios de salud, vivienda, ingresos y otros aspectos sociodemográficos; y asignan, a su vez, un grado respecto al acceso a estos derechos, servicios e infraestructura básica. *El índice de marginación urbana* (IMU) permite identificar el desarrollo social de un área urbana y tiene el objetivo de diseñar políticas públicas y programas para medir los impactos que prevean y compensen los efectos de los procesos de expansión urbana en la

planificación de servicios públicos (Téllez y cols., 2012). El IMU se agrupa en cinco grados: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto, donde muy alto representa el mayor grado de marginación.

Por otro lado, en los países en vías de desarrollo sus ciudades van creciendo a ritmos acelerados, tanto en extensión territorial como en población. Por lo general no se realiza una adecuada planeación del transporte y en consecuencia esto tiende a presentar problemas de congestión vial, accesibilidad y *rezago social* (Kunieda y Gauthier, 2007); este último atribuido principalmente a la localización del empleo, con respecto a la ubicación del hogar,

principalmente cuando la población no tiene acceso a la mejor oportunidad de empleo debido a grandes distancias o sistemas de transporte ineficientes. Los expertos coinciden en que la movilidad y el transporte público son elementos claves para combatir estos procesos de marginación (García-Schilardi, 2014).

El transporte es un elemento significativo del desarrollo urbano y la economía moderna, dado que debe proporcionar al individuo el acceso a los servicios básicos, como la salud, alimentación, educación, empleo y actividades recreativas (Gratiela y Viorela-Georgiana, 2013), dicho de otra forma el transporte se convierte en un elemento articulador de la ciudad, pues permite interconectar el origen y el destino del sistema de actividades de su población. El transporte colectivo (TC) representa la columna vertebral para una movilidad urbana eficiente. Una cobertura (densidad de red) adecuada de TC ayuda a que las ciudades sean más dinámicas y competitivas, lo que se traduce en más creación de empleo (UITP, 2013).

Los sistemas de transporte se evalúan en función de tres elementos el grado de

accesibilidad, la capacidad y la rapidez con la que puede transportar y finalmente por su eficiencia (Cal y Mayor y Cárdenas, 2006), en relación con el primero de estos elementos, se afirma que la accesibilidad a los sistemas de transporte está relacionada con el bienestar de la población (Dodson, J. y cols., 2006). Una opción para medir la accesibilidad es el indicador de densidad de red, el cual se define como la relación entre el área cubierta por la red y el área de estudio, este indicador de densidad de red y accesibilidad a terminales de ascenso al TC se configura como eje clave para la movilidad urbana sustentable (Ecourbano, 2014). Cabe señalar que para aplicar este indicador, deben existir previamente áreas delimitadas de la ciudad con criterios definidos que permitan medir el grado de influencia que tiene la densidad de red del TC respecto a la población que puede atender en un espacio determinado. Actualmente existen métodos basados en un análisis espacial desagregado a nivel de zonas de una localidad, en donde se manejan dos enfoques: el primero centrado a grupo de individuos, mientras que el segundo analiza la accesibilidad a partir de delimitaciones geográficas (Church y cols., 2000).

DELIMITACIÓN DE UNIDADES TERRITORIALES O ZONIFICACIÓN

La zonificación es ampliamente utilizada con el fin de comprender mejor o caracterizar un espacio determinado y realizar análisis de las dinámicas y procesos que en este se suscitan. El proceso de planificación del transporte ha de tener una referencia espacial para la infraestructura y los servicios, en este sentido, para zonificar existen distintos criterios e información requerida y se debe elegir aquellos que vayan de acuerdo con el enfoque del estudio en cuestión; por ejemplo, Rodríguez-Rueda y Turias-Domínguez (2016) analizan la

movilidad urbana mediante redes neuronales artificiales en lugar de métodos gravitacionales clásicos, porque estos permiten la utilización de otras variables socioeconómicas que estiman mejor la demanda de transporte entre zonas, en este caso, la delimitación de unidades territoriales utilizó 3 criterios de homogeneidad urbanística (usos de suelo), número de habitantes por zona y características socioeconómicas de la población. Por otro lado, el modelo basado en la Ley gravitacional del comercio propuesto por Reilly (1931) expresa la

atracción de la demanda de viajes entre zonas debido a ventas potenciales para la población de las localidades relacionadas, la zonificación para análisis de este tipo requiere considerar el tamaño de cada centro (superficie) de venta y el tiempo de viaje entre zonas, así como las características de la población sujeta a influencia por los centros comerciales (Garrocho Rangel, 2003); de manera análoga Huff (1963) propone un modelo de interacción espacial que expresa la atracción debida al equipamiento comercial (no solo a un centro comercial) y la influencia que este produce en el ordenamiento territorial, la zonificación para este tipo de análisis se basa en áreas de mercado, la utilidad y la distancia entre el consumidor y el centro comercial (Chasco, 1988 y Hernando, 1990); por otra parte, autores como Amir, Mortazavi y Akbarzadeh (2017) analizan la accesibilidad del transporte colectivo en zonas urbanas, considerando la cobertura de rutas de TC en zonas de la ciudad de las que se conoce las condiciones socioeconómicas de la población por unidad censal, permitiendo identificar sectores vulnerables y de mayor demanda del servicio; es importante precisar

aquí que los criterios expuestos representan solo algunos de los métodos existentes y el más adecuado para realizar zonificación dependerá principalmente del enfoque del estudio y de información disponible; particularmente para el presente estudio se utiliza la zonificación con el propósito de estudios para modelación del transporte recomendada por Ortúzar (2016) y que considerara los siguientes criterios:

- Compatibilidad de zonas con unidades administrativas, censales y estudios previos.
- Homogeneidad (preferentemente) en uso de suelo y composición de la población.
- Tamaño que permita ubicar el "centroide" (concentración de actividades y/o atracción de viajes) sin error significativo.
- Evitar que los límites de las zonas queden definidos por arterias principales, dado que podría dificultar la asignación de viajes.

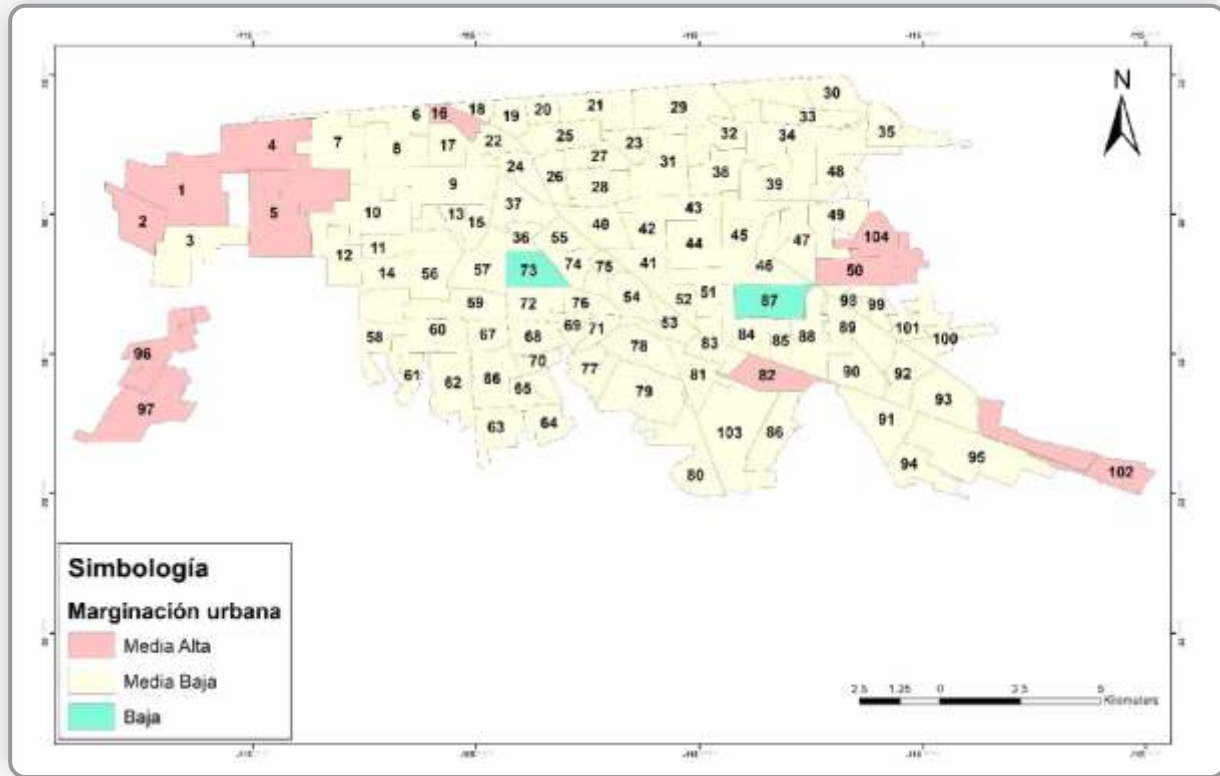
La delimitación de las 104 zonas presentadas en el caso de estudio responde a estos criterios y es elaboración propia de los autores para distintos análisis en materia de planeación del transporte.

EL CASO DE ESTUDIO

Mexicali es una zona metropolitana al noroeste de México que cuenta con una población de 936,826 habitantes (INEGI, 2016) y tiene una tasa de crecimiento anual del 2.7%. La ciudad capital Mexicali concentra cerca del 70% de la población total del municipio; respecto a su población, el 35.5% se ocupa en el sector secundario y 54.5% lo hace en el sector terciario

(Ayuntamiento de Mexicali, 2007). De acuerdo con los datos del Censo de población y vivienda 2010, la marginación urbana de los habitantes de la ciudad de Mexicali es 70% baja, el 26.5% posee el grado medio y cerca de 3.5% tiene una alta marginación. La Figura 1 muestra la distribución espacial de la marginación urbana en la ciudad de Mexicali.

Figura 1. Grados de marginación urbana en la ciudad de Mexicali, México.



Fuente: elaboración propia

En Mexicali poco más del 84.4% de los desplazamientos se realizan en vehículo particular con un índice de 2.3 pasajeros por automóvil (IMIP y cols., 2011). Actualmente el transporte colectivo (TC) público en Mexicali es atendido principalmente por autobuses no articulados con más de 10 años de operación en promedio, el servicio es brindado a través de 24 rutas de transporte público, con distancia media de recorrido de 33.5 km a una velocidad media de 20-30 km/hr, el tiempo promedio que un usuario permanece a bordo para llegar a su destino es de 23 minutos (tiempo que puede incrementarse en las horas de mayor demanda) y la tarifa por el servicio se encuentra dentro de las más altas del país. En cuanto a la cobertura del servicio, la distancia media que un usuario debe desplazarse peatonalmente de su hogar hacia una terminal o punto de ascenso al

autobús es de 200 metros aproximadamente (Ayuntamiento de Mexicali, 2004). Lo anterior se encuentra por debajo del rango de 300 a 500 metros establecido por el Banco Mundial (Armstrong-Wright y Thiriez, 1987) y por debajo de los 1000 metros que señala el estándar DOT (Desarrollo Orientado al Transporte) (ITDP, 2014). De acuerdo con Ayuntamiento de Mexicali (2007), la mancha urbana de Mexicali presenta una cobertura de TC del 90% con respecto a su superficie total con una estación o parada en un rango de 300 metros del eje de la ruta de transporte público. Sin embargo, el clima extremo de la ciudad con temperaturas promedio superiores a 40°C en verano no favorecen los desplazamientos peatonales para llegar a un punto de ascenso del TC. Por otro lado, se ha identificado una disminución en el uso del TC asociado a la calidad del servicio,

rutas que no obedecen a los desplazamientos de los usuarios, obligándolos a transbordar para poder llegar a su destino o permanecer más tiempo a bordo de las unidades, falta de incorporación de nuevas tecnologías y a la facilidad para adquirir un automóvil particular por la condición fronteriza con Estados Unidos (IMIPycols., 2011).

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE TC E IMPLICACIONES SOCIALES

En el presente apartado se analizan las condiciones de accesibilidad del transporte colectivo mediante el indicador de densidad de red y se describe la metodología de análisis para asociar la accesibilidad del TC con el indicador del IMU, posteriormente se evalúa la posibilidad de realizar ajustes en la delimitación de las zonas en función del IMU de la unidad censal o Área Geoestadística Básica (AGEB) para considerar las necesidades de distintos grupos socialmente vulnerables que regularmente pasan desapercibidos al momento de realizar el promedio del IMU por zona.

Actualmente el uso del transporte colectivo tiene una demanda de menos del 20% de la población del caso de estudio, donde como en otras latitudes de la geografía representa para algunos la única opción para desplazamientos intraurbanos. El TC es considerado por muchos como un medio de transporte para personas de poder adquisitivo de medio a bajo, que están dispuestas a sacrificar tiempo de recorrido e incluso caminar grandes distancias para abordar el autobús. En este sentido, no contar con este servicio público afecta la economía y calidad de vida de este sector de la población que lo requiere para distintos desplazamientos diarios.

La accesibilidad para abordar el TC presenta variaciones a lo largo del territorio en el caso de estudio y que se traducen en trayectos más prolongados y un mayor costo generalizado del viaje para los usuarios. Para determinar el nivel de accesibilidad del TC se utiliza el indicador de Densidad de red el cual refleja en cierta medida la cobertura que tiene el transporte colectivo:

$$D = \frac{A_{red}}{A_{total}}$$

Donde:

D = densidad de red;

A_{red} = área cubierta por la red de transporte colectivo público; y

A_{total} = área total de análisis.

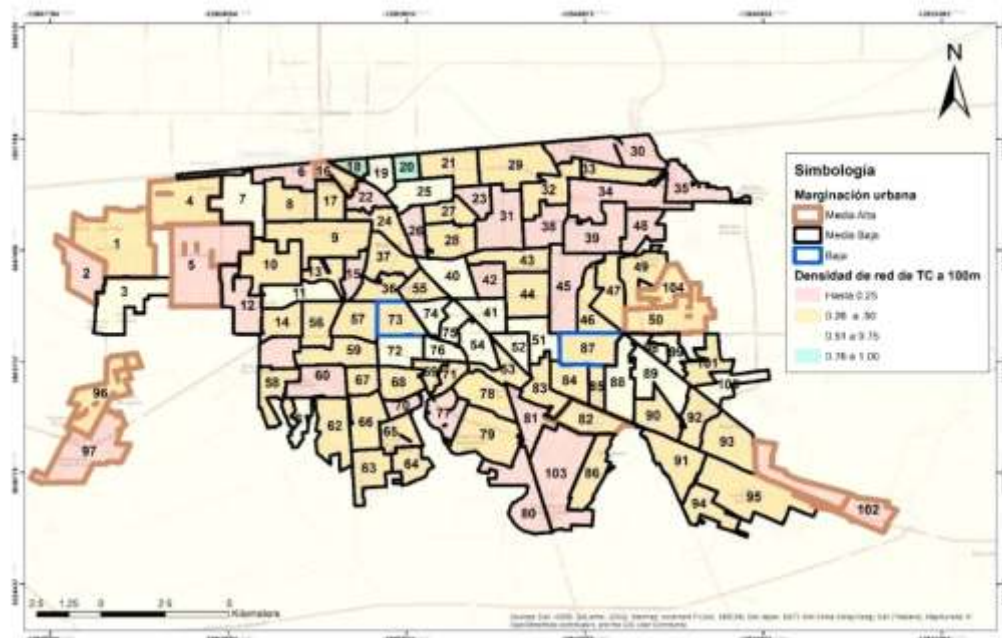
La presente investigación, busca determinar el grado de accesibilidad que tiene el sistema de TC actual a partir de la densidad de red, para lo cual utilizará como área total de análisis (A_{total}) el área de cada una de las 104 zonas preestablecidas otros estudios previos, considerando tres distintas áreas de cobertura del TC (A_{red}) a 100, 200 y 300 metros para disposición del servicio por parte de los usuarios. Para tal efecto se utiliza el software ArcMap para la representación en un sistema

de información geográfica de las 104 zonas y las rutas de TC, posteriormente se obtienen las áreas de influencia del trazo de las rutas y se extrae la superficie total y cubierta por la red para cada una de las delimitaciones territoriales. El cálculo de la densidad de red para la ciudad de Mexicali queda representado en las Figuras 2, 3 y 4, adicionalmente la Tabla 1 y el Gráfico 1 resumen el conjunto de densidades de red y lo contrasta con el grado de marginación urbana.

La Figura 2 muestra la accesibilidad con la que cuenta el transporte colectivo en la mancha urbana en 100 metros la cual es en promedio de 35%. Sin embargo, se desglosa de la siguiente forma: cinco de las 104 zonas tienen menos del 10% de cobertura por alguna ruta del TC, 87 zonas cuentan con una cobertura entre el 10% y 50%, finalmente el resto de ellas posee condiciones de accesibilidad satisfactorias para esta distancia a la estación de abordaje del TC. Como se puede observar el contorno café alude a las zonas con mayor marginación las

cuales se localizan principalmente a las periferias de la ciudad, todas ellas tienen accesibilidad en menos del 50% de su superficie, lo que de alguna manera segrega un poco más a sus habitantes al no contar con disponibilidad del servicio de manera directa en un radio de 100m de cobertura; es decir las zonas en contorno café se caracterizan por tener alto grado de marginación y los habitantes de estas no tienen accesibilidad al transporte colectivo y tienen que desplazarse más de 100 metros para tomar un camión, adicionalmente estas zonas son esencialmente zonas habitacionales que presentan asentamientos dispersos y con poca población cuyo promedio es de 5800 habitantes por zona, de los cuales el 42% es población económicamente activa. Estas zonas carecen en buena medida de equipamiento urbano y centros empleadores o de atractores de viajes, por lo que al no tener alta demanda de transporte estas zonas no presentan cobertura de transporte colectivo por los concesionarios que operan el transporte público.

Figura 2. Densidad de red de TC a 100 m respecto a la marginación urbana en la ciudad de Mexicali

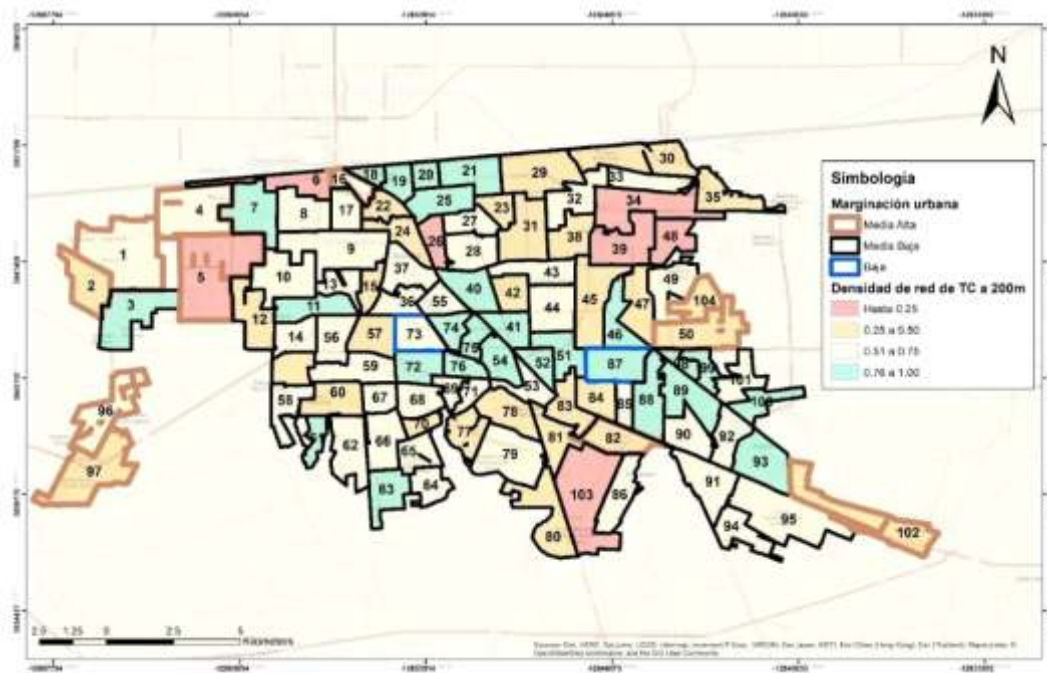


Fuente: elaboración propia

La Figura 3 muestra la accesibilidad con la que cuenta el transporte colectivo público en la mancha urbana en 200 metros la cual es en promedio de 58%. Sin embargo, se desglosa de la siguiente forma: doce de las 104 zonas tienen menos del 30% de cobertura por alguna ruta del TC donde 11 zonas tienen marginación de Media-Alta y solo una de ellas tiene marginación Muy Alta, por otro lado son 23 zonas que se encuentran en el rango de 30-50% con un promedio de 41% de cobertura a 200m,

39 zonas cuentan con cobertura satisfactoria en el rango del 50-70% y las 30 zonas restantes poseen accesibilidad mayor al 70% con un promedio de 82%. No obstante, en este favorecido grupo no se encuentra ninguna zona con índice de marginación de Media-Alta, Alta o Muy Alta con lo que sería óptimo que se pudiera contar y así facilitar el acceso con la oportunidad de mejorar su grado de marginación.

Figura 3. Densidad de red de TC a 200 m respecto a la marginación urbana en la ciudad de Mexicali.

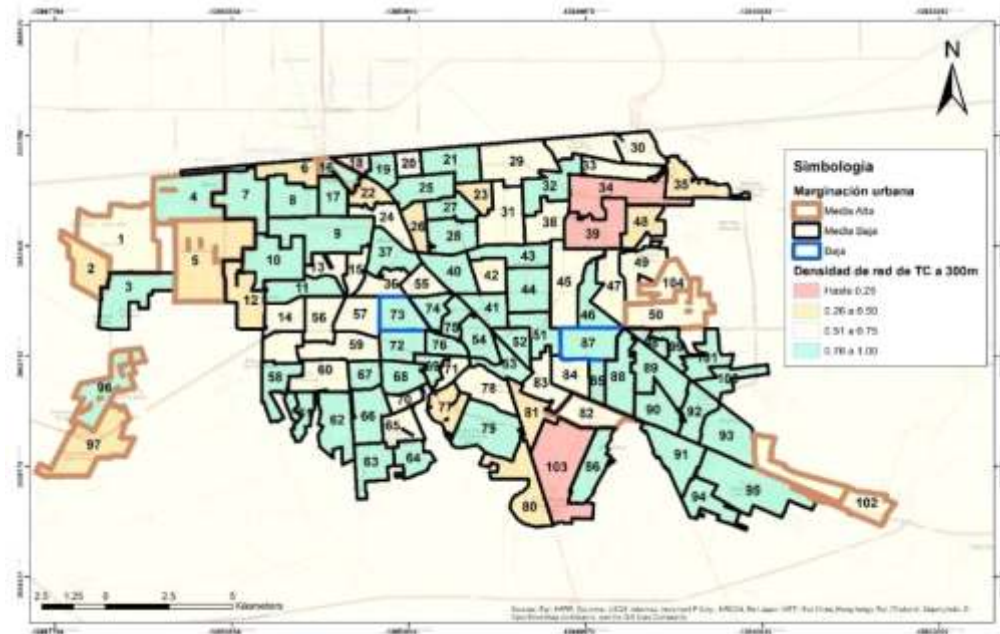


Fuente: elaboración propia

La Figura 4 muestra la accesibilidad con la que cuenta el transporte colectivo público en la mancha urbana en 300 metros la cual es en promedio de 73%, pero se desglosa de la siguiente forma: cuatro de las 104 zonas tienen menos del 30% de cobertura por alguna ruta del TC, por otro lado son 12 zonas que se encuentran en el rango de 30-50%, en el rango

del 50-70% se encuentra 23 zonas cuentan con cobertura satisfactoria, y las restantes 65 zonas poseen accesibilidad mayor al 70% con un promedio de 87%, con esta densidad de red, el servicio de TC brinda accesibilidad que ya alcanza a las zonas con índices de marginación de Media-Alta como puede verse en la Figura 4.

Figura 4. Densidad de red de TC a 300 m respecto a la marginación urbana en la ciudad de Mexicali.



Fuente: elaboración propia

La Tabla 1 presenta el resumen de los valores que sirvieron para la elaboración de los mapas presentados en las figuras anteriores, en esta se identificaron con el color rojo las zonas que presentan principalmente accesibilidad del TC

menor al 50% aún con una densidad de red de 300m, así mismo permite valorar la relación que guarda esta densidad con la extensión territorial y el grado de marginación para cada zona.

Tabla 1. Resumen de densidad de red a 100m, 200m y 300m expresado en porcentaje por zona y su relación con el IMU.

Zona	IMU promedio zona	Área (km ²)	Densidad de red a 100m	Densidad de red a 200m	Densidad de red a 300m
1	Media Alta	4.715	33%	56%	72%
2	Media Alta	1.944	21%	36%	50%
3	Media Baja	2.900	53%	77%	90%
4	Media Alta	3.497	36%	62%	82%
5	Media Alta	5.669	11%	21%	31%
6	Media Baja	1.727	10%	17%	26%
7	Media Baja	2.566	48%	81%	96%
8	Media Baja	2.005	32%	56%	77%
9	Media Baja	3.733	46%	71%	85%
10	Media Baja	2.730	30%	61%	76%

11	Media Baja	1.726	49%	76%	86%
12	Media Baja	2.179	17%	32%	44%
13	Media Baja	1.084	32%	54%	66%
14	Media Baja	1.381	30%	52%	71%
15	Media Baja	0.889	21%	37%	51%
16	Media Alta	0.841	40%	62%	80%
17	Media Baja	1.225	40%	64%	83%
18	Media Baja	0.518	92%	100%	100%
19	Media Baja	0.963	64%	91%	100%
20	Media Baja	0.716	69%	94%	100%
21	Media Baja	1.982	41%	75%	92%
22	Media Baja	1.005	15%	28%	40%
23	Media Baja	0.949	16%	29%	41%
24	Media Baja	1.489	24%	43%	61%
25	Media Baja	1.808	48%	76%	94%
26	Media Baja	1.067	11%	24%	41%
27	Media Baja	1.191	40%	66%	78%
28	Media Baja	1.806	42%	70%	85%
29	Media Baja	3.096	25%	49%	67%
30	Media Baja	3.150	16%	35%	53%
31	Media Baja	2.623	22%	42%	61%
32	Media Baja	2.033	34%	61%	80%
33	Media Baja	1.421	33%	54%	71%
34	Media Baja	3.403	5%	11%	19%
35	Media Baja	1.907	14%	27%	37%
36	Media Baja	1.226	31%	52%	69%
37	Media Baja	1.761	36%	60%	77%
38	Media Baja	1.690	21%	42%	65%
39	Media Baja	2.572	5%	10%	15%
40	Media Baja	1.790	47%	78%	96%
41	Media Baja	1.336	47%	76%	93%
42	Media Baja	1.221	18%	32%	51%
43	Media Baja	1.712	35%	62%	82%
44	Media Baja	2.154	39%	69%	89%
45	Media Baja	3.026	22%	42%	61%
46	Media Baja	1.564	44%	77%	94%
47	Media Baja	1.938	27%	49%	69%
48	Media Baja	1.592	9%	23%	38%
49	Media Baja	2.013	35%	57%	72%
50	Media Alta	2.874	24%	49%	72%
51	Media Baja	1.617	59%	89%	96%

52	Media Baja	0.975	54%	82%	96%
53	Media Baja	1.234	44%	73%	91%
54	Media Baja	1.402	56%	92%	100%
55	Media Baja	1.072	29%	51%	69%
56	Media Baja	1.663	28%	52%	71%
57	Media Baja	1.686	25%	45%	63%
58	Media Baja	1.769	39%	63%	76%
59	Media Baja	2.069	30%	51%	66%
60	Media Baja	3.147	19%	37%	54%
61	Media Baja	0.784	48%	83%	99%
62	Media Baja	2.284	34%	61%	81%
63	Media Baja	1.660	45%	82%	99%
64	Media Baja	1.207	36%	61%	80%
65	Media Baja	1.289	39%	54%	62%
66	Media Baja	1.973	38%	66%	84%
67	Media Baja	1.049	33%	61%	77%
68	Media Baja	1.435	37%	64%	80%
69	Media Baja	0.686	45%	67%	76%
70	Media Baja	0.618	21%	39%	57%
71	Media Baja	0.733	33%	58%	70%
72	Media Baja	1.490	55%	87%	98%
73	Baja	1.513	35%	63%	84%
74	Media Baja	1.026	47%	80%	93%
75	Media Baja	0.947	53%	86%	100%
76	Media Baja	0.881	49%	84%	100%
77	Media Baja	1.504	13%	27%	44%
78	Media Baja	1.938	30%	46%	60%
79	Media Baja	3.138	42%	65%	81%
80	Media Baja	2.803	20%	35%	49%
81	Media Baja	1.574	16%	31%	45%
82	Media Alta	1.732	23%	40%	54%
83	Media Baja	1.591	24%	44%	61%
84	Media Baja	1.411	27%	49%	70%
85	Media Baja	0.756	35%	67%	87%
86	Media Baja	1.869	35%	68%	88%
87	Baja	2.009	46%	78%	95%
88	Media Baja	2.162	47%	83%	99%
89	Media Baja	2.399	52%	84%	97%
90	Media Baja	1.648	43%	69%	84%
91	Media Baja	2.367	45%	72%	90%
92	Media Baja	1.519	29%	55%	75%

93	Media Baja	2.385	45%	76%	91%
94	Media Baja	1.566	40%	68%	90%
95	Media Baja	4.359	32%	60%	81%
96	Media Alta	2.617	39%	64%	79%
97	Media Alta	3.617	15%	30%	43%
98	Media Baja	0.596	57%	87%	98%
99	Media Baja	0.898	68%	92%	100%
100	Media Baja	1.225	48%	83%	97%
101	Media Baja	1.478	35%	61%	79%
102	Media Alta	3.433	22%	43%	60%
103	Media Baja	4.735	6%	13%	23%
104	Media Alta	1.307	26%	45%	60%

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES-DISCUSIÓN

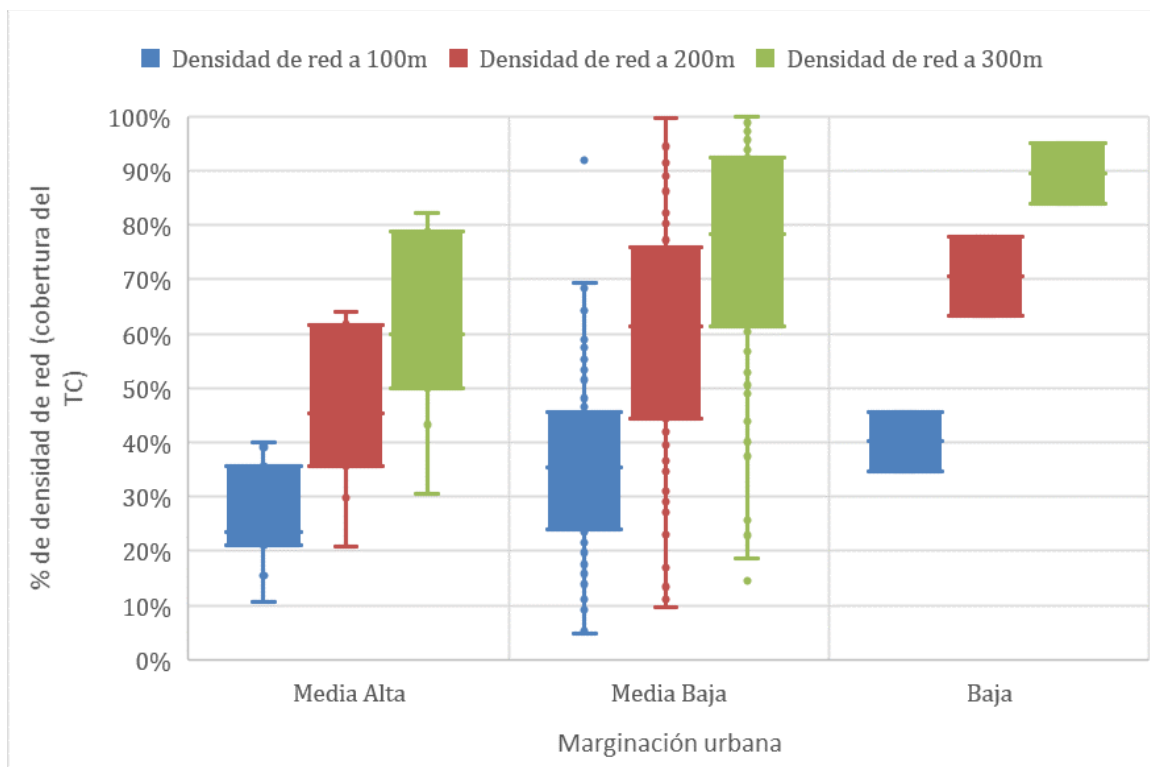
En el Gráfico 1 se resumen las densidades de red calculadas para las distintas áreas de influencia propuestas y expresadas en porcentaje de cobertura respecto a la superficie de la zona total. Estos datos se separan en tres categorías de acuerdo con el grado de marginación urbana que poseen las zonas. Lo anterior nos permite encontrar que el 87.5% de las zonas tienen una marginación Media-Baja, 10.58% tiene marginación Media-Alta y el 1.92% posee una marginación Baja. La densidad de red a 100m para las zonas con marginación Media-Alta (los más vulnerables) la cobertura del TC es en promedio 26% existiendo casos de 11% y 15%, en el caso de las 91 zonas con marginación Media-Baja la accesibilidad ofrecida a 100m es de 35% en promedio con valores extremos de 92%, 5% y 6%, estos últimos prácticamente se duplican al ampliar el nivel de cobertura cada 100m.

Además, en el caso de las densidades de red para 200m y 300m las medias de cobertura ya están por arriba del 50%, y en el caso de las zonas con IMU Medio-Bajo se alcanza el 100% de la cobertura del servicio al superponer las rutas de TC, estas zonas se caracterizan por tener centros de atracción de viajes importantes como plazas, centros comerciales, educativos y de gobierno que son lugares por donde los concesionarios del transporte público hacen pasar sus rutas. Al observar el Gráfico 1 se

encuentran dos retos, el primero tiene que ver con encontrar las condiciones que permitan mejorar la accesibilidad en el 10% del área urbana donde se encuentran las personas con mayor marginación hacia el noroeste, noreste y sureste de la ciudad, pues estos grupos vulnerables tienen adicionalmente las tasas más bajas de accesibilidad del TC. El otro reto consiste en disminuir la variación existente en las zonas con marginación Media-Baja dado que al analizar la influencia del TC para 200m se obtienen valores de densidad de red que oscilan entre el 10%-100%, si bien la cobertura de transporte parece ser satisfactoria, una parte de la población requiere de estrategias para acceder al servicio con menos restricciones, pues estas pueden influir indirectamente en el grado de marginación.

Adicionalmente, se plantea la necesidad de revisar la composición de los AGEB que integran las zonas preestablecidas para ver qué tan homogéneos son unos de otros y evaluar si existen zonas cuyos AGEB presentan distintos grado de marginación los cuales, al momento ponderar su IMU, se minimiza la marginación de algunos por ser colindantes de otros con mejor condición de marginación, la Tabla 2 establece una escala de valoración cualitativa para los distintos escenarios de homogeneidad-heterogeneidad de los AGEB que componen las zonas y se presenta el porcentaje para cada uno de ellos.

Gráfico 1. Densidad de red de TC en % respecto a la marginación urbana de la ciudad de Mexicali



Fuente: elaboración propia

Tabla 2. Porcentaje de tipos de zonas de acuerdo con los escenarios posibles de homogeneidad de los AGEB que las componen.

ZONA	Descripción	Representa %
TIPO I	Todos los AGEB tienen el mismo IMU (homogéneo)	74.15
TIPO II	La mayoría de los AGEB son del mismo tipo, solo hay 1 distinto	19.23
TIPO III	La mayoría de los AGEB son del mismo tipo, incluye 2 distintos	3.84
TIPO IV	La mayoría los AGEB son de un grado de marginación, 3 grados adicionales	1.92
TIPO V	Existe representatividad de los distintos grados de marginación (heterogéneo)	0
TIPO VI	Existen 2 grados de marginación, cada uno representado por el mismo número de AGEB	3.84

Fuente: elaboración propia



De acuerdo a lo anterior, se puede decir que el 90.38% de las 104 zonas tienen un IMU ponderado que es consistente con el IMU de aquellos AGEB que la componen, donde la gran mayoría poseen un grado de marginación de Media-Baja, en el caso del pequeño porcentaje restante las zonas presentan una diversidad más amplia en el grado de marginación de los AGEB que las componen, esta variación presentada en menos del 10% del área de estudio no demerita la funcionalidad de los criterios de zonificación utilizados para el análisis de transporte colectivo en zonas urbanas, pero sí sugiere incorporar otras variables como nivel de ingresos de la población y datos de sus desplazamientos provenientes de una matriz origen-destino, las cuales quedan fuera del alcance del presente estudio, pero que pueden ser útiles en la construcción de un anexo metodológico que analice las zonas con variaciones en la marginación urbana de sus unidades censales a fin

de identificar la segregación de accesibilidad al transporte colectivo en los diferentes escenarios propuestos (100m, 200m y 300m) respecto a las zonas que poseen las zonas con mayor marginación. Si bien el presente ejercicio entrega resultados representativos para la ciudad del caso de estudio que metodológicamente pueden replicarse en otras ciudades, se plantea la necesidad de incorporar el grado de marginación de sus habitantes como parte de los criterios de delimitación de las zonas para estudios de análisis de los sistemas de transporte, dado que aquellos con mayor marginación requieren de mejores y suficientes condiciones de accesibilidad para tener la posibilidad de trasladarse a un empleo bien remunerado, a servicios de salud, educación y consumo. Dicha accesibilidad está relacionada con la posibilidad de proveer condiciones de movilidad urbana para mejorar su calidad de vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amir, S., Mortazavi, H., y Akbarzadeh, M. (2017). A Framework for Measuring the Spatial Equity in the Distribution of Public Transportation Benefits. *Journal of Public Transportation*, 20(1), 44-62.

Armstrong-Wright, A., y Thiriez, S. (1987). *Bus services: Reducing costs, raising standards*. Washington.: The World Bank Ed.

Ayuntamiento de Mexicali (2004). Plan maestro de vialidad y transporte de Mexicali, B.C. Periódico Oficial Del Estado de Baja California, publicado el 21 de mayo 2004, Sección III.

Ayuntamiento de Mexicali. (2007). Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025. Periódico Oficial Del Estado de Baja California.

Cal y Mayor, R., y Cárdenas, J. (2006). *Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones*. Editorial Alfa y Omega.

Capel, H. (2005). *El Modelo Barcelona: un examen crítico*. Barcelona, Ediciones del Serbal.

Church, A., Frost, M., & Sullivan, K. (2000). Transport and social exclusion in London. *Transport Policy*, 7(3), 195-205.

Chasco Lafuente, P. (1988). Modelos de localización de centros comerciales.

Téllez, Y., López, J., y Romo, R. (2012). Índice de marginación urbana 2010. México, Consejo Nacional de Población. Extraído el 21 de mayo de 2018 desde: http://conapo.gob.mx/es/CONAPO/indice_de_marginacion_urbana_2010

Dodson, J., Buchanan, N., Gleeson, B., y Sipe, N. (2006). *Investigating the Social Dimensions of Transport*

Disadvantage—I. Towards New Concepts and Methods. *Urban Policy and Research* 24, 433-453.

Ecourbano. (2014). Libro verde de medio ambiente urbano Tomo I, pp. 83. Extraído el 21 de mayo de 2018 desde: <http://www.ecourbano.es/imag/libroverde.pdf>

García-Schilardi, M. E. (2014). Transporte público colectivo: su rol en los procesos de inclusión social. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(24), 34-40.

Garrocho Rangel, C. (2003). La teoría de interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades comerciales y de servicios. *Economía, Sociedad y Territorio*, IV(14), 203-251.

Gratiela, B., y Viorela-Georgiana, C. (2013). Sustainable transport's indicators. Comparative study: EU-27 and Romania. *Constanta Maritime University Annals*, 14(19), 267-270.

Hernando, M. Á. M. (1990). Aplicación del modelo de Huff en el estudio del comercio minorista en la Región de Murcia. *Papeles de Geografía*, (16), 217-235.

IMIP, SEDESOL, USTRAN, & LOGIT. (2011). Plan Maestro de Vialidad y Transporte de Mexicali, B.C. Mexicali: Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali.

INEGI. (2016). México en cifras: Información nacional, por entidad federativa y municipios Extraído el 01 de junio de 2016 desde: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=02>

ITDP. (2014). TOD standard v2.1. New York: Institute for Transportation & Development Policy.

Kunieda, M., y Gauthier, A. (2007). *Género y Transporte Urbano: Inteligente y Asequible*. (GTZ, Ed.). Eschborn, Alemania. Extraído el 21 de mayo de 2018 desde:

http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB7_Social-Issues-in-Transport/GIZ_SUTP_SB7a_Gender-and-Urban-Transport_ES.pdf

Ortúzar, J. D. (2016). Modelos de demanda de transporte (2nd ed.). Ciudad de México: Alfaomega.

Rodríguez-Molina, J. (2003). La pobreza como marginación y delito. *Gazeta de antropología*, 4(19), 1-38.

Rodríguez-Rueda, P. J., y Turias-Domínguez, I. J. (2017). Una

comparativa entre redes neuronales artificiales y métodos clásicos para la predicción de la movilidad entre zonas de transporte. Aplicación práctica en el Campo de Gibraltar, España. *Revista Dyna*, 84(200), 209-216.

UITP. (2013). Transporte público: creación de empleo verde y fomento del crecimiento inclusivo. *Focus*, 1-8. Extraído el 21 de mayo de 2018 desde: www.uitp.org