

72

Fecha de presentación: julio, 2023
Fecha de aceptación: octubre, 2023
Fecha de publicación: noviembre, 2023

CARACTERIZACIÓN

DE LA MOVILIDAD URBANA EN LA ZONA METROPOLITANA DE TULANCINGO HIDALGO, MÉXICO

CHARACTERIZATION OF URBAN MOBILITY IN THE METROPOLITAN AREA OF TULANCINGO HIDALGO, MEXICO

Omar Olvera Cruz¹

E-mail: ol186266@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8542-8078>

Rodolfo Rogelio Posadas Domínguez²

E-mail: rodolfo_posadas@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0721-1295>

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México.

²Escuela Superior de Zimapán, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Olvera Cruz, O., & Posadas Domínguez, R. R. (2023). Caracterización de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo Hidalgo, México. *Universidad y Sociedad*, 15(6), 725-736.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo analizar la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo Hidalgo, México. Empleando técnicas estadísticas como el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Kruskal-Wallis se investiga la elección modal en los traslados hacia los centros de trabajo y educativos a partir de una encuesta realizada a 137 Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEB). Los resultados muestran que las AGEB con poblaciones entre 800 y más de 2400 habitantes previo y posterior a la pandemia Covid-19 utilizaron como uno de sus principales medios de movilidad hacia los centros de trabajo y educativos el transporte público y los desplazamientos a pie, mientras que la población de 65 años y más en AGEB con una densidad menor a 799 habitantes utilizan los desplazamientos a pie como principal medio de traslado.

Palabras clave: Movilidad sostenible, Zonas rurales, Política urbana, Sustentabilidad.

ABSTRACT

This research aims to analyze urban mobility in the Metropolitan Area of Tulancingo Hidalgo, Mexico. Using statistical techniques such as analysis of variance (ANOVA) and the Kruskal-Wallis test, the modal choice in commuting to work and educational centers is investigated from a survey of 137 Urban Basic Geostatistical Areas (AGEB). The results show that the AGEB with populations between 800 and more than 2400 inhabitants before and after the Covid-19 pandemic used public transport and walking as one of their main means of mobility to work and educational centers, while that the population aged 65 and over in AGEB with a density of less than 799 inhabitants use walking as the main transportation.

Keywords: Sustainable mobility, Rural areas, Urban policy, Sustainability.

INTRODUCCIÓN

El diseño de políticas y sistemas de movilidad urbana se ha convertido en un dominio clave de investigación e intervención para los gobiernos (Gabrielli et al., 2014). En el contexto de los inmensos desafíos económicos y sociales que enfrenta el análisis del sistema de transporte urbano en el futuro próximo, es posible pensar que este escenario es prometedor para identificar estrategias potenciales que establezcan sistemas de transporte más sostenibles (Klinger et al., 2013).

LA urbanización significa uno de los mayores desafíos para el desarrollo futuro de las áreas metropolitanas en todo el mundo, debido a la alta concentración de población, que en ellas se da, y la cual consecuentemente crea una expansión de sus necesidades, entre ellas el transporte (Sudhakara & Balachandra, 2012). En estas condiciones, la movilidad urbana en los países occidentales ha evolucionado sustancialmente en los últimos cincuenta años, pasando de un uso intensivo del automóvil, expansión en la red de carreteras y ferrocarriles (Haque et al., 2013), al énfasis actual enfocado en reducir el uso del automóvil y fomentar los viajes sostenibles para promover ciudades habitables con mayor calidad de vida (Jones, 2014). Lo anterior, fundamentado en las preocupaciones mundiales del cambio climático causadas por el sistema de transporte debido al aumento en las concentraciones de dióxido de carbono (Haque et al., 2013; Klinger et al., 2013).

Bajo este escenario, la movilidad urbana y su infraestructura en las ciudades y zonas metropolitanas mexicanas es uno de los problemas más urgentes en la actualidad (Chatziioannou et al., 2020), ya que se observan patrones de movilidad que se someten a un modelo de crecimiento, diseñado para los automóviles y no para las personas, lo cual provoca que el transporte represente de acuerdo con cifras oficiales la segunda fuente más importante de emisiones de Gases Efecto Invernadero en México. Sin embargo, en el país hasta años recientes fue que se comenzó a considerar movilidad urbana sostenible dentro de los objetivos y planes de los gobiernos federal, estatal y municipal.

Con esta estructura, no solo las acciones sino también la mayoría de las investigaciones en México se han centralizado en el transporte automotor, priorizando la gestión del tráfico vehicular o la mejora de la infraestructura para este (Obregón & Betanzo, 2015), haciendo a un lado las necesidades de la población y los desplazamientos modales como el transporte público, la bicicleta o los traslados a pie, que ante la insostenibilidad de la movilidad

urbana en México, surgen como alternativas viables de movilidad sostenible (Satterthwaite, 2009)

En México se realizan aproximadamente 130 millones de viajes diarios, de los cuales 80% se efectúan en transporte 22% en automóvil, 7% en bicicleta y cuando los desplazamientos intermodales son menores a 1,6 kilómetros el 27% de la población mexicana los realiza a pie (Lastra & Delgado, 2015). Esta situación contrasta con el reparto modal observado en la Zona Metropolitana de Tulancingo Hidalgo, México (ZMT), región de estudio, en la cual los viajes a los centros de trabajo tienen mayor equilibrio entre el uso del automóvil y los modos de transporte considerados sostenibles, con el 37% de los desplazamientos realizados en transporte público, 30% a pie, 23% en vehículo particular, 7% en bicicleta y 3% en transporte de personal respecto de los desplazamientos a los centros laborales, mientras que los traslados, hacia los centros educativos; el 50% se realizan a pie, 36% en transporte público, 12% en vehículo particular y 2% en bicicleta (ITDP, 2017).

No obstante, la nueva normalidad a la que se enfrenta el mundo provocada por la pandemia de la Covid-19, ha cambiado drásticamente la forma en que vivimos, trabajamos y nos movemos. Los cierres, el trabajo remoto y otras restricciones han transformado los patrones de movimiento y reducido la congestión del tráfico en la mayoría de las ciudades. Con estas características, es necesario contar con una movilidad resiliente no solo para mantener el movimiento regular de personas, bienes y servicios alrededor de las ciudades, sino también para poder responder ante escenarios críticos, en donde la movilidad sostenible se presenta como una solución viable por parte de los gobiernos y habitantes ante los cambios en la dinámica de vida de las personas.

Con el escenario anterior, surgen los siguientes cuestionamientos sobre la movilidad en las principales Zonas Metropolitanas de México, ¿La pandemia del Covid-19 cambio la dinámica de movilidad? ¿Con una nueva normalidad las Zonas Metropolitanas fomentarán una movilidad urbana enfocada en sistemas de movilidad sostenibles?, estas y otras interrogantes deben analizarse para proveer información útil a tomadores de decisiones en un tema relevante en la vida y el tejido social como la movilidad urbana. Por estas características, el objetivo de este trabajo fue la caracterización de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo, México a través de un análisis comparativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la ZMT, la cual es una de las tres existentes en el estado de Hidalgo, y la segunda en importancia en función del número de habitantes y extensión territorial, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) cuenta con 268 351 habitantes y una densidad de población de 398 68 Hab/km², el municipio central Tulancingo colinda físicamente con seis municipios; sin embargo, la zona metropolitana únicamente está conformada por tres de ellos; Cuautepec de Hinojosa, Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero y Tulancingo de Bravo.

Obtención de la información

La información para realizar esta investigación provino del Censo de Población y Vivienda, Panorama Sociodemográfico de Hidalgo. Los datos se recogieron por INEGI a través de encuestas y entrevistas cara a cara donde el objetivo principal fue obtener información sobre la distribución territorial, vivienda, población total, características educativas y afiliación a servicios de salud. Esta recopilación de datos es la más reciente y completa sobre las características de movilidad urbana en la ZMT, dado que incluye información desagregada de las 137 Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas (AGEB) en las que se dividen los tres municipios de la ZMT (Figura 1). De acuerdo con Obregón & Betanzo (2015), la unidad AGEB ha representado un medio exitoso para evaluar la movilidad urbana en Zonas Metropolitanas, por ello, en esta investigación se utilizó como referencia para analizar la caracterización de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo.

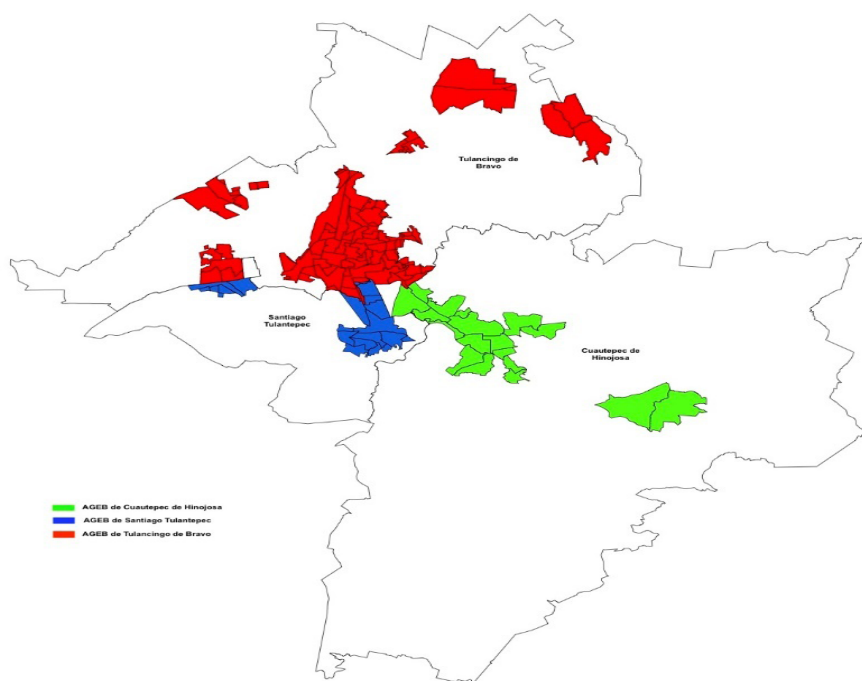


Figura 1. Localización de las 137 Áreas Geoestadísticas Básicas Urbanas de la Zona Metropolitana de Tulancingo

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el estudio propuesto fueron consideradas las 137 AGEBS de la ZMT, dado que es posible encontrar al interior de cada zona características similares en relación con las variables que influyen directamente en la movilidad urbana (Obregón & Betanzo, 2015). Para llevar a cabo este análisis se estratificó a cada AGEBS con base al número de habitantes, esto para evitar algún sesgo en el análisis por el tamaño de la población (Lastra y Delgado, 2015). Con las

características antes mencionadas se construyeron cuatro estratos asignando las AGEB de la siguiente forma; Estrato I = 48 AGEB, Estrato II = 30 AGEB, Estrato III = 27 AGEB, y Estrato IV = 32 AGEB (Tabla 1).

Tabla 1. Estratificación de AGEB por número de habitantes.

Estrato por tipo de AGEB	Total de habitantes	AGEB por estrato
I	De 799 habitantes o menos	48
II	De 800 a 1599 habitantes	30
III	De 1600 a 2399 habitantes	27
IV	2400 habitantes o más	32

Fuente: Elaboración propia con base en Lastra & Delgado (2015).

Análisis estadístico

El paquete Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25 fue utilizado para analizar la información. La movilidad urbana se estudió a través de un análisis de comparación de medias, en donde previo a su implementación se verificó la distribución normal de los datos con la prueba Shapiro-Wilk. Para las variables en análisis que presentaron distribución normal, su estudio se realizó con un análisis de varianza (ANOVA) de un factor mediante el procedimiento comparación de medias del SPSS, cuando hubo diferencias entre estratos la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($p = 0.05$). Mientras que las variables con distribución no normal se analizaron con la prueba de Kruskal-Wallis y cuando hubo diferencias entre estratos la comparación de medias se realizó con la prueba de Bonferroni.

RESULTADOS

El municipio de Tulancingo fue el que presentó la menor población de 65 años y más ($p < 0.05$), mientras que las viviendas habitadas con disponibilidad de bicicleta como medio de transporte fueron mayores ($p < 0.05$) en el municipio de Cuauhtepic. No se encontraron diferencias significativas entre municipios sobre la disponibilidad de los principales medios de transporte como el automóvil y motoneta. Sin embargo, resalta que el municipio con las mayores características urbanas (Tulancingo) presentará la menor tenencia por vivienda en automóvil, motoneta y bicicleta, algunos de los principales medios que utiliza la población para realizar su movilidad cotidiana (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis comparativo de las principales variables relacionadas con la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo para el estrato I.

Variables	Estrato I (0 – 799 habitantes)			
	Cuautepec de Hinojosa	Santiago Tulantepec	Tulancingo de Bravo	Prueba de significancia*
	(n=3)	(n=9)	(n=36)	
Grado de rezago social (clases latentes)	17.67	25.06	24.93	0.66
Población total	38.83	28.33	22.35	0.09
Población femenina	37.67	27.83	21.84	0.10
Población masculina	37.67	26.72	22.13	0.14
Población de 65 años y más	28.67 bac	29.64 c	17.55 a	0.02
Población con discapacidad para caminar, subir o bajar	21.83	20.00	15.10	0.32

Población con limitación para caminar, subir o bajar	26.50	21.00	15.35	0.10
Población de 15 años y más con primaria completa	33.33	22.89	20.65	0.24
Población de 15 años y más con secundaria completa	37.33	27.39	20.50	0.06
Grado promedio de escolaridad	21.33	26.44	23.60	0.81
Población de 12 años y más ocupada	35.67	27.72	22.04	0.17
Población sin afiliación a servicios de salud	36.00	26.33	21.65	0.16
Población afiliada a servicios de salud	36.33	28.06	21.90	0.13
Total de viviendas particulares habitadas	37.00	27.28	22.04	0.14
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	24.00	23.44	24.14	0.99
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	21.00	23.06	24.50	0.89
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	33.17	25.56	20.64	0.19
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	37.17	27.89	21.87	0.11
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	20.83	20.50	14.89	0.23
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	24.00	27.67	18.07	0.14
Viviendas particulares habitadas con tres cuartos y más	37.33	27.67	21.91	0.12
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	19.50	22.92	20.11	0.34
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	31.33	28.38	20.27	0.11
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	29.17	23.94	18.46	0.19
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	32.33 cb	27.81 b	18.05 a	0.03
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	29.00	25.75	19.68	0.25
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	17.00	20.80	18.21	0.52

Fuente: Elaboración propia

*Nivel de significancia a un p-valor = 0.05

Nota: Valores en la misma fila con diferente literal indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

En el (Tabla 3) Análisis comparativo de las principales variables relacionadas con la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo para el estrato II no se observan diferencias significativas ($p < 0.05$) en los principales medios de movilidad entre municipios; no obstante, se aprecia un efecto de escala indicando mayor disponibilidad de automóvil, motoneta y bicicleta en AGEB con mayor población. Se observa que el municipio de Cuauhtémoc tiene la mayor concentración en las variables, población total, población de 15 años y más con primaria y secundaria completa,

población afiliada a servicios de salud, así como población masculina, variables que se relacionan directamente con la necesidad que tiene la población de trasladarse a los centros educativos y de trabajo.

Tabla 3. Análisis comparativo de las principales variables relacionadas con la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo para el estrato II

Variables	Estrato II (800 – 1599 habitantes)			
	Cuautepec de Hinojosa	Santiago Tulantepec	Tulancingo de Bravo	Prueba de significancia*
	(n=9)	(n=6)	(n=15)	
Grado de rezago social (clases latentes)	17.72	13.00	15.17	0.44
Población total	21.56 cb	13.67 bac	12.60 ab	0.05
Población femenina	21.06	14.50	12.57	0.07
Población masculina	21.67 cb	13.67 bac	12.53 ab	0.04
Población de 65 años y más	20.67	15.25	12.50	0.09
Población con discapacidad para caminar, subir o bajar	21.22 cb	9.00 bac	14.67 ab	0.03
Población con limitación para caminar, subir o bajar	20.06	11.00	14.57	0.13
Población de 15 años y más con primaria completa	24.61 c	9.00 ab	12.63 ba	0.09
Población de 15 años y más con secundaria completa	23.44 c	13.92 ba	11.37 ab	0.01
Grado promedio de escolaridad	9.44 a	21.00 cb	16.93 bc	0.03
Población de 12 años y más ocupada	19.11	14.83	13.60	0.33
Población sin afiliación a servicios de salud	16.56	13.67	15.60	0.82
Población afiliada a servicios de salud	22.11 cb	16.33 bac	11.20 ab	0.01
Total de viviendas particulares habitadas	19.33	17.42	12.43	0.15
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	17.78	11.17	15.87	0.35
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	17.06	10.33	16.63	0.27
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	22.72 c	11.17 ab	12.90 ba	0.01
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	15.67	21.08	13.17	0.18
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	16.22	08.10	14.73	0.17
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	19.28	12.00	14.63	0.25
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	18.11	20.00	12.13	0.10
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	14.33 c	05.00 ab	08.50 ba	0.01
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	16.28	20.25	13.13	0.23
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	19.61	11.92	14.47	0.21
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	20.67	11.83	13.87	0.09
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	11.00	22.17	15.53	0.06
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	15.00 cb	4.50 ab	10.80 bac	0.01

Fuente: Elaboración propia

*Nivel de significancia a un p-valor = 0.05

Nota: Valores en la misma fila con diferente literal indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

La disponibilidad de bicicleta como medio de transporte fue mayor para el municipio de Santiago, mientras que la tenencia de motoneta y automóvil se incrementó en Cuautepec y Tulancingo respectivamente; sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 4). Los municipios que tienen AGEB con mayor población total como Santiago y Cuautepec tenían concentraciones más altas ($P < 0.05$) en la población de 15 años y más con

primaria y secundaria terminada; no obstante, esto no se reflejó en un mayor grado de escolaridad, donde el municipio de Tulancingo presenta el promedio más alto.

Tabla 4. Análisis comparativo de las principales variables relacionadas con la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo para el estrato III.

Variables	Estrato III (1600 – 2399 habitantes)			
	Cuautepec de Hinojosa (n=4)	Santiago Tulantepec (n=4)	Tulancingo de Bravo (n=19)	Prueba de significancia
Grado de rezago social (clases latentes)	15.38	12.00	14.13	0.61
Población total	13.75	22.25	12.32	0.08
Población femenina	15.38	21.75	12.08	0.08
Población masculina	12.25	21.25	12.84	0.14
Población de 65 años y más	15.75	18.50	12.68	0.37
Población con discapacidad para caminar, subir o bajar	14.00	18.50	13.05	0.46
Población con limitación para caminar, subir o bajar	14.75	12.50	14.16	0.91
Población de 15 años y más con primaria completa	21.25 cb	19.50 bac	11.32 ab	0.02
Población de 15 años y más con secundaria completa	16.63 bac	23.75 cb	11.39 ab	0.01
Grado promedio de escolaridad	6.25 ab	10.38 bac	16.39 bc	0.04
Población de 12 años y más ocupada	8.88	20.25	13.76	0.13
Población sin afiliación a servicios de salud	16.75	11.25	14.00	0.62
Población afiliada a servicios de salud	12.25 ab	23.25 c	12.42 ba	0.04
Total de viviendas particulares habitadas	12.50	19.38	13.18	0.34
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	19.00	16.50	12.42	0.26
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	18.00	15.25	12.89	0.48
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	20.75 bc	22.00 cb	10.89 a	0.01
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	9.00	16.75	14.47	0.34
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	19.00	10.00	10.67	0.07
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	20.75 bc	20.88 cb	11.13 a	0.02
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	9.25	16.63	14.45	0.38
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	13.67	11.67	9.57	0.49
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	9.25	14.50	14.89	0.43
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	18.88	18.38	12.05	0.14
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	14.00	18.00	13.16	0.54
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	9.50	11.00	15.58	0.27
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	13.50	9.00	10.27	0.58

Fuente: Elaboración propia

*Nivel de significancia a un p-valor = 0.05

Nota: Valores en la misma fila con diferente literal indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

En la (Tabla 5) se observa que las AGEB con una población superior a los 2400 habitantes, presentan un equilibrio en las variables relacionadas con los medios de movilidad (automóvil, motoneta y bicicleta), pero el municipio de Tulancingo tiene la menor tenencia de estos medios en los tres municipios evaluados. Con las características anteriores, se puede inferir que las AGEB con mayor grado de urbanización y concéntricas al municipio central de Tulancingo

como se muestra en la (Figura 2), utilizan medios alternativos de movilidad como el transporte público o los desplazamientos a pie.

Tabla 5. Análisis comparativo de las principales variables relacionadas con la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo para el estrato IV.

Variables	Estrato IV (con más de 2,400 habitantes)			
	Cuautepec de Hinojosa	Santiago Tulantepec	Tulancingo de Bravo	Prueba de significancia
	(n=2)	(n=3)	(n=27)	
Grado de rezago social (clases latentes)	14.00	14.00	16.96	0.59
Población total	28.00	10.00	16.37	0.11
Población femenina	28.00	10.17	16.35	0.11
Población masculina	28.00	11.00	16.26	0.13
Población de 65 años y más	19.50	16.00	16.33	0.81
Población con discapacidad para caminar, subir o bajar	18.00	9.67	17.15	0.41
Población con limitación para caminar, subir o bajar	20.00	13.17	16.61	0.72
Población de 15 años y más con primaria completa	24.75	7.33	16.91	0.11
Población de 15 años y más con secundaria completa	27.50	8.33	16.59	0.08
Grado promedio de escolaridad	18.00	25.67	15.37	0.19
Población de 12 años y más ocupada	26.00 cb	05.83 ab	16.98 bac	0.05
Población sin afiliación a servicios de salud	25.00 cb	5.33 a	17.11 bc	0.05
Población afiliada a servicios de salud	25.75	19.67	15.46	0.27
Total de viviendas particulares habitadas	27.00	17.50	15.61	0.25
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	12.00	08.67	17.70	0.22
Promedio de ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	13.00	06.50	17.87	0.12
Viviendas particulares habitadas con un dormitorio	27.50 cb	4.67 a	17.00 bc	0.02
Viviendas particulares habitadas con dos dormitorios y más	24.50	21.67	15.33	0.21
Viviendas particulares habitadas con sólo un cuarto	15.25	4.17	17.42	0.06
Viviendas particulares habitadas con dos cuartos	21.25	5.33	17.39	0.08
Viviendas particulares habitadas con 3 cuartos y más	25.00	19.67	15.52	0.32
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	11.75	5.17	12.59	0.18
Viviendas particulares habitadas que disponen de automóvil o camioneta	29.50	22.00	14.93	0.06
Viviendas particulares habitadas que disponen de motocicleta o motoneta	30.50	19.67	15.11	0.07
Viviendas particulares habitadas que disponen de bicicleta como medio de transporte	30.00	21.33	14.96	0.06
Viviendas particulares habitadas que disponen de Internet	29.50	19.00	15.26	0.10
Viviendas particulares habitadas sin tecnologías de la información y de la comunicación (TIC)	20.75	6.00	15.26	0.11

Fuente: Elaboración propia

*Nivel de significancia a un p-valor = 0.05

Nota: Valores en la misma fila con diferente literal indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

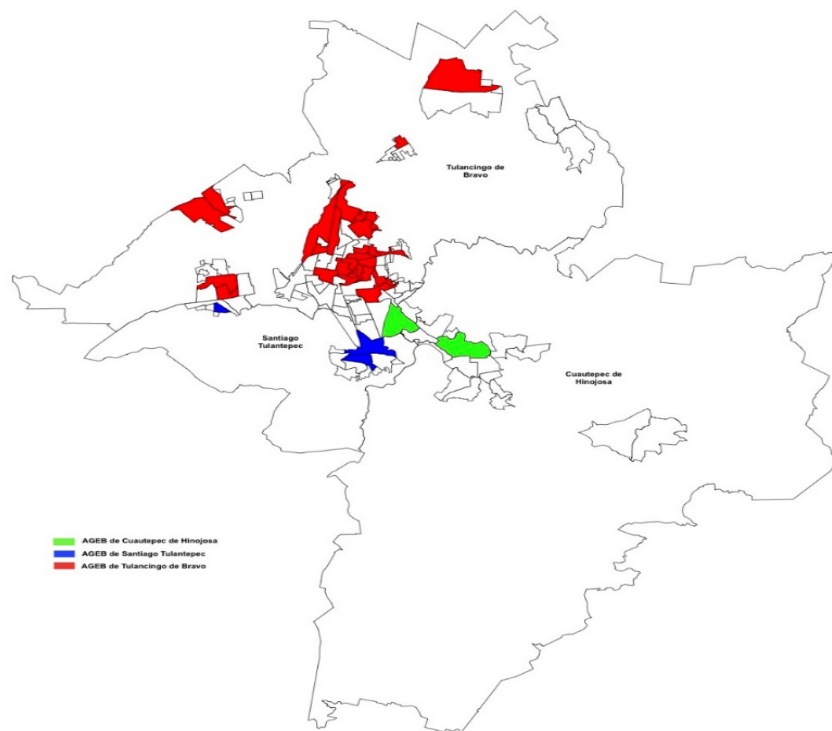


Figura 2. Localización de las AGEB correspondientes al estrato IV.

Fuente: Elaboración propia

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, se encontró que la población de 65 años y más presentó diferencias entre municipios para aquellas AGEB con una población menor a los 799 habitantes, respuesta que puede estar relacionada por la población activa joven que migra hacia las grandes áreas urbanas e industriales en busca de mejores oportunidades laborales, así como por el retorno de inmigrantes de edades avanzadas que regresan a sus lugares de origen (Sánchez, 2007). Variables que influyen directamente en los desplazamientos de aquellas AGEB con densidades de población baja, ya que a medida que se incrementa la edad de su población también lo hacen los desplazamientos a pie, principalmente el de los adultos mayores (Obregon & Betanzo, 2015), los cuales es altamente probable que reduzcan las distancias en sus recorridos cotidianos.

Los resultados de esta investigación muestran que la población del municipio de Cuautepec con una densidad menor a 799 habitantes utiliza la bicicleta como uno de sus principales medios de movilidad, esto puede explicarse entre otras variables por su ubicación geográfica, la cual es periférica al municipio central de Tulancingo, característica que aumenta el uso de la bicicleta como un medio particularmente atractivo de movilización (Guerra et al., 2020; Szymanska & Koloszko, 2022), al presentarse como una alternativa viable para conectar pequeñas poblaciones a servicios esenciales como el trabajo sobre todo en recorridos relativamente cortos. Lo cual es favorable, ya que el rezago social en el municipio de Cuautepec fue el más alto de los tres municipios evaluados y el uso de alternativas en la movilidad para poblaciones con estas características puede significar una reducción importante en el gasto corriente de las familias (Harbering & Schlüter, 2020), donde el aumento observado en el uso

de la bicicleta puede interpretarse como un ejemplo de dicha característica.

El uso del automóvil, motoneta y bicicleta no presentó diferencias significativas para las AGEB con poblaciones entre 800 y más de 2400 habitantes, lo cual significa que la ZMT no ha modificado las formas tradicionales de movilización hacia los centros de trabajo, escuelas y para cubrir sus principales necesidades básicas, a pesar de la crisis enfrentada por la Covid-19, la cual ha provocado cambios importantes en el comportamiento del transporte sustituyendo el uso del automóvil por el ciclismo y los desplazamientos a pie, dado que estas formas de traslado reducen la probabilidad de contagios (Nikiforiadis et al., 2022). Estos resultados demuestran que los tres municipios de la región de estudio con una densidad entre 800 y más de 2400 habitantes (65% de las AGEB de la ZMT) previo y posterior a la pandemia Covid-19 ya utilizaban medios sostenibles de movilidad con una tasa baja en los desplazamientos por medio del automóvil, motoneta y bicicleta (Harbering & Schuter, 2020). Resultados coincidentes con los reportes del Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP), el cual encontró en 2017 que el reparto modal en la ZMT para los desplazamientos hacia los centros de trabajo se realizó más del 50% por algún medio considerado sostenible (37% de los desplazamientos se realizaron en transporte público y 23% a pie), mientras que los traslados a los centros educativos, el 50% se realizó a pie y el 36% en transporte público (ITDP, 2017). Sin embargo, no se debe obviar que los diferentes medios de movilidad utilizados por los tres municipios de la ZMT son producto de las características geográficas y las condiciones socioeconómicas de la población, donde poca o nula influencia ha tenido la política pública. Con este escenario, todo parece indicar que el futuro de las políticas encaminadas a mejorar las diferentes formas de movilidad en la ZMT seguirá el mismo comportamiento tradicional, a menos que la nueva administración estatal que inicia mandato en 2022 cambie este paradigma.

Algunos autores indican que la población de niños y jóvenes se ha estudiado poco en términos de su comportamiento de viaje y movilización hacia los centros de estudio; sin embargo, sus necesidades tienen un efecto directo sobre la elección que implementan los hogares para transportarse. En este estudio se observó que las AGEB del municipio de Cuauhtémoc con una densidad entre 800 y 2399 habitantes (Estratos II y III) presentan el mayor porcentaje de población con primaria y secundaria terminada, lo cual demuestra que los hogares con estas características utilizan como principal medio de movilización los desplazamientos a pie o en transporte público, dado que no se encontraron diferencias en la

disponibilidad de automóvil, motoneta y bicicleta entre municipios para estas densidades poblacionales. Al respecto INEGI encontró que los traslados hacia los centros de educación para niños entre 3 a 14 años para el municipio de Cuauhtémoc se realizaron el 72% a pie y el 21% en transporte público, por lo cual se infiere que el análisis realizado en esta investigación se encuentra alineado con los reportes de otros estudios.

El género es una variable importante de contemplar en las mediciones y políticas de movilidad ya que existe evidencia de diferenciación entre hombre y mujeres en la percepción de seguridad y modos de desplazamiento elegidos. Los resultados de esta investigación indican un equilibrio en la población femenina y masculina para los cuatro estratos evaluados; sin embargo, esta investigación no pudo relacionar la proporción de mujeres y hombres que utilizan algún medio de transporte para cubrir sus necesidades básicas dadas la ausencia de esta información a nivel AGEB. Esta limitante permitirá en el futuro la posibilidad de complementar los resultados de esta investigación mediante la introducción de un marco relevante y la exploración de usuarios con respecto a sus expectativas y necesidades de movilidad en función del género (Goel et al., 2022). Lo cual abre la posibilidad para que tomadores de decisiones a nivel de política pública en la ZMT puedan construir planes de movilidad más efectivos que integren nuevas soluciones para crear un transporte inclusivo y justo (Pirra et al., 2021).

El surgimiento de la movilidad inteligente ha brindado a los investigadores, profesionales y creadores de políticas nuevas formas de entender y planificar las ciudades (Allam & Sharifi, 2022). Diversas investigaciones concuerdan en que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han sido ampliamente aplicadas en el monitoreo, operación y gestión de los servicios de transporte urbanos, dichos avances también han permitido la integración de múltiples modos de transporte y han facilitados los viajes de gran volumen más predecibles y respetuosos con el medio ambiente (Tafidis et al., 2017; Yanocha et al., 2021). Si bien muchas de estas tecnologías ahora son comunes en las grandes urbes y ciudades de ingresos altos, las regiones suburbanas y rurales como la región de estudio podrían paulatinamente cambiar el uso del automóvil y formas de movilidad ineficientes típicas a sistemas de transporte multimodal controlados por las TIC más integrados y eficientes (Yanocha et al., 2021). Los resultados de esta investigación muestran que si bien los tres municipios de la ZMT se encuentran en una situación similar de rezago, caracterizada por poblaciones con ingresos de medios a bajos, se infiere que la conexión a internet y el uso de dispositivos como el

celular y computadora en las AGEB analizadas acabarán siendo un factor determinante en la forma de movilización futura de la ZMT, agilizando el accesos a servicios como; pagos electrónicos, transferencias interbancarias, reuniones virtuales y de teletrabajo (Duthilleul, 2013).

CONCLUSIONES

La población de 65 años y más en AGEB con una densidad menor a 799 habitantes (Estrato I), utilizan como principal medio de movilidad los desplazamientos a pie, mientras que las AGEB con una ubicación periférica al municipio de Tulancingo priorizan la bicicleta como principal medio de transporte. Las AGEB con poblaciones entre 800 y más de 2400 habitantes (65% de las AGEB de la ZMT) previo y posterior a la pandemia Covid-19 utilizaron como uno de sus principales medios de movilidad hacia los centros de trabajo y educativos el transporte público y los desplazamientos a pie, con un bajo uso del automóvil, motoneta y bicicleta. Con estos resultados se concluye que la movilidad urbana en la Zona Metropolitana de Tulancingo se encuentra asociada con el aprovechamiento eficiente que realiza la población en los llamados medios de movilidad sostenible como los traslados a pie y en transporte público independientemente de la densidad poblacional y la ubicación geográfica de las AGEB. Sin embargo, para mejorar las condiciones de movilidad en la región de estudio se sugiere que tanto gobierno, creadores de políticas públicas y población en su conjunto trabajen en construir y aplicar planes de movilidad más efectivos que permitan crear un transporte inclusivo, justo y amigable con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allam, Z., & Sharifi, A. (2022). Research Structure and Trends of Smart Urban Mobility. *Smart Cities*, 5(2), 539–561. <https://doi.org/10.3390/smartcities5020029>
- Chatziioannou, I., Alvarez-Icaza, L., & Bakogiannis, E. (2020). A structural analysis method for the promotion of Mexico City's integral plan of mobility. *Cogent Engineering*, 7. <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1759395>
- Duthilleul, J. M. (2013). La movilidad urbana como modus operandi que edifica las ciudades. *Economía Sociedad y Territorio*, 13(42), 571–575. <https://doi.org/10.22136/est00201360>
- Gabrielli, S., Forbes, P., Jylhä, A., Wells, S., Sirén, M., Hemminki, S., Nurmi, P., Maimone, R., Masthoff, J., & Jacucci, G. (2014). Design challenges in motivating change for sustainable urban mobility. *Computers in Human Behavior*, 41, 416–423. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.05.026>
- Goel, R., Oyeboode, O., Foley, L., Tatab, L., Millett, C. & Woodcock, J. (2022). Gender differences in active travel in major cities across the world. *Transportation*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s11116-021-10259-4>
- Guerra, E., Zhang, H., Hassall, L., Wang, J., & Cheyette, A. (2020). Who cycles to work and where? A comparative multilevel analysis of urban commuters in the US and Mexico. *Transportation Research Part D*, 87(September), 102554. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102554>
- Haque, M., Chin, H. & Debnath, A. (2013). Sustainable, safe, smart-three key elements of Singapore's evolving transport policies. *Transport Policy*, 27, 20–31. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.11.017>
- Harbering, M. & Schlüter, J. (2020). Determinants of transport mode choice in metropolitan areas the case of the metropolitan area of the Valley of Mexico. *Journal of Transport Geography*, 87(June), 102766. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102766>
- Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP). (2017). *Invertir para movernos: Diagnóstico de inversión en movilidad en las zonas metropolitanas 2011-2015*. http://mexico.itdp.org/wp-content/uploads/Invertir_para_Movernos_2015.pdf
- Jones, P. (2014). The evolution of urban mobility: The interplay of academic and policy perspectives. *IATSS Research*, 38, 7–13. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iatssr.2014.06.001>
- Klinger, T., Kenworthy, J. & Lanzendorf, M. (2013). Dimensions of urban mobility cultures - a comparison of German cities. *Journal of Transport Geography*, 31, 18–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.05.002>
- Lastra, M., & Delgado, J. (2015). *Entre mi casa y mi destino: Movilidad y transporte en México: Encuesta Nacional de Movilidad y Transporte* (Universidad Nacional Autónoma de México (ed.)). Instituto de investigaciones Jurídicas. <http://www.losmexicanos.unam.mx/movilidadytransporte/libro/html5forpc.html?page=0&bbv=0&pcode=>
- Nikiforiadis, A., Mitropoulos, L., Kopelias, P., Basbas, S., Stamatiadis, N., & Kroustali, S. (2022). Exploring mobility pattern changes between before, during and after COVID-19 lockdown periods for young adults. *Cities*, 125, 103662. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103662>

- Obregón, S., & Betanzo, E. (2015). Análisis de la movilidad urbana de una ciudad media mexicana, caso de estudio: Santiago de Querétaro. *Economía Sociedad y Territorio*, *47*, 61–98. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212015000100004
- Pirra, M., Kalakou, S., Carboni, A., Costa, M., Diana, M., & Lynce, A. R. (2021). A preliminary analysis on gender aspects in transport systems and mobility services: Presentation of a survey design. *Sustainability*, *13*(5), 1–20. <https://doi.org/10.3390/su13052676>
- Sánchez, D. (2007). Envejecimiento demográfico urbano y sus repercusiones socio espaciales en México: Retos de la planeación gerontológica. *Revista de Geografía Norte Grande*, *38*, 45–61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022007000200003>
- Satterthwaite, D. (2009). The implications of population growth and urbanization for climate change. *Environment and Urbanization*, *21*(2), 545–567. <https://doi.org/10.1177%2F0956247809344361>
- Sudhakara, B., & Balachandra, P. (2012). Urban mobility: A comparative analysis of megacities of India. *Transport Policy*, *21*, 152–164. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.02.002>
- Szymanska, E., & Koloszko, Z. (2022). Sustainable Innovative Mobility Solutions Preferred by Inhabitants of Rural Areas — The Case of Lithuania and Poland. *Sustainability*, *14*, 6603. <https://doi.org/10.3390/su14116603>
- Tafidis, P., Macedo, E., Coelho, M. C., Niculescu, M. C., Voicu, A., Barbu, C., Jianu, N., Pocostales, F. J. M., Laranjeira, C. M., & Bandeira, J. (2017). Exploring the impact of ICT on urban mobility in heterogenic regions. *Transportation Research Procedia*, *27*, 309–316. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.030>
- Yanocha, D., Mason, J. & Hagen, J. (2021). Using data and technology to integrate mobility modes in low-income cities. *Transport Reviews*, *41*(3), 262–284. <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1834006>