

El cambio de la población total en la Zona Metropolitana de Toluca 2010-2020: ¿Cuánto, dónde y por qué?

Juan Campos Alanís¹, Luis Giovanni Ramírez Sánchez², Carlos Garrocho Rangel³ e Iván Vilchis Mata⁴

Resumen

La Zona Metropolitana de Toluca (ZMT), es considerada la quinta metrópoli más poblada de México y la cuarta entre las economías del país. En el año 2010 presentaba una población de 1 millón 846 mil 116 personas (CONAPO, 2012) y para el 2020 registró una población de 2 millones 354 mil 155 habitantes (INEGI, 2022). Este crecimiento demográfico ha propiciado el uso de una gran cantidad de territorio para satisfacer las necesidades básicas de la población (Vivienda, Vialidades, bienes y servicios).

La transformación del territorio de la ZMT es generada principalmente por su industrialización y más recientemente por su orientación hacia el comercio y los servicios que complementa la economía metropolitana. Este es un fenómeno que se repite en gran parte de las metrópolis mexicanas. La ZMT ha pasado de ser una zona donde predominaba la agricultura con la siembra del maíz a una zona altamente industrial (inicios de los años 60) y de manera más reciente a una zona comercial y de servicios (García-González *et al.*, 2015).

El crecimiento urbano de la ZMT ha propiciado que las zonas rurales ahora formen parte de la zona urbana. El crecimiento periférico de la ZMT es propiciado por la interconectividad que tiene el municipio de Toluca con los municipios aledaños, aunado a la construcción de servicios y equipamientos de cobertura nacional e internacional (e.g. Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Toluca), que promueven y representan una fuente de empleo para la población (Valdés y Jiménez, 2021).

¹ Facultad de Geografía UAEMEX.

² Investigador por México CONACyT-El Colegio Mexiquense A. C.

³ El Colegio Mexiquense A. C.

⁴ Investigador por México CONACyT-El Colegio Mexiquense A. C.

La presente investigación tiene por objetivo develar las causas-efectos del crecimiento demográfico de la Zona Metropolitana de Toluca. A partir de Variables Clave (Keys Drivers) considerando tres dimensiones: *i.* Sociodemográfica; *ii.* Socioeconómica; y, *iii.* Natural.

Para conocer como es la dinámica de cambio de la población en la ZMT, se utilizó el modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (GWR por sus siglas en inglés). El método GWR está basado en una regresión lineal, es decir, permite determinar un comportamiento que favorece o perjudica la relación entre una variable independiente (causa) y una variable dependiente (efecto), pero se añade el factor espacial. Es una herramienta estadístico-matemática de modelación de procesos no estacionarios, es decir, heterogéneos, que mide la variación de las relaciones locales

GWR es un modelo ajustado al espacio, con el que es posible observar y obtener información más precisa de las variaciones en el espacio de los factores que influyen en un fenómeno determinado. Los factores explicativos del modelo GWR actúan como fuerzas impulsoras de cambio.

Los Key Drivers empleados en el método obedecen a los criterios utilizados en la bibliografía especializada (Cuadro 1) en total se consideraron 16 variables; una variable dependiente (cambio de la población total 2010-2020) y 15 variables independientes organizadas en tres dimensiones; *i.* Dimensión Sociodemográfica con cinco variables (Crecimiento demográfico, Migración, Edad y Densidad de población (Hasse, 2002; Batisani and Yarnal, 2009; Seto *et al.*, 2011; Bhatta, 2010; Foroutan *et al.*, 2012; Ye *et al.*, 2013; Hoseinpour *et al.*, 2017; Nowrouzifar *et al.*, 2017)); *ii.* Dimensión Socioeconómica con ocho variables (Subcentros de empleo, Servicios de salud, Vías de comunicación, Costo del suelo, Mercado de vivienda (Olajoke, 2007; Bhatta, 2010; Dubovyk *et al.*, 2011; Ye and Wu, 2011; Rui and Ban, 2011; Vermeiren *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2013; Hoseinpour *et al.*, 2017)); y, *iii.* Dimensión Natural con dos variables (Pendiente y Distancia a áreas naturales protegidas (White and Engelen 1997; Aspinall, 2004; Olajoke, 2007, Bhatta 2010; Long, Gu, and Han, 2012; Deep and Saklani, 2014, Hoseinpour *et al.* 2017)).

De los primeros resultados obtenidos se ha logrado identificar la relación que tiene cada uno de los Key drivers (variables independientes) con el cambio de la población

(variable dependiente), cabe mencionar que esta relación está ligada al área de estudio y que responde a la dinámica de cambio demográfico propia de la Zona Metropolitana de Toluca.

Palabras Clave: Cambio poblacional, Zona Metropolitana de Toluca, Regresión geográficamente ponderada, Key Drivers.

Bibliografía

Aspinall, R. (2004). Modelling land use change with generalized linear models—a multi-model analysis of change between 1860 and 2000 in Gallatin Valley, Montana. *Journal of environmental management*, 72(1-2), 91-103.

Batisani, N., and Yarnal, B. (2009). Urban expansion in Centre County, Pennsylvania: Spatial dynamics and landscape transformations. *Applied Geography*, 29(2), 235–249.

Bhatta B (2010) Analysis of urban growth and sprawl from remote sensing data. Springer Science and Business Media, Berlin.

CONAPO, 2012, Delimitación de Zonas Metropolitanas de México 2010. México, D.F., CONAPO.

Deep, S., and Saklani, A. (2014). Urban sprawl modeling using cellular automata. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 17(2), 179-187.

Dubovyk, O., Sliuzas, R., and Flacke, J. (2011). Spatio-temporal modelling of informal settlement development in Sancaktepe district, Istanbul, Turkey. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(2), 235-246.

Foroutan, E., Delavar, M. R., & Araabi, B. N. (2012). Integration of genetic algorithms and fuzzy logic for urban growth modelling. *ISPRS Ann Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 1, 69-74.

García-González, M. de L., Adame-Martínez, S. y Sánchez-Nájera, R. M. (2015). Expansión metropolitana de Toluca: caso de estudio municipio de Calimaya, México. *Revista Quivera*. pp. 35-53

Hasse JE (2002) Geospatial indices of urban sprawl in New Jersey. Rutgers University, New Brunswick

Hoseinpour, H., Zebardast, E., & Majedi, H. (2017). Investigating urban expansion and its drivers in Ardebil. *International Journal of Architecture and Urban Development*, 7(4), 19-26.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2022), “Censo de población y vivienda 2020”, Ciudad de México, Inegi, <<https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>>, 18 de febrero de 2022.

Li, X. M., Zhou, W. Q., and Ouyang, Z. Y. (2013). Forty years of urban expansion in Beijing: What is the relative importance of physical, socioeconomic, and neighborhood factors? *Applied Geography*, 38, 1–10.

Long, Y., Gu, Y., and Han, H. (2012). Spatiotemporal heterogeneity of urban planning implementation effectiveness: Evidence from five urban master plans of Beijing. *Landscape and Urban Planning*, 108(2–4), 103–111.

Nowrouzifar, A., Rashedi, E., Rajabi, M. A., and Naseri, F. (2017). Urban growth modeling using integrated cellular automata and gravitational search algorithm (case study: Shiraz city, Iran). *Journal of Geomatics Science and Technology*, 7(1), 29-39.

Olajoke, A. (2007). The pattern, direction and factors responsible for urban growth in a developing African city: a case study of Ogbomoso. *Journal of Human Ecology*, 22(3), 221-226.

Rui, Y., and Ban, Y. (2011). Urban growth modeling with road network expansion and land use development. In *Advances in Cartography and GIScience*. Volume 2 (pp. 399-412). Springer, Berlin, Heidelberg.

Seto, K. C., Fragkias, M., Güneralp, B., and Reilly, M. K. (2011). A meta-analysis of global urban land expansion. *PLoS One*, 6(8), e23777.

Valdés, D. y Jiménez, P. (2021). Proceso de metropolización, dinámica económica y demográfica en la Zona Metropolitana de Toluca (ZMT). In: Wong González, P., Isaac Egurrola, J. E., Morales García de Alba, E. R. y Treviño Aldape, A. [Coords.] (2021). La dimensión global de las regiones y sus reconfiguraciones económicas y urbanas. (Vol. II). Edit. Universidad Nacional Autónoma de México.

Vermeiren, K., Van Rompaey, A., Loopmans, M., Serwajja, E., and Mukwaya, P. (2012). Urban growth of Kampala, Uganda: Pattern analysis and scenario development. *Landscape and Urban Planning*, 106(2), 199–206.

White, R., & Engelen, G. (1997). Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional modelling. *Environment and Planning B: Planning and design*, 24(2), 235-246.

Ye, X., and Wu, L. (2011). Analyzing the dynamics of homicide patterns in Chicago: ESDA and spatial panel approaches. *Applied Geography*, 31(2), 800–807.

Ye, Y., Zhang, H., Liu, K., & Wu, Q. (2013). Research on the influence of site factors on the expansion of construction land in the Pearl River Delta, China: By using GIS and remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 366-373.