

GEOGRAFÍA

Análisis territorial mediante tecnologías de la información geográfica

Wenseslao Plata Rocha
Noel Bonfilio Pineda Jaimes



ANÁLISIS TERRITORIAL MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL ESPACIO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE GEOGRAFÍA

Dr. Wenseslao Plata Rocha
Dr. Noel Bonfilio Pineda Jaimes
(*coordinadores*)

AM
EDITORES

CLAVE
editorial
academia • investigación

Diseño y producción editorial



Conacyt
Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas
Registro: 2016/17732

ANÁLISIS TERRITORIAL MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Dirección del proyecto: Carlos Herver Díaz, Esther Castillo Aguilar,
José Eduardo Salinas de la Luz

Producción: Laura Mijares Castellá

Arte: Paulina Cordero Mote, Laura Isabel Soler Navarro,

Preprensa: José Luis de la Rosa Meléndez

Corrección de estilo: Karla Alejandra Díaz Solís

Diseño y formación de interiores: Karla Alejandra Díaz Solís

1a. edición

© 2018 Fernando de Haro y Omar Fuentes

D.R. © CLAVE Editorial (Clave Editorial es una marca de AM Editores)

Paseo de Tamarindos #400 B, suite 109

Col. Bosques de las Lomas, C. P. 05120, CD de México.

Tel: 52(55) 5258 0279/80/81, Fax: 52(55) 5258 2556

ame@ameditores.com www.ameditores.com

ecastillo@ameditores.com

ISBN: 978-607-437-433-9

Publicación financiada con recursos PFCE 2016

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, archivada o transmitida en forma alguna o mediante algún sistema, ya sea electrónico, mecánico o de fotorreproducción, sin la previa autorización de los editores.

Impreso en México.

Índice

Introducción al análisis territorial mediante Tecnologías de la Información Geográfica (TIG)	11
--	----

1. ANÁLISIS EXPLORATORIOS DE DATOS ESPACIALES

Cápitulo 1

Análisis de inestabilidad temporal en los estudios de cambios de usos del suelo	15
---	----

Cápitulo 2

Situación sociohabitacional del Gran Buenos Aires. Análisis Linkage con contigüidad espacial. Buenos Aires, ARGENTINA	31
---	----

Cápitulo 3

Análisis multivariado con Sistemas de Información Geográfica: métodos para la realización de mapas sociales urbanos	57
---	----

Cápitulo 4

Automatización en SIG del método de clasificación climática de Köppen modificado por Enriqueta García y su aplicación en la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, México.	79
--	----

Cápitulo 5

Análisis exploratorio de datos de accidentes de tránsito tipo colisión en el municipio de Toluca, 2005.	101
---	-----

2. SALUD Y TIG

Cápítulo 6	
Observatorio geográfico de salud y riesgos en México: Cuenca alta del Río Lerma.	129
Cápítulo 7	
El desarrollo local y el equipamiento en servicios de salud en la Región Mazahua mexiquense: una visión desde los sistemas complejos	151
Cápítulo 8	
Relaciones entre contaminación atmosférica y morbilidad en el valle de Toluca. Un análisis espacial	163
Cápítulo 9	
Detección de brechas territoriales utilizando análisis exploratorio de datos espaciales: el caso de los determinantes sociales de la salud, Chile	203
3. APLICACIONES AMBIENTALES DE LAS TIG	
Cápítulo 10	
Análisis del grado de aptitud ambiental para la recuperación del bosque de alta montaña del estado de México	223
Cápítulo 11	
Estado de las aplicaciones SIG para las alertas tempranas en fenómenos hidrometeorológicos como los huracanes tropicales	241
Cápítulo 12	
Identificación de subcorredores biológicos en el corredor la unión, Honduras.	257
Cápítulo 13	
Sistema de Información Geográfica participativo en la delimitación de zonas de páramo en Colombia.	277

Cápítulo 14	
Evaluación de sustentabilidad del territorio de una cuenca hidrológica mediante indicadores ambientales.	301

4. PLATAFORMAS WEB PARA EL ANÁLISIS DEL TERRITORIO

Cápítulo 15	
Necesidad de una IDE catastral estandarizada, interoperable y usable	323

Cápítulo 16	
Construcción de un geoportal como apoyo al análisis territorial	349

Cápítulo 17	
Sistemas de información geográfica aplicados en el diseño de una plataforma SIG-web para la gestión integral del sistema de transporte – Gesitran Biobío	377

Sobre los autores	401
-----------------------------	-----

Capítulo 5

Análisis exploratorio de datos de accidentes de tránsito tipo colisión en el municipio de toluca, 2005.

Raquel Hinojosa Reyes, Juan Campos Alanís

Facultad de Geografía de la Universidad Autónoma del Estado de México, México
r_hinojosa28@hotmail.com

Resumen

En este análisis se abordarán algunos de los factores indirectos que intervienen en la incidencia de accidentes de tránsito a una escala macro. Se empieza sobre la base de una hipótesis, por lo que el accidente de tránsito, al tener una ubicación espacial, tiene correlación con una serie de factores del entorno (empleo, flujo vehicular, población) que generan las condiciones para que el accidente de tránsito ocurra. El estudio se desarrolla para la ciudad de Toluca a nivel de AGEB (Áreas Geoestadísticas Básicas). Se utiliza el software GeoDa y se aplica el Índice de LISA (Moran Global y Local). Los resultados arrojan la identificación de clusters y una correlación espacial positiva, lo que afirma la sospecha de que el accidente de tránsito tipo colisión está asociado con factores del entorno urbano en el municipio de Toluca. El objetivo del presente trabajo se orienta a analizar los factores del entorno urbano que están correlacionados con los accidentes de tránsito tipo colisión en el municipio de Toluca, a través del análisis exploratorio de datos espaciales, con el fin de atender la interrogante acerca de: ¿qué factores del entorno urbano podrían explicar la incidencia de accidentes de tránsito en el municipio de Toluca?

Abstrac

In this analysis, some indirect factors in the incidence of traffic accidents to a macro scale will be addressed. It starts from the assumption that the accident to have a spatial location is correlated with a few environmental factors (employment, traffic flow, population) that generate the conditions for the accident occurs.

The study was developed for the city of Toluca AGEB level. GeoDa software is used and the Index of Global Moran and Local (LISA) applies. The results show identification clusters and positive spatial correlation which affirms the suspicion that the collision traffic accident type is associated with factors of the urban environment in the city of Toluca. The aim of this study is aimed at analyzing the urban environment factors that are correlated with the type collision traffic accidents in the city of Toluca, through the exploratory analysis of spatial data to address the question of what factors the urban environment could explain the incidence of traffic accidents in the city of Toluca?

Antecedentes

Existe una serie de estudios de análisis exploratorio espacial que remarcan la importancia de este antes de proceder a un análisis econométrico más complejo. Por ejemplo, el estudio realizado por Hernández (2012), se aplica el análisis exploratorio espacial de los accidentes de tránsito en Ciudad Juárez, en el que identifica el valor de la autocorrelación espacial global fue positivo, indicando la presencia de agrupamientos que fueron identificados a través de los indicadores de asociación espacial. Existen *clusters* de riesgo vial localizados en las zonas con una alta jerarquía intraurbana, a manera de baja densidad de población y un elevado flujo de tránsito.

Concluye que el análisis exploratorio de datos espaciales es una fase previa al uso de técnicas multivariadas de mayor alcance. La aplicación de las técnicas del análisis exploratorio, por sí misma, permite tipificar agrupamientos espaciales, identificar autocorrelación global e indicar la dirección de las variables en estudio.

Un estudio más es el desarrollado por Leveau y Ubeda (2012), titulado “Muertes por lesiones de tránsito en Argentina: un análisis espacial para el periodo 2001-2009”. Indica que las lesiones de tránsito representan la causa más frecuente de muerte por causas externas en Argentina, y un problema de creciente magnitud para la salud pública a nivel global. Los principales objetivos de este trabajo son establecer el nivel de autocorrelación espacial, experimentado a escala de departamentos, e identificar la conformación de agrupamientos, mediante el cálculo de los indicadores locales de asociación espacial a nivel nacional. Los resultados mostraron un nivel de autocorrelación significativamente positivo en Argentina. Al relacionar las tasas de mortalidad por lesiones de tránsito con la densidad poblacional, se registró un nivel de autocorrelación espacial negativo. Se observó también que la mortalidad por lesiones de tránsito podría representar un problema más grave fuera de las grandes aglomeraciones.

Finalmente, se presenta el estudio realizado por Cerquera (2014), quien realiza el análisis espacial de los accidentes de tráfico en Bogotá. Este estudio se desarrolla para el área urbana de la ciudad de Bogotá D. C., a fin de orientarlo con el aporte de nuevos elementos y factores que determinen variables espaciotemporales, que sustenten la definición de patrones territoriales de ocurrencia de accidentes en el área urbana, en tanto que serían la base para efectuar programaciones futuras de intervenciones orientadas para prevenir y disminuir los niveles de accidentalidad, así como para mejorar los índices de seguridad vial y movilidad en la capital.

Fundamento teórico

Análisis Exploratorio de datos espaciales

El AEDE (Análisis Exploratorio de Datos Espaciales) sirve para estudiar patrones y asociaciones entre datos de diferente naturaleza, a través del uso de herramientas estadísticas gráficas y descriptivas, para sugerir hipótesis sobre su estructura.

Definición de Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

Una definición formal del AEDE, dada por Chasco, afirma que es la etapa previa al análisis econométrico, puede ser confirmatorio o predictivo; se utiliza para “identificar relaciones sistemáticas entre variables cuando no existen expectativas claras sobre la naturaleza de estas relaciones” (Chasco, 2009 p.2).

Autocorrelación, dependencia y heterogeneidad espacial

Estos conceptos aparecen cuando existe una relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado en el espacio y lo que ocurre en otro lugar. Para Cliff y Ord (1973) “... *el valor que toma un dato en un lugar en el espacio no está determinado por su misma naturaleza sino por el valor que toma dicha variable con respecto a sus vecinos*”. De esta manera, surge la dependencia espacial, significa que no es posible cambiar el valor de un punto geográfico sin afectar a los demás.

La *Heterogeneidad*, se refiere a la variación de las relaciones en el espacio y tiene dos aspectos: 1) es inestable estructuralmente; es decir, la variable de estudio no tiene estabilidad en el espacio, y 2) presenta heterocedasticidad; es decir, se presenta por la omisión de alguna variable que incrementa los errores.

La *relación espacial* compara patrones geográficos entre los datos de las áreas que se localizan en diferentes lugares, y es por medio de la estadística espacial que se puede describir y analizar cómo cambian en el espacio; con la ventaja de que ayuda

a comparar la realidad con patrones teóricos conocidos, y determinar si son coherentes entre sí.

La *correlación espacial* establece que los datos espaciales son dependientes de su localización relativa, y desde el punto de vista de la autocorrelación espacial los lugares contiguos se parecerán mucho entre sí, por lo que es lógico pensar que existen relaciones entre los datos. Esta contigüidad espacial es una medida que permite observar si existe “vecindad” entre las unidades territoriales, tales como: estados, municipios, colonias, áreas geoestadísticas o manzanas de un asentamiento humano.

La *contigüidad espacial* no tiene el mismo significado que la noción de vecindad; el primero sugiere la cercanía física de diferentes sitios, mientras que el segundo se refiere a las relaciones o interacciones que tienen entre sí.

Lai define a la vecindad como “*una medida de la interacción potencial entre las áreas adyacentes*” (Lai, 2009:79), en cambio, la contigüidad espacial es una medida que revisa la relación espacial entre áreas geográficas, sin importar que no compartan un borde; es decir, se estima la posible interacción entre las áreas vecinas.

La autocorrelación espacial se define como “*una consecuencia de la relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado del espacio y lo que ocurre en otro lugar*” (Moreno, et al., 2000 p.21).

La AE (Autocorrelación Espacial) tiene como propósito medir la influencia de la localización de áreas semejantes, basado en el principio de Tobler, lo que ayudará a medir la similitud entre ellas. Este tipo de autocorrelación prueba la primera ley geográfica de Tobler (1970), según la cual todo está relacionado con la totalidad de lo demás, pero las cosas cercanas entre sí están más relacionadas que las cosas distantes (Vilalta y Perdomo, 2005).

La AE es el patrón de comportamiento de la variable, conforme a la ubicación geográfica del dato, y según la concentración o dispersión de los valores de la variable en el mapa. Si los valores altos de una localización están asociados con valores altos en los vecinos, entonces la autocorrelación espacial es positiva; a su vez, la situación opuesta corresponde a la autocorrelación espacial negativa (Cepeda y Velázquez, 2005; Celemin, 2009).

- Autocorrelación espacial positiva: las unidades espaciales vecinas presentan valores próximos. Indica una tendencia al agrupamiento de las unidades espaciales.
- Autocorrelación espacial negativa: las unidades espaciales vecinas presentan valores muy disímiles. Lo que indica una tendencia a la dispersión de las unidades espaciales.

- Sin autocorrelación: no ocurre ninguna de las dos situaciones anteriores. Por lo tanto, los valores de las unidades espaciales vecinas presentan valores producidos en forma aleatoria, ver figura 1.

Figura 1. Tipos de autocorrelación espacial



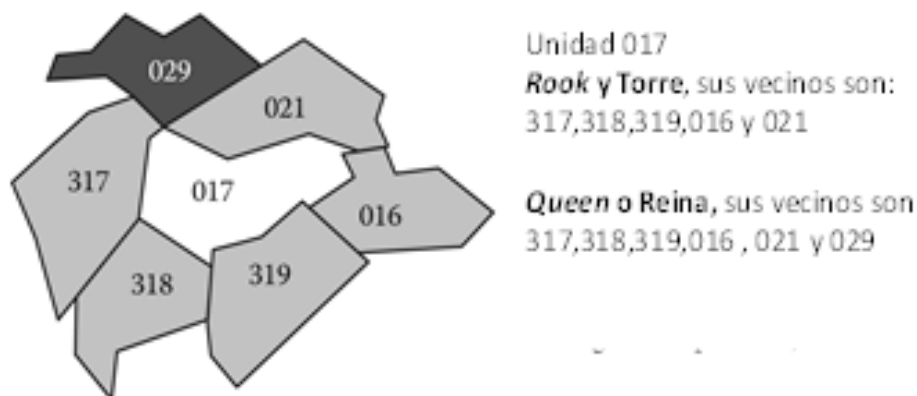
Fuente: Celemín, 2009.

En la mayoría de los análisis de AE, se consideran las relaciones de vecinos próximos. Cuando se tienen en cuenta los cuatro elementos que comparten borde, se habla de una contigüidad tipo Rook. En el caso de los ocho vecinos, se habla de una contigüidad tipo Queen; y si se consideran solamente los vecinos adyacentes por el vértice, se denomina Bishop, ver figura 2.

El vínculo más considerado por los especialistas es el rook, por su simplicidad.

Figura 2. Tipos de contigüidad





Fuente: Celemin, 2009.

A partir de lo anterior, cabe señalar que hay diferentes índices para medir la AE. El primero fue establecido por Moran en 1950 y fue perfeccionado a través de los años. El I de Moran no es la única medida para la AE; ya que existen otras clasificaciones tales como la C de Geary, pero es la más utilizada, pues corresponde esencialmente, al coeficiente de correlación de *Pearson*; con una matriz de pesos definida, por el usuario que mantiene el rango entre -1 y 1 (Goodchild, 2008).

La AE está sujeta a la heterogeneidad espacial, debido a que reconoce la unicidad intrínseca de cada observación espacial. Esto ha resultado a modo que permiten capturar indicadores locales de autocorrelación espacial, como el LISA 'Local Indicators of Spatial Association' (Indicadores Locales de Asociación Espacial). La HE (Heterogeneidad Espacial) revela tanto la intensidad como los patrones de asociación de cada unidad espacial analizada. Se refiere a la variación de las relaciones entre las variables en el espacio (Lesage, 1999, citado en Celemin, 2009). En términos teóricos, la HE se debe a una variación real y sustantiva que da cuenta de la existencia y de la validez del contexto geográfico en la definición de un comportamiento social (O'Loughlin y Anselin, 1992; Anselin, 1999).

Metodología

La investigación se desarrolló a partir del método hipotético deductivo, con un carácter netamente cuantitativo, en lo que respecta a este apartado, se da una breve caracterización del método hipotético deductivo y sus principios, asimismo, se presentan las características, procesos y bondades del enfoque cuantitativo. Poscomo los modelos de correlación espacial a utilizar.

Método

El método utilizado es el hipotético-deductivo con enfoque cuantitativo. Dicho método surge del procedimiento deductivo, que es utilizado por las ciencias Lógica, Filosofía y Matemáticas: *“La deducción permite mantener un vínculo de unión entre teoría y observación y admite deducir a partir de la teoría los fenómenos objeto de observación”* (Dávila, 2006:181).

El razonamiento deductivo es implantado por Aristóteles como un proceso del pensamiento, comenzando por las afirmaciones generales hasta llega a las afirmaciones específicas; aplica las reglas de la lógica. Es un sistema para organizar hechos conocidos y extraer conclusiones, lo que se logra mediante una serie de enunciados que reciben el nombre de silogismos; los mismos comprenden tres elementos: a) premisa mayor, b) premisa menor y c) conclusión.

Enfoque Cuantitativo

Se partió del enfoque cuantitativo porque es compatible y complementario con el método utilizado: *“usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías”* (Hernández, 2006:5).

Zona de estudio

La investigación se desarrolla en el municipio de Toluca, el cual forma parte de la ciudad de Toluca. Ésta es capital del Estado de México, y una de las principales ciudades del país; es parte de la quinta área metropolitana más importante de México. Está considerada entre las 364 ciudades del Sistema Nacional Urbano (CONAPO, 2007). Se encuentra a 40 km al Oeste de la ciudad de México. Está clasificada en el rango 3, y su área metropolitana es contigua al (AMVM) (Área Metropolitana del Valle de México). Constituye una de las zonas industriales más importantes del país (Couturier, 2011:339-340).

La ciudad de Toluca se ha ido reconfigurando, espacialmente de manera positiva y negativa. La primera medida fue: la evolución social y económica, la evolución de los sistemas productivos, la organización de actividades económicas, así como las posibilidades de movilidad y de comunicación lo que implican desarrollo, fuentes de empleo, etc. También es posible hablar de una reconfiguración espacial negativa, la cual agrava los problemas que ya se tenían, como: déficit de vivienda, de servicios, de transporte, congestión vehicular, contaminación ambiental y accidentes de tránsito.

En la ciudad se registran aproximadamente docientos accidentes mensuales, casi 7 diarios, según cifras de la Dirección de Tránsito del H. Ayuntamiento de Toluca, 2010. Esto indica la existencia de un sistema de transporte deficiente, por lo que se añade una serie de cuestiones referentes a la estructura urbana.

Obtención de información para análisis

Fuentes de información

Se utilizó la información de accidentes de tránsito tipo colisión en el año 2005 a nivel de intersección, disponible en la DCTT (Dirección de Control de Tránsito de Toluca).

Se consideraron tres indicadores: flujo vehicular, densidad de empleo y viviendas con auto. Las viviendas con auto se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda 2000 a nivel AGEB (INEGI, 2005). La variable sobre empleo por unidad económica se obtuvo del (DENUE, 2010) (Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas).

Herramientas utilizadas (software)

Para la operacionalización de las variables se utilizaron los siguientes programas: IBM SPSS, programa estadístico informático muy usado en las ciencias sociales; ArcGIS, plataforma para diseño y manejo de soluciones a través del conocimiento geográfico; *TransCAD*, *software especializado de transporte*, y para el análisis exploratorio de datos espaciales, se utilizó el software especializado *GeoDa*.

VARIABLES

Primero se agregó la información de accidentes de tránsito a uno de los niveles de desagregación mayor de la información y que es el AGEB², debido a la consideración de variables estadísticas contextuales.

Las variables independientes o explicativas consideradas en este estudio son: flujo vehicular, densidad de empleo y porcentaje de viviendas con auto (Quddus, 2008; Glaister and Graham (2003); Kim et al., 2006; Agüero-Valverde y Jovanis, 2006).

Explicación conceptual y operativa de las variables a analizar

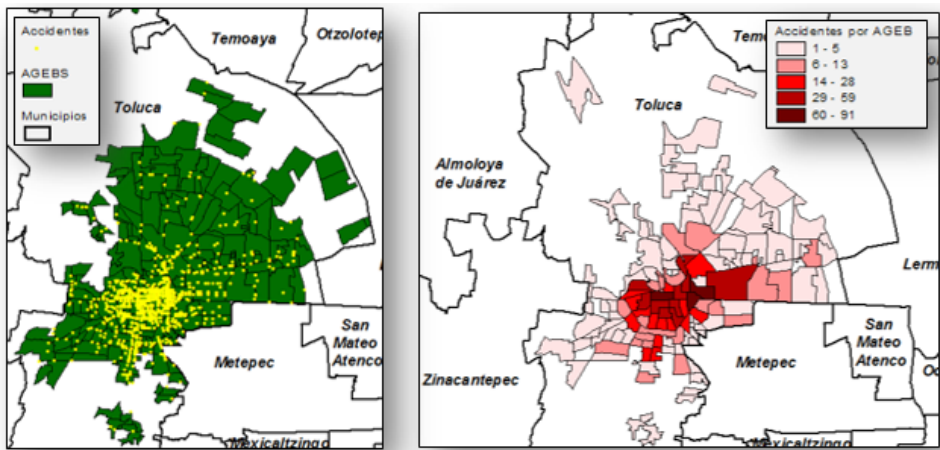
2 Actualmente el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) ofrece información estadística y cartográfica a nivel de manzana y secciones electorales como unidades de mayor desagregación.

Variable por explicar

Accidentes de Tránsito tipo colisión. Se considera este tipo de accidente, por la presencia que tienen en la zona una, una representancia del 90 % de los 1856 registros para 2005 en el municipio de Toluca; incluyen choques en ángulo recto, contra objeto fijo, de frente, lateral y por alcance.

Los datos se obtuvieron de la DCTT, se encontraban localizados por intersección. Fueron agregados por AGEBS (se realizó un proceso de asignación espacial mediante herramientas SIG, ArcGIS). Vease figura 3.

Figura 3. Accidentes de tránsito tipo colisión, puntuales y agregados por AGEBS.



Fuente: elaboración con base en INEGI (2005) y DCTT (2005).

Variables explicativas

Las variables de interés en este estudio son secundarias y tienen influencias indirectas sobre el nivel y la naturaleza de accidentes de tránsito. La importancia de su estudio reside en buscar correlaciones (Kim *et al.*, 2006), por lo que hay que analizarlas para la implementación de políticas de uso de suelo adecuadas.

Las variables explicativas para el modelo se eligieron bajo la premisa de que son teóricamente importantes para explicar el accidente de tránsito tipo colisión.

Flujo vehicular: es considerado como uno de los factores más influyentes en la ocurrencia de accidentes de tránsito (Qudus, 2008; Glaister y Graham, 2003). Esta información como tal no se tiene por AGEBS. Se obtuvo un indicador aproximado, aplicando un modelo de predicción de exposición al riesgo por AGEBS,

desarrollado por Quddus (2008). La variable ideal serían los miles de vehículo que transitan por una AGEB; sin embargo, la información no está disponible a ese nivel. Por eso, una alternativa es utilizar el total de carros registrados en cada AGEB; el problema es que los autos registrados para un AGEB vecino pueden estar transitando en el AGEB de interés. Para contar el número de autos en cada área, se utilizó un modelo gravitacional que permitió medir la exposición al riesgo por AGEB, utilizando el total de vehículos que circulan en la zona. Se aplica la siguiente ecuación:

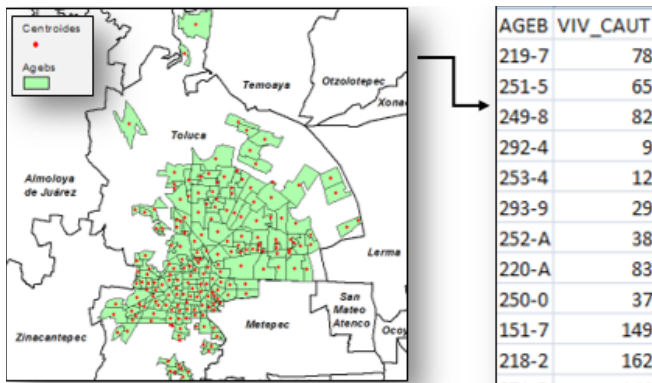
$$Fv = v_i + \sum_{j=1}^{n-1} \frac{v_j}{d_{ij}} \quad i \neq j$$

Donde: FV es el total de vehículos que pueden estar transitando dentro de un AGEB, v_i representa los vehículos registrados por cada AGEB i , v_j son los vehículos registrados en el AGEB j , d_{ij} es la distancia central entre el AGEB i y el AGEB j y n es el número total de AGEB. El resultado de esta modelación muestra el número de vehículos que transitan en una AGEB.

Para aplicar el modelo anterior, se prepararon los insumos siguientes:

a) *Centroide de cada AGEB*. La obtención de esta capa puntual se realiza extrayendo del polígono del AGEB el punto central del mismo con su respectivo dato de viviendas particulares que disponen de automóvil o camioneta propia (dato más cercano a número de autos por AGEB). Proceso realizado mediante técnicas de SIG. La figura 4 muestra los centroides de cada AGEB.

Figura 4. Centroides por AGEB y base de datos



b) *Matriz de distancias para cada AGEb*. Se toma de base el centroide del AGEb (paso anterior) y se utiliza el software transCAD, para generar la matriz de distancias del AGEbi al AGEbj, y hasta el AGEb...n. Se obtiene una matriz como la que se muestra en la tabla 1.

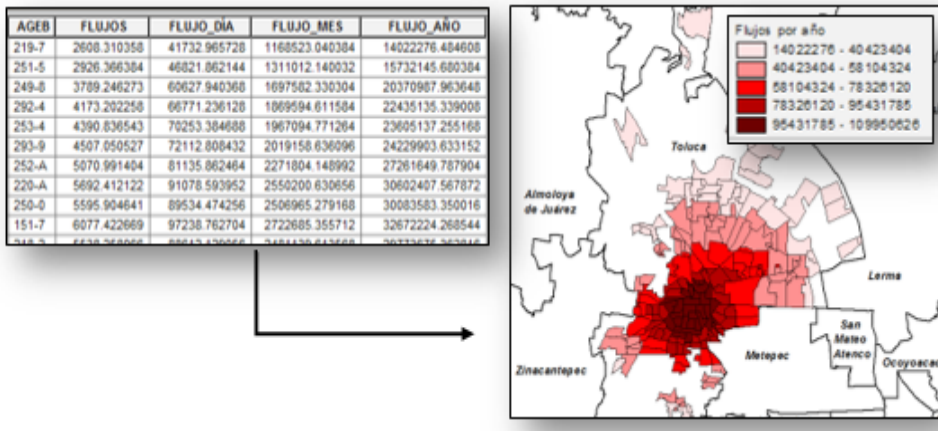
Tabla 1. Matriz de distancias por AGEb

ORIGEN	AGEb ORI	DESTINO	AGEb DES	DISTANCIA KM	VIVCAUT
195	275-0	141	242-6	6.96	202
195	275-0	142	060-8	6.63	366
195	275-0	143	059-5	6.65	218
195	275-0	144	197-9	7.19	354
195	275-0	145	198-3	6.77	584
195	275-0	146	243-0	6.84	281
195	275-0	147	064-6	6.04	608
195	275-0	148	063-1	6.20	377
195	275-0	149	090-9	7.17	235

Aplicación del modelo.

Se corre en el software Excel y se obtiene el aproximado del flujo vehicular por hora, por día, por mes y por año; como se muestra en la figura 5. Esta información se validó con datos de flujos vehiculares reales de algunas intersecciones de la ciudad de Toluca.

Figura 5. Flujo vehicular por AGEb

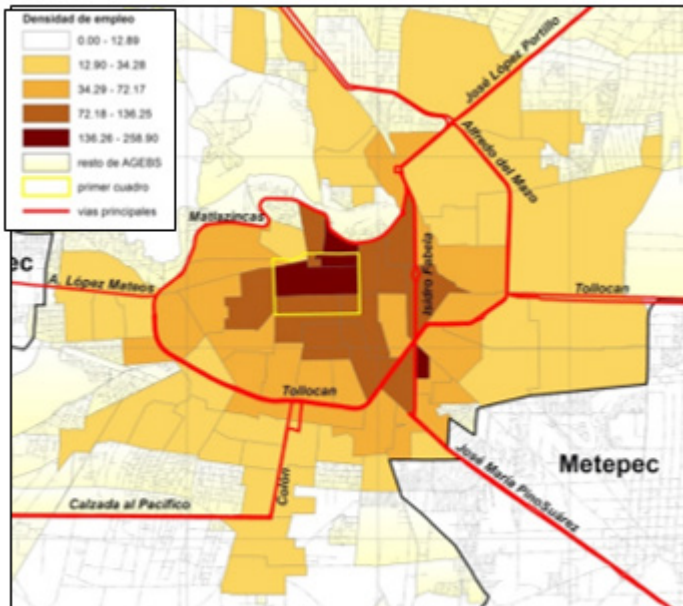


Densidad de Empleo.

Se estimó a partir de los datos del (DENUE, 2009) (Directorio Nacional de Unidades Económicas). Se agrupa la información por sector y subsector económico, y se considera el número de empleados promedio por unidad económica; pues originalmente la información se presenta por intervalos de empleo. Finalmente, se obtiene la densidad de empleo al dividir la suma de los empleos detectados en las unidades económicas que caen en cada AGEB entre el área del mismo, (ver Figura 6).

Se aprecia la máxima concentración de empleo en el primer cuadro de la ciudad, degradándose paulatinamente hacia las afueras de esta. Las colonias que involucra son: colonia centro, 5 de mayo, Barrio de Santa Clara, Barrio de la Merced (Alameda), Reforma, Ferrocarriles Nacionales, Barrio de San Sebastián, entre otras. La mayor parte de las actividades del sector secundario y principalmente del sector terciario (servicios y comercio), están concentrados en el centro de la ciudad.

Figura 6. Densidad de empleo por AGEB, ciudad de Toluca



Porcentaje de viviendas con auto dentro de una AGEB. Este dato se usó como un indicador más de factor de riesgo. Se obtiene directamente de los datos censales de INEGI, únicamente se muestra en porcentaje.

Normalización de indicadores

La normalización o estandarización permite el análisis del conjunto de indicadores en el modelo. Este proceso se realizó con el Software IBM SPSS. El resultado de este proceso se muestra en la tabla 2.

El proceso es relativamente sencillo; se indica en la siguiente ecuación.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Donde: X es el valor observado (cada AGEB), μ es la media del indicador y σ es la desviación estándar.

Tabla 2. Valores de indicadores normalizados por AGEB

AGEB	ATC_05	FLUVEHAÑO	VIVCAUT	Den_EMPL
236-0	-0.51	-0.58	0.19	-0.45
256-8	-0.31	-0.63	0.19	-0.43
262-3	-0.45	-0.35	-0.56	-0.39
264-2	-0.51	-0.28	-0.27	-0.54
082-4	0.03	-0.31	-1.11	-0.40
081-A	3.50	0.25	-0.58	0.01
263-8	-0.31	-0.35	-0.27	-0.37
182-2	-0.45	-1.12	-0.94	-0.02
210-6	-0.17	0.87	-0.12	-0.34
278-4	-0.31	-0.87	-0.56	-0.35
033-0	0.10	1.54	0.57	-0.37
035-A	-0.38	0.88	-1.01	-0.38
083-9	-0.11	-0.57	0.62	-0.36

Aplicación de los métodos de medición de autocorrelación y correlación Espacial

La AE pretende poner en relación las diferencias en los valores temáticos entre dos ubicaciones o casos, con la correspondiente distancia geométrica que les separa. Se aplicó el método global y local de análisis de autocorrelación: los índices Moran Global (I) y Moran Local (Ii) (Ordóñez, et al., 2010).

Moran Global (I), índice de co-variación entre diferentes zonas; por lo general el índice varía entre -1 a 1. Un valor 0 indica que no existe autocorrelación. Si el valor es positivo indica que hay autocorrelación espacial y en general podría existir concentración, mientras que un valor negativo indica que existe correlación negativa, se interpreta como una dispersión superior a la que resultaría si se distribuyeran aleatoriamente.

La expresión matemática del Índice de Moran Global es la siguiente:

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Donde: N es el número de casos, xi es el valor de la variable en un lugar determinado y xj el valor de la variable en otro lugar (donde i ≠ j); x es la media de la variable y wij es un peso aplicado a la comparación entre la localización i y la localización j.

Este índice (Moran Global) va acompañado de una prueba de hipótesis, bajo el supuesto de normalidad. La hipótesis nula (H0) establece que no hay autocorrelación espacial; para calcular los índices es necesario, en primer lugar, obtener una lista de vecinos para cada una de las áreas, que posteriormente se utilizará para obtener una matriz de pesos.

Los criterios de vecindad o contigüidad en que se basa el índice están referidos a fronteras comunes entre las áreas; los criterios mencionados en la literatura son: reina (*Queen*), torre (*Rook*) o alfil (*Bishop*).

Por otra parte, el índice de Moran Local (Ii) es el índice de Moran aplicado a cada zona individualmente, considerando las demás áreas. Valores altos y bajos de Ii se identifican como puntos calientes y fríos, respectivamente (*hot spot y cold spot*). También se pudiera identificar valores extremos o atípicos (*outliers*), ya que su comportamiento rompe con la tendencia observada entre sus vecinos.

La expresión del Índice de Moran Local (Ii) se describe a continuación (Celemin, 2009):

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sum S_i^2} \cdot \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

Donde x es la intensidad de la media para todas las observaciones, Xi es la intensidad de la observación i; xj es la intensidad para todas las demás observaciones, (donde i ≠ j), Si² es la diferencia al cuadrado de todas las observaciones y wij es el peso de la distancia para la iteración entre las observaciones i y j.

El primer término xi se refiere únicamente a la observación i, mientras que el segundo término xj es la suma de los valores ponderados para todas las observaciones (sin incluir i).

El índice local descompone el índice global de autocorrelación y verifica en cuánto

contribuye cada unidad espacial a la formación del valor general, lo cual permite capturar de forma simultánea el grado de asociación espacial y la heterogeneidad resultante del aporte de cada unidad espacial (Chasco, 2006). La sistematización de estos modelos se desarrolla en el software especializado, para análisis exploratorio de datos espaciales GeoDa.

La aplicación de la metodología citada ha dado resultados pertinentes, acordes y consistentes con estudios anteriores, que dan confort y confianza con respecto a su uso

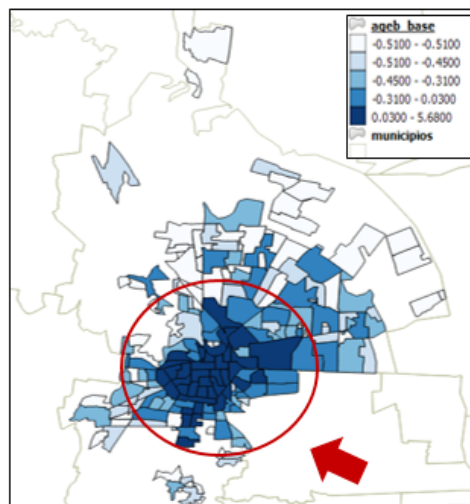
Resultados

En este apartado se muestran los resultados del análisis exploratorio de datos, a partir de la aplicación de los diferentes índices de autocorrelación y correlación espacial, aplicados a los datos de accidentes de tránsito tipo colisión.

Identificación de *clusters*

Se descubrió un esquema de asociación espacial, por agrupamiento *clusters* o puntos calientes *hot spots*, que indican la existencia de que el fenómeno accidentes de tránsito tipo colisión en el municipio de Toluca se está propagando y tiende a concentrarse en la zona centro del municipio; lo que indica un patrón de distribución espacial concentrado, ver figura 7.

Figura 7. Identificación de clusters en el municipio de Toluca, en lo que respecta al fenómeno accidentes de tránsito tipo colisión.



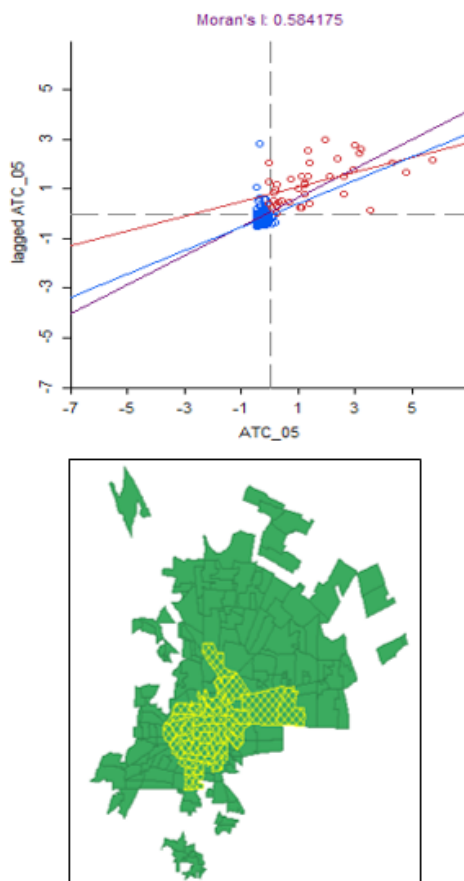
Evaluación estadística de vecindad

Para la evaluación estadística de vecindad se utilizó la matriz de Reina (*Queen*), y a partir de ella se realizan los cálculos subsecuentes de los índices indicados en la metodología.

Análisis con el índice Global de Moran

La evaluación del Índice Global de Moran de la variable accidentes de tránsito tipo colisión, da como resultado una autocorrelación espacial positiva de 0.584175, de modo que es un indicador que corrobora la identificación de *clusters*, presentada en párrafos anteriores, ver figura 8.

Figura 8. Gráfica y mapa que muestra la autocorrelación espacial positiva de los accidentes de tránsito tipo colisión



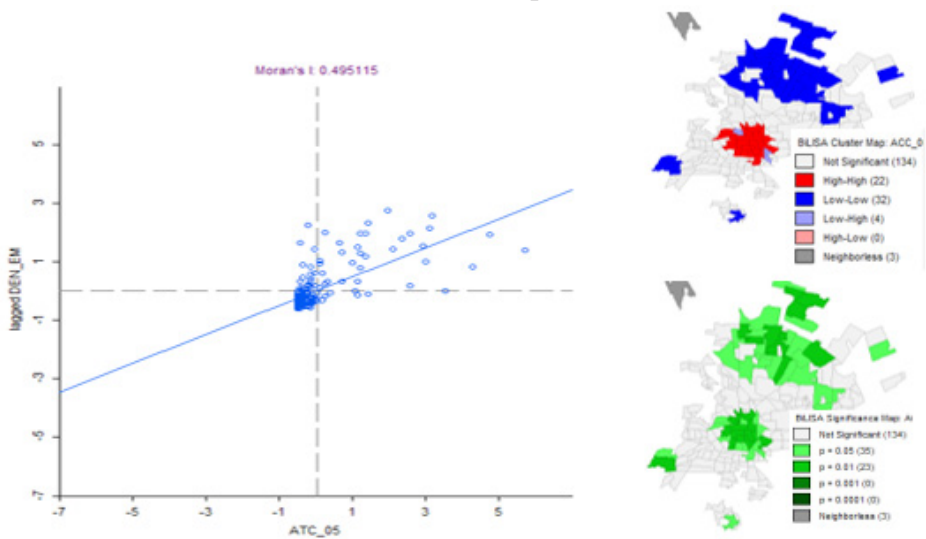
La figura muestra de lado izquierdo una gráfica en la que en su primer cuadrante pueden observarse los datos de accidentes que están autocorrelacionados positivamente, y de la misma manera de lado derecho se muestra la localización de las AGEB correlacionadas.

Análisis con el Indicador local de asociación espacial (LISA)

Para la aplicación de este índice se consideró tanto el flujo vehicular como la densidad de empleo, y proporción de viviendas con auto por AGEB asociados con accidentes de tránsito tipo colisión.

La primera asociación que se realizó (accidentes tipo colisión con densidad de empleo) arrojó un índice de asociación espacial positivo de 0.495115, lo que indica que, sí existe una correlación entre estas dos variables, ver figura 9.

Figura 9. Índice de LISA bivariado accidentes de tránsito tipo colisión con densidad de empleo

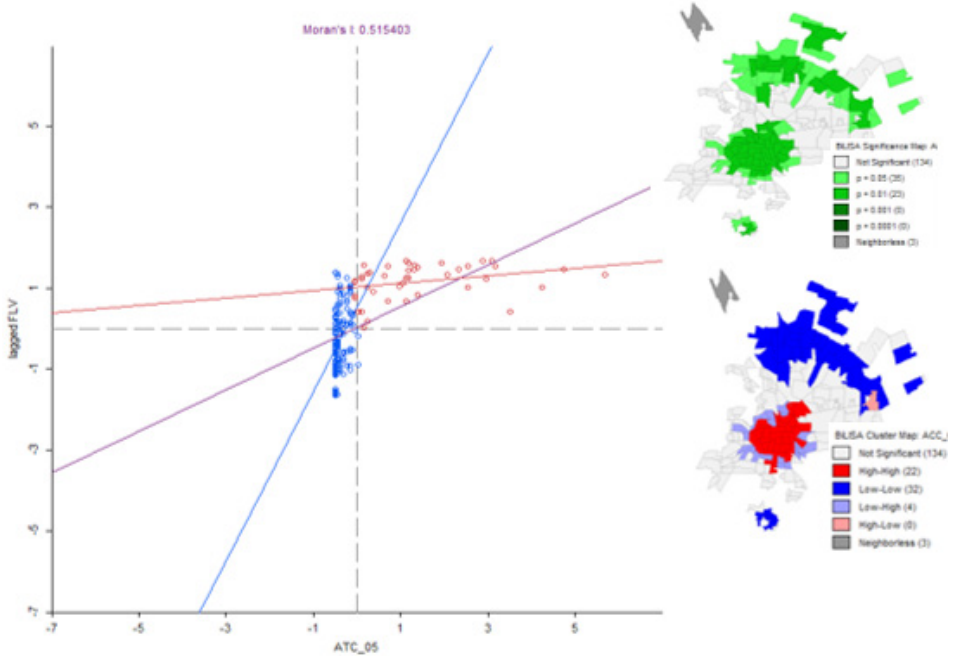


La figura muestra en la gráfica de lado izquierdo, la recta de regresión de las variables de densidad del empleo y ocurrencia de accidentes de tránsito por colisión; se identifica una asociación positiva entre un grupo específico de AGEB, que se agrupan en el segundo cuadrante de la gráfica y que corresponden a las AGEB en color rojo, que son las zonas donde se observa una alta asociación entre las variables; mientras que el color azul revela las zonas donde no hay asociación entre las mismas. Otra de las ventajas del programa GeoDa es que permite identificar el

nivel de confiabilidad estadística de los resultados, en la parte inferior derecha de la figura 9, se identifican en tonos de verde el nivel de confianza de los resultados.

La siguiente asociación que se realizó fue accidentes de tránsito y flujo vehicular, la cual dio como resultado un índice de asociación igualmente positivo de 0.515403, bastante buen indicador de que el accidente sí se asocia con el flujo vehicular, ver figura 10.

Figura 10. Índice de LISA bivariado accidentes de tránsito tipo colisión con flujo vehicular

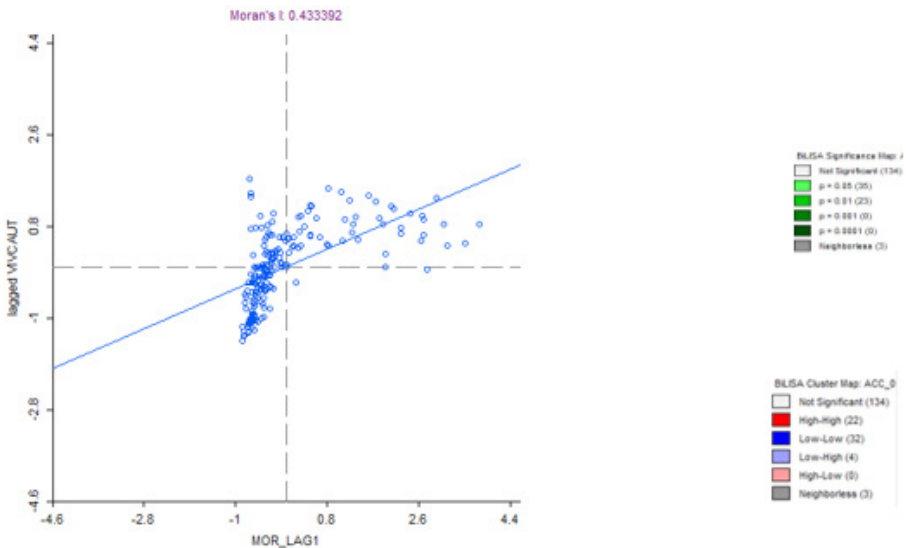


La figura muestra en el segundo cuadrante de la gráfica que existe de nueva cuenta una asociación positiva entre la variable accidentes de tránsito tipo colisión y flujo vehicular. En color rojo se identifican los clusters donde se observa una alta asociación y en azul donde no hay asociación. De nueva cuenta, las AGEB centrales se revelan como las más problemáticas, coincidiendo en gran parte con la correlación descrita anteriormente.

Finalmente se realizó la asociación de accidentes de tránsito y proporción de viviendas con auto, la cual dio como resultado un índice también positivo de

0.433392, no tan alto como las anteriores, pero aún bastante revelador (figura 11). De nueva cuenta el cuadrante dos de la gráfica muestra las AGEB, puesto que existe una asociación positiva entre la variable accidentes de tránsito tipo colisión y proporción de viviendas con auto, mientras que en el lado derecho de la figura se muestran los datos en su distribución espacial, como se ha señalado el color rojo corresponde a los clusters, en el que se observa una alta asociación y en azul puesto que no hay asociación, asimismo se descubre la confiabilidad estadística de las estimaciones.

Figura 11. Índice de LISA bivariado accidentes de tránsito tipo colisión con proporción de viviendas con auto.



Análisis de regresión

Adicionalmente se presenta un breve análisis de regresión en el que se plantean tres hipótesis acordes con las variables, se considera que tiene relación al accidente de tránsito tipo colisión: 1. Sí se tiene un auto hay mayor probabilidad de tener un accidente de tránsito. 2. Entre mayor flujo vehicular mayor número de accidentes de tránsito y 3. La densidad de viajes y movimientos depende del empleo, puesto que es mayor y tiende a concentrarse en los centros tradicionales de negocios de las ciudades, lo que incrementa el riesgo de accidentes de tránsito.

El cuadro 1 muestra el resultado de la regresión clásica, puesto que se sistematizó usando el software GeoDa.

Arroja un R^2 de 0.46, lo que significa que el 46 % de las AGEB mantienen una relación positiva en lo que se refiere a una densidad de empleo, el flujo vehicular y viviendas con auto, altas explica un aumento en los accidentes de tránsito tipo colisión para el municipio de Toluca

Cuadro 1. Regresión clásica accidentes de tránsito tipo colisión asociado a densidad de empleo, flujo vehicular y viviendas con auto

Regression Report				
SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION				
Data set	: ageb_base		Number of Observations:	195
Dependent Variable	: ATC_05		Number of Variables	4
Mean dependent var	: 5.12821e-005		Degrees of Freedom	191
S.D. dependent var	: 0.997268			
R-squared	: 0.460364	F-statistic	: 54.3142	
Adjusted R-squared	: 0.431889	Prob(F-statistic)	: 1.96754e-025	
Sum squared residual	: 104.655	Log likelihood	: -216.016	
Sigma-square	: 0.54793	Akaike info criterion	: 440.031	
S.E. of regression	: 0.740223	Schwarz criterion	: 453.123	
Sigma-square ML	: 0.536691			
S.E. of regression ML	: 0.732592			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	-2.224905e-005	0.05300851	-0.0004197261	1.00000
DEN_EM	0.4952542	0.06757742	7.328693	0.00000
VIVCAUT	0.02221952	0.07222606	0.3076386	0.75869
FLV	0.2424365	0.085585	2.832698	0.00311
REGRESSION DIAGNOSTICS				
MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER		2.909723		
TEST ON NORMALITY OF ERRORS				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Jarque-Bera	2	1504.5148	0.00000	
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY				
RANDOM COEFFICIENTS				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Breusch-Pagan test	3	409.4906	0.00000	
Koenker-Bassett test	3	53.4766	0.00000	
***** END OF REPORT *****				

Sin embargo, la variable <viviendas con auto> está indicando en la probabilidad una posible colinearidad, al mostrar el dato de probabilidad mayor que su coeficiente. Por lo que se decidió omitir la variable proporción de <viviendas con auto>. Se realiza una nueva corrida de la regresión clásica, y el resultado fue exactaente el mismo, indicador de que la variable sobra, ver cuadro 2, el cual muestra un R^2 de 0.46; lo que significa que el 46 % de los AGEB mantiene una relación positiva, se explica un aumento en los accidentes de tránsito tipo colisión, debido a las zonas que tienen una densidad de empleo alto y flujo vehicular alto

Cuadro 2. Regresión clásica accidentes de tránsito tipo colisión asociado a densidad de empleo y flujo vehicular.

Regression Report

```

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION
Data set      : ageb_base
Dependent Variable : ATC_05      Number of Observations: 195
Mean dependent var : 5.12821e-005  Number of Variables : 3
S.D. dependent var : 0.997268      Degrees of Freedom : 192

R-squared      : 0.46003
Adjusted R-squared : 0.454473      F-statistic : 81.803
Sum squared residual : 104.707      Prob(F-statistic) : 2.00358e-026
Sigma-square   : 0.545347      Log likelihood : -216.084
S.E. of regression : 0.738476      Akaike info criterion : 438.128
Sigma-square ML : 0.536957      Schwarz criterion : 447.947
S.E. of regression ML : 0.732773

-----
Variable      Coefficient      Std. Error      t-Statistic      Probability
-----
CONSTANT      -3.103103e-005      0.05288337      -0.0005867824      1.00000
DEN_EM        0.4923352          0.06674865       7.375912          0.00000
FLV           0.2589773          0.0664313        3.898418          0.00013
-----

REGRESSION DIAGNOSTICS
MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER : 2.007523
TEST ON NORMALITY OF ERRORS
TEST      DF      VALUE      PROB
Jarque-Bera      2      1510.7864      0.00000

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY
RANDOM COEFFICIENTS
TEST      DF      VALUE      PROB
Breusch-Pagan test      2      413.2823      0.00000
Koenker-Bassett test    2      53.8644      0.00000
-----
***** END OF REPORT *****

```

Finalmente se realiza una corrida más de la regresión, pero ahora considerando el factor espacial y de manera consistente y satisfactoria el R^2 se incrementa a 0,58, lo que significa que el 58 % de las AGEB mantiene una relación positiva hacia la una densidad de empleo y flujo vehicular alto, esto explica un aumento en los accidentes de tránsito al incorporar la proximidad espacial entre ambas variables, por lo que se establece que el factor espacial puede ser determinante en muchos de los casos, ver cuadro 3.

Cuadro 3. Regresión considerando el factor espacial: accidentes de tránsito tipo colisión asociado a densidad de empleo y flujo vehicular.

Regression Report

```

SUMMARY OF OUTPUT: SPATIAL LAG MODEL - MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATION
Data set      : ageb_base
Spatial Weight : ACC_0501.gal
Dependent Variable : ATC_05      Number of Observations: 195
Mean dependent var : 5.12821e-005  Number of Variables : 4
S.D. dependent var : 0.997268      Degrees of Freedom : 191
Lag coeff. (Rho) : 0.502541

R-squared      : 0.586008
Sq. Correlation : -0.411741      Log likelihood : -196.915
Sigma-square   : 0.411741      Akaike info criterion : 401.829
S.E. of regression : 0.641671      Schwarz criterion : 414.921

-----
Variable      Coefficient      Std. Error      z-value      Probability
-----
W.ATC_05      0.5025413        0.06772362       7.420474      0.00000
CONSTANT      -0.03468015      0.04610082      -0.7522676    0.45189
DEN_EM        0.3379117        0.06016958       5.615989      0.00000
FLV           0.07681483       0.06216389       1.235683      0.21658
-----

REGRESSION DIAGNOSTICS
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY
RANDOM COEFFICIENTS
TEST      DF      VALUE      PROB
Breusch-Pagan test      2      296.0330      0.00000

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE
SPATIAL LAG DEPENDENCE FOR WEIGHT MATRIX : ACC_0501.gal
TEST      DF      VALUE      PROB
Likelihood Ratio Test    1      38.2984      0.00000
-----
***** END OF REPORT *****

```

En general los resultados son consistentes, y reflejan que, a través del análisis exploratorio de datos espaciales, se pueden identificar variables del entorno, que en definitiva están relacionadas o marcan la pauta de estar asociadas de manera positiva, directa o indirecta con la incidencia de accidentes de tránsito tipo colisión.

Conclusiones

Se considera que las técnicas de análisis exploratorio de datos espaciales son consistentes y pertinentes, como punto de partida, para identificar asociaciones entre variables, que se sospecha puedan tener relación con algún evento que se pretenda explicar, como es el caso de los accidentes de tránsito tipo colisión en el municipio de Toluca, y su asociación con las variables <densidad de empleo y flujo vehicular>.

Se cumple el objetivo al analizar factores del entorno urbano que están correlacionados con los accidentes de tránsito en el municipio de Toluca, a través del análisis exploratorio de datos espaciales. Además, los resultados son muy favorables y cumplen con las expectativas planteadas.

Este tipo de resultados es de gran ayuda para abordar la accidentalidad de tránsito desde la perspectiva del análisis espacial, apoyando la parte urbana y así poder generar conocimiento, puesto que puede ayudar a mejorar la seguridad en el transporte y al proceso de planificación del uso del suelo (Pulugurtha *et al.*, 2012). Debido a estos resultados, este tipo de herramientas analíticas son sin duda relevantes para los planificadores del suelo, y el transporte, y otros interesados que estén relacionados con la zonificación, el desarrollo y el análisis de las comunidades, barrios y jurisdicciones.

La nueva promoción o aumento de la intensidad de la actividad económica y el cambio asociado de la intensidad de los flujos vehiculares tendrán repercusiones importantes en la seguridad vial (Kim *et al.*, 2006).

En el centro del municipio de Toluca las AGEB, que presentan mayor densidad de flujo vehicular y empleo, tienen mayor asociación con accidentes de tránsito tipo colisión, según los resultados obtenidos. La densidad de viajes y movimientos depende del empleo, a causa de que es mayor y tiende a concentrarse en los centros tradicionales de negocios en las ciudades; lo que incrementa el riesgo de accidentes. Por lo tanto, las zonas que son generadoras de flujos continuos de tránsito (debido a la localización de actividades económicas), deben ser estratégicas en el diseño de políticas que busquen reducir los riesgos, que produce la movilidad al interior de la ciudad.

Bibliografía

- AGUERO-VALVERDE J. y JOVANIS P.P., (2006) Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Revista EL SERVIER*. United States, Accident Analysis and Prevention, 38 (2006) 618–625: www.elsevier.com/locate/aap. Consultado: enero, 2012.
- ANSELÍN, L. (1999). “The future of spatial analysis in the social science.” *Geographic Information Sciences*, pp. 67-76.
- CELEMÍN, J. P., (2009), “Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial. Importancia, estructura y aplicación” *Revista Universitaria de Geografía*, versión impresa ISSN 0326-8373, Rev. Univ. Geogr. v.18 n.1 Bahía Blanca 2009, página electrónica: http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0326-83732009000100002, consultado en julio de 2013.
- CEPEDA, R. y VELÁZQUEZ, G. (2005). “Análisis de asociación espacial en variables de calidad de vida en Tandil”. En GARCÍA, María C. (comp.) *Ciudades intermedias. Problemas de su estructura y funciones. Conflictos ambientales y sociales en los años 2000*. Tandil: CIG-REUN, 2005, pp. 53-59.
- CERQUERA ESCOBAR (2013), “Análisis Espacial de los accidentes de tránsito en Bogotá D.C. Fundamentos de investigación”. *Revista del programa de estudios de posgrado en Geografía. Perspectiva geográfica*. ISSN 0123-3769.
- COUTURIER, S.; RICARDEZ M.; OSORNO J.; LÓPEZ M. R., (2011) “Morpho-spatial extraction of urban nuclei in diffusel y urbanized metropolitana areas”, *Landscape and urban planning*. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/landurbplan, pag 338-348.
- CLIFF, A.D. and ORD, J.K. 1973: *Spatial autocorrelation* London: Pion. *Annals of the Association of American Geographers*, 63.
- DIRECCIÓN DE CONTROL DE TRÁNSITO DE TOLUCA, 2005.
- CHASCO, YRIGOYEN, C. (2006), “Análisis estadístico de datos geográficos en geomarketing: el programa GeoDa”. *Distribución y Consumo* 86, 34 45.
- CHASCO YRIGOYEN, C. (2009). *Análisis de datos espacio-temporales para la economía y el geomarketing*. La coruña.
- DÁVILA N. G., (2006) “El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales”, *Laurus*. año/vol.12, número extraordinario Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas Venezuela.
- GOODCHILD. M. (2008) “Spatial autocorrelation”. In KEMP, Karen (Ed.) *Encyclopedia of Geographic Information Science*. Thousand Oaks, California: SAGE, 2008, pp.397-398.
- GLAISTER, R. A. and GRAHAM D. S., (2003) “The effects of area deprivation on the incidence of child and adult pedestrian casualties in England”, *Department of Civil and Environmental Engineering, Centre for Transport Studies, Imperial College London, London SW7 2AZ, UK, Accident Analysis and Prevention* 37 (2003) 125–135, www.elsevier.com/locate/aap. Consultado en mayo 2011.

- HERNÁNDEZ, (2012), Análisis exploratorio espacial de los accidentes de tránsito en Ciudad Juárez, México, - Rev Panam Salud Pública, 2012 - SciELO Public Health.
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA (INEGI), 2000. “Síntesis de resultados Zona Metropolitana de Toluca”, XII Censo General, Población y Vivienda, 2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y ESTADÍSTICA (INEGI), 2009. “Densidad Nacional de Unidades Económicas.
- KIM, K., BRUNNER, I.M.; YAMASHITA, E.Y., (2006) “The influence of land use, population, employment and economic activity on Accidents”. Revista TRB transport research board, of the national academies, Safety and Human performance, volumen 1953/2006, 56–64, TRB, National Research Council, Washington DC. Disponible en internet: <http://trb.metapress.com/content/y188nx845j77566v/>. Consultado en agosto de 2012.
- LEVEAU CM, UBEDA C. (2012) “Muertes por lesiones de tránsito en Argentina: un análisis espacial para el período 2001–2009”. Rev Panam Salud Publica. 2012; 31(5):439–42.
- MORENO, ROSINA y VAYÁ, ESTHER (2000). Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial. Barcelona, Edicions de la Universitat de Barcelona.
- O’LOUGHLIN, J. y ANSELIN, L. (1992). “Geography of International Conflict and Cooperation: Theory and Methods. In M. Ward”. (Ed.) The New Geopolitics (pp. 11-38). Philadelphia: Gordon and Breach.
- ORDÓÑEZ G. C., VARELA G., REYES P. Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas. IV JORNADAS DE SIG LIBRE. Departamento de Ingeniería de los Recursos Naturales y Medio Ambiente (IRNMA), Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial, Rua Torrecedeira, 86, 36208 Vigo (España).
- PULUGURTA, S. S., DUDDU, V. R., KOTAGIRI, Y., (2012) Traffic analysis zone level crash estimation models based on land use characteristics. Revista EL SERVIER. United States, Accident Analysis and Prevention, pag 10, journal homepage: www.elsevier.com/locate/aap. Consultado: julio, 2012.
- QUDDUS, M. A., (2008) Modelling area-wide count outcomes with spatial correlation and heterogeneity: An analysis of London crash data. Revista EL SERVIER. United Kingdom, Accident Analysis and Prevention 40 (2008) 1486–1497, journal homepage: www.elsevier.com/locate/aap. Consultado: junio, 2011.
- VILALTA y PERDOMO, C. J. (2005), “Como enseñar autocorrelacion espacial”. Economía, Sociedad y Territorio. México D.F.: El Colegio Mexiquense, 2005, |vol. V, n° 18, pp. 323-333.

**ANÁLISIS TERRITORIAL MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**
Mayo 2018

En el presente libro se integran trabajos realizados mediante tecnologías de la información geográfica, a través de casos de estudio de 7 países iberoamericanos.

Dichas investigaciones se centran en analizar la dinámica de los usos de suelo, situación socio habitacional, mapas sociales urbanos, clasificación climática y factores determinantes sociales en salud. Asimismo, son de vital importancia para realizar estudios de bosques, corredores biológicos, sustentabilidad del territorio y fenómenos hidrometeorológicos.

Por otro lado, la integración de estudios territoriales en plataformas web ha revolucionado el análisis y visualización de sistemas catastrales, gestión del transporte y ordenamiento territorial.



ISBN 978-607-437-433-9



9 786074 374339