

# ANÁLISIS EXPLORATORIO DE CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES EN EL PATRON DE ROBO A COMERCIO (MEXICALI, MEXICO).

Fabiola Maribel DENEGRI-DE-DIOS<sup>a</sup>, Judith LEY-GARCÍA<sup>a</sup>, Pablo Jesús GONZÁLEZ-REYES<sup>a</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Sociales-UABC, Edificio de Investigación y Posgrado, 3er. Piso, Blvd. Benito Juárez s/n, Mexicali B. C. México., email: fdenegri@uabc.edu.mx

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo explorar los cambios en los patrones espaciales del robo a comercio de la ciudad de Mexicali, Baja California durante el periodo de 2009 a 2013. Estos cambios son examinados mediante el uso de un sistema de información geográfica y la aplicación de técnicas de análisis exploratorio de datos espaciales como la prueba de autocorrelación espacial. Los resultados muestran un patrón de concentración de un alto número de delitos en áreas localizadas en el centro y este de la ciudad, y la ausencia o baja presencia en la periferia. Además, se presentó una tendencia a la alza en el número de delitos por unidad espacial en gran parte de la ciudad.

**Palabras clave:** SIG, empresa, delitos, geografía del delito, conglomerados.

## ABSTRACT

The aim of this work is to explore changes overtime in spatial patterns of crime against business in the city of Mexicali, México during the period 2009-2013. Geographic Information System and Exploratory spatial autocorrelation as spatial autocorrelation were used for exploring changes in the spatial behavior of this category of crime in the period mentioned. The results show that the concentration of these offenses is stable in some areas located in the city center and east of the city, and the absence or low occurrence in peripheral zones.

**Keywords:** GIS, business, crime, geography of crime, clusters

## 1 INTRODUCCIÓN

Los avances en ciencia y tecnología ofrecen, hoy en día, una diversidad de herramientas para el análisis espacial de problemas sociales como el crimen o la delincuencia. De manera general, el desarrollo de programas de cómputo como son los Sistemas de Información Geográfica ha impulsado un crecimiento, sin precedentes, en la literatura dedicada al análisis espacial del crimen, pues brindan la oportunidad de gestionar bases de datos con información geográfica que facilita la generación de mapas de densidad de delitos, la visualización de los puntos calientes y fríos (*hotspots* y *coldspots*), de los valores atípicos (*outliers*), el análisis estadístico espacial y temporal del delito, entre otras aplicaciones.

Actualmente, se encuentran disponibles programas especializados en la geografía del delito, por ejemplo, CAST (Crime Analytics for Space-Time) un programa libre que permite detectar patrones y tendencias espaciales desarrollado por el Centro GeoDa de la Universidad del Estado de Arizona (Rey et al., 2013), CrimeStat IV es otro programa libre centrado en la estadística espacial del delito desarrollado por Ned Levine & Associates y financiado por el Instituto Nacional de Justicia de Estados Unidos (Levine, 2013).

El desarrollo y aplicación de estas herramientas se ha dirigido principalmente a investigaciones centradas en el robo residencial, en instalaciones específicas (bares, centros nocturnos, escuelas), o bien, en el conjunto de delitos bajo distintas categorías (robo de automóviles, robo a

transeúntes, robo con violencia, delitos contra la propiedad, etc.) prevaleciendo un escaso interés en el estudio de los delitos cometidos en contra de sectores como las empresas dedicadas a la actividad comercial al detalle (Goldsmith y cols., 2000; Perrone, 2000).

En México, uno de cada dos empresas se dedica al comercio y éstas generan 36% de los empleos totales (Inegi, 2014). En las ciudades se concentran la mayor parte de este tipo de establecimientos con el objetivo de poner en manos del consumidor final los productos fabricados en distintos lugares. La expansión del canal moderno de comercialización (tiendas de conveniencia) y la permanencia del canal tradicional (tiendas de abarrotes) constituidas, principalmente por negocios micro o pequeños se enfrentan hoy en día al riesgo de ser víctima de la violencia y la delincuencia en algunas ciudades mexicanas (Inegi, 2012).

El análisis del patrón espacial de los delitos parte de la idea de que la distribución de éstos no es uniforme ni aleatoria en el tiempo y el espacio (Brantingham y Brantingham, 2011). Con base en este planteamiento se asume que el robo a comercio se concentra temporalmente en ciertas áreas de la ciudad dando lugar a conglomerados que comparten un alto número de delitos que cambian con el tiempo. Explorar los patrones de concentración del robo a comercio a través del tiempo es un paso inicial para describir la problemática actual de este delito en ciudades mexicanas. Lo anterior, permite plantear como objetivo del presente trabajo: identificar los cambios en el patrón espacial del robo a comercio en la ciudad de Mexicali, Baja California durante el periodo 2009-2013.

## 2 MATERIALES Y METODO

### 2.1 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde a la ciudad fronteriza de Mexicali localizada en el noroeste de México (figura 1) caracterizada, al igual que otras ciudades fronterizas, por un crecimiento acelerado de la población que, entre otros factores, fue impulsado por la llegada de capitales internacionales que integraron a esta localidad en el sistema de producción mundial vía maquiladora

(Ley y Fimbres, 2011). Este proceso dio como resultado una expansión urbana acompañada de cambios en el establecimiento de negocios comerciales en las áreas tradicionales, así como, la aparición de nuevas áreas comerciales (Verduzco, 1990). Actualmente, la estructura comercial de Mexicali incluye distintos nodos, corredores y zonas comerciales que surgieron como respuesta al propio crecimiento de la ciudad.



**Figura 1.** Localización del área de estudio. Elaboración propia.

### 2.2 DATOS UTILIZADOS

Los insumos principales utilizados en este ejercicio incluyen: a) los registros del número de robos a comercios por colonia durante 2009-2013 (PGJEBC, 2014), b) la cartografía correspondiente a los polígonos de las colonias (Laboratorio de Geomática-UABC, 2014), y c) la cartografía censal urbana que incluye las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) urbanas (Inegi, 2010).

### 2.3 TRATAMIENTO DE LA INFORMACION

El análisis exploratorio de datos espaciales a nivel AGEB del robo a comercio requirió la realización de los siguientes pasos:

- 1) La georreferenciación de los registros de los robos a comercio por colonia en MapInfo 9.
- 2) La desagregación ponderada a nivel AGEB de los robos ubicados geográficamente en MapInfo 9. Las AGEB serán las unidades espaciales de análisis para este trabajo.
- 3) El análisis estadístico descriptivo del delito

4) La prueba de autocorrelación espacial aplicando como Indicador Local de Asociación Espacial (LISA) el índice I de Moran Local disponible en GeoDa 1.6.6 (Anselin, 2014). Para ello, se generó una matriz de pesos con la opción ARC DISTANCE a partir del valor mínimo que por defecto asigna el programa (1.1569 kilómetros).

Con este procedimiento se obtuvieron para cada año del periodo examinado: i) los mapas temáticos que integran los *hotspots*, *coldspots* y *outliers* (valores atípicos), ii) los gráficos de dispersión de la I de Moran local, y iii) los mapas de significancia ( $p\text{-valor} \leq 0.05$ ; permutaciones=999).

**Tabla 1. Estadísticas descriptivas del robo a comercio por año**

	2009	2010	2011	2012	2013
Mediana	2	3	6	6	5
Tercer cuartil	6	8	12	13	10
Máximo	30	39	58	56	65

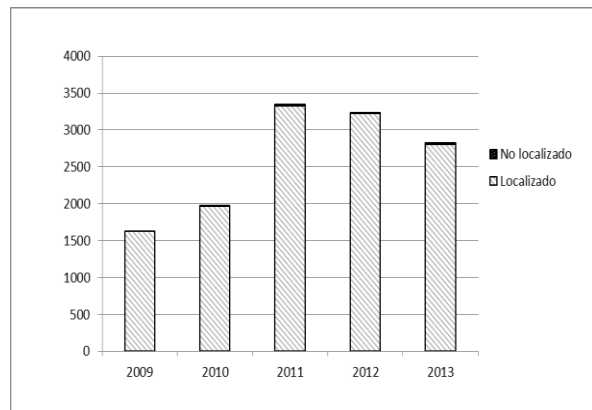
Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tres primeros años los registros mostraron un incremento en el número de robos, destaca el año 2011 en el que se duplicó la cifra de 2009, mientras los últimos dos años presentan una tendencia a la baja. Cabe aclarar que del total de registros disponibles en la base de datos fueron localizados geográficamente por año alrededor del 99% de los robos en la ciudad. El resto, generalmente no presentaba información sobre el lugar donde ocurrió (figura 2).

En la tabla 1 se resumen algunas estadísticas descriptivas del delito. En primer lugar, el valor de la mediana para 2009 indica que 50% del total de unidades espaciales presentaba un rango de cero a dos robos, en 2011, el rango aumento de cero a seis robos. El tercer cuartil y el valor máximo indican en 2009 que 25% de las AGEB presentaron entre 6 y 30 robos a comercio, incrementándose en 2013 a un rango de 10 a 65 delitos. Estos valores indican un aumento en los

rangos de robos que afecta a la mayoría de las unidades espaciales.



**Figura 2.** Número de registros georreferenciados de robo a comercio 2009-2013 en Mexicali, México. Elaboración propia.

La tabla 2 muestra los valores obtenidos del índice I de Moran Local y el porcentaje de AGEB significativos. Como se observa, para todos los años los valores resultaron positivos, lo cual permite rechazar la hipótesis de que los robos a comercio en Mexicali se distribuyen al azar, es decir, existe una dependencia espacial entre el número de robos y el lugar en que estos se cometieron. Es importante notar que los valores de este indicador muestran una tendencia a la baja, así, en el periodo 2009-2011, la I de Moran Local es mayor a 0.30, pero disminuye a 0.277 en 2012 y llega a 0.155 en 2013.

**Tabla 2.** Resultados de análisis LISA de robo a comercio por ageb 2009-2013

	2009	2010	2011	2012	2013
I Moran Local	0.375	0.344	0.302	0.277	0.155
% AGEB significativas ( $p\text{-valor} \leq 0.05$ )	37%	36%	33%	32%	24%
% Robos en AGEB High-High	34%	35%	28%	24%	16%

Elaboración propia a partir de resultados en GeoDa (2014).

Los mapas de significancia permitieron obtener el porcentaje de AGEB significativas que integraron conglomerados o representan valores atípicos (Tabla 2). Finalmente, en la misma tabla se muestra el porcentaje de los robos totales que se concentran en las AGEB high-high. Los datos anteriores indican una mayor dependencia espacial en los primeros años que en los últimos.

Las pruebas de autocorrelación espacial se presentan como mapas temáticos para cada año en la figura 3. En términos generales, a inicios del periodo, se identifica una concentración espacial de diversas unidades espaciales que comparten valores altos en robo a comercio *high-high* (polígonos rojos). Estos *hotspots* se localizan próximos al centro de la ciudad y puerto fronterizo, pero, conforme pasan los años se manifiesta un proceso de contracción en el total de unidades espaciales que los conforman. En cierta medida, se puede hablar de un desplazamiento o relocalización de los robos a otras AGEB que dan lugar a nuevos *hotspots* cuya trayectoria nort-sur este puede situarse tomando como referencia el bulevar Adolfo López Mateos que conecta el puerto fronterizo del centro de la ciudad con la carretera Mexicali-San Luis Río Colorado, Sonora en donde se localiza la zona industrial de la ciudad.

La figura 3 muestra que las AGEB que pertenecen a conglomerados con bajo número de robo a comercio o *low-low* (polígonos en azul) se localizan principalmente en la periferia de la ciudad. Los valores atípicos, con valores *low-high* (polígonos azul claro) indican áreas en el interior de la ciudad que presentan bajo nivel de delitos, a pesar de tener vecindad con AGEB con valores altos, mientras las AGEB *high-low* (polígonos rosa) presentan un número mayor de delitos que sus AGEB próximas.

De manera particular, en el año 2009, el patrón del delito expresa una concentración en cuatro conglomerados, tres relativamente próximos al norte de la ciudad, y el cuarto conglomerado ubicado en la zona denominada González Ortega al sureste de la ciudad que presenta el menor número de AGEB.

El primer conglomerado localizado al norte de la ciudad se caracteriza por alto flujo de personas y

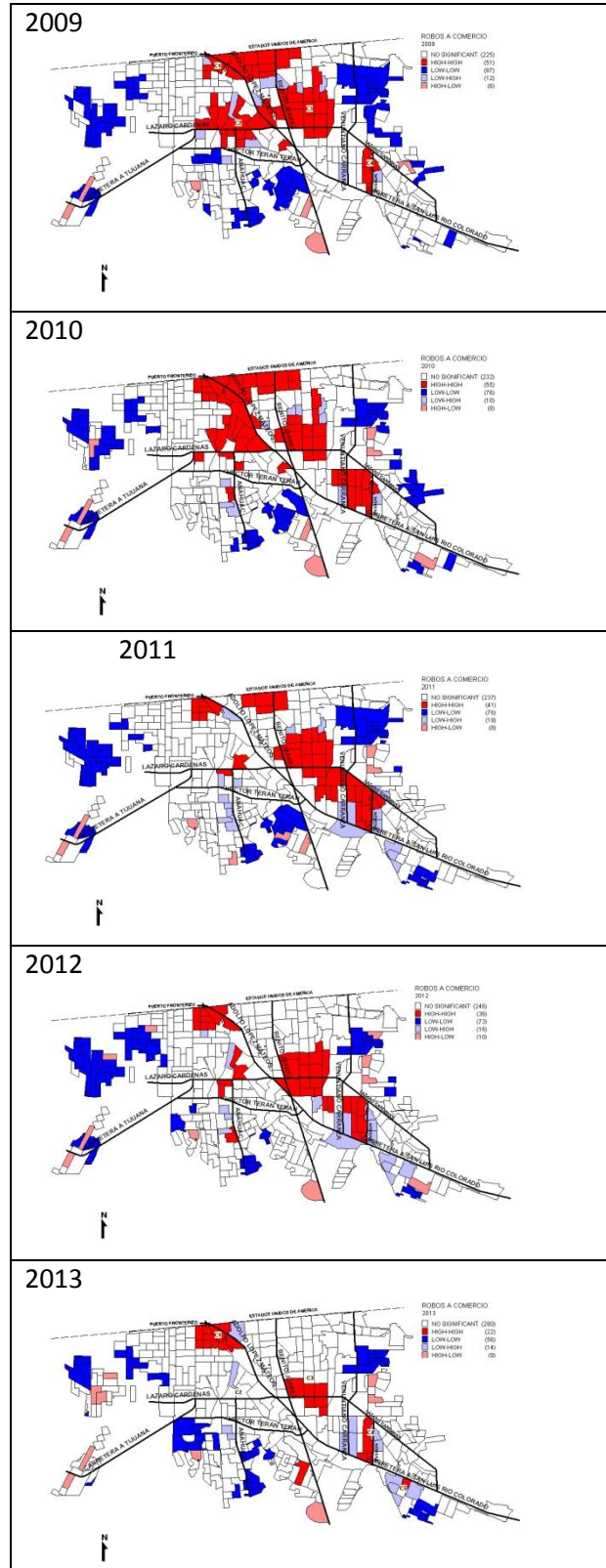


Figura 3. Conglomerados LISA para robo a comercio en Mexicali 2009-2013.

automóviles debido a que allí se ubica uno de los dos puertos fronterizos de la ciudad, además es una zona de uso de suelo predominantemente comercial.

El siguiente conglomerado al oeste de la ciudad se ubica entre vialidades de primer orden como los bulevares Adolfo López Mateos, Lázaro Cárdenas y Anáhuac, caracterizados por integrarse de corredores de uso comercial.

El conglomerado al este de la ciudad se ubica entre vialidades como bulevar Lázaro Cárdenas, bulevar Benito Juárez en los cuales se integran corredores comerciales y otros usos de suelo como servicios públicos (campus central UABC Mexicali) y habitacional. En 2009, dos conglomerados, son adyacentes entre sí que podrían definirse en un solo conglomerado en la parte central de la ciudad, pero para este análisis los dividimos considerando el bulevar Adolfo López Mateos.

El cuarto conglomerado está localizado en la carretera a San Luis Rio Colorado, que representa una prolongación del bulevar Adolfo López Mateos, rodeado por vialidades como el bulevar Lázaro Cárdenas, Venustiano Carranza, y la calle Novena, este conglomerado se encuentra inmerso en una zona industrial conocida como González Ortega, aunque las vialidades mencionadas también representan corredores comerciales.

En 2010, el comportamiento espacial puede traducirse en una contracción de unidades espaciales que forman los conglomerados, disminuyen principalmente las unidades espaciales que conforman los conglomerados al este y oeste de la ciudad. En el caso del conglomerado al oeste de la ciudad su contracción está relacionada con la aparición de AGEB *high-high* dispersos al sur de este mismo conglomerado. Mientras, el conglomerado al este de la ciudad, se contrae en unidades espaciales y se separa, mientras el localizado en González Ortega experimenta una expansión de unidades espaciales.

En 2011, cuando se duplica el número de registros del robo a comercio, el conglomerado del norte de la ciudad se divide en dos conglomerados, y en el conglomerado al oeste disminuye drásticamente el número de AGEB que lo integran, los otros dos

conglomerados se expanden y aproximan entre sí dando lugar a un sólo conglomerado.

Para 2012, la unión anterior desaparece y se fragmenta formando nuevos conglomerados. Desaparecen los AGEB de la parte este del conglomerado del norte de la ciudad, pero, aparece un AGEB *high-high* al suroeste de la ciudad en una zona habitacional ubicada entre vialidades como bulevar Anáhuac y calzada Héctor Terán, en las que se pueden encontrar una combinación de uso de suelo comercial y habitacional. A diferencia del resto de conglomerados, este AGEB se ubica en una de las zonas habitacionales de reciente creación más extensas de la ciudad.

En 2013, sólo aparecen algunas AGEB de los conglomerados originales (2009), y aparece un nuevo conglomerado ubicado al sureste de la ciudad en las inmediaciones del ejido Puebla donde se localizan una serie de fraccionamientos habitacionales relativamente recientes.

También, es importante señalar que, en los cinco años analizados, se identificaron nueve AGEB que consistentemente aparecen como *hotspots*, es decir, unidades espaciales con mayor probabilidad de experimentar un alto número de robo a comercio que otras zonas de la ciudad, representan lo que autores como Townsley, Homel y Chaseling (2000) y Bennett y Durie (1996) denominan “*hotspots* estables” a través del tiempo.

La escasa literatura sobre el análisis del patrón espacio-temporal del robo a comercio en ciudades mexicanas dificulta el contraste de los resultados obtenidos en este ejercicio. Sin embargo, se pueden identificar coincidencias con resultados de otros estudios que abordan otra población objetivo y otros delitos, entre ellos, la detección de *hotspots* en áreas cercanas al centro de una ciudad (Aguayo y Medellín, 2014), los cambios en el tiempo en el tamaño y número de *hotspots* (Bennett y Durie, 1996) así como, la relación entre vialidades e incidencia delictiva (Davies y Bishop, 2013).

#### 4 CONCLUSIÓN

En el análisis exploratorio anterior, se identificaron cambios a través del tiempo en el comportamiento espacial del robo a comercio en Mexicali. Estos

cambios dan lugar a conglomerados espaciales con una tendencia a disminuir la cantidad de unidades espaciales que los integran. Además, se observó que aquellas AGEB que resultaron no significativas en la prueba de autocorrelación espacial en los últimos años del periodo analizado encierran un proceso de homogeneización de la cantidad de robos por unidad espacial en un rango de valores intermedios, y que a pesar de que aumenta la probabilidad de robo a comercio en diferentes zonas de la ciudad, esto no implica la existencia de *hotspots* como los experimentados al inicio del periodo.

Los resultados anteriores, nos permiten reflexionar sobre la importancia de analizar el comportamiento espacial del robo a comercio en otras ciudades mexicanas (Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey, entre otras) que presentan una alta incidencia de este delito, así como, la relación que guarda la presencia del delito con las vialidades próximas, el uso de suelo predominante y las fases de expansión de la ciudad que conllevan al surgimiento, consolidación y desaparición o desplome de ciertas zonas comerciales en la ciudad.

La existencia de nueve AGEB que consistentemente se comportaron como *hotspots* expresan la necesidad de indagar sobre las causas o factores físicos y sociales que las mantienen estable en esta categoría a través de los años, y que además permitan el establecimiento de medidas o políticas de prevención y atención del delito tanto para las autoridades correspondientes como para los empresarios que por su localización presentan un mayor riesgo de ser víctimas del robo a comercio.

Por otro lado, es pertinente subrayar que un elemento esencial en el análisis espacial de los delitos es la información disponible, en el caso de los delitos en contra de las empresas la cifra negra para 2013 en México fue de 88.1%, es decir, sólo 11.9% de los delitos cometidos fueron denunciados o se inició una averiguación previa, lo que significa un subregistro de delitos. A pesar de esta limitante, es importante explorar este delito con los datos disponibles y realizar un esfuerzo por

recopilar información para generar bases de datos más robustas.

## REFERENCIAS

- Anselin, L. 2014. GeoDa (version 1.6.6). Octubre de 2014.
- Brantingham, P. y Brantingham, P. 2011. Crime pattern theory. Wortley R. y Mazerolle, L.(eds.) En *Environmental Criminology and Crime Analysis*. New York: Routledge.
- Bennett, T. y Durie, L. 1996. Domestic Burglary Task Force: Cambridge, Focus on Police Research and Development, 8 (December), pp. 34–36.
- Davies, T. y Bishop, S. 2013- Modelling patterns of burglary on street networks. *Crime Science*. Vol. 2, pp. 2-10
- Goldsmith, V., MacGuire, P., Mollenkopf, and Ross, T. 2000. (eds.) *Analyzing crime patterns: frontiers and practices*. Estados Unidos: Sage Publications.
- Inegi. 2010. Marco Geoestadístico 2010 versión 5.0 (Censo de Población y Vivienda 2010). Ags.
- Inegi. 2012. Encuesta Nacional de Victimización de Empresas 2012.
- Inegi. 2014. Censos Económicos 2014. Ags.
- Laboratorio de Geomática (2014). Cartografía básica de Mexicali (Base de datos). UABC.
- Ley, J. y Fimbres, N. 2011. La expansión de la ciudad de Mexicali: una aproximación desde la visión de sus habitantes. *Región y Sociedad*. Vol. XXIII, Núm. 52, pp. 209-238.
- Levine, N. 2013. CrimeStat IV: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations (version 4.0). Ned Levine & Associates, Houston, TX, and the National Institute of Justice, Washington, DC, June 2013.
- Aguayo, E. y Medellín, S. 2014. Dependencia espacial de la delincuencia en Monterrey México. *Ecos de Economía*. Vol. 18. Núm. 38, pp. 63-92
- Perrone, S. 2000. Crimes Against Small Businesses in Australia: A Preliminary Analysis. *Trends and Issues*, No. 184. Canberra: Australian Institute of Criminology.
- Procuraduría General de Justicia del Estado de Baja California (2014). Base de datos de robo a comercio 2009-2013 (impreso).
- Townsley, Homel y Chaseling (2000). Repeat Burglary Victimization: spatial and temporal patterns. *Journal of Criminology*. Vol. 33. Núm. 1. pp. 37-63
- Verduzco Chávez, B. 1990. Centralidad urbana y patrones recientes de localización comercial y de servicios en Tijuana. *Estudios Demográficos y Urbanos*. Vol. 5, Núm. 2. pp. 275-308.