

Estudio preliminar sobre autocorrelación espacial de la variable: Hurtos a personas en la ciudad de Cartagena D.T. y C.

RANDOLF HERRERA. *

CEDETRABAJO - capitulo Cartagena. **

rdherrera@uniguajira.edu.co

24 de octubre de 2020

Contenido.

I. INTRODUCCIÓN.	2
II. Metodología.	2
III. Resultados.	2
I. Autocorrelación espacial.	3
II. Red de pesos espaciales.	4
III. Test I de Moran.	5
IV. Análisis local de asociación LISA.	6
V. Modelo de regresión espacial SAR.	7
IV. Conclusiones	8

Resumen

La autocorrelación espacial (AE) puede ser utilizada para medir la propagación de una variable en unidades espaciales, Dicho de otra manera, la AE parte del supuesto que algunas variables para ser explicadas, deben ser estudiadas con su componente espacial. Es el caso de la variable a estudiar hurtos a personas, donde se espera hallar si existe o no en la ciudad de Cartagena dependencia espacial en los hurtos a personas, en otras palabras, si la ubicación espacial de estos hurtos tiene incidencia en sus vecinos o no.

Palabras claves: Autocorrelación, hurto, personas, distribución, cluster.

*Investigador asociado de CEDETRABAJO.

**Centro de Estudios del Trabajo.

I. INTRODUCCIÓN.

El presente artículo, tiene como propósito dar a conocer la relación que existe entre la variable hurtos a personas y su localización en el espacio, lo cual puede servir como insumo a la academia para formular nuevos proyectos de investigación enfocadas en la variable de estudio y como esta estaría relacionada no solo con su ubicación sino también con la de sus vecinos, así mismo busca servir de apoyo a los entes territoriales para la formulación de políticas públicas, que permitan una mejor distribución del gasto en materia de enfoques diferenciados para lugares que presenten clusterización¹, Cabe destacar que este estudio se llevará a cabo en los barrios de la ciudad Cartagena D.T y C.

Tal como lo afirma (Lucero y Celemín, 2008), ¿El análisis de autocorrelación espacial está especialmente destinado a comprobar la forma en que los hechos humanos se reparten sobre la corteza terrestre desde el lenguaje espacio-temporal?, esto quiere decir, que existe cercanía entre las formas de relación social de la especie humana y su ubicación en el planeta.

II. Metodología.

El presente estudio toma los datos de la variable a estudiar (hurtos a personas) en la ciudad de Cartagena D.T.y C de las estadísticas delictivas², el cual se tomaron los datos de hurto a personas para el año 2019, para luego filtrar los que únicamente correspondían a la Ciudad de Cartagena con sus respectivos barrios.

En este caso, entenderemos la econome-

¹Grupo de empresas interrelacionadas que trabajan en un mismo sector industrial y que colaboran estratégicamente para obtener beneficios comunes.

²Estadísticas delictivas PONAL. <https://www.policia.gov.co/grupo-informaci%C3%B3n-criminalidad/estadistica-delictiva>

tría espacial como “un campo especializado de la econometría general y considerada específicamente en los efectos espaciales —distribución y comportamiento a través del espacio geográfico— de las variables analizadas (fenómenos geográficos)”(Siabato and Manrique, 2019, p.1).

Ahora bien, para referenciar los datos estadísticos en su componente espacial, se utilizó un archivo shapefile que se obtuvo de la página del IGAT, de los barrios de Cartagena D.T y C, los cuales se alojan en su sistema georeferenciado.

En lo que respecta a la posible presencia de autocorrelación espacial, se empleó el test de I Moran, que es el homólogo espacial del test de Pearson, el cual mide la relación de una variable en los intervalos que va desde $[-1 ; 1]$, e indica la existencia en el caso espacial de correlación negativa o positiva. Todas las estimaciones econométricas, manejo de la base de datos y estadísticas descriptivas se hicieron con el paquete estadístico de código abierto RStudio.

III. Resultados.

Para el año 2019, la ciudad de Cartagena D.T y C, tuvo un total de 4.602 delitos, los cuales se distribuyeron en sus 247 barrios, siendo el barrio Centro, el más afectado por los hurtos a personas con un total de 412 delitos cometidos en ese sector, lo que equivaldría a unos 106 hurtos a persona por cada 1.000 habitantes.

10 Barrios con mas hurtos a personas.

NOMBRE	HURTOS
CENTRO	412
BOCAGRANDE	161
EL POZON	144
SAN FERNANDO	130
OLAYA HERRERA	125
SAN JOSE DE LOS CAMPANOS	123
BLAS DE LEZO	101
GETSEMANI	101
TORICES	97
MAMONAL	91
NELSON MANDELA	91

Cuadro 1: Diez primeros barrios con mas casos de hurtos a personas en 2019.

Hurto a personas en Cartagena 2019.

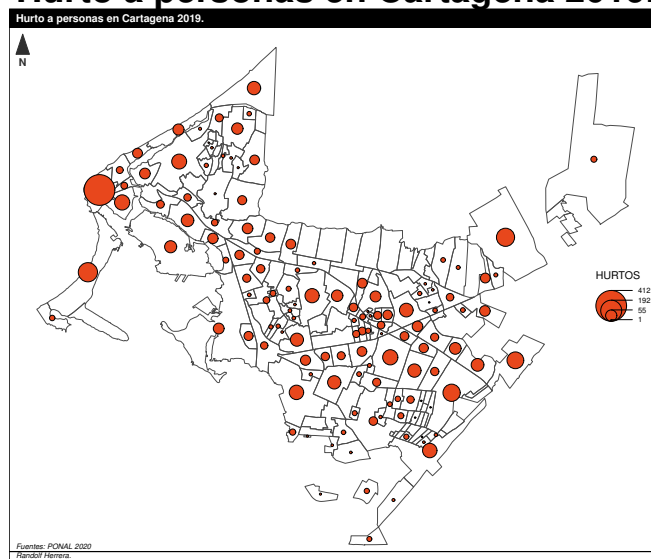


Figura 1: Fuente: Elaboracion propia, con base a datos de la PONAL(2020).

En 3l 1, se puede observar cuales fueron los 10 barrios de la ciudad con más casos de hurto a personas, entre los cuales 3 de ellos se encuentran en la zona turística de la ciudad, que son: Centro, Bocagrande y Getsemani con 411, 161 y 101 casos de hurto a personas respectivamente, presentando una media de hurtos a personas de 20,74 al año, esto quiere decir que en el año 2019 en promedio 21 personas aproximadamente fueron víctimas de este delito en la ciudad de Cartagena D.T y C. También se pudo observar que 27,25 hurtos a personas corresponden al 3° cuartil, esto quiere decir que el 75% de barrios sufrió menos del 27,25 casos de hurto a personas.

Como se puede observar en la figura 1, se graficó la variable hurtos a personas para los barrios de la ciudad de Cartagena D.Ty C, donde a simple vista se pueden observar áreas que poseen más casos de hurto que otros, pero esto no es necesariamente por la relación que tengan con sus vecinos o eso es lo que se creería generalmente. Estudiar variables como la violencia sin tener en cuenta su componente espacial es quedarse corto en el análisis, debido a que la forma en se distribuyen estos datos con su entorno es de gran objeto de estudio (Moran, 1948).

i. Autocorrelación espacial.

(Moran, 1948) y (Geary, 1954), son los pioneros en análisis espacial y se popularizan con el trabajo de (Cliff and Ord, 1981), con esto determinaron que las observaciones exhibirán autocorrelación espacial, si sabiendo el valor de un parámetro de interés en un sitio, permite la predicción del mismo parámetro en otro sitio, es decir si se tiene el valor de una observación se podrá hacer predicciones en este

caso sobre los delitos de hurto a personas, en sitios cercanos a mi observación original.

ii. Red de pesos espaciales.

En el análisis de autocorrelación espacial se necesita una medida de contigüidad que podemos definir la de manera general como una relación de vecindad. Estas relaciones pueden ser de tres tipos principalmente, caso de torre (Rook case), caso de alfil (Bishop case) y caso de la reina (Queen case) que reciben este nombre por analogía con los movimientos de las figuras de ajedrez (Borrego Sánchez, 2018). Como se puede apreciar en la figura 2.



Figura 2: Fuente: (Borrego Sánchez, 2018)

Para el objeto de este artículo, se tomó el tipo Queen pudiendo así relacionar a los barrios con sus vecinos, tal cual como se mueve en el ajedrez la reina obteniendo para la Ciudad de Cartagena D.T yC, arrojando como resultados los datos de la tabla 2.

OBJETOS DE LA LISTA DE VECINOS.	
N° de barrios analizado	247
N° de conexiones	934
Promedio de conexiones	5.075
Barrios sin conexiones	4
Barrios con menos conexiones	6
Conexión del barrio con más conexiones.	15

Cuadro 2: Fuente: Elaboración propia, con base a los datos de las conexiones por barrio.

Esto quiere decir es, que existen 5.075 conexiones en promedio entre los barrios de la ciudad de Cartagena D.TyC, de los cuales 4 no

presenta conexión con sus vecinos, 6 presentan problemas en las conexiones espaciales y 1 barrio por si solo presenta 15 conexiones con sus vecinos, ahora en la figura 3, se graficará los resultados del movimiento tipo Queen en el mapa de la Ciudad.

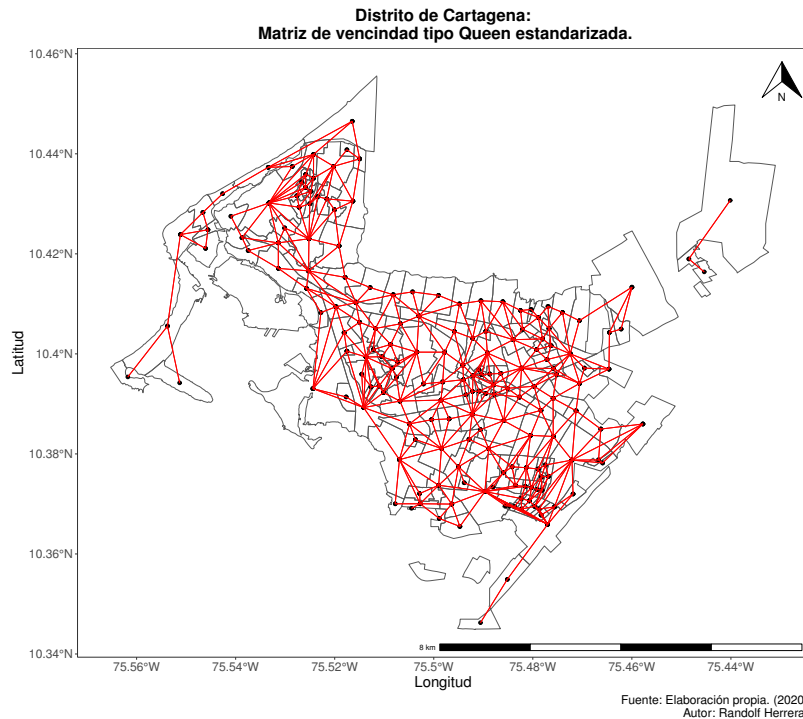


Figura 3: Fuente: (Borrego Sánchez, 2018)

De la figura 3, donde se graficó la matriz de vecindad de tipo Queen estandarizada, podemos ver como existen lugares de la ciudad de Cartagena D.T y C que tienen un número considerable de conexiones, siendo estos quizás puntos donde se conformen clusterización los cuales se determinaran en el resultado final de la auto regresión espacial.

iii. Test I de Moran.

Esta estadística, es utilizada para realizar un test que permite evaluar la significancia de la correlación espacial. Primero se realiza un test a nivel global que crea una sola medida de correlación espacial (Siabato and Manrique, 2019). Este test de Moran creará una medida de correlación entre [-1 y 1] en donde:

- (0) significa que nuestros datos están distribuidos aleatoriamente
- (-1) representa autocorrelación espacial negativa (valores disímiles están cercanos entre sí).

Con un nivel de significancia de $\alpha = 0,000025$, se rechaza la hipótesis nula de ausencia de autocorrelación espacial; por lo tanto aceptamos la hipótesis alternativa de presencia de AE , por lo tanto la evidencia sugiere que el hurto a personas en la ciudad de Cartagena D.T y C, no es un fenómeno especialmente aleatorio. El coeficiente de Moran nos indica que se presentó para la variable de estudio un valor de 0.1708 lo que sugiere presencia de una leve autocorrelación global, frente a la expectativa de una ligera relación negativa.

La cual se determina con la siguiente formula:

$$I = \frac{n}{S_0} * \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (X_i - \hat{X})(Y_i - \hat{Y})}{\sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X})^2}$$

Donde W_{ij} es el peso entre la observación i ; j y S_0 es la suma de todos los W_{ij} . Para el caso de hurto a personas se obtuvo el siguiente resultado:

```
Moran I test under randomisation
data: mps_1$HURTOS
weights: wqueen_cartagena n reduced by no-neighbour observations

Moran I statistic standard deviate = 4.0522, p-value = 0.00002537
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.170811113          -0.005586592          0.001894998
```

Figura 4: Resultado del test de Moran.

Lo anterior, no sugiere que los robos en la ciudad suceden en leve medida por procesos del azar, tampoco que la proximidad y cercanía con otros barrios donde ocurrieron los casos de hurto, tienen una AE de 0.1708 en grados de relación, esto quiere decir que el lugar espacial donde suceden los crímenes si es relevante y debe ser objeto de atención por los sectores académicos y públicos.

La figura 5, muestra la dispersión del hurto a personas por barrios de la ciudad de Cartagena D.T y C, junto a su rezago espacial, que es el promedio de hurtos a personas en los barrios vecinos. Como se pudo observar en el test anterior de la figura 4, este es ligeramente positivo. Los cuatro cuadrantes del gráfico describen el valor de la observación en relación a sus vecinos: el cual se debe leer en el sentido anti-horario alta-alta, baja-baja (autocorrelación espacial positiva), baja-alta o alta-baja (correlación espacial negativa), y el gráfico también puntualiza en los valores considerados como outliers en esta relación, que son los puntos más dispersos de la figura.

Se observa una alta concentración de puntos cerca del centroide; sin embargo, la nube de datos muestra una tendencia hacia el segundo cuadrante del plano, lo que sugiere la presencia de localidades con vecino de valores similares. casos excepcionales para los barrios de Centro, Bocagrande, Getsemani, la Matuna, San Diego y Castillo Grande que se presentan como valores atípicos, en el cuarto cuadrante.

te resaltan los barrios San José de los Campanos, Pozón, Olaya Herrera y San Fernando cuya posición infiere que los barrios vecinos presentan valores distintos de casos hurtos a personas.

prueba con el fin determinar si la relación encontrada es estadísticamente significativa, lo que arrojó resultados sobre los patrones geográficos de la relación de los datos espaciales y la existencia de desviaciones locales de los patrones globales de autocorrelación espacial

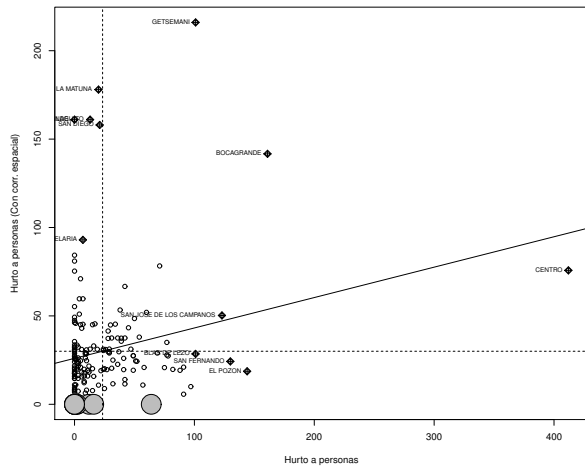


Figura 5: Diagrama de dispersión de I Moran para hurto a personas.

La proporción de datos, capta particularmente atención ya que están ubicadas en la zona media inferior lo que indicaría, que la mayoría de los barrios son áreas disimiles en cuanto a su componente espacial. Este aspecto sugiere, que a pesar que no en todos los barrios se registraron casos de hurto a personas durante el periodo de estudio, el fenómeno se concentra en unas zonas específicas.

iv. Análisis local de asociación LISA.

Lo anterior si bien nos permite identificar si es que existe clustering a nivel global, no permite identificar si existen clusters locales significantes en la variable hurto a personas (Borrego Sánchez, 2018, p.18). Por tal razón se realizó un test de Moran I a nivel local, en donde se calculan los indicadores locales de asociación espacial para cada barrio de la ciudad de Cartagena D.T y C, y se sometió a

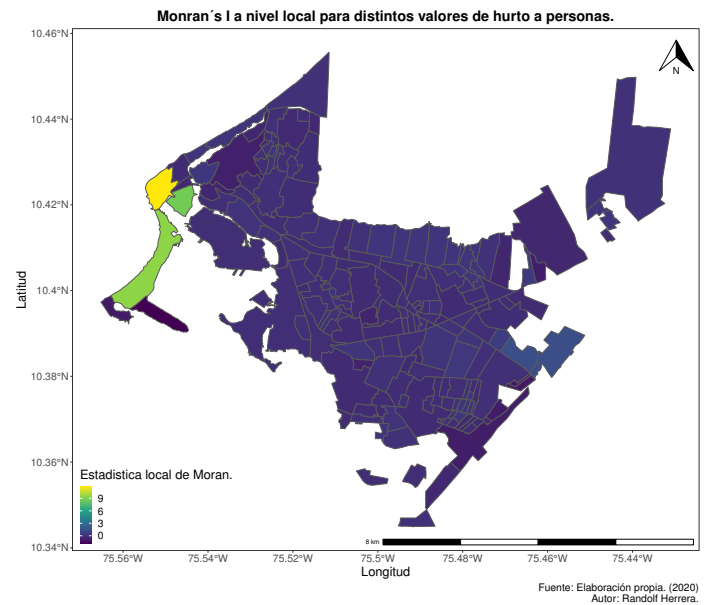


Figura 6: Monran 's I a nivel local para distintos valores de hurto a personas.

La figura 6, muestra que barrios como Bocagrande presentan mayores índices en la prueba local de asociación con respecto a sus barrios vecinos para la variable hurto a personas, esto quiere decir que su ubicación con respecto a la de sus vecinos lo ubica en una zona turística, así mismo lo convierte en uno de los más afectados por este fenómeno, mientras que el resto de la ciudad, presenta niveles igualmente positivos en la propagación de hurtos a personas pero en menor medida del barrio ya mencionado.

Hurtos a personas en la ciudad de Cartagena D.T.y C.

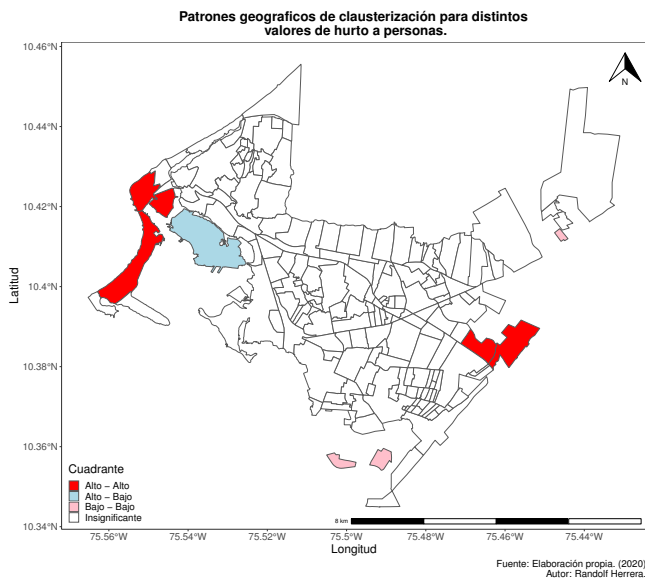


Figura 7: Patrones geográficos de clasterización para distintos valores de hurto a personas.

La figura 7, entrega una mayor información sobre los patrones geográficos de autocorrelación espacial. Este mapa muestra la posible existencia de clusters, es decir, barrios en donde en su núcleo exista autocorrelación espacial positiva, por lo tanto, enseña zonas clusterizadas más que lugares individuales. Resulta de suma importancia señalar que estos mapas no son significativos, sino que nos facilita encontrar zonas, sitios o relaciones que pueden ser cautivadores para un análisis subsecuente.

Se podría interpretar en este caso, que en la mayor parte de la ciudad de Cartagena D.T y C, existe una correlación espacial insignificante para los valores de hurto a personas en el año 2019, es decir, su valor no está influenciado por la proximidad de otros valores similares. Sin embargo, en algunos ba-

rios del norte de la ciudad se puede apreciar que existe levemente un clusters en donde se concentran altos valores de hurto a personas, que tienen vecinos también con altos valores en esa misma variable (puntos calientes), denotando que esa contribuye significativamente hacia una autocorrelación espacial positiva a nivel global. Desde otro punto de vista, en los barrios que están coloreados con blanco no existe presencia de clusters que incrementen la distribución de hurtos a personas puesto que sus vecinos poseen bajos valores de la variable de análisis, por ende, contribuyen insignificativamente a una autocorrelación espacial positiva a nivel global, debido a que hay presencia de valores dispares entre sí.

v. Modelo de regresión espacial SAR.

Luego de conocer como y donde es la *AE* y sus sitios de clasterización, en este aparatado se planteara un modelo espacial de regresión para intentar predecir, de manera exploratoria el comportamiento de la variable hurto a personas en la ciudad de Cartagena obteniendo como resultado el modelo que se observa en el Cuadro 3.

Modelo espacial sar.	
(Intercept)	-1.78* (0.74)
log(POB_BARRIO)	0.31** (0.10)
log(NINGUNO)	0.05 (0.07)
log(AREA_HA)	0.61*** (0.11)
log(SUPERIOR_Y_POSGR)	-0.02* (0.06)
R2	0.50
Adj. R2	0.49
Num. obs.	125

***p <0.001; **p <0.01; *p <0.05

Cuadro 3: Modelo de regresión espacial.

El cual obtiene la forma funcional dada por:

$$Hurtos = -1,78 + 0,74 \log(POB_BARRIOS) + 0,05 \log(NINGUNO) + 0,61 \log(AREA_HA) - 0,02 \log(SUPERIOR_Y_POSGR) \quad (1)$$

En donde:

- + POB_BARRIO = Poblacion total del barrio.
- + NINGUNO = Cantidad de personas sin ningun grado de escolaridad.
- + AREA_HA = Hectareas que tiene el barrio.
- + SUPERIOR_Y_POSGR = Cantidad de personas con estudio profesional o posgrados.

Obteniendo así que mientras persistan personas en los barrios sin ningún tipo de escolaridad y esta aumenta en 1 %, entonces la variable hurto a personas aumentara 10 %, mientras que si aplican policas que lleven a estos ciudadanos a un nivel académico en la fase profesional o de posgrados en 1\$ la cantidad de hurto a personas disminuirían en 2 %

IV. Conclusiones

El principal objetivo de este artículo se centró en el análisis de la presencia del fenómeno hurto a personas bajo la luz de las teorías estadísticas de autocorrelación espacial para variables de tipo social, en el cual se supondría que su componente espacial sería de mucha relevancia, como es el caso para las distintas formas delictivas. Por lo que se recurrió a la implementación de modelos espaciales. En el caso de la red de pesos espaciales:

1. En el caso de los pesos espaciales:

- a) Existen zonas en la ciudad de Cartagena D.Y y C, en donde debido a la cercanía de sus unidades, sería interesante analizar detalladamente la propagación de las políticas públicas en dichos lugares espaciales.
- b) La zona centro-sur de la ciudad presenta mayores conexiones con sus vecinos, por tal motivo se creería que la propagación de variables como el delito sería mucho mayor. Por ello se hace pertinente la revisión de los canales de denuncia.

2. En el caso de los modelos espaciales:

- a) Los valores observados en los coeficientes de autocorrelación espacial (IdeMoran) sugieren que el hurto a personas un fenómeno que es levemente relacionado con su componente espacial.
- b) Existe presencia en la zona norte dela ciudad de Cartagena de puntos calientes o clouster en donde su ubicación espacial permite una mayor propagación de hurto a personas, debido al desarrollo de su vocación turística.

- c) La propagación de la variable en la mayoría de barrios es estadísticamente insignificante para la dispersión del fenómeno.
3. En el caso del análisis local de propagación (LISA):
- a) La matriz de vecindad dista de los resultados obtenidos, se debe profundizar en los detalle de los datos de la variable estudiada.
 - b) La zona norte de la ciudad de Cartagena D.T y C, presenta síntomas de puntos calientes que deberían ser objetos de estudio y posteriores implementaciones de políticas paliativas que contrarresten la propagación del fenómeno de hurtos a personas para este caso en particular.
 - c) Se debe hacer énfasis en políticas públicas que motiven a los ciudadanos a denunciar todo los tipos de delitos con el fin de que las autoridades y la academia cuenten con datos aún más detallados del fenómeno a estudiar.
4. En el caso del modelo de regresión espacial SAR.
- a) El aumento en la población en los barrios hace que se aumenten la cantidad de hurto a personas.
 - b) La educación superior tiene un efecto negativo con la cantidad de hurto a persona en los barrios de Cartagena.

Referencias

- Borrego Sánchez, J. Á. (2018). Modelos de regresión para datos espaciales.
- Cliff, A. D. and Ord, J. K. (1981). *Spatial processes: models & applications*. Taylor & Francis.
- Geary, R. C. (1954). The contiguity ratio and statistical mapping. *The incorporated statistician*, 5(3):115–146.
- Moran, P. A. (1948). The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 10(2):243–251.
- Siabato, W. and Manrique, J. G. (2019). La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1):1–22.