



Ecos de Economía
ISSN: 1657-4206
Universidad EAFIT

Sandoval, Luis Eduardo; Marin-Jaramillo, Margarita
Efecto de la red de comunicación de cuadrantes de la
policía en las tasas de criminalidad en Bogotá, Colombia*
Ecos de Economía, vol. 21, núm. 45, Julio-Diciembre, 2017, pp. 4-23
Universidad EAFIT

DOI: 10.17230/ecos.2017.45.1

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=329054788001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

EFFECTO DE LA RED DE COMUNICACIÓN DE CUADRANTES DE LA POLICÍA EN LAS TASAS DE CRIMINALIDAD EN BOGOTÁ, COLOMBIA

The effect of a police sectoral
communication network on
crime rates in Bogotá, Colombia

Luis Eduardo Sandoval
Margarita Marin Jaramillo

Research Article

**EFFECTO DE LA RED DE COMUNICACIÓN
DE CUADRANTES DE LA POLICÍA EN LAS TASAS
DE CRIMINALIDAD EN BOGOTÁ, COLOMBIA***

The effect of a police sectoral communication network on crime rates in Bogotá, Colombia

Luis Eduardo Sandoval^a y Margarita Marin Jaramillo^b

Palabras Clave: Programas de seguridad, Crimen, Policía, Redes de comunicación, Comunicación policial, Colombia.

Keywords: Security programs, crime, police, communication networks, Colombia.

IEL Classifications: J18, K42, K14, C45

Received: 15-08-2017

Accepted: 24-10-2017

Published: 1-12-2017

*Este artículo corresponde al proyecto INV ECO1479 "Efectividad de la red de comunicación del plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes y su efecto en la reducción del crimen en Bogotá", financiado por la Universidad Militar Nueva Granada.

a. Profesor Asociado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.
sandoval@unimilitar.edu.co

b. Profesora. Universidad Sergio Arboleda, Bogotá - Colombia.
margarita.marin@correo.usa.edu.co

Resumen

En una evaluación de la efectividad de la red de comunicación de cuadrantes de la policía en Bogotá, se muestra que la atención a los delitos aumenta con mayor comunicación de nodos en la red, haciendo más efectivo el cubrimiento de policía. Se proponen redes restringidas y no restringidas para reducir delitos y cubrir zonas colindantes. Se encuentra que la comunicación de nodos reduce los delitos más frecuentes y sirve para utilizar de forma eficiente las unidades de policía. Los resultados indican que se reduce el delito para localidades adyacentes entre sí, con menor desempleo, con mayor nivel de educación y con más comunicación en la red de cuadrantes.

Abstract

In an evaluation of the police sectoral communication network in Bogotá, Colombia, we show that the police response to criminal activity is enhanced with better nodal communication in the sectoral network. Restricted and unrestricted networks are considered to reduce crime and improve policing coverage in adjacent areas. We find that nodal communication reduces the most frequent crimes and raises the efficiency of police units. The results indicate that crime is reduced for localities adjacent to each other with lower unemployment, a higher level of education, and with more communication in the sectoral network.

1. Introducción

El Plan Nacional de Vigilancia Comunitaria por Cuadrantes (PNVCC) es una política de seguridad ciudadana basada en optimizar el servicio de las diferentes unidades de policía, a partir del establecimiento de unidades territoriales llamadas cuadrantes con el fin de enlazar la ocurrencia de los delitos con los policías ([PONAL 2010](#)). Este programa se enmarca en las teorías de organización policíacas, nacidas en Estados Unidos alrededor de 1980 que buscaban mejorar las estrategias de combate del crimen sin incrementar el pie de fuerza (Por ejemplo: [Weisburd y Eck 2004](#), [Bowers y Hirsch 1987](#), [Kelling, Pate, Ferrara, Utne y Brown 1981](#)) mediante los enfoques preventivos ([Ruiz y Romero 2006](#)) en contraposición de los de tolerancia cero ([Ruiz 2004](#)).

El programa fue creado bajo la lógica de un funcionamiento en red, de manera que existiera una comunicación permanente entre cuadrantes para facilitar la coordinación del pie de fuerza policial, en operaciones que requieren amplio uso de personal, como: acciones terroristas, desastres naturales, requisas a establecimientos, plan candado, ausencia temporal de personal, entre otros ([PONAL 2010](#)). Los análisis realizados hasta el momento sobre el PNVCC se han concentrado en la evaluación de impacto para estimar la efectividad del programa en la reducción de la delincuencia ([para la Paz 2012](#)) o en estudios de carácter cualitativo, en los que se analiza la percepción del ciudadano hacia el programa y la policía en general ([Muñoz y Janneth 2013](#), [Guevara-Ali 2015](#), [Roman y Cárdenas 2015](#))

Sin embargo, hasta el momento ningún estudio ha analizado la importancia de la red de comunicación entre los cuadrantes en los resultados obtenidos por el PNVCC. Por lo anterior, en este trabajo se estudia la efectividad en la comunicación de la red de cuadrantes en la reducción del hurto a personas por localidad. Para tal fin, se realizaron encuestas directas a policías de diferentes posiciones jerárquicas al interior de los cuadrantes y localidades de Bogotá, para conocer la percepción que tiene la policía sobre el comportamiento de la delincuencia en cada una de las localidades y descubrir aspectos relacionados con la configuración espacial de las redes de cuadrantes.

A partir de estas encuestas se construye la red de comunicación de la policía por cuadrantes de la ciudad (partiendo de ejemplos de construcción de redes mediante encuestas, se encuentran [Sarnecki 1990](#), [Haynie 2001](#)) y con esto se aplica teoría de redes junto con modelos de regresión para conocer la incidencia de esta estructura en los resultados de criminalidad. De esta manera, el trabajo se divide en 5 secciones incluida esta introducción.

En la siguiente sección ([2](#)) se describe el programa de policía por cuadrantes en Bogotá y la literatura relacionada con los programas de seguridad implementados en otros lugares, luego se presenta el modelo teórico ([3](#)) que sirve para aproximar la metodología propuesta junto con la estimación realizada que lleva a los resultados ([4](#)) y conclusiones ([5](#)) que se obtienen al término del documento.

2. Programa de policías por cuadrantes

El programa de policías por cuadrantes, inicialmente se implementó en las ciudades más representativas y con más problemáticas en seguridad ciudadana ([García, Mejía y Ortega 2013](#)), dividiendo las ciudades en pequeñas unidades geográficas definidas como cuadrantes. Los cuales son asociados por personal de la policía nacional compuesto por oficiales y suboficiales asignados a cada cuadrante, el cual realiza cubrimiento por turnos del perímetro para garantizar que las localidades en cada ciudad tengan seguridad permanente. Esto, identifica los delitos más representativos por cuadrantes para elaborar estrategias e intervenciones de la policía en lugares críticos en materia de seguridad ciudadana.

El programa, ha servido para diagnosticar, intervenir y monitorear la seguridad urbana ([Guevara-Ali 2015](#)). También ha permitido acercar a la policía con la ciudadanía por medio de la reacción que tienen en la atención al cuadrante con el patrullaje periódico para garantizar mayor cobertura en las localidades y servir como herramienta analítica para generar indicadores, identificar delitos frecuentes, diseñar protocolos de seguridad y fijar metas de intervención por localidad para reducir la criminalidad.

Los resultados del programa, ha requerido aumentar infraestructura tecnológica, aumentar pie de fuerza en ciudades de mayor problemática delincuencial, crear secretarías de seguridad para acompañar a la policía en la intervención de localidades, mejorar el papel de legalización de capturas por parte de las comisarías, codificación de áreas y subáreas al interior de los cuadrantes, realización de planes de cubrimiento semanal, descentralización de la seguridad al asignar cuadrantes a las localidades y vincularlas con diferentes estaciones de policía ([PONAL 2010](#)). Permitiendo que la seguridad ciudadana sea un objetivo central de los alcaldes menores que terminan siendo problema de toda la alcaldía mayor de las ciudades.

A partir de lo anterior, el Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico (CEDE) publicó un documento sobre la violencia y las estructuras criminales en Bogotá ([Llorente, Escobedo, Echandía y Rubio 2001](#)), en el cual se caracterizó la concentración de homicidios en la ciudad. Así, con datos de homicidios entre 1997 y 1999, reportados por Medicina Legal, se descubrió que la mayoría de denuncias se concentraban en las localidades de Suba, Kennedy, Santa Fe, Martires, Candelaria, Rafael Uribe, Bosa, Ciudad Bolívar y en una menor medida en las localidades de Teusaquillo, Usaquén, Chapinero. Estos hallazgos se refuerzan con los reportados por [Formisano \(2012\)](#) quien encuentra una alta concentración del crimen en las localidades de Santa Fe, Martires, Candelaria, Bosa, Kennedy y Ciudad Bolívar.

Esto puede ser explicado por los hallazgos del Centro de Estudio y Análisis en Convivencia y Seguridad Ciudadana (CEACSC) y la Universidad Nacional de Colombia, quienes identificaron y caracterizaron 31 puntos críticos en seguridad de la ciudad y concluyeron que la criminalidad en Bogotá se concentraba en las siguientes cuatro tipologías de zonas ([Concejo 2013](#)):

1. Lugares donde existe vulnerabilidad social, con procesos de deterioro urbanístico y abandono. Es común el consumo y comercio de alcohol y sustancias psicoactivas.
2. Concentra sectores que han sufrido cambios en el uso del suelo y deterioro físico. Tienen presencia de actividades de alto impacto social y urbanístico como son las whiskerías, casas de lenocinio, zonas de rumba, expendio y consumo de alcohol y sustancias psicoactivas, entre otros.
3. Corresponde a los sectores con barrios residenciales. Se asocian con la presencia del hurto a residencia o vehículo, sin excluir la presencia de otros delitos.
4. Son sectores comerciales, industriales o que atraen alta población flotante sobre todo en horas pico, pero que son desolados en la franja nocturna, características que facilitan la ocurrencia de delitos.

Esta diversidad en las tipologías de las zonas críticas de la ciudad, hace pensar que la concentración del crimen no tiene una relación muy estrecha con la pobreza y responde más a la tesis de [Sarmiento, Gomez \(1999\)](#) quien afirma que para el caso Colombiano es la desigualdad y no la pobreza

la que provoca incrementos en la criminalidad. Sin embargo, es contrario a la conclusión de [Echandia \(1999\)](#), quien encuentra que existe una relación positiva entre la riqueza y la criminalidad.

El problema de criminalidad en Bogotá, también puede enmarcarse en las teorías desarrolladas por [Becker \(2013\)](#) quien sostiene que un mejor desempeño de la fuerza pública y el sistema judicial son factores que disminuyen la criminalidad, pues incrementan los costos asociados a las actividades delictivas. Esto, se apoya con el estudio de [Rubio \(1999\)](#) que muestra que los 124 municipios más violentos de Colombia, tienen indicadores de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) favorables, pero indicadores de desempeño y calidad de la justicia desfavorables.

Sabiendo que la dinámica del crimen en Bogotá, no puede ser enmarcada en una única tipología sino que, por el contrario debe ser enfrentada desde múltiples frentes de acción y con múltiples políticas sociales, económicas y de seguridad, la Policía Nacional junto con el Gobierno Nacional y Distrital plantearon el PNVCC como una estrategia para mejorar la respuesta de la fuerza pública ante las situaciones de criminalidad, al plantearse como objetivo la optimización del servicio de vigilancia de las estaciones de policía ([PONAL 2010](#)).

Para esto, la principal herramienta utilizada es la repartición de unidades territoriales pequeñas conocidas como cuadrantes, cuya protección es asignada a seis policías que, actuando en duplas, patrullan y controlan las acciones delictivas en su cuadrante ([PONAL 2011](#)) y son dirigidos desde un Comando de Acción Inmediata (CAI). El PNVCC fue ideado para el funcionamiento en red de las diferentes unidades de policía, principalmente cuando se presentan acciones terroristas, desastres naturales, requisas a establecimientos, entre otros ([PONAL 2010](#)), de manera que existiera una comunicación permanente entre cada uno de los cuadrantes y de los cuadrantes con la ciudadanía, con el fin de atender de manera integral los problemas generados por la criminalidad.

Sin embargo, esta forma de organización de la policía urbana no es nueva, se enmarca dentro de las teorías de organización policiaca que nacieron en Estados Unidos alrededor de 1980 y que buscaban mejorar las estrategias de combate del crimen, sin incrementar el pie de fuerza ([Weisburd y Eck 2004](#)). Ellas se plantearon como contraposición de las políticas de tolerancia cero, donde se necesita un gran número de policías ([Ruiz 2004](#)) así como un sistema judicial descongestionado, lo que lo hace poco aplicable al caso Bogotano.

Algunos ejemplos de aplicación de la primera estrategia se pueden observar en Boston ([Bowers y Hirsch 1987](#)) y Newark ([Kelling et al. 1981](#)) en los años ochenta, en 2005 en Rajasthan ([Banerjee, Chattopadhyay, Duflo, Keniston y Singh 2012](#)) y en 2013 en Colombia ([Garcia et al. 2013](#)).

En todos los casos se observa un impacto positivo que permitió la reducción de los indicadores de criminalidad. Los trabajos de [Wycoff y Skogan \(1993\)](#), [Rosenbaum \(1988\)](#), [Pate, Annan, Foundation y of America \(1989\)](#) y [Skogan y Hartnett \(1997\)](#), en los que se recurrió a la metodología de diseños cuasi experimentales, se encontró que ciertas medidas adoptadas individualmente, tales como reuniones con la comunidad y visitas comunitarias no logran reducir el crimen, pero mejoran la percepción de la comunidad en el servicio policial. Sin embargo, en estudios de carácter cualitativo, en diferentes ciudades del país [Muñoz y Janneth \(2013\)](#), [Guevara-Ali \(2015\)](#) y [Roman y Cárdenas \(2015\)](#) se observa que la política de PNVCC no ha ayudado a mejorar la percepción de seguridad y la confianza en la policía.

Lo anterior muestra que esta política ha tenido resultados mixtos. Por un lado, en algunos países ha ayudado a disminuir los índices de criminalidad, pero en otros no ha sido muy efectiva. Al mismo tiempo, en algunas comunidades mejora la percepción de seguridad y la confianza en la policía, pero en otras partes no se ha visto reflejado un impacto positivo en el imaginario de las personas, quienes siguen teniendo una gran reticencia hacia los miembros de esta institución. Lo anterior lleva a concluir que este tipo de políticas no pueden ser aplicadas como una regla general, sino que dependen del contexto social, económico e institucional en el que se vean sumergidas.

En el caso Colombiano, la política ha sido efectiva para reducir la criminalidad. A pesar de esto, la revisión de literatura permite revelar una falla importante: hasta el momento no se ha estudiado la importancia, alcance y fallas que tienen la misma red de comunicación de los cuadrantes, la cual es uno de los pilares del PNVCC. Por tanto, en lo que sigue, el trabajo se concentra en estos aspectos en el caso específico de la ciudad de Bogotá, aunque este trabajo puede ser replicado en otras ciudades del país.

3. Metodología utilizada

3.1. Información recolectada

Entre Noviembre de 2014 y Febrero de 2015, se realizó un sondeo de opinión a patrulleros, subintendentes y otros miembros de diferentes estaciones y CAIs de policías en 19 localidades de Bogotá, donde se indagaba sobre el sistema de comunicación entre cuadrantes¹.

La distribución de estas respuestas² se encuentran en la [Tabla 1](#)³. A partir de estos resultados, se plantean dos escenarios de comunicación posibles. En un escenario más restrictivo ([Red A](#)) se establece que la red de comunicación funciona bajo las siguientes reglas ([Figura 2](#)):

1. Se consideran tres categorías de nodos: la central de radio (1 nodo), las estaciones de policía (1 por localidad para un total de 19 nodos de esta categoría) y los CAI (los cuales constituyen 166 nodos).
2. La central de radio se comunica a toda la red de policías.
3. Todos los policías pertenecen a la jurisdicción de un CAI y este a su vez a la de una estación.
4. Todas las estaciones se comunican con los CAI en su jurisdicción, las estaciones de otras localidades y con la central de radio.
5. Todos los CAIs pueden comunicarse con la central de radio.
6. Cada CAI puede comunicarse con la estación a cuya jurisdicción pertenece.
7. Cada CAI puede comunicarse con el mismo.

1 El cual fue de tipo no probabilístico, pues por motivos de seguridad fue imposible obtener un marco muestral de esta población que permitiera diseñar un muestreo probabilístico.

2 Las respuestas eran abiertas, por lo que fueron codificadas en las categorías señaladas en el texto. Adicionalmente, es importante aclarar que en el escenario de comunicación con otros CAIs se clasificaron todas las respuestas que hacían referencia al contacto con CAIs y estaciones por fuera de la localidad, incluidas aquellas en las que se indica que el comandante de la estación es el encargado de realizarlo.

3 Se excluye la no respuesta que es de alrededor del 2%

8. Cada CAI sólo puede comunicarse con los CAIs vecinos y que pertenezcan a la misma localidad⁴.
9. Se considera que cada CAI está en capacidad de responder por todos sus cuadrantes⁵

En un escenario mas laxo ([Red B](#)) se establece que la red de comunicación funciona bajo las mis-mas reglas con excepción de la regla siete, que en este caso se modifica y corresponde a: cada CAI sólo puede comunicarse con los CAI vecinos, aunque no pertenezcan a su misma localidad. ([Figura 3](#)).

En ambos casos se descarta la comunicación con CAI que no sean vecinos por dos razones. La primera es que la matriz de adyacencia tendría 1 en todas sus entradas y este es un escenario en el que la comunicación no tiene ninguna relevancia para la determinación del modelo. La segunda es que, según lo consignado en las encuestas, la comunicación con CAI no vecinos es normalmente coordinada por el comandante de la estación o la central y, por tanto, su modelación quedaría contemplada en las reglas 2 a 5.

Una vez construidas las matrices de adyacencia se procede a calcular el grado, la **intermediación** de cada uno de los individuos en la red. Teniendo en cuenta que el resto de la **información** se encuentra a nivel de localidad (véase [Tabla 2](#)) se calcula el grado y la **intermediación** promedio de la localidad ([Tabla 5](#)). Aunque es posible considerar otro tipo de medidas como la mediana o la moda, puesto que no se observan grandes asimetrías ni valores muy atípicos en estas medidas.

3.2. Descripción de los datos

En las [Tablas 3](#) y [4](#) y en las [Figuras 5 y 6](#) se presentan los datos, la estadística descriptiva y la densidad empírica para ambas variables. Se observa que la mayoría de los hurtos a personas ocurren en las localidades de Fontibon, Engativá y Barrios Unidos, mientras que en Candelaria, Puente Aranda y Ciudad Bolívar es donde menos se registran. En lo que respecta a la tasa de hurtos por cada cien mil habitantes, las localidades con mayores valores son Martires, Antonio Nariño y Barrios Unidos, mientras que las de menores valores son Ciudad Bolívar, Kennedy y Suba.

En este caso, se optó por la variable de tasa de hurtos por cada cien mil habitantes, pues al no controlar por población, puede producirse un sesgo en la **estimación**. Al observar la estadística descriptiva es claro que la distribución de esta variable no es normal, por lo que se ajustan dos modelos de **regresión**: uno normal que sirve como línea base y un modelo lineal generalizado ajustado a través de una distribución Gamma con enlace logarítmico.

3.3. Estudio de Redes

En este trabajo se recurre al análisis de redes, para el estudio de la eficacia de la red de comunicación del programa de policía por cuadrantes para el combate frente a la criminalidad en Bogotá. Así, se basa en la metodología de análisis de redes que parte de los estudios realizados por ([Erdos y Rényi 1960](#))⁶, donde se propone que una red (G) está compuesta por nodos N que son la representación de

.....
4 Se entiende como CAI vecino a aquel que se encuentra directamente al lado del CAI considerado, es decir, que no es posible ubicar otro CAI en la mitad entre los dos considerados previamente.

5 Pues aunque cada par de policías en el CAI tienen un cuadrante asignado, como tienen libertad de contactar a su mismo CAI, cualquier policía del mismo puede responder ante una situación en el cuadrante. Esta es la razón por la que la unidad de análisis es el CAI y no el policía o el cuadrante

6 Véase también ([Milgram 1967](#)), ([Watts y Strogatz 1998](#)), ([Barabasi y Albert 1999](#))

las unidades de análisis y las aristas E que muestran la forma como los nodos se comunican entre ellos ([Diestel 2005](#)).

Se dice que el grafo es dirigido cuando la comunicación tiene un solo sentido y no dirigidas si la relación se presenta en ambos sentidos. Estas relaciones pueden ser representadas en forma matricial mediante la matriz de adyacencia A, que para este caso particular es cuadrada, binaria y por tanto no dirigida⁷, donde 1 indica la existencia de una arista entre nodos adyacentes i,j y 0 en otros casos. Los grafos poseen un sin número de medidas que permiten su caracterización. En este caso particular se concentra en las medidas de centralidad del grado y la intermediación. Así, el grado indica el número de conexiones adyacentes de cada nodo ([Freeman 1979](#)) que, en el caso de una red no dirigida, se calculan como:

$$k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N k_i \frac{2L}{N}$$

Con esta medida, se desea conocer si una comunicación más directa y una mejor posición en la red de cuadrantes repercute en la reducción de la criminalidad. Lo anterior deja de lado la importancia relativa del cuadrante, lo que puede inducir un sesgo en el análisis. Sin embargo, se considera que asignar una importancia mayor o menor a ciertos cuadrantes puede ser más perjudicial pues no se posee a priori esta información.

En contraste, la intermediación mide el número de veces que un nodo actúa como puente o conector entre otro par de nodos ([Diestel 2005](#)) y se calcula:

$$c(i)_b = \sum_{j=k}^K \frac{g(j)_{jk}}{g_{ik}}$$

Con g_{jk} el número de caminos más cortos que conectan a j con k y $g(i)_{jk}$ el número de veces en los que el nodo i participa en estos caminos. Con esta medida se busca analizar si al existir una mayor intermediación o control de otros nodos en la red se produce un cambio sustancial en la criminalidad.

3.4. Estimación del modelo

Para realizar la estimación, se utiliza un modelo lineal generalizado uniparamétrico que permite ajustar regresiones en las que no es necesario suponer la normalidad de los errores. Así, el modelo puede ser descompuesto en tres componentes ([McCullagh y Nelder 1989](#)) tal que el primero corresponde a un componente aleatorio en el que Y sigue una función de distribución de la familia exponencial.

El segundo responde a un componente sistemático tal que $\eta=X\beta$ y el tercero a un enlace que relaciona el componente sistemático con los parámetros a estimar de la función, tal que $\eta=g(\mu)=\sum_j \beta_j x_{ij}$, siendo $\mu=E[Y]$.

En general, algunas de las funciones clásicas más utilizadas en los ajustes por modelos lineales generalizados corresponden a las distribuciones Normal, Binomial, Gamma, Poisson y la Inversa Gaussiana. En este tipo de modelos, la estimación se realiza por máxima verosimilitud y se recurre a algoritmos computacionales iterativos tales como el Fisher-Scoring ([Cuervo y Achcar 2010](#)), dado que con excepción del modelo normal, es imposible obtener una forma analítica estimable para este tipo de modelos.

7 Esto, debido a que se opera bajo el supuesto de que el cuadrante i puede comunicarse con el cuadrante j y viceversa

Para comprobar la bondad de ajuste de los modelos, es posible recurrir a los criterios de información, como el AIC ([Akaike 1998](#)) en el cual se considera que el mejor ajuste se presenta en la estimación con menor AIC. Sin embargo, este criterio se utiliza para comparar modelos en los que la variable a explicar es la misma, es decir que sigue la misma función de distribución y no tiene cambios o transformaciones entre los modelos. Por esto, para la comparación de modelos con diferentes distribuciones en la variable a explicar se utiliza el análisis de residuos, donde se considera que un modelo ajusta bien si el comportamiento de estos es más o menos aleatorio.

En este caso específico, se desea conocer el efecto de la comunicación entre los CAI en la criminalidad por localidades, se utiliza como variable a explicar los datos de hurtos a personas en 2013 por localidad⁸. La elección de esta variable radica en que este es uno de los crímenes más comunes en Bogotá, y es una de las variables estándar para la medición de violencia y criminalidad⁹.

Adicionalmente, como variables explicativas se recurre al grado y la intermediación de la red que reflejan el nivel de comunicación entre los cuadrantes, mientras que como variables de control se utilizan la tasa de profesores por cada cien mil estudiantes, que sirve como proxy de la infraestructura en educación brindada por el gobierno, la tasa de desempleo que se utiliza como medida del mercado laboral y refleja la situación de empleo en las localidades y la pobreza multidimensional de los hogares como medida del grado de desarrollo en cada localidad. Todas estas variables se miden a nivel de cuadrante y su descripción específica se encuentra en los anexos de este trabajo.

4. Resultados

En la [Tabla 6](#) se muestran los resultados de los ajustes para los modelos, en donde para el modelo Gamma se reporta el exponencial de los coeficientes, que permite interpretarlos como un incremento o disminución de la probabilidad de ocurrencia.

En lo que respecta al modelo con la red de comunicación A, la estimación de los coeficientes para el modelo normal indica que solo la intermediación es significativa y además negativa, por lo que aparentemente a mayor intermediación en la comunicación de los CAI de la localidad, menor tasa de hurtos.

Cuando se ajusta el modelo Gamma, la pobreza y la intermediación son significativas y menores a 1, por lo que un incremento en sus valores disminuye la probabilidad de ocurrencia de la variable. Aunque el resultado de la pobreza puede parecer contra intuitivo, se puede interpretarse que las mayores tasas de hurtos en la ciudad ocurren en las localidades donde existe un menor nivel de pobreza y por tanto existe una mayor recompensa al delito.

Cuando se consideran los modelos con la red B, en el caso del modelamiento normal, la tasa de profesores y la intermediación son significativas y negativas y el grado es significativo y positivo. Este mismo comportamiento se observa en el modelo Gamma, donde la tasa de profesores, la pobreza y la intermediación disminuyen la probabilidad de observar tasas de hurtos más altas, mientras que el grado la incrementa.

.....
8 Datos suministrados por la Policía Nacional

9 Véase ([Restrepo y Moreno 2007](#)), ([Chavez, Cortez, Medina et al. 2013](#)), entre otros.

Este comportamiento del grado es contrario a lo esperado, lo que parece indicar que tener un gran número de conexiones puede también llevar a saturar el sistema, lo que se refleja en un incremento en la tasa de hurtos. Los criterios de información permiten concluir que para todos los casos, el modelo con la [Red B](#) tiene un mejor ajuste que el de la [Red A](#). Al observar el ajuste de los errores en el modelo Normal ([Figuras 7 y 9](#)) y Gamma ([Figuras 8 y 10](#)) existe un buen ajuste de los errores frente al predictor lineal, aunque en todos los casos se presentan problemas para ajustar algunos puntos que corresponden a los casos en donde las tasas de hurtos son muy altas. Con esta información se concluye que existe un mejor ajuste del modelo Gamma con la Red B, frente a los otros modelos considerados.

5. Conclusiones

En este trabajo se realizó un análisis de la influencia que tiene la posición de los CAI, medidos por su grado e intermediación en la red de comunicación de los mismos, en las tasas de hurtos de las localidades de Bogotá. Esto se llevó a cabo, a partir de un sondeo de opinión entre diferentes miembros de la policía en sus respectivos cuadrantes, con lo cual fue posible determinar un modelo de comunicación policial. Se utilizó el hurto a personas, como indicador del nivel de delincuencia por ser uno de los delitos más comunes en la ciudad y dos escenarios de redes de comunicación entre cuadrantes.

Al recurrir a estimaciones mediante Modelos Lineales Generalizados junto con una serie de variables sociales y económicas de control, se encuentra que además de los factores clásicos que permiten una disminución de la delincuencia como la mayor educación y menor desempleo, existe una relación beneficiosa entre un mayor nivel de intermediación entre los CAI, que repercute en una menor tasa de hurtos, pero cuando existe un nivel de comunicación demasiado alto se satura el sistema de información, lo cual perjudica las metas de reducción del delito.

Con el escenario más restrictivo ([Red A](#)), un aumento en la cobertura de profesores en colegios oficiales y en la conexión entre pares de nodos con otros, permite una reducción de los hurtos en las localidades. Lo que muestra que las localidades de mayor cantidad de hurto a personas presentan mayor nivel de pobreza pero la intermediación entre unidades de policía reduce la probabilidad de ocurrencia de hurtos, así la mayor comunicación entre CAI de una misma localidad controla los hurtos y aumenta si existen más nodos a los cuales puedan compartir información.

Con el escenario menos restrictivo ([Red B](#)), la cercanía y el grado de conexiones entre cuadrantes junto con la condición de pobreza aumentan el nivel de hurtos en las localidades. De esta manera, una red saturada de información en lugar de mejorar la capacidad de reacción de las unidades de policía, explica la ocurrencia de menor atención en zonas que intersectan varios cuadrantes y conlleva al incremento de hurtos en zonas comunes en una misma localidad.

Dados los resultados anteriores, es necesario profundizar en la existencia de esta relación, de manera que se encuentre hasta qué grado este resultado puede ser replicable en otros contextos o es una particularidad del diseño del programa de Policias por Cuadrantes en Bogotá.

Referencias

- Akaike, H. (1998). *Information theory and an extension of the maximum likelihood principle*. Selected Papers of Hirotugu Akaike. Springer New York. pp. 199–213.
- Banerjee, A.V., Chattpadhyay, R., Duflo, E., Keniston, D. y Singh, N. (2012). Can institutions be reformed from within? evidence from a randomized experiment with the rajasthan police. *CEPR Discussion Paper* (DP8869).
- Barabasi, A.L. y Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439): 509–512.
- Becker, G.S. (2013). *The economic approach to human behavior*. University of Chicago press.
- Bowers, W. J. y Hirsch, J. H. (1987). The impact of foot patrol staffing on crime and disorder in Boston: An unmet promise. *Am. J. Police* 6: 17.
- Chávez, Y., Cortez, P., Medina, P. et al. (2013). Cuantificación de las pérdidas inesperadas ocasionadas por la delincuencia en Ecuador. *Analítica* 5(1): 51-62.
- Concejo de Bogotá. (2013). Proyecto de acuerdo No. 33. Bogotá.
- Cuervo, E.C. y Achcar, J.A. (2010). Heteroscedastic nonlinear regression models. *Communications in Statistics Simulation and Computation* 39(2): 405–419.
- Diestel, R. (2005). *Graph theory*. Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, Heidelberg 173.
- Echandia, C. (1999). Geografía del conflicto armado y las manifestaciones de la violencia en Colombia. *Documento de trabajo CEDE* 1(18): 35.
- Erdos, P. y Rényi, A. (1960). On the evolution of random graphs. *Publications of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences* 5(1): 17–60.
- Formisano, M. (2012). Econometría espacial: características de la violencia homicida en Bogotá. *Documento CEDE* (2012-10).
- Freeman, L.C. (1979). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social networks* 1(3): 215-239.
- Garcia, J.F., Mejia, D. y Ortega, D. (2013). Police reform, training and crime: experimental evidence from Colombia's plan cuadrantes. *Documento CEDE* (2013-04).
- Guevara-Ali, C. D. (2015). La integración de las especialidades de la policía nacional al modelo nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes. Policía Nacional. Bogotá.
- Haynie, D.L. (2001). Delinquent peers revisited: Does network structure matter?. *American journal of sociology* 106(4): 1013-1057.
- Kelling, G.L., Pate, A., Ferrara, A., Utne, M. y Brown, C. E. (1981). *The newark foot patrol experiment*. Washington, DC: Police Foundation pp. 94-96.
- Llorente, M. V., Escobedo, R., Echandía, C. y Rubio, M. (2001). Violencia homicida y estructuras criminales en Bogotá. *Analisis Político* 44: 17-38.
- McCullagh, P. y Nelder, J. A. (1989). *Generalized Linear Models*. Vol. 37. CRC Press United States of America.
- Milgram, S. (1967). The small world problem. *Psychology today* 2(1): 60–67.
- Muñoz, R. y Janneth, M. (2013). Seguridad ciudadana al nivel local: notas de trabajo de campo sobre la ejecución y percepción del plan cuadrante en Cali (Colombia). *Estudios Socio Jurídicos* 15(1): 87-113.
- Para la Paz, F.I. (2012). Evaluacion del impacto del plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes. Serie Informes (18).
- Pate, A.M., Annan, S.O., Foundation, P. y of America, U.S. (1989). *Baltimore community policing experiment: Summary report*. Washington: Police Foundation.
- PONAL (2010). *Estrategia institucional para la seguridad ciudadana: plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes*. Dirección General de la Policía Nacional de Colombia.

- PONAL (2011). Directiva administrativa transitoria 016 del 11 de marzo de 2011 por la cual se da la implementación del plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes en los 10 distritos especiales, 50 municipios priorizados, las ciudades de neiva, ibagué villavicencio y el fortalecimiento a las metropolitanas del país. Policía Nacional, Bogota.
- Restrepo, E.M. y Moreno, A. J. (2007). Bogota: ¿más crimen?, ¿más miedo?. Bogotá: Crime or fear of crime?. Desarrollo y Sociedad 166(59):165-214.
- Roman, M. y Cardenas, S. (2015). Efectividad del plan nacional de vigilancia comunitaria por cuadrantes en cuatro barrios de Cali, Colombia. Revista de Ciencias, Arte y Tecnología (2): 63-83.
- Rosenbaum, D.P. (1988). Community crime prevention: A review and synthesis of the literature. *Justice Quarterly* 5(3): 323-395.
- Rubio, M. (1999). Crimen e impunidad. Tercer Mundo Editores. Bogotá.
- Ruiz, J. C. (2004). Encrucijadas de la seguridad en Europa y las Américas. Capítulo. La encrucijada de la seguridad ciudadana en América Latina: entre la tentación autoritaria y la participación comunitaria. Bogotá: Universidad del Rosario, pp. 123-146.
- Ruiz, J. C. y Romero, M. (2006). Los mitos acerca de la seguridad local y la policía comunitaria. Documento de Investigacion. Facultades de Ciencia Política y Gobierno y de Relaciones Internacionales. Universidad del Rosario (18).
- Sarmiento Gomez, A. (1999). Violencia y equidad, Conflicto armado: criminalidad, violencia y desplazamiento forzado. DNP. pp. 47-79.
- Sarnecki, J. (1990). Delinquent networks in sweden. *Journal of Quantitative Criminology* 6(1): 31-50.
- Skogan, W. G. y Hartnett, S. M. (1997). Community policing, Chicago style. Oxford University Press New York.
- Watts, D. J. y Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of small world networks. *Nature* 393(6684): 440-442.
- Weisburd, D. y Eck, J.E. (2004). What can police do to reduce crime, disorder, and fear? *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 593(1): 42-65.
- Wycoff, M.A. y Skogan, W.G. (1993). *Community policing in Madison: Quality from the inside out: An evaluation of implementation and impact*. Vol.106, DIANE Publishing.

6. Tabla de Resultados

Tabla 1: Respuestas sobre la comunicación con otros CAI

CAI autorizados para comunicación	Porcentaje de respuesta
Central	8.90
Mi CAI	2.48
Ninguna	4.14
otros CAI	45.34
otros CAI vecinos	15.94
otros CAI vecinos jurisdicción	23.19

Fuente: Cálculos de los autores

Tabla 2: Definición de variables

Variable	Definición	Fuente	Periodo
Tasa Profesores	Profesores sector oficial, no oficial por 100 mil estudiantes	Cálculos propios, secretaría educación distrital	2013
Tasa desempleo	Porcentaje personas económicamente activas sin empleo	DANE-Encuesta calidad de vida, Bogotá	2007
Pobreza	Porcentaje de hogares en pobreza multidimensional	DANE Encuesta calidad de vida, Bogotá	2007

Fuente: Cálculos de los autores

Tabla 3: Hurtos a personas en 2013

	Hurtos a personas 2013	Tasa de Hurtos a personas 2013
Usaquen	313	65
Chapinero	336	246
Suba	378	34
Barrios Unidos	1226	519
Teusaquillo	383	257
San Cristobal	215	53
Usme	394	95
Tunjuelito	615	306
Rafael Uribe	1091	290
Ciudad Bolívar	174	26
Bosa	386	63
Kennedy	287	28
Fontibon	1549	428
Engativá	1383	308
Santa Fé	389	354
Mártires	977	992
Antonio Nariño	579	533
Puente Aranda	147	57
Candelaria	121	501

Fuente: Cálculos de los autores

Tabla 4: Estadística Descriptiva para los Hurtos a personas en 2013

	Hurtos a personas 2013	Tasa de Hurtos a personas 2013
Media	575,95	271,20
Mediana	386,00	256,80
Desviación estandar	442,34	249,92
Curtosis	-0,05	4,54
Asimetría	1,11	1,12
Rango	1428,00	966,17
Mínimo	121,00	26,23
Máximo	1549,00	992,40

Fuente: Cálculos de los autores

Tabla 5: Medidas de la red

Localidad	Escenario 1			Escenario 2		
	Grado	Intermediación	Cercanía	Grado	Intermediación	Cercanía
Usaquen	17.58	19.59	19.59	19.42	22.41	22.41
Chapinero	16.40	19.15	19.15	18.00	20.25	20.25
Suba	16.27	22.06	22.06	18.47	24.53	24.53
Barrios Unidos	17.14	17.03	17.03	20.57	20.94	20.94
Teusaquillo	17.71	16.82	16.82	20.86	21.82	21.82
San Cristobal	16.00	19.84	19.84	17.45	21.70	21.70
Usme	16.00	17.81	17.81	16.50	18.11	18.11
Tunjuelito	16.80	15.44	15.44	20.40	19.27	19.27
Rafael Uribe	13.75	13.42	13.42	17.50	16.86	16.86
Ciudad Bolívar	16.57	21.41	21.41	17.43	22.56	22.56
Bosa	16.27	19.17	19.17	18.45	22.03	22.03
Kennedy	16.41	22.79	22.79	18.06	24.43	24.43
Fontibon	16.70	18.41	18.41	19.10	21.25	21.25
Engativá	17.07	20.99	20.99	19.14	23.55	23.55
Santa Fé	15.46	17.44	17.44	17.15	19.60	19.60
Mártires	16.60	14.81	14.81	20.60	17.91	17.91
Antonio Nariño	16.20	13.93	13.93	19.40	16.60	16.60
Puente Aranda	17.00	16.83	16.83	19.44	20.70	20.70
Candelaria	21.00	11.56	11.56	23.67	14.89	14.89

Fuente: Cálculos de los autores

Tabla 6: Resultados de la regresión sobre la tasa de hurtos

	Red original Normal	Red original Gamma	Red modificada Normal	Red modificada Gamma
Intercepción	1353.90 (889.63)	425066.11* (2.96)	505.97 (970.45)	76114.95* (3.23)
Tasa Profesores	-3.63 (4.34)	0.98* (0.01)	-6.92* (3.36)	0.97* (0.01)
Tasa desempleo	6.13 (36.36)	1.05 (0.12)	2.56 (30.98)	1.04 (0.10)
Pobreza	-9.83 (7.98)	0.93* (0.02)	-10.37 (7.52)	0.92* (0.02)
Grado	27.42 (58.33)	1.05 (0.19)	95.31* (43.13)	1.31* (0.14)
Intermediación	-68.68* (24.32)	0.69* (0.08)	-74.17* (22.14)	0.66* (0.07)
AIC	263.68	242.99	257.8	238.96
n	19	19	19	19

Fuente: Cálculos de los autores

Preguntas de sondeo

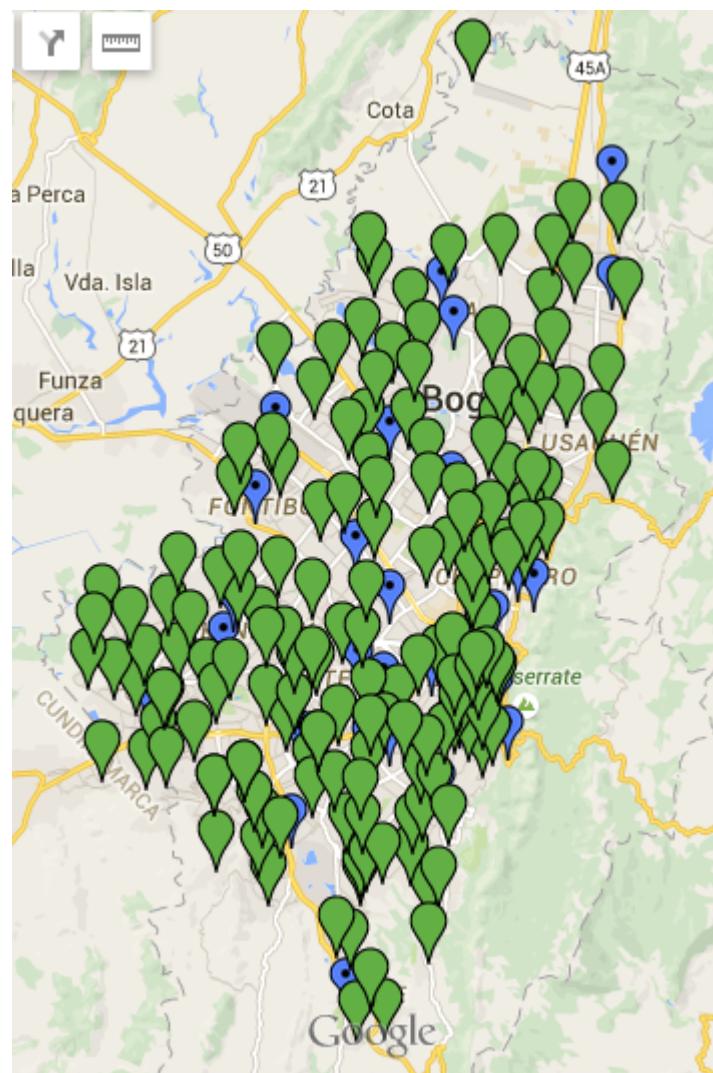
- Indique la localidad a la que pertenece su cuadrante
- ¿Cuál es su grado en la policía?
- ¿Cuál es el tipo de delito más frecuente en su cuadrante?
- Ante una denuncia, ¿el número de policías que responde depende del tipo de delito?
- Si la anterior respuesta es afirmativa, indique con ejemplos de denuncias cuantos policías responde
- ¿Considera que su cuadrante debería contar con más policías?
- Si su anterior respuesta es afirmativa, ¿Aproximadamente cuántos policías más?
- Si ocurren problemas con estas denuncias y el grupo de respuesta necesita refuerzos, ¿cuántos miembros puede enviar?
- Indique a cuáles estaciones está usted autorizado a llamar en caso de necesitar refuerzos, dentro de su cuadrante
- Indique a cuáles estaciones por fuera de su cuadrante, se encuentra autorizado para llamar en caso de necesitar refuerzos
- ¿Cuándo existe algún crimen en la zona de intersección de su cuadrante con otro cuadrante, existen problemas para determinar la jurisdicción del crimen? Es decir, ¿Existen problemas para determinar cuál cuadrante responde?

- ¿El tiempo promedio de respuesta en zonas fronterizas del cuadrante es mayor, comparado con crímenes similares en otras zonas del cuadrante?
- ¿Cambiaría usted este esquema de comunicación? Si su anterior respuesta es afirmativa, ¿cómo lo cambiaría?

Fuente: Cálculos de los autores

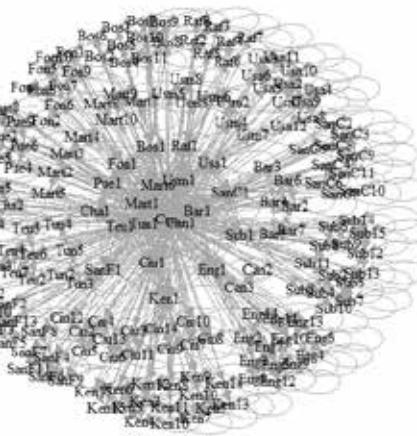
7. Figuras

Figura 1: Unidades de policía en Bogotá



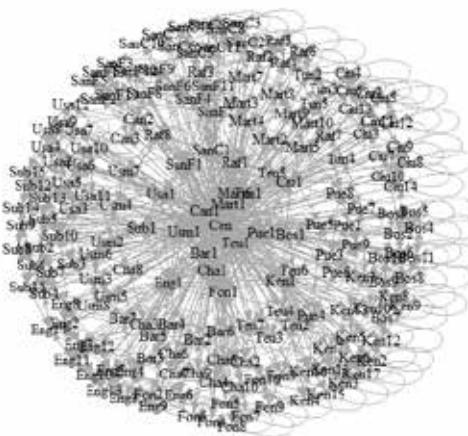
Fuente: Google. (s.f.). [Mapa con la ubicación de los CAI y estaciones de policía de Bogotá, Colombia en Google maps]. <https://goo.gl/maps/WgfxFXHGIAq>

Figura 2: Red A



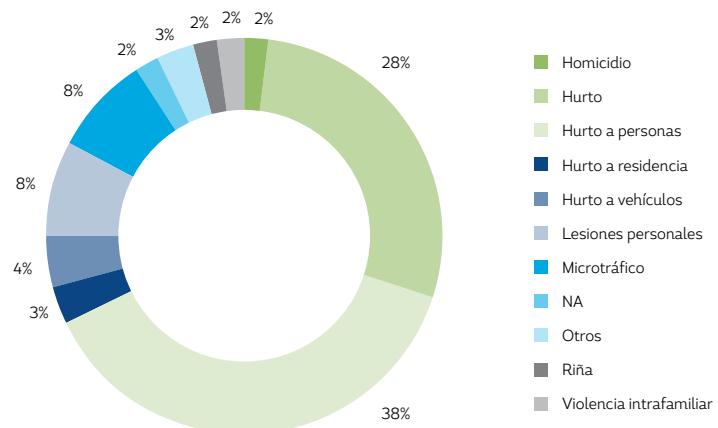
Fuente: Cálculos de los autores

Figura 3: Red B



Fuente: Cálculos de los autores

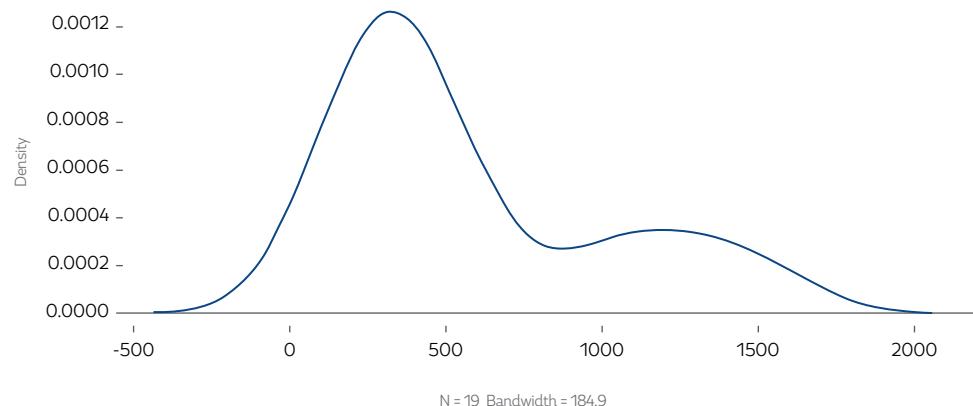
Figura 4: Crimen más común, según el sondeo de opinión



Fuente: Cálculos de los autores

Figura 5: Densidad hurto a personas 2013

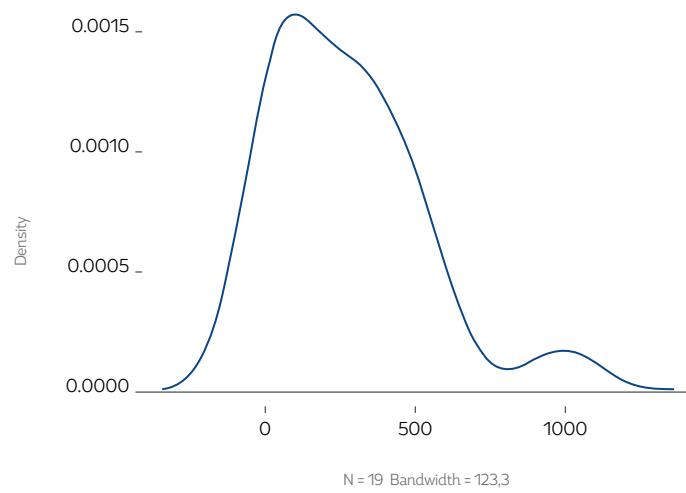
FUNCIÓN DE DENSIDAD DE LOS HURTOS A PERSONAS EN 2013



Fuente: Cálculos de los autores

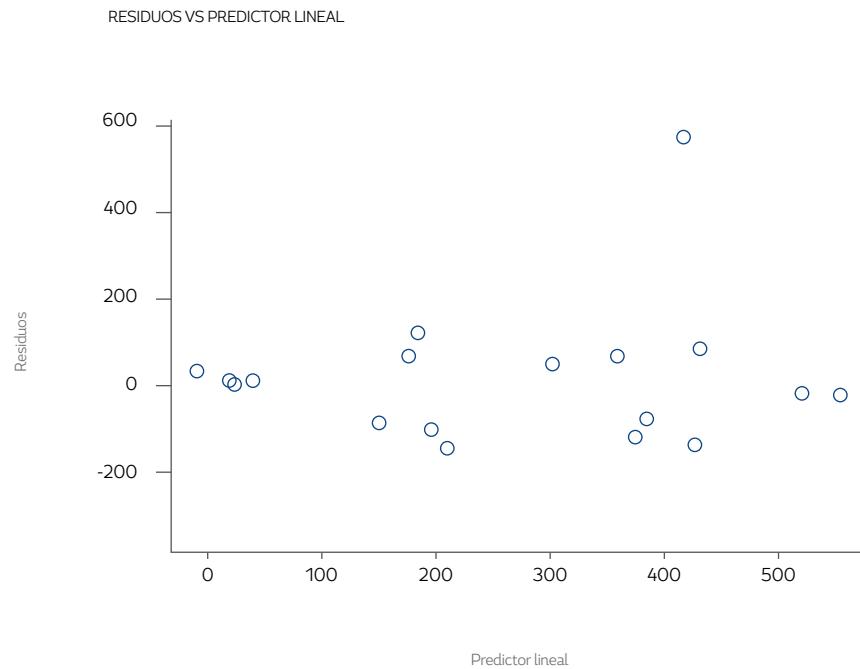
Figura 6: Densidad tasa de hurto a personas 2013

FUNCIÓN DE DENSIDAD DE LA TASA DE HURTOS A PERSONAS EN 2013



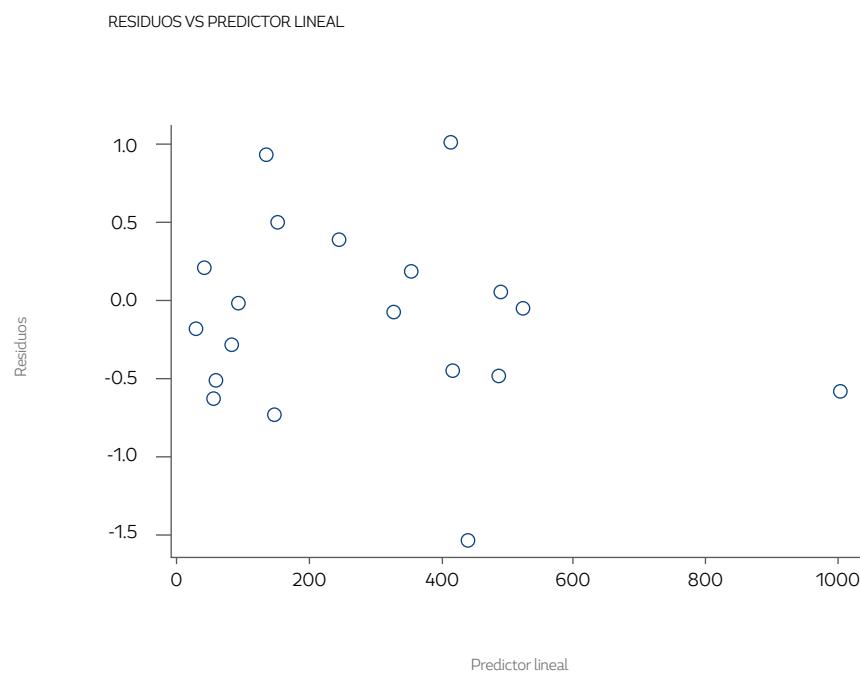
Fuente: Cálculos de los autores

Figura 7: Residuos de la deviance vs predictor lineal en el modelo Normal para tasa de hurtos, bajo la red A



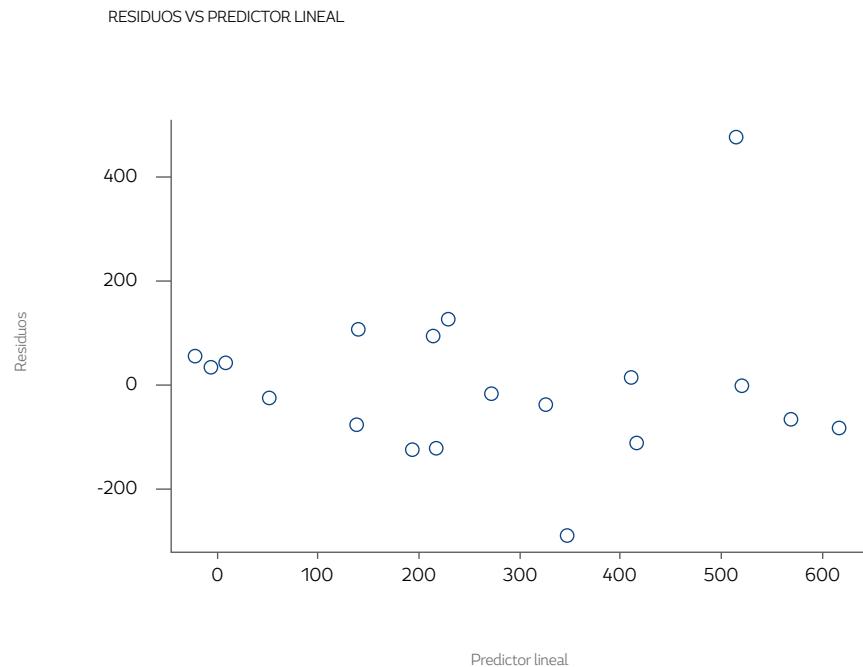
Fuente: Cálculos de los autores

Figura 8: Residuos de la deviance vs predictor lineal en el modelo Gamma para tasa de hurtos, bajo la red A



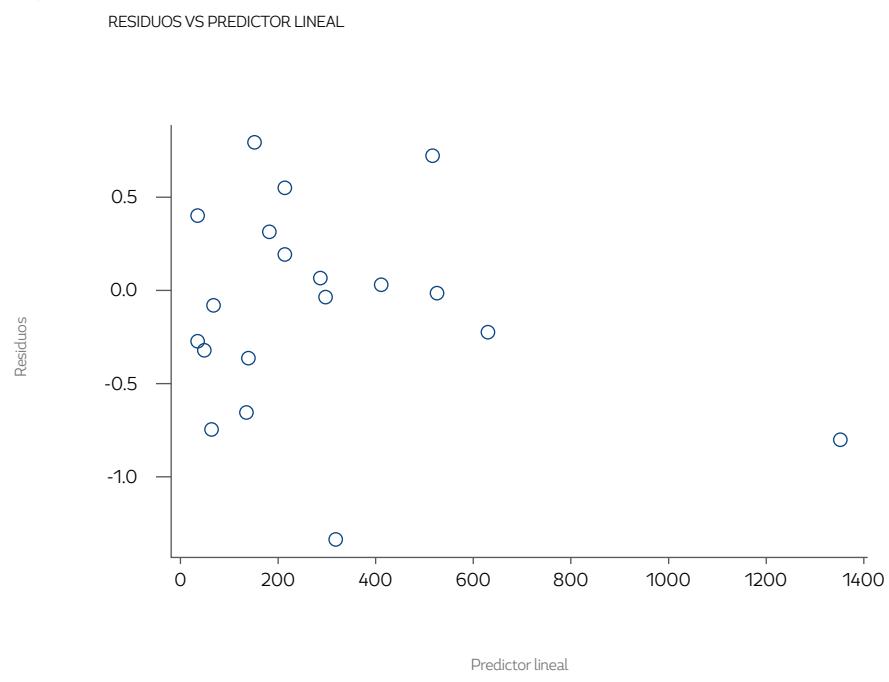
Fuente: Cálculos de los autores

Figura 9: Residuos de la deviance vs predictor lineal en el modelo Normal para tasa de hurtos, bajo la red B



Fuente: Cálculos de los autores

Figura 10: Residuos de la deviance vs predictor lineal en el modelo Gamma para hurtos, bajo la red B



Fuente: Cálculos de los autores