

# Explorando la red criminal en el interior de un grupo armado ilegal por medio del análisis de redes

Leonardo Granados Garzón

Departamento de Derecho Penal, Universidad de Granada.

Granados Garzón, Leonardo. (2024). Explorando la red criminal en el interior de un grupo armado ilegal por medio del análisis de redes. *Revista Electrónica de Criminología*. 04-08. 1-17.

**RESUMEN:** El presente trabajo analiza la estructura de red detrás de un grupo armado ilegal, por medio de una implementación computacional y las herramientas de Python para el análisis de redes. Los resultados muestran la topología de la red, las comunidades y los delitos que las caracterizan. Además, utilizando medidas de centralidad en un proceso de eliminación de los nodos más influyentes, se ocasiona un aumento en la longitud característica de 3.35 a 4.21 y la partición de la red en 11 componentes, reduciendo su conectividad en un 65%. Esto impacta el capital social de la red criminal, representado por posiciones estratégicas, contactos y conexiones entre diferentes subgrupos que se habían tejido no sólo dentro de la red sino también con otras organizaciones criminales.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis de redes sociales (SNA), comunidades, economías ilícitas, grupo armado ilegal, red criminal.

## EXPLORING THE CRIMINAL NETWORK WITHIN AN ILLEGAL ARMED GROUP THROUGH NETWORK ANALYSIS

**ABSTRACT:** The present study analyzes the network structure behind an illegal armed group through a computational implementation and network analysis tools in Python. The results show the topology of network, communities and the crimes that characterize them. Additionally, by employing centrality measures in a process of eliminating the most central nodes, there is an increase in the average path length from 3.35 to 4.21 and the partitioning of the network into 11 components, reducing its connectivity by 65%. This impacts the social capital of the criminal network, represented by strategic positions, contacts and connections among different subgroups that had been woven not only within the network but also with other criminal organizations.

**KEYWORDS:** Social network analysis (SNA), communities, illicit economies, illegal armed group, criminal network.

FECHA DE RECEPCIÓN REC: 23/02/24

FECHA DE PUBLICACIÓN REC: 27/04/24

AUTOR/A CORRESPONDENCIA: Leonardo Granados Garzón, [ogranados@correo.ugr.es](mailto:ogranados@correo.ugr.es)

SUMARIO: 1. Introducción, 2. Soporte Técnico, 2.1 Análisis de redes sociales, 3. Método, 3.1 Selección del grupo armado ilegal, 3.2 Descripción del conjunto de datos, 3.3. Conceptos y herramientas para el análisis de la red, 4. Implementación computacional para el análisis de la red criminal, 4.1 Procedimiento operación eliminación de nodos más influyentes, 5. Discusión, Conclusiones.

## 1. Introducción

La delincuencia organizada es un fenómeno que no puede ser visto como una única estructura altamente centralizada y jerárquica. Las estrategias para combatir los grupos delictivos deberían considerarlos como una compleja red que se transforma y adapta a las acciones de control del Estado (Escalante, 2022), es decir, tienen la capacidad para adaptarse y recuperarse de presiones internas y externas, como acciones policiales o ataques de grupos rivales, además de exhibir flexibilidad para cambiar rápidamente sus tácticas, estrategias y estructuras organizativas en respuesta a cambios en la demanda del mercado de bienes y servicios ilegales (Catanese et al., 2016; Salcedo & Garay, 2016; Ayling, 2009). En el caso de la Unión Europea, según Muñoz (2020) esta flexibilidad y capacidad adaptativa ha dado lugar a que las redes criminales activas en sus territorios sean pluriétnicas, multinacionales, multiorganizacionales y policriminales. Propiedades que le han proporcionado un mayor poder y una extraordinaria capacidad de expansión, inventando nuevas formas delictivas y utilizando variaciones en las formas ya instrumentalizadas (Europol, 2021). Por lo tanto, las políticas de control, investigación, infiltración y desarticulación se deberían pensar de manera integral, focalizada y diversa.

Una red criminal se puede definir como una serie de nodos interconectados entre sí, suele tener un centro y una periferia, que cumplen una función específica en un entramado cuyo propósito es obtener ganancias a través de múltiples actividades económicas ilícitas, lícitas, sociales, transnacionales, entre otras tantas. Para subsistir, las redes requieren de capital social, de nodos o contactos cualificados que son precisamente los que les permiten ser más fluidas, líquidas, amorfas, resilientes y poderosas. Con este propósito incluyen a sujetos con características especiales en su estructura, entre ellas, sujetos que forman parte de la institucionalidad, del sector político, público, financiero, mercantil, entre otros (Escalante, 2022).

En este contexto, el análisis de redes sociales es una herramienta de amplia utilidad en el campo de la criminología para analizar grupos delincuenciales y comprender su dinámica, estructura y funcionamiento que, junto con el análisis criminológico, puede proporcionar información para comprender mejor cómo delinquen los grupos criminales y cómo se relacionan entre sí, permitiendo visualizar e identificar nodos clave y detectar patrones de comportamiento (Hobbs & Antonopoulos, 2014). Asimismo, es importante destacar que el análisis criminológico de redes criminales implica el uso de datos sensibles y confidenciales, por lo que se deben seguir estrictos protocolos de seguridad y privacidad al trabajar con esta información (Buenadicha et al., 2019; Morselli, 2009). Además, la colaboración entre las autoridades, analistas de inteligencia y expertos en redes es fundamental para contrarrestar con éxito las redes criminales.

Por otra parte, las redes criminales se diferencian de otras redes en varios aspectos. Según Morselli, (2009, pág. 5) «si bien el crimen es un fenómeno social, las redes criminales y el comportamiento criminal, en general, tienen características distintivas de sus contrapartes no criminales». En este sentido, las redes cambian su forma de actuar como consecuencia de la presión y confrontación con grupos rivales, acciones represivas de las autoridades y nuevas oportunidades de negocio. Asimismo, los cambios en una red también pueden originarse por conflictos internos, es decir, la organización puede dividirse, fusionarse con otros grupos o sufrir una reorganización (Catanese et al., 2016).

En relación con lo anteriormente señalado, las redes criminales se diferencian de las redes sociales por dos elementos claves y de mayor peso en su organización, el *secretismo* y la *eficiencia*. Las actividades ilegales deben permanecer ocultas tanto para las autoridades como para las organizaciones rivales. En consecuencia, las comunicaciones entre sus miembros deben reducirse al mínimo. Además, para limitar el riesgo de ser descubierto durante una actividad ilegal, es necesario garantizar que las comunicaciones entre sus miembros sean muy eficientes y confiables (Morselli et al., 2007). De esta manera, las organizaciones criminales intentan constantemente mantener un equilibrio entre eficiencia y secreto con respecto a sus intereses ilegales.

Si bien la seguridad es una preocupación importante para cualquier red criminal, no todas las redes tienen los mismos recursos para abordar este problema. Según Morselli et al. (2007), las redes que delinquen de manera

permanente y el tiempo para realizar la tarea es más corto, deben actuar incluso cuando la seguridad no es óptima. Por consiguiente, un tiempo más corto para realizar la tarea requiere que la red esté diseñada para lograr una mayor eficiencia y también garantizar la mayor seguridad posible.

En definitiva, las redes criminales son estructuras complejas y clandestinas formadas por individuos o grupos que se involucran en actividades ilegales para obtener beneficios económicos, poder o influencia. Estas redes pueden variar en tamaño y complejidad, desde pequeños grupos locales hasta organizaciones transnacionales altamente sofisticadas (Von Lampe, 2015).

Por tal motivo, emerge la necesidad de analizar la estructura organizativa de un grupo armado ilegal como una red criminal con las herramientas proporcionadas por el análisis de redes, con el propósito de identificar los miembros más influyentes en la organización, las conexiones construidas a lo largo del tiempo a través de los delitos de testaferrato<sup>1</sup>, extorsión, tráfico de estupefacientes y narcotráfico.

## 2. Soporte teórico

Analizar una red criminal es un proceso complejo que generalmente implica la recopilación, el análisis y la interpretación de una gran cantidad de información. Es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones en el momento de realizar este proceso de investigación: Primero, la combinación de herramientas y técnicas depende del tipo de red criminal que se esté investigando y de la disponibilidad de datos. Segundo, siempre se debe proceder dentro de los límites legales y éticos, obteniendo las autorizaciones adecuadas antes de utilizar ciertas herramientas o técnicas, especialmente aquellas que implican el acceso a datos privados o sensibles. Tercero, es fundamental seguir las regulaciones y leyes locales en todo momento, en particular, en lo que respecta a los derechos de los ciudadanos.

Ahora, el análisis de redes es una herramienta empírica que puede emplearse para identificar, medir, visualizar y analizar conexiones entre personas, grupos y organizaciones (Scott, J., 2000, como se citó en Catanese et al., 2016). Realizar un seguimiento de las relaciones entre

individuos o entidades representándolos como nodos y mostrando las conexiones entre ellos con líneas (aristas, enlaces, vínculos o conexiones). Además, las líneas se pueden representar de diferentes maneras para mostrar características como la frecuencia o el tipo de relación, los nodos y las conexiones que forman una red describen a menudo estructuras ocultas de interacción. Por otro lado, las representaciones gráficas permiten analizar explícitamente la estructura de la red, identificar nodos influyentes y sugerir intervenciones más focalizadas (Catanese et al., 2016).

### 2.1. Análisis de redes sociales

El análisis de redes sociales (en adelante, SNA) identifica y explica el comportamiento de los grupos criminales, como resultado de relaciones sociales que están estructuradas más allá de las características de los individuos involucrados en el crimen (Smith & Papachristos, 2021).

El origen del SNA comienza con el desarrollo de la sociometría por parte del psicólogo social Jacob Moreno en la década de 1930, y con la introducción de métodos analíticos basados en la teoría de grafos. Por otro lado, en los últimos años, ha habido un crecimiento significativo en las aplicaciones estadísticas para estudiar estructuras sociales (como el modelado de grafos aleatorios exponenciales, modelos estocásticos basados en actores y el modelado multinivel) y una proliferación de aplicaciones de software con el mismo propósito (Bichler, 2019). Ahora, desde principios de la década de 2000, la investigación sobre el crimen y las redes ha aumentado significativamente, en particular en el campo de los efectos de las redes de delincuencia juvenil (Haynie & Kreager, 2013). Sin embargo, los estudios empíricos que emplean métodos de redes para estudiar grupos y organizaciones criminales (como pandillas, redes de contrabando y grupos de crimen organizado) no han sido tan frecuentes (Smith & Papachristos, 2021).

Uno de los conceptos fundamentales del SNA es la noción de posicionamiento central o *centralidad* que permite identificar, por ejemplo, a aquellos nodos (actores, individuos o grupos de individuos) que concentran la mayor cantidad de relaciones sociales, los que tienen la mayor capacidad para arbitrar información o a aquellos nodos que estabilizan la estructura de una red (Bichler,

---

<sup>1</sup> Persona que presta su nombre y hace trámites para adquirir, en el papel, bienes que en realidad no le pertenecen y que son producto de actividades ilegales.

2019; Garay & Salcedo, 2012). En este sentido, Wasserman & Faust (1994) definen los elementos a utilizar en el presente trabajo:

**Definición 2.1.1 (Actor)** *Los actores son unidades sociales individuales, corporativas o colectivas. El término actor a menudo se reemplaza por el término más neutral nodo.*

**Definición 2.1.2 (Red social)** *Una red social consta de un conjunto finito de actores y las relaciones definidas sobre ellos. La presencia de información relacional es una característica definitoria de una red social.*

**Definición 2.1.3 (Dirección de una relación)** *Constituye una relación, esto podría representar una estructura de mando, confianza o flujo de información, entre otras cosas.*

**Definición 2.1.4 (Centralidad)** *Actor altamente central que tiene una ventaja posicional sobre otros, está involucrado en muchos vínculos haciéndose más visible.*

**Definición 2.1.5** *Un grafo denotado por  $G = (N, E)$ , consta de un conjunto de nodos  $N$  y un conjunto de aristas  $E \subseteq N \times N$  (también llamado enlaces  $L$ ).*

**Definición 2.1.6** *Un grafo ponderado  $G = (N, E, W)$ , es un triplete que consta de un conjunto finito de nodos  $N$ , un conjunto de aristas  $E$  y un conjunto de pesos  $W = E \rightarrow \mathbb{R}$  definido en cada arista. Si todos los pesos de las aristas son iguales a 1, entonces el grafo se llama no ponderado.*

**Definición 2.1.7** *El grado de un nodo  $n_i$ , denotado por  $deg(i)$  o  $k_i$ , es el número de aristas incidentes en  $n_i$ . La suma de los grados de todos los nodos es igual al doble del número de aristas:  $\sum_{n \in N} k_n = 2E$ .*

**Definición 2.1.8** *Un camino es una secuencia de nodos y aristas que fluyen desde un nodo inicial hasta uno final. Un camino se llama **simple** si cada nodo del camino es distinto.*

**Definición 2.1.9** *Si una red consta de dos componentes, un enlace colocado correctamente puede conectarlos, haciendo que la red esté conectada. Este vínculo se llama **punto**.*

### 3. Método

La idea detrás del análisis de un grupo ilegal como una red criminal que propongo, parte de que las personas y las entidades<sup>2</sup> están interconectadas a través de vínculos delincuenciales, en nuestro caso, economías ilícitas como testaferrato, extorsión, tráfico de estupefacientes y narcotráfico, y el análisis de estas conexiones puede proporcionar información sobre la estructura organizacional de un grupo delincencial, la distribución de roles dentro del grupo, las interconexiones que ha tejido con otras organizaciones criminales y cómo reducir su conectividad eliminando nodos influyentes en la red.

En cuanto al método utilizado corresponde a la combinación de elementos cualitativos y cuantitativos, esto es, una metodología mixta (Benítez et al., 2019). La combinación de enfoques busca que la inclusión de datos cualitativos contextualice los resultados cuantitativos, proporcionando una comprensión más profunda de las relaciones multifacéticas (Valls, 2022; Heap & Waters, 2018).

Dicho lo anterior, para la inclusión de datos cualitativos se hizo una pormenorizada revisión de informes, estudios, artículos científicos, noticias, reportajes, sentencias judiciales y documentos oficiales relacionados con la naturaleza, la dinámica territorial y criminal del grupo armado ilegal objeto de investigación, siendo las fuentes: centros de pensamiento dedicados al monitoreo del conflicto armado en Colombia; organizaciones no gubernamentales de derechos humanos; instituciones del orden nacional; y medios de comunicación con cobertura local, regional y nacional. También se llevó a cabo una revisión documental en las bases de datos de Dialnet, Scopus y Google Scholar con los términos análisis de redes sociales, grupos armados ilegales, redes criminales, economías ilícitas, tráfico de estupefacientes, narcotráfico, extorsión, testaferrato y gobernanza criminal en el título, resumen o palabras clave.

#### 3.1. Selección del grupo armado ilegal

El grupo armado ilegal seleccionado para la investigación son «Los Pachelly»<sup>3</sup>, una organización delictiva del departamento de Antioquia, Colombia, que ha logrado mantenerse en el tiempo por más de 30 años, y ha sido

<sup>2</sup> Hace referencia a grupos de individuos y organizaciones involucrados en actividades ilegales, delictivas o fraudulentas. Pueden variar en tamaño, complejidad y alcance, y por lo general delinquen en la clandestinidad.

<sup>3</sup> Se autodenominan así por el barrio Pachelly del municipio de Bello en el departamento de Antioquia.

capaz de resistir los esfuerzos de las autoridades para desmantelarla o detener sus actividades ilegales (Indepaz, 2020). Como una red criminal está involucrada en una variedad de actividades delictivas, como el tráfico de drogas y extorsión, trata de personas con fines de explotación sexual<sup>4</sup>, alianzas con grupos armados organizados como el Clan del Golfo y el Frente 36 de las disidencias Farc-EP, entre otras economías ilegales (Fundación Paz & Reconciliación, 2022).

Este grupo delincuencial surgió en la década de 1990 y es liderado por una misma familia, los Henao Acevedo. En sus orígenes, los cabecillas de la organización transitaban por estructuras del cártel de Medellín como La Terraza<sup>5</sup> y por las Autodefensas Unidas de Colombia. Posteriormente, al disolverse las autodefensas sus estructuras urbanas quedaron acéfalas, nuevos liderazgos surgieron y continuaron trabajando para sus propios intereses y los del Clan del Golfo, convirtiendo a Los Pachelly en una de las estructuras criminales más peligrosas de Antioquia que según la Fiscalía General, contaría con alrededor de 220 hombres en armas (Olivares, 2022).

En la actualidad, están comandados por Albert Antonio Henao Acevedo (capturado en 2020). Sus actividades se concentran en el municipio de Bello, donde controlan las actividades de narcotráfico y microtráfico. Además, se han extendido hacia otros municipios y han llegado a las regiones Bajo Cauca y Nordeste en Antioquia, en donde manejarían franquicias del Clan del Golfo para la explotación ilegal de oro, cultivos de coca y laboratorios para el procesamiento de pasta base de coca (Espitia, 2018).

En cuanto a su portafolio criminal, parte de este es subcontratado por grandes estructuras criminales en su mayoría narcoparamilitares, manteniendo su autonomía y una relación de socios (Matta, 2021; Blattman et al., 2020) para que presten seguridad y vigilancia de sus

negocios ilegales, realicen operaciones de lavado de dinero por medio de testaferrato, abran y controlen rutas para el tráfico de drogas y armas, mantengan el control sobre las plazas de microtráfico y administren negocios que en su mayoría corresponden a economías que aparentan legalidad, como apuestas, loterías y otras como prostitución, préstamos de dinero «gota a gota», servicio de sicariato y extorsiones. Ahora, en algunos mercados semilegales y legales, también han establecido precios mínimos para la comercialización de productos de primera necesidad como los huevos, los lácteos y las arepas (Vargas & Arbeláez, 2020), mientras que, en otros mercados, impiden la libre competencia prohibiendo el ingreso de ciertas marcas de productos (Castañeda, 2023).

Sus acciones se concentran principalmente en las periferias de las regiones donde tienen control territorial los grupos armados organizados, permitiéndoles su movilidad en red, el control de carreteras y de los afluentes (Observatorio de DDHH, Conflictividades y Paz, 2021). Por otra parte, su alcance criminal llega hasta la ciudad de Bogotá, tendrían presencia en los territorios de Usaquén y Puente Aranda, una alianza con el Clan del Golfo para el acopio de drogas y una disputa territorial con el grupo criminal «Los Boyacos» por el control y la regulación de mercados ilegales en la zona (Fundación Paz & Reconciliación, 2022, p. 31). Asimismo, su portafolio criminal incluye envío de droga hacia Panamá y Holanda (Espitia, 2018, pág. 46) y negocios con los carteles de Sinaloa y Jalisco Nueva Generación<sup>6</sup>.

En cuanto a los elementos de su estructura, Los Pachelly es un tipo de red criminal que delinque con la participación de una serie de subordinados o agentes<sup>7</sup>. Por un lado, están los vigilantes armados quienes garantizan el control territorial; los cobradores y expendedores de drogas y los «cocineros» encargados de mezclar y dosificar la pasta base de coca con otras sustancias. Por otro, los coordinadores que hacen las veces de jefes intermedios (curtidos delincuentes y

<sup>4</sup> En una operación conjunta entre España y Colombia, desarticulan una red que utilizaba sicarios para prostituir a mujeres y extorsionar a sus familias en sus países de origen. Estas amenazas eran llevadas a cabo en Colombia por el grupo criminal «Los Pachelly», vinculado al Clan del Golfo, el principal grupo narcotraficante del país. <https://elpais.com/sociedad/2023-05-12/una-operacion-entre-espana-y-colombia-desarticula-una-red-que-utilizaba-sicarios-para-extorsionar-y-prostituir-a-mujeres.html> (Consultado el 19 de febrero de 2024).

<sup>5</sup> Grupo delictivo organizado dedicado al microtráfico, sicariato, extorsión y a los cobros ilegales en los barrios del Valle de Aburrá, Antioquia.

<sup>6</sup> El monitoreo realizado por la Defensoría del Pueblo (Alerta Temprana de Inminencia 059-18) en el Bajo Cauca, ha permitido establecer que el grupo Los Pachelly de Bello, se encuentra en esta subregión a través de una estructura que se autodenomina «Nueva Empresa», que cuenta posiblemente con el apoyo económico y con el suministro de armas de un actor transnacional, según algunos testimonios recogidos por el SAT podría tratarse del cártel mexicano de Jalisco Nueva Generación. <https://alertastempranas.defensoria.gov.co/>

<sup>7</sup> Individuos (nodos) de menor jerarquía sobre los cuales el mando, líder o cabecilla delega su representación para que actúen por cuenta propia alineados con los intereses delictivos de la red. No obstante, esto podría amplificar los riesgos de seguridad de la misma red o perder el control directo del territorio, su principal activo.

desmovilizados de los grupos paramilitares, algunos han estado presos) destinados a controlar una parte del territorio o un mercado específico.

Por último, Los Pachelly implementan en su dinámica delictiva mecanismos de defensa para resistir los ataques o golpes de las autoridades y grupos rivales. Entre estas encontramos el secreto, la clandestinidad, la compartimentación de la información, la creación de redes de inteligencia e información, la compra de predios para «casas de seguridad», la restricción de sus comunicaciones en la red y con sus propias familias, y la cuidadosa selección del personal responsable de la seguridad de sus líderes, entre otros (Castañeda, 2023) para persistir en el tiempo como una de las organizaciones delictivas con mayor resistencia en el país (Olivares, 2022).

### 3.2. Descripción del conjunto de datos

Los datos correspondientes a los miembros de Los Pachelly, como su posición en la estructura y los delitos asociados (testaferrato, extorsión, tráfico de estupefacientes y narcotráfico), fueron recopilados tras una minuciosa revisión documental de informes de investigación llevados a cabo por fundaciones, organizaciones y centros de pensamiento dedicados al monitoreo del conflicto armado y la defensa de los derechos humanos en los territorios; noticias y reportajes en medios de comunicación; sentencias judiciales<sup>8,9</sup> y la resolución de medidas cautelares de la Fiscalía 65 especializada en extinción de dominio de Medellín, Antioquia<sup>10</sup>.

Posteriormente, la información fue organizada generando una lista con un identificador ( $N_i$ , donde  $i = 0, 1, \dots, 96$ ) para anonimizar los datos confidenciales de cada miembro de la red. Además, con la colaboración de integrantes de la Seccional de Inteligencia Policial (SIPOL) de la Policía Metropolitana del Valle de Aburrá,

basándose en información de conocimiento público y su experticia, señalaron que los delitos más recurrentes por Los Pachelly son el testaferrato, la extorsión, el tráfico de estupefacientes y el narcotráfico, entre otros de menor frecuencia<sup>11</sup>, toda vez que estos generan los mayores ingresos para la organización criminal. Delitos asociados que permitieron: Primero, establecer una relación entre los miembros de la red en concordancia con el delito en común por el cual tienen un proceso judicial o fue identificado en la revisión documental. Segundo, asignar un peso (valor) a la conexión entre los miembros de la red según el delito en común y la importancia económica para Los Pachelly, es decir, testaferrato (1 punto); extorsión (3 puntos); tráfico de estupefacientes (5 puntos); narcotráfico (7 puntos<sup>12</sup>). Esto nos permite tener una red tanto ponderada como no ponderada. Ahora, conviene especificar que, para nodos con más de un delito asociado, por ejemplo, testaferrato-extorsión-tráfico de estupefacientes, se escoge el de mayor aporte económico para la red, en este caso, tráfico de estupefacientes.

### 3.3. Conceptos y herramientas para el análisis de la red

Para empezar, merece la pena subrayar que las autoridades vienen utilizando con más frecuencia herramientas del análisis de redes sociales (SNA, por sus siglas en inglés) en sus técnicas de investigación criminal, particularmente, durante las fases de recopilación y análisis de información de las redes criminales (Bright et al., 2021; Morselli, 2009; 2007). En este sentido, incluiré una serie de conceptos y herramientas que harán parte del desarrollo de la propuesta para el análisis a través de un procedimiento denominado «operación eliminación» de nodos en una red criminal.

**Definición 3.3.1 (Máximo componente conectado)** Es el más grande entre todos los componentes conectados en un grafo<sup>13</sup>. Mide la variación en una fracción de nodos en el máximo componente conectado tras la eliminación de enlaces.

<sup>8</sup> Vid. La Sentencia de la Corte Suprema de Justicia - Sala de Casación Penal, STP2579-2021, 26 de enero de 2021. <http://consultajurisprudencial.ramajudicial.gov.co:8080/WebRelatori/a/csj/index.xhtml>

<sup>9</sup> Vid. Acción de tutela en el Tribunal Superior Distrito Judicial de Cúcuta - Sala Penal, Radicado No. 54-001-22-04-000-2022-00459-00, 17 de agosto de 2022. <https://tribunalsuperiordecucuta.gov.co/wp-content/uploads/2022/08/AdmisionTutela-2022-00459.pdf>

<sup>10</sup> Vid. Proceso extinción del derecho de dominio, Fiscalía 65 especializada de Medellín, Radicado No. 110016099068202000203 E.D., 25 de junio de 2021, págs. 58-213. <https://tribunalsuperiordecucuta.gov.co/wp-content/uploads/2022/08/AdmisionTutela-2022-00459.pdf>

<sup>11</sup> Hurtos y homicidios están regulados o prohibidos, mientras no estén previamente ordenados o autorizados por los cabecillas de la red para mantenerse alejados de la acción coercitiva de las autoridades.

<sup>12</sup> Este peso es asignado a los nodos (miembros de la red) que tienen un rol de intermediario con los GAO: Clan del Golfo y Frente 36 de las disidencias Farc-EP para esta actividad ilícita.

<sup>13</sup> El componente conectado es un subgrafo en el que dos nodos cualesquiera están conectados entre sí por un camino, pero ningún nodo en el componente puede tener un camino hacia un nodo adicional fuera de este componente, por lo tanto, los componentes conectados representan una partición de un grafo.

Hay que tener presente que el máximo componente conectado (en adelante, LCC) es una forma de medir la conectividad de la red (Hernández & Van Mieghem, 2011). Su tamaño define a cuántas personas es capaz de llegar un solo individuo (un nodo) a través de sus vínculos de relación (enlaces directos o caminos). De hecho, si el tamaño del LCC es igual, en términos de magnitud, al tamaño de la red, entonces la conectividad es máxima (Cavallaro et al., 2020). Por otra parte, la eliminación de nodos puede provocar la aparición de agrupaciones (clústeres) más pequeños. Por consiguiente, una reducción del LCC implica que la red estaría cada vez menos conectada. De esta manera, el LCC permite cuantificar la efectividad de la operación eliminación.

Otro concepto a tener en cuenta tiene que ver con el *capital de la red*, está relacionado con la cohesión de una red (nivel de fragmentación), con las fortalezas de los actores criminales y las relaciones entre ellos (Schwartz & Rouselle, 2009). Implica, de manera directa, los conceptos de *capital humano* y *capital social* (Duijn et al., 2014).

**Definición 3.3.2 (Capital humano)** *Conjunto de competencias, conocimientos, atributos sociales y de personalidad, incluida la creatividad, que poseen los actores dentro de una red.*

Identificar a las personas que poseen muchos recursos y habilidades ofrece una gran oportunidad para dañar o golpear la estructura de una red criminal (Sparrow, 1991), toda vez que una actividad criminal involucra una secuencia de pasos y en cada uno se intercambia o agrega información, bienes y conocimientos por parte del capital humano.

**Definición 3.3.3 (Capital social)** *Son las conexiones o vínculos entre los actores de una red, como las posiciones estratégicas que ocupan los actores individuales dentro de las redes criminales.*

En el análisis de la red criminal, el capital social está dirigido a encontrar los individuos más influyentes o poderosos que corresponden a los nodos más centrales de una red. Como a los intermediarios (individuos que actúan como puentes entre subgrupos desconectados) que tienen un papel clave en la conectividad de las redes criminales, p.ej., conectando grupos criminales separados dentro de los mercados ilegales (Bright et al., 2021; Duijn et al., 2014).

Lo anterior, nos motiva a considerar para el desarrollo de la propuesta: operación eliminación de nodos influyentes

en la red criminal Los Pachelly, las herramientas ofrecidas por el SNA junto con el concepto de capital social (conectividad de los nodos), con la finalidad de comprobar si la operación podría reducir la conectividad de la red, es decir, a partir de la identificación y eliminación de los individuos con un alto nivel de capital social, reducir el tamaño del LCC y, por consiguiente, tener una red menos conectada.

Para tal fin, utilizamos las siguientes herramientas: centralidad de intermediación y la centralidad de grado. La primera, representa la capacidad de algunos individuos (nodos) de controlar el flujo de conectividad (información, recursos, etc.) dentro de la red. Debido a que estos individuos a menudo cierran los «agujeros estructurales» entre grupos desconectados, se les llama intermediarios. La segunda, mide el número de contactos directos que rodean a un individuo (nodo). A este tipo de nodos se le asocia con posiciones influyentes y poderosas dentro de la red, por lo que se les denominan centros, y son importantes para el flujo de información y recursos.

Formalmente, las métricas mencionadas y otras herramientas para el análisis de redes se definen como sigue.

**Definición 3.3.4 (Centralidad de intermediación)** *La intermediación o camino más corto  $C_B(i)$  de un nodo  $i$  se define de la siguiente manera:*

$$C_B(i) = \sum_{s,t \in N, s \neq t} \frac{\sigma(s,t | i)}{\sigma(s,t)}$$

donde  $\sigma(s,t)$  es el número de caminos más cortos entre cualquier par de nodos  $s$  y  $t$ , y  $\sigma(s,t | i)$  denota los caminos más cortos que pasan por el nodo  $i$ .

**Definición 3.3.5 (Centralidad de grado)** *Dado un nodo  $i$ , la centralidad de grado  $C_D(i)$  de  $i$  está definida por:*

$$C_D(i) = \sum_{j \in N, j \neq i} a_{ij}$$

donde  $A = (a_{ij})$  es la matriz de adyacencia del grafo.



**Definición 3.3.6 (Coeficiente de agrupamiento)** Es una medida del grado en que los nodos de un grafo tienden a agruparse. La agrupación de un nodo  $i$ , es la fracción de posibles triángulos que existen a través de ese nodo, dada por:

$$cc_i = \frac{2T(i)}{k_i(k_i - 1)}$$

donde  $T(i)$  es el número de triángulos que pasan por el nodo  $i$  y  $k_i$  es el grado de  $i$ .

**Definición 3.3.7 (Longitud característica)** Es el número promedio de pasos a lo largo de los caminos más cortos para todos los posibles pares de nodos en el grafo. Se define de la siguiente manera:

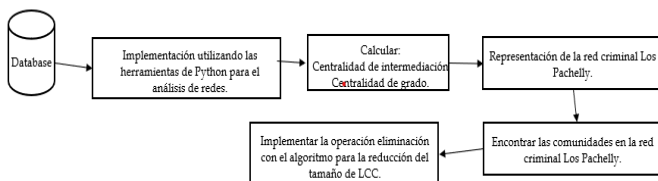
$$LC = \sum_{i,j \in N} \frac{d(i,j)}{n(n-1)}$$

donde  $N = (1, 2, \dots, n)$  es el conjunto de nodos en el grafo  $G$ ,  $d(i, j)$  es la longitud del camino más corto desde el nodo  $i$  al nodo  $j$ , y  $n$  es el número de nodos en  $G$ .

#### 4. Implementación computacional para el análisis de la red criminal

La Figura 1 detalla los pasos a seguir para la construcción de la red y calcular los resultados necesarios para desarrollar el propósito de la operación eliminación: identificar los individuos influyentes, eliminarlos de forma individual y grupal y, observar, cómo el proceso de eliminación impactaría la conectividad de la red.

**Figura 1. Secuencia para el análisis de la red criminal**



Fuente: Elaboración propia.

La database se construyó en un archivo csv con la información recopilada. Luego, se inicia el análisis de la red con las herramientas de Python. Ahora, la Tabla 1 muestra una estadística de los datos recopilados para la

red criminal. Tener presente que los enlaces<sup>14</sup> están desagregados por el tipo y frecuencia de delito asociado.

**Tabla 1. Estadísticas de la red criminal Los Pachelly**

Parámetro	Valor	Descripción
Nodos	97	Individuos identificados en el grupo armado ilegal Los Pachelly.
Conexiones	150	Testaferrato: 42
		Extorsión: 34
		Tráfico de estupefacientes: 71
		Narcotráfico-GAO: 4
AD	1.55	Representa el número promedio de conexiones por individuo en la red.
CC	0.14	Coeficiente de agrupamiento promedio para la red. Promedio de las probabilidades de que dos individuos conectados directamente a un tercer individuo estén conectados entre sí.
LC	3.35	Distancia promedio más corta que conecta a dos individuos cualesquiera de la red, donde la distancia se mide como el número de conexiones que hay que atravesar para ir de un individuo $i$ a un individuo $j$ .

Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo con la secuencia de pasos, se calcula las centralidades de intermedación y de grado para el conjunto de nodos (individuos) almacenados en la database. Los resultados para los diez primeros están registrados en la Tabla 2.

<sup>14</sup> Utilizaré con el mismo sentido las palabras conexión, enlace o vínculo cuando implique la relación entre nodos (miembros de la red).



**Tabla 2. Centralidades para los nodos de la red.**

Nodo	Centralidad de intermediación	Nodo	Centralidad de grado
N0	0.38	N0	0.23
N2	0.31	N1	0.22
N1	0.30	N2	0.19
N9	0.20	N16	0.16
N16	0.18	N3	0.13
N18	0.11	N9	0.13
N3	0.11	N5	0.10
N17	0.08	N18	0.09
N87	0.08	N17	0.08
N5	0.07	N11	0.06

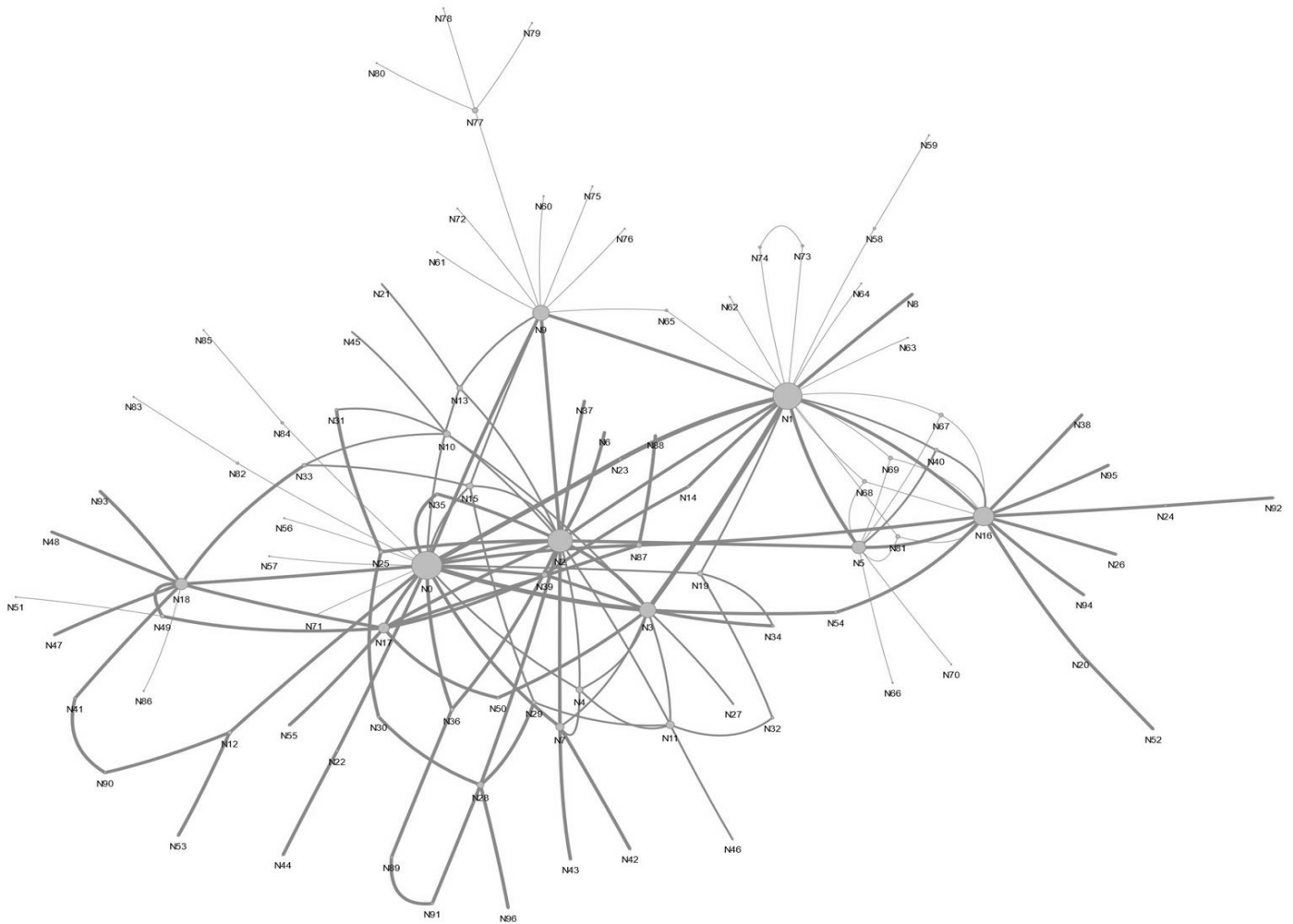
Fuente: Elaboración propia.

Al revisar la tabla, encontramos los diez nodos o individuos más influyentes de la red por su valor de

centralidad. Además, es posible identificar en cada centralidad, la presencia y distribución de ocho cabecillas (inclusive los líderes de las dos facciones) y cuatro coordinadores (jefes intermedios) de Los Pachelly.

Por otro lado, siguiendo con la implementación, obtenemos una representación para la red criminal Los Pachelly (véase *Figura 2*). En la que se puede observar las diferentes conexiones que han tejido los miembros en su interior y con otras estructuras criminales a través de sus mayores intermediarios (N0, N1, N2, N16 y N3). También permite ver los nodos más influyentes, los de mayor tamaño, dejando entrever posibles comunidades a su alrededor como veremos a continuación.

**Figura 2. Red criminal Los Pachelly.**

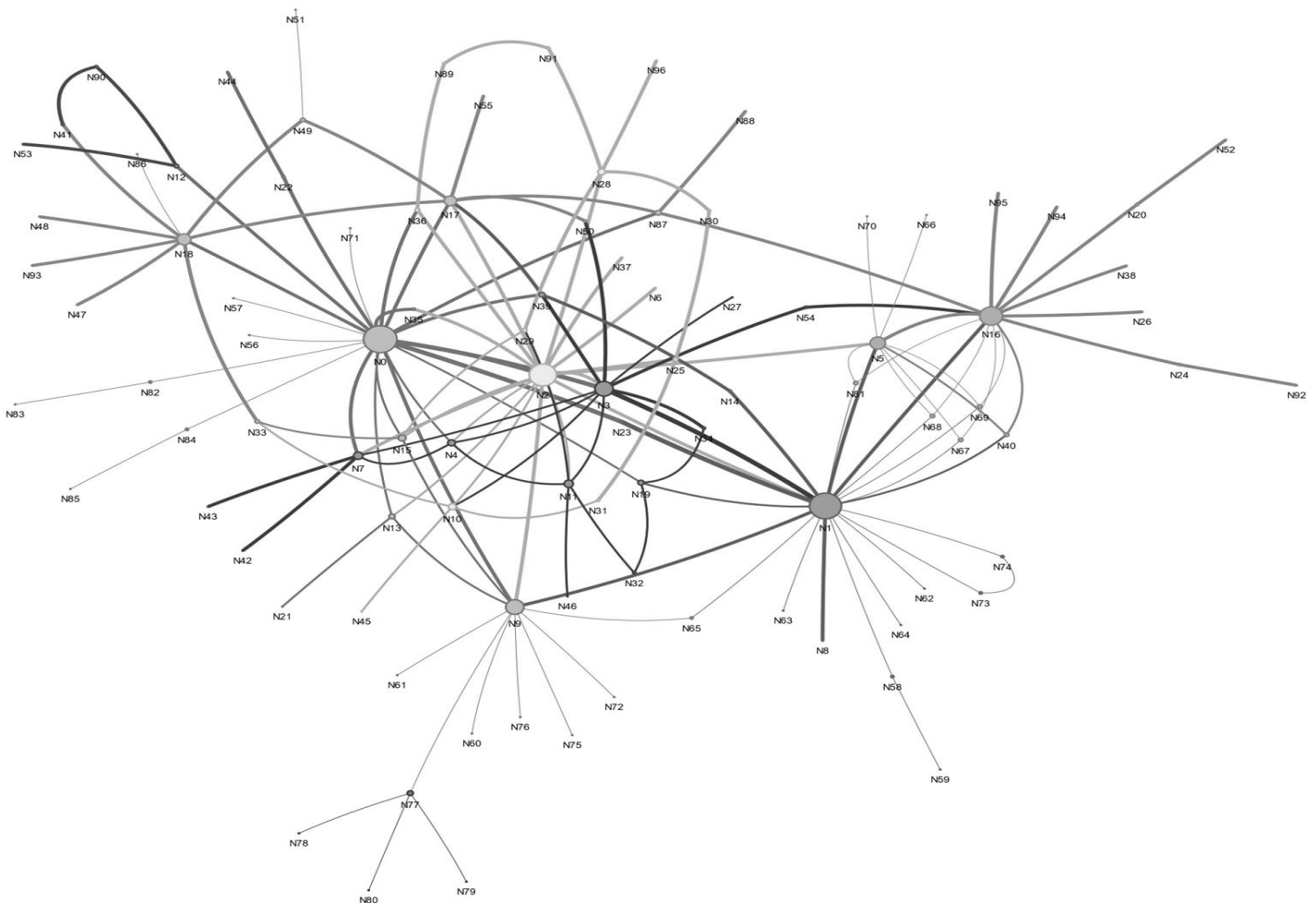


Fuente: Elaboración propia

Teniendo la red criminal podemos identificar las comunidades que forma este grafo<sup>15</sup> y, a partir de ahí, obtener información sobre la dinámica de la red y cómo las diferentes comunidades interactúan entre sí (Elezaj et al., 2021). Con este propósito, utilizo el algoritmo de Louvain para detectar comunidades en la red criminal<sup>16</sup>; esto implica que la red original se divide en múltiples subgrafos (comunidades) donde la conectividad dentro de la comunidad sería muy densa. También permite comunidades superpuestas, por lo que puede haber nodos superpuestos en las comunidades formadas. Al final, el algoritmo asigna diferentes colores a cada partición de la red. En la *Figura 3* vemos las diferentes

comunidades que se han creado alrededor de los nodos de mayor influencia en la red Los Pachelly. Por ejemplo, N0, N1 y N3 (nodos influyentes) interactúan con comunidades más afines al testaferrato, la extorsión, el tráfico de estupefacientes y el narcotráfico, algo similar ocurre con N2 y N16, lideran comunidades con más interés en la extorsión y el tráfico de estupefacientes. Por su parte, N18 lidera una comunidad con interés en el testaferrato y el tráfico de estupefacientes.

**Figura 3. Comunidades en la red criminal Los Pachelly.**



Fuente: Elaboración propia.

<sup>15</sup> Red de individuos conectados por distintos niveles de relaciones interpersonales o con un interés similar. Formalmente las comunidades en una red, son los grupos de nodos que están más conectados entre sí que con el resto de los nodos de la red (Sangkarani et al., 2020; Khan & Niazi, 2017).

<sup>16</sup> Esto significa evaluar cuánto más densamente conectados están los nodos dentro de una comunidad. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2008/10/P10008>

#### 4.1. Procedimiento operación eliminación de nodos más influyentes

Para empezar, se utilizó la database de la red criminal Los Pachelly en la operación eliminación de los nodos más influyentes, dirigida a reducir el tamaño del LCC y, por consiguiente, impactar la conectividad de la red. Asimismo, el algoritmo dado por Cavallaro et al. (2020), el cual ha sido ajustado en concordancia a las necesidades y requerimientos del propósito perseguido.

El proceso de eliminación consiste en una secuencia de iteraciones, donde se van eliminando los nodos de dos formas: uno a uno y en grupo de tres<sup>17</sup> en un orden decreciente según el valor alcanzado con las centralidades de intermediación y de grado. Ejecutado este paso, se actualiza el tamaño del LCC y se reinicia el proceso. El objetivo es descubrir, cuál de las dos centralidades aplicadas en la operación tiene la mejor lista de nodos más influyentes a eliminar y permite reducir con la menor cantidad (i.e., más rápido) el tamaño del LCC y, por lo tanto, ocasionar una ruptura o fragmentación en la conectividad de la red criminal. Para este propósito, utilizo el siguiente pseudocódigo:

---

##### Algoritmo 1 Reducción del tamaño de LCC

---

```

1:  $G_0$  : grafo no perturbado
2:  $G_i$  : grafo resultante después de la  $i$ -ésima iteración del algoritmo de eliminación
3:  $LCC(G_0)$  : tamaño del LCC para  $G_0$ 
4:  $LCC(G_i)$  : tamaño del LCC para  $G_i$ 
5:  $\rho_i$  : diferencia relativa entre los tamaños del LCC,  $\rho \in [0, 1]$ ,  $\rho_0 = 1$  y  $\rho_n = 0$ 
6: Calcular el tamaño del  $LCC(G_0)$  y las centralidades
7: Eliminar los nodos con la centralidad más alta (formas: uno a uno y grupal)
8: Obtener el nuevo grafo  $G_i$ , con  $i = 1, 2, \dots, n$ 
9: Calcular  $LCC(G_i)$ 
10: Calcular  $\rho_i = 1 - \left| \frac{LCC(G_i) - LCC(G_0)}{LCC(G_0)} \right|$ 
11: repeat
12: until ya no se pueda reducir el tamaño del grafo
13: return  $G_i$ 

```

---

Visto lo anterior, la operación eliminación nos permite observar los resultados con relación a la red criminal, al eliminar los nodos de forma individual (uno a uno,  $i = 1$ ) y en grupos de tres ( $i = 3$ ) en la red ponderada y en la red no ponderada.

Los resultados muestran el comportamiento del proceso de eliminación de los nodos (individual y grupal), eligiéndolos por el valor alcanzado en cada una de las centralidades puesta a prueba (intermediación y grado). La secuencia de selección de los nodos siguió un orden decreciente según el valor de centralidad (véase *Tabla 2*).

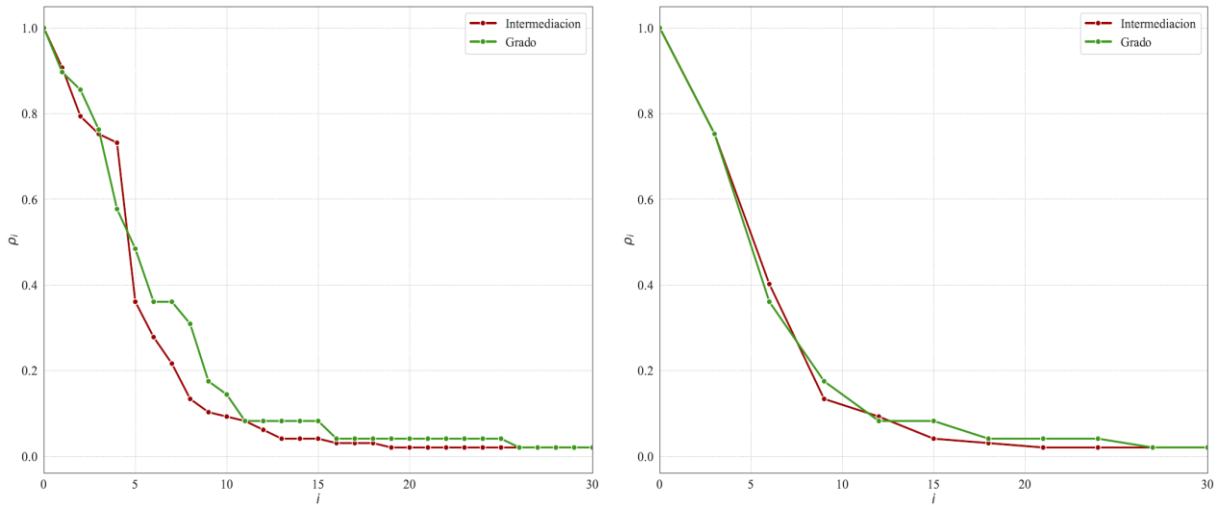
En la *Figura 4*, podemos observar que eliminando entre 5 y 10 nodos siguiendo el orden decreciente de la centralidad de intermediación, provoca la caída más rápida en el tamaño del LCC y, por consiguiente, impacta la conectividad de la red. Algo similar ocurre con la centralidad de grado. Una explicación del resultado sería que ambas centralidades están enfocadas en el flujo de conectividad, la intermediación (conexión) de los nodos más influyentes con otros y los contactos directos que los rodea. En este sentido, la distribución de los pesos (puntajes) juega un rol importante, los más altos (tráfico de estupefacientes y narcotráfico) están concentrados en los nodos más influyentes que son eliminados. Al desaparecer los nodos más centrales de la red criminal (las primeras cinco o diez iteraciones), la red se desconecta casi en su totalidad y emergen subgrupos de nodos (componentes) con una característica en común, la mayoría de sus conexiones corresponden al delito de testaferrato que tiene un peso igual a 1.

---

<sup>17</sup> Este número puede cambiar según el criterio del investigador, selecciono tres, toda vez que las personas consultadas en la SIPOL manifiestan que cuando se realizan operaciones tipo redada contra esta

clase de redes criminales, es el número promedio de capturas en grupo con mayor frecuencia.

Figura 4. Variación del LCC en la red ponderada, eliminación de nodos  $i = 1, i=3$ .

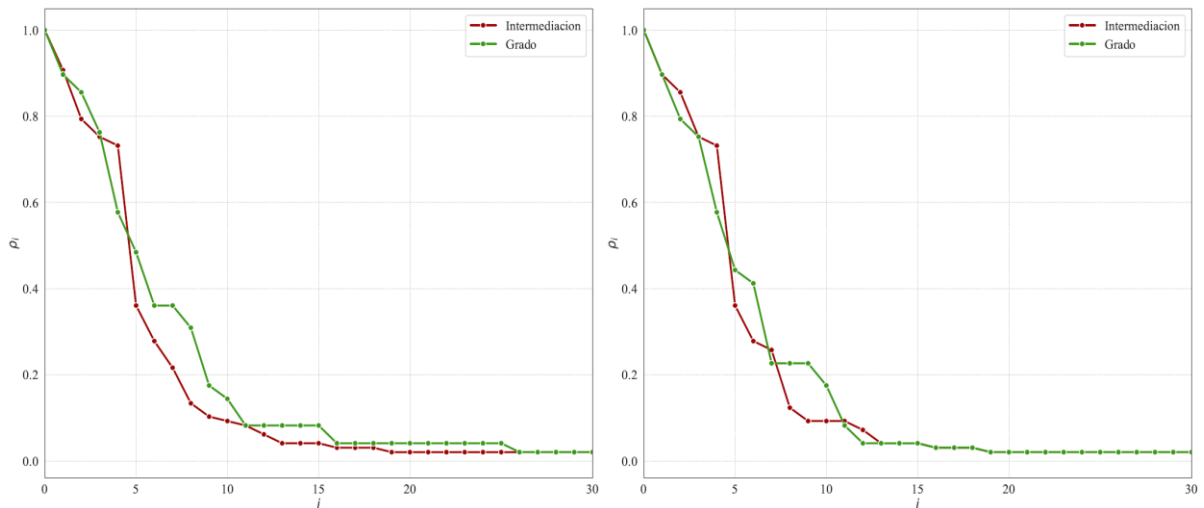


Fuente: Elaboración propia.

En relación con lo anterior, no hay una diferencia significativa en los resultados finales: tamaño del LCC e impactar la conectividad en la red ponderada, cuando se aplica las dos formas descritas (uno a uno y grupal). Por lo tanto, la centralidad de intermediación y la centralidad de grado son útiles para las dos formas de eliminación.

En cuanto a los resultados para las redes no ponderadas, eliminar los nodos uno a uno nos muestra que el tamaño del LCC, cae un poco más rápido cuando se realiza el proceso en la red ponderada en lugar de la no ponderada (véase Figura 5). Esto se debe a que los pesos más altos se concentran en algunos miembros de la red.

Figura 5. Variación del LCC en la red ponderada y no ponderada,  $i = 1$ .



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, una manera de medir el impacto que ha tenido la operación eliminación en la red criminal es calcular la longitud característica (LC) y el número de

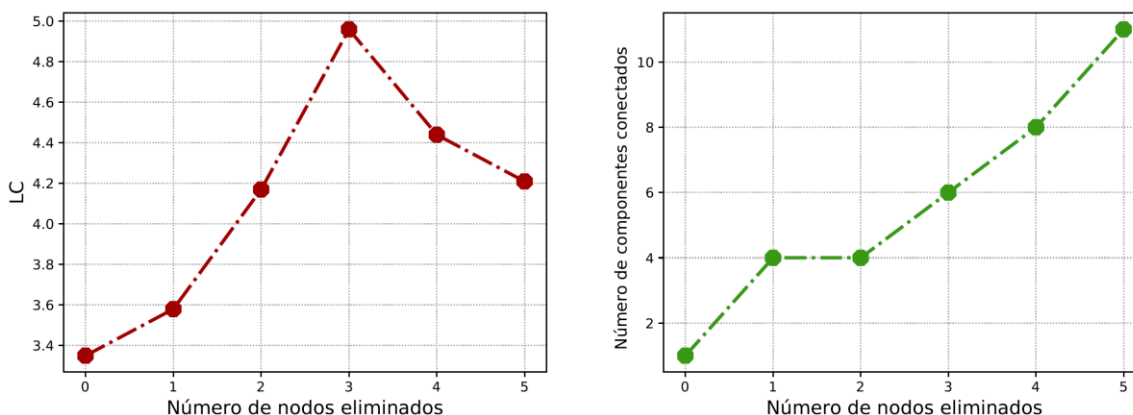
componentes conectados de la red a medida que se van eliminando los nodos, es decir, eliminar progresivamente los nodos siguiendo el orden decreciente de la centralidad

de intermediación, luego calcular el valor para los dos parámetros mencionados.

La Figura 6 confirma que la operación eliminación, a partir de la centralidad de intermediación, aumenta la distancia promedio entre cualquier par de individuos en la red criminal y simultáneamente crea un número cada vez mayor de componentes (particiones de la red). La figura del número de componentes evidencia con claridad cómo la red criminal ha sido impactada en su conectividad, regiones cada vez más separadas e incomunicadas con los nodos más influyentes.

Por lo tanto, la operación eliminación que está focalizada hacia los nodos de alta intermediación, genera un impacto disruptivo en la topología de la red criminal Los Pachelly, toda vez que ocasiona una rápida caída en el tamaño del LCC, y de esta forma, golpea en cierta medida la resistencia de la estructura criminal.

Figura 6. Variación de LC y número de componentes.



Fuente: elaboración propia.

En último lugar, la Figura 7 muestra el impacto de la operación eliminación sobre la red criminal objeto de investigación. Podemos ver que la red se ha fragmentado en 11 componentes disyuntos e incomunicados al desaparecer los cinco nodos más influyentes o con mayor intermediación: N0, N2, N1, N9 y N16 (compárese con la Figura 2).

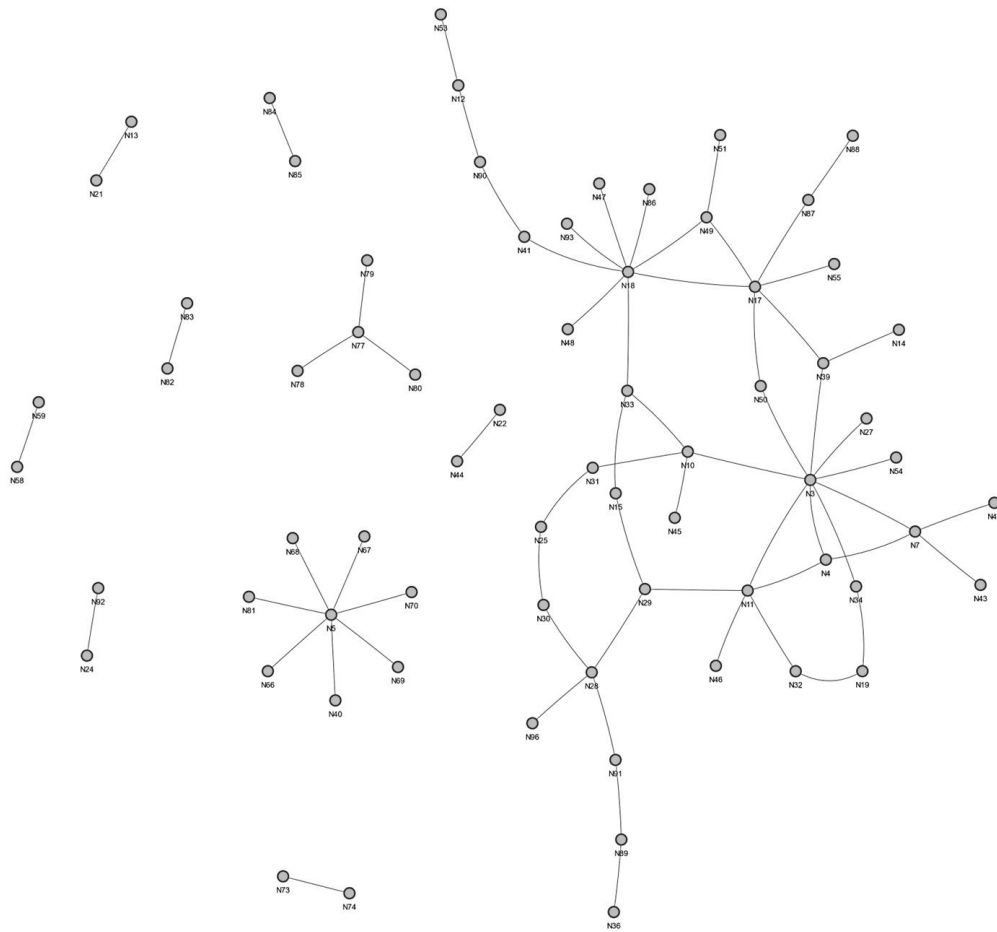
Para facilitar el conocimiento del resultado final de la operación, se registra en una tabla el listado de nodos de la red criminal a neutralizar:

Tabla 3 Nodos a neutralizar en la red criminal Los Pachelly.

Posición	Nodo	Centralidad de intermediación	Cargo en la estructura criminal
1	N0	0.38	Cabecilla o líder (facción 1)
2	N2	0.31	Cabecilla
3	N1	0.30	Cabecilla o líder (facción 2)
4	N9	0.20	Cabecilla
5	N16	0.18	Coordinador
6	N18	0.11	Coordinador
7	N3	0.11	Cabecilla
8	N17	0.08	Coordinador
9	N87	0.08	Integrante
10	N5	0.07	Cabecilla

Fuente: elaboración propia

Figura 7. Red criminal Los Pachelly sin los cinco nodos más influyentes.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la acción de la operación también impactó el capital social de la red criminal. Al neutralizar los nodos más centrales e influyentes se debilitó ese capital representado en las posiciones estratégicas, los contactos y las conexiones entre los diferentes subgrupos que habían tejido no solo en el interior de la red, sino con otras organizaciones criminales (Clan del Golfo y Frente 36 de las disidencias Farc-EP), a través de los miembros del grupo delincuencia que fungieron como intermediarios. Otro dato adicional que permite tener una certeza acerca de la eficiencia de la operación es que con eliminar el 5% de los nodos se provoca una caída del 65% en el tamaño del LCC y, por consiguiente, en su conectividad.

En relación con el porcentaje de reducción en el tamaño del LCC, debemos tener en cuenta que es producto de una implementación con una database construida con datos de acceso público (es muy probable la ausencia de información de carácter reservado, Los Pachelly

actualmente están siendo investigados y perseguidos por las autoridades en Colombia). Se espera, entonces que, si los resultados son utilizados por las autoridades, quienes tienen acceso a bases de datos mucho más completas, detalladas y estructuradas que seguramente poseen las diferentes agencias del Estado, el porcentaje de caída del LCC podría ser más alto, aportando considerablemente información más precisa para la desarticulación de una red criminal.

## 5. Discusión

El análisis realizado a Los Pachelly nos reveló una estructura de red que soporta la dinámica criminal del grupo armado ilegal, conformada por cabecillas (líderes), coordinadores e integrantes. También, una variedad de rentas ilícitas como el tráfico de estupefacientes, microtráfico, extorsión, cobro por «seguridad», testaferrato, trata de personas con fines de explotación sexual y alianzas con el Frente 36 de las disidencias de las

Farc-EP y el Clan del Golfo para ampliar su portafolio criminal con el narcotráfico.

Asimismo, las conexiones que la red ha tejido sobre la base de sus delitos con todos los miembros, lo que permitió identificar a los individuos más centrales o nodos más influyentes (por su posición estratégica y múltiples vínculos con otros miembros) y tener una instantánea del capital social de la red.

La estrategia para el análisis de la red criminal Los Pachelly se denominó «operación eliminación» dividida en tres partes: (1) Construir la red criminal e identificar las comunidades. (2) Detectar los individuos más influyentes con las medidas de centralidad (intermediación y grado). (3) neutralizarlos utilizando como mecanismo de eliminación, las capturas individuales y las capturas grupales.

La red encontrada tiene 97 nodos y 150 conexiones. Se destacan los nodos N0 (cabecilla), N1 (cabecilla), N2 (cabecilla), N16 (coordinador), N3 (cabecilla), N9 (cabecilla) y N5 (coordinador). Hallamos 8 comunidades, siendo las más representativas la liderada por N0 (21 miembros), N16 (17 miembros), N2 (14 miembros), N18 (13 miembros) y N3 (13 miembros). Ahora, el conjunto de intereses de la primera comunidad es por testaferrato, tráfico de estupefacientes y narcotráfico, la segunda, por testaferrato y tráfico de estupefacientes, la tercera, extorsión y tráfico de estupefacientes, en la cuarta tienen mayor interés por el tráfico de estupefacientes y la quinta por extorsión, el tráfico de estupefacientes y el narcotráfico. El resultado aporta elementos para el perfilamiento de una red criminal, proporciona una visión más amplia para el uso eficiente del personal y técnicas especializadas enfocadas a perturbarla, interviniendo el delito que caracteriza a cada una de las comunidades.

Cada una de las centralidades arrojó un listado de los nodos más influyentes en la red. Para elegir el mejor listado, utilizamos la estrategia de eliminación de nodos, retirarlos uno a uno y en grupos de tres, y medir en cada iteración la variación del máximo componente conectado (LCC).

Los resultados revelaron que la centralidad de intermediación es la más eficaz para reducir la conectividad de la red en ambas estrategias. En eficiencia, le sigue la centralidad de grado. El comportamiento similar observado en las centralidades se debe a que evalúan la importancia de un nodo en función de sus conexiones, para nuestra red, permitió identificar, los

nodos más centrales que deben ser neutralizados para ocasionar la mayor perturbación.

Cabe mencionar que no hay una diferencia significativa en la aplicación de la operación sobre la red ponderada y no ponderada. Al retirar los nodos más centrales que tienen los mayores pesos, quedan mayormente los nodos relacionados con el testaferrato, delito con un peso de 1, por lo tanto, al continuar con las iteraciones se estarían haciendo sobre una red equivalente a una no ponderada.

Ahora, al calcular el LC cada vez que se elimina un nodo. La longitud promedio del camino al eliminar los cinco nodos más influyentes pasa de 3.35 a 4.21, y el número de componentes pasa de 1 (red completa) a fragmentarse en 11 componentes.

El resultado central de la operación está en que se logró reducir la conectividad de la red criminal en un 65% neutralizando alrededor del 5% de los nodos más centrales, lo que evidencia la efectividad de la estrategia de perturbación detrás de la operación eliminación.

Por último, incluimos las limitaciones presentadas en el proceso de investigación. Por un lado, no estar disponible la información de la composición completa de la red. Si bien la revisión documental proporcionó la información para el conjunto de datos utilizados en el análisis, son datos que por su naturaleza provienen de valoraciones con base en el criterio jurídico o personal de la fuente consultada. Por ejemplo, el carácter subjetivo de las autoridades en el momento de asignar o imputar el delito al miembro de la red. No obstante, merece la pena subrayar la colaboración de expertos de la Policía para validar y orientar con información de conocimiento público, la construcción de la base de datos. Por otro lado, los datos solo permitieron tener una instantánea simple de la verdadera red criminal Los Pachelly. Sin embargo, si la estrategia es utilizada por las autoridades, quienes tienen acceso a bases de datos mucho más completas y estructuradas, el porcentaje de desconexión de la red podría ser más alto.

## Conclusiones

Un enfoque mayormente cuantitativo mejoraría la comprensión de las complejas relaciones y patrones dentro de las redes criminales, lo que permitiría apoyar futuras investigaciones relacionadas con el modelamiento de la evolución temporal de una red, por ejemplo, en la recomposición de una red posterior a una perturbación para prever posibles cambios en su dinámica delictiva. Lo anterior, deja abierto el camino para ampliar y adaptar la estrategia de la operación, en escenarios donde sea



posible acceder a una información más profunda de la estructura real de la red criminal, particularmente, datos de miembros altamente especializados e importantes para el sostenimiento de la estructura. También, para el estudio del proceso de reconfiguración de la red posterior a una perturbación externa por parte de las autoridades o grupos rivales, y como un insumo en un modelo predictivo para analizar cómo evoluciona una red a lo largo del tiempo y en diferentes territorios.

## Referencias bibliográficas

- Ayling, J. (2009). Criminal organizations and resilience. *International Journal of Law, Crime and Justice*, 37(4), 182-196. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijlcrj.2009.10.003>
- Benítez, M. J., Fernández-Pacheco, G., & Cuervo, A. L. (2019). Metodología mixta. estudios de caso. En R. Barberet, R. Bartolomé, & E. Fernández-Molina, *Metodología de investigación en criminología* (págs. 249-266). Tirant lo Blanch.
- Bichler, G. (2019). *Understanding criminal networks*. Oakland, California: University of California Press.
- Blattman, C., Duncan, G., & Lessing, B. (2020). *Gobierno criminal en Medellín: panorama general del fenómeno y evidencia empírica sobre cómo enfrentarlo*. Documento de Trabajo, Centro de Investigaciones Económicas y Financieras (CIEF), Medellín. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/24352>
- Bright, D., Brewer, R., & Morselli, C. (2021). Using social network analysis to study crime: navigating the challenges of criminal justice records. *Social Networks*, 66, 50-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2021.01.006>
- Buenadicha, C., Galdon, G., Hermosilla, M., Loewe, D., & Pombo, C. (2019). La gestión ética de los datos. *Banco Interamericano de Desarrollo*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/lagestion-etica-de-los-datos>
- Castañeda, C. (2023). Los dilemas de las redes criminales de Bello. *Ratio Juris*, 18(36), 1-34. doi:<https://doi.org/10.24142/raju.v18n36a17>
- Catanese, S. (2016). New perspectives in criminal network analysis: multilayer networks, time evolution, and visualization. Università di Catania, Department of Mathematics and Computer Sciences. Obtenido de [http://dspace.unict.it/handle/10761/3793?mode=full&submit\\_simple=Visualizza+tutti+i+metadati+del+documento](http://dspace.unict.it/handle/10761/3793?mode=full&submit_simple=Visualizza+tutti+i+metadati+del+documento)
- Catanese, S., De Meo, P., & Fiurama, G. (2016). Resilience in criminal networks. *Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*, 94(2), 1-19. doi:<https://doi.org/10.1478/AAPP.942A1>
- Cavallaro, L., Ficara, A., De Meo, P., Fiumara, G., Catanese, S., Bagdasar, O., . . . Liotta, A. (2020). Network Disruption. *GitHub*. Obtenido de <https://github.com/lcucav/criminal-nets>
- Duijn, P., Kashirin, V., & Sloot, P. (2014). The relative ineffectiveness of criminal network disruption. *Scientific Reports*, 4(4238), 1-15. doi:<https://doi.org/10.1038/srep04238>
- Elezaj, O., Yayilgan, S., & Kalemi, E. (2021). Criminal network community detection in social media forensics. En S. Yildirim, I. Bajwa, & F. Sanfilippo, *Intelligent Technologies and Applications* (págs. 371-383). Springer International Publishing. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-030-71711-7\\_31](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71711-7_31)
- Escalante, E. (2022). Crimen organizado: capacidad de transformación y adaptación impiden su control. *Unimedios-Universidad Nacional de Colombia*. Bogotá. Obtenido de <https://periodico.unal.edu.co/articulos/crimen-organizado-capacidad-de-transformacion-y-adaptacion-impiden-su-control/>
- Espitia, C. (2018). *Conflictos armados focalizados*. Informe sobre grupos armados ilegales en Colombia 2017-2018, Indepaz, Bogotá. Obtenido de <https://indepaz.org.co/wp-content/uploads/2019/08/Conflictos-Armados-Focalizados-Indepaz.pdf>
- Europol. (2021). *European Union Serious and Organised Crime Threat Assessment (EU SOCTA) 2021*. Publications Office EU. Obtenido de <https://www.europol.europa.eu/publication-events/main-reports/european-union-serious-and-organised-crime-threat-assessment-socta-2021>
- Fundación Paz & Reconciliación. (2022). *Delincuencia organizada en aglomeraciones urbanas*. Bogotá: Línea Convivencia y

- Seguridad Ciudadana. Obtenido de <https://www.pares.com.co/post/informe-delincuencia-organizada-en-%C3%A1reas-metropolitanas>
- Garay, L., & Salcedo, E. (2012). *Redes ilícitas y reconfiguración de Estados: el caso Colombia*. Bogotá: Fundación Vortex.
- Haynie, D. L., & Kreager, D. A. (2013). Peer networks and crime. En F. T. Cullen, & P. Wilcox, *The Oxford Handbook of Criminological Theory* (págs. 257-273). Oxford University Press. doi:<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199747238.013.013>
- Heap, V., & Waters, J. (2018). Using mixed methods in criminological research. En P. Davies, & P. Francis, *Doing criminological research* (págs. 113-136). SAGE Publications.
- Hernández, J., & Van Mieghem, P. (2011). *Classification of graph metrics*. TU Delft Reports, Delft University of Technology: Mekelweg. Obtenido de [https://www.nas.ewi.tudelft.nl/people/Piet/papers/TUDr\\_eport20111111\\_MetricList.pdf](https://www.nas.ewi.tudelft.nl/people/Piet/papers/TUDr_eport20111111_MetricList.pdf)
- Hobbs, D., & Antonopoulos, G. A. (2014). How to research organized crime. En L. Paoli, *The Oxford handbook of organized crime* (págs. 96-117). Oxford University Press.
- Indepaz. (2020). *Los grupos posFarc-EP: un escenario complejo*. Bogotá: Observatorio de DDHH, Conflictividades y Paz. Obtenido de <https://indepaz.org.co/los-grupos-posfarc-ep-un-escenario-complejo/>
- Khan, B., & Niazi, M. (2017). Network community detection: a review and visual survey. arXiv:1708.00977. doi:<https://doi.org/10.48550/arXiv.1708.00977>
- Matta, N. (2021). Así se juega el ajedrez del crimen organizado en el Valle de Aburrá. *El Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/el-ajedrez-del-crimen-organizado-en-el-aburra-HL15966076>
- Morselli, C. (2009). *Inside criminal networks*. New York: Springer.
- Morselli, C., Giguère, C., & Petit, K. (2007). The efficiency/security trade-off in criminal networks. *Social Networks*, 29(1), 143-153. doi:<https://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.05.001>
- Muñoz, J. (2020). Elementos diferenciadores entre organización y grupo criminal. *Revista Electrónica de Ciencia Penal y Criminología*, 1(22-08), 1-42. Obtenido de <http://criminet.ugr.es/recpc/22/recpc22-08.pdf>
- Observatorio de DDHH, Conflictividades y Paz. (2021). *Los focos del conflicto en Colombia: informe sobre presencia de grupos armados*. Indepaz, Bogotá. Obtenido de <https://indepaz.org.co/los-focos-del-conflicto-en-colombia/>
- Olivares, S. (2022). Pachelly se pegó a la «paz total», ¿qué busca? *El Colombiano*. Obtenido de <https://www.elcolombiano.com/antioquia/banda-pachelly-se-suma-al-proceso-de-paz-de-gustavo-petro-EI18544330>
- Salcedo, E., & Garay, L. (2016). ¿Por qué son tan resistentes las actuales redes criminales? En E. Salcedo, L. Garay, & F. Gómez, *Macro-criminalidad: complejidad y resiliencia de las redes criminales* (págs. 3-20). iUniverse. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/326465064\\_Macro-criminalidad\\_Complejidad\\_y\\_Resiliencia\\_de\\_las\\_Redres\\_Criminales](https://www.researchgate.net/publication/326465064_Macro-criminalidad_Complejidad_y_Resiliencia_de_las_Redres_Criminales)
- Sangkanan, T., Abdullah, A., & Jhanjhi, N. (2020). Criminal network community detection using graphical analytic methods: a survey. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, 7(26), 1-15. doi:<http://dx.doi.org/10.4108/eai.13-7-2018.162690>
- Schwartz, D. M., & Rouselle, T. (2009). Using social network analysis to target criminal networks. *Trends in Organized Crime*, 12, 188-207. doi:<https://doi.org/10.1007/s12117-008-9046-9>
- Smith, C. M., & Papachristos, A. V. (2021). Criminal networks. En R. Light, & J. Moody, *The Oxford Handbook of Social Networks* (págs. 616-632). Oxford University Press.
- doi:<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780190251765.013.37>
- Sparrow, M. K. (1991). The application of network analysis to criminal intelligence: an assessment of the prospects. *Social Networks*, 13(3), 251-274. doi:[https://doi.org/10.1016/0378-8733\(91\)90008-H](https://doi.org/10.1016/0378-8733(91)90008-H)
- Valls, J. (2022). *Un ejemplo de análisis empírico en el derecho penal basado en una metodología mixta: la orden europea de investigación*. Granada: Comares.
- Vargas, S., & Arbeláez, M. (2020). *Gobernanza criminal: efectos de la presencia de grupos criminales sobre el precio del huevo en barrios de la ciudad de Medellín*. Escuela de Economía y Finanzas, Universidad EAFIT, Medellín.
- Von Lampe, K. (2015). The grey zones of criminal networks. En L. Korsell, P. Larsson, & J. Christophersen, *Ekstraordinaere Tider: Festschrift til Per Ole Johansen 70 år* (págs. 127-142). Novus Forlag.
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: methods and applications*. New York: Cambridge University Press.