

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO



Desmantelamiento de una red de Trata de personas

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIATURA EN

PRESENTA

SOFÍA DE LA MORA TOSTADO

ASESOR:

México, D.F.

2021

“Con fundamento en los artículos 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimonial de la obra titulada “**TÍTULO DE LA TESIS**”, otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Tecnológico Autónomo de México y a la Biblioteca Raúl Baillères Jr., la autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico, y la divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por tal divulgación una contraprestación”.

SOFÍA DE LA MORA TOSTADO

FECHA

FIRMA

DEDICATORIA PA

Agradecimientos

Grax mil

Índice general

1	Introducción	1
1.1	Trata de personas	1
1.2	Trata de personas en México	4
1.3	Desmantelamiento de redes de trata	7
1.4	Propósito del trabajo	10
2	Consecuencias de la trata de personas	13
2.1	Consecuencias sociales	13
2.2	Consecuencias políticas	15
2.3	Consecuencias económicas	17
3	Metodología	21
3.1	Teoría de grafos	21
3.2	Teoría de redes	25
3.3	Análisis de redes sociales (SNA)	28
3.3.1	Actores	28
3.3.2	Vínculos	29
3.3.3	Topología	29
3.4	Desmantelamiento de redes con teoría espectral	35
3.4.1	Método GND	39
4	Datos	43
4.1	Estimación de datos	46
4.1.1	Muestreo de bola de nieve	47
4.1.2	Roles y actores encontrados	48

5	Resultados	51
5.1	Descripción de la red	51
5.2	Simulación de desmantelamiento	54
5.2.1	Ataque aleatorio	54
5.2.2	Atacar a Hubs y Brokers	54
5.2.3	Aplicación del algoritmo GND	58
5.2.4	Resultados finales	59
6	Discusión	63
7	Conclusión	65
A	Demostraciones	67
B	Métricas de los actores	69
	Bibliografía	71

Capítulo 1

Introducción

1.1. Trata de personas

La trata de personas es un crimen despiadado que busca explotar a mujeres, niñas, niños y hombres para distintos propósitos. Se estima que este crimen genera, globalmente, miles de millones de dólares en ganancias para los traficantes. La Organización Internacional del Trabajo estima que, en el mundo, hay 40.3 millones de personas víctimas de este crimen que representa el segundo más rentables del mundo, después del tráfico de armas [43]. Sin embargo, hasta el momento, son pocas acciones concretas que se han realizado por parte de algún Estado para terminar con el crimen que involucra a tantos seres humanos.

Si bien la trata de personas existe desde tiempos remotos, solo recientemente se ha advertido como una cuestión importante en derechos humanos y en política. Desde el año 2000, cuando la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU) ratificó el protocolo sobre la trata de personas¹[88] se acordó la definición universal de *trata de personas* como sigue:

Por “trata de personas” se entenderá la captación, el transporte, el traslado, la acogida o la recepción de personas, recu-

¹Protocolo para prevenir, reprimir y sancionar la trata de personas, especialmente mujeres y niños, que complementa la Convención de las Naciones Unidas contra la Delincuencia Organizada Transnacional.

riendo a la amenaza o al uso de la fuerza u otras formas de coacción, al rapto, al fraude, al engaño, al abuso de poder o de una situación de vulnerabilidad o a la concesión o recepción de pagos o beneficios para obtener el consentimiento de una persona que tenga autoridad sobre otra, con fines de explotación. Esa explotación incluirá, como mínimo, la explotación de la prostitución ajena u otras formas de explotación sexual, los trabajos o servicios forzados, la esclavitud o las prácticas análogas a la esclavitud, la servidumbre o la extracción de órganos.

Para que la trata ocurra no solo se debe involucrar el traslado de una persona, debe de haber una acción como la transportación o el reclutamiento, un medio como la fuerza o el fraude y debe tener como propósito la explotación. El proceso de la trata consta, en primera instancia, del rapto o engaño, luego la transportación, la posible entrada a un país distinto, es decir, el tráfico de la persona y, por último, la explotación de esta [24]. La trata internacional involucra necesariamente el tráfico de personas², aunque muchas veces es tráfico “legal” porque los tratados cuentan con documentos legales que muchas veces se obtienen por medio de canales corruptos [53].

El avance tecnológico en transportes ha permitido que el negocio de la trata de personas crezca, pues en el siglo XXI la movilización de personas ha aumentado significativamente y los tratantes aprovechan esto para desplazar a sus activos con mayor discreción [82]. No se puede culpar solamente a la globalización por el crecimiento de la trata de personas porque, en los últimos años, cientos de eventos desafortunados han vulnerado a millones de personas, desde los desastres naturales que provocan el desplazamiento de personas hasta la inestabilidad política presente en las últimas décadas que pone a de personas en situaciones vulnerables y también deben migrar.

La creciente brecha entre las clases sociales, las mejores redes de transporte y las pocas consecuencias para los traficantes, han provocado que cada día sean más grandes las redes de trata de personas. La ventaja que

²Tráfico de personas se refiere al delito que involucra a una persona que, con ayuda de un traficante, cruza ilegalmente una frontera de manera voluntaria [53].

tiene este crimen sobre el tráfico de drogas o el de armas es que la “mercancía”, como se refieren los tratantes a los explotados, puede ser vendida en múltiples ocasiones, permitiendo una mayor rentabilidad del negocio [82]. A pesar del daño que causa el fenómeno, la comunidad internacional no ha buscado el fin de este cómo lo hace con otros delitos.

Existen distintos tipos de trata de personas, no solo se refiere a la explotación sexual. Las adopciones ilegales, la extracción de órganos, los matrimonios forzados y otros crímenes no sexuales también son trata de personas³. La complejidad del crimen trae consigo la insuficiencia en acciones de las autoridades para medirlo en términos humanos y económicos. La trata de personas, presente en todos los continentes, es posible gracias a la corrupción de los agentes públicos involucrados [82] y la debilidad en la ley internacional en el tema.

A menudo, la trata de personas y el tráfico ilegal de migrantes se entrelazan en el mundo de la explotación humana. Los migrantes salen de sus casas en busca de una mejor vida en otro país y en el trayecto adquieren deudas impagables y terminan siendo tratados. El secuestro con el fin de tratar personas es menos común que el engaño a personas vulnerables, como migrantes [10]. Esto indica que el análisis para la identificación y diferenciación entre una persona traficada ilegalmente y una persona tratada internacionalmente es complejo.

A lo largo de los años los grupos criminales han diversificado los productos que ofrecen para aumentar su rentabilidad. En Latinoamérica, los cárteles de droga han empezado a incluir a la trata de personas dentro de sus negocios para incrementar sus ganancias [61]; ha pasado en organizaciones internacionales criminales afamadas, como lo son la Yakuza, la Tríada y la Bratvá, quienes incursionaron desde hace décadas en la trata de personas

³El artículo 10 de la *Ley general para prevenir, sancionar y erradicar los delitos en materia de trata de personas y para la protección y asistencia a las víctimas de estos delitos* indica que las modalidades de trata de personas son: la esclavitud, la servitud, la prostitución o la explotación sexual, la explotación laboral, el trabajo o servicios forzosos, la mendicidad forzada, la utilización de menores de edad para delinquir, la adopción ilegal de menores, el matrimonio forzoso, el tráfico de órganos y la experimentación biomédica ilícita en humanos [60].

[82]. Lo anterior indica que el estudio sobre las estructuras criminales que tratan con personas debe de tomar en cuenta los distintos formatos en las que el crimen se presenta.

La trata de personas persiste porque existe un mercado en el que se demandan personas para explotarlas y se ofrecen por precios accesibles. Mientras la demanda social siga existiendo, se continuará cubriendo. Las personas se convierten en mercancía porque hay personas que la consumen[20]. El mercado forma las redes de trata en todo mundo, pero no se puede analizar como un simple mercado, es un mercado negro que negocia con vidas y debe desintegrarse tomando las medidas necesarias para lograrlo.

1.2. Trata de personas en México

México es conocido en el resto del mundo por los traficantes de droga mexicanos y sus crímenes que afectan a la comunidad internacional, pero el país también se enfrenta al problema de la trata de personas, aunque sea mucho menos sonado. México ocupa el tercer lugar en trata de personas en América Latina y el Caribe según el Fondo de Población de las Naciones Unidas [57]. La posición geográfica de México propicia que sea un país con altos niveles de personas tratadas. Anualmente, las fronteras de México ven pasar a millones de personas, muchas de ellas tratadas o en camino a ser tratadas. Además, el país azteca genera y recibe a millones de personas tratadas cada año [38].

México es un país de origen, tránsito y destino de trata de personas, siendo los fines de explotación sexual y laboral los más comunes [24]. La corrupción es una de las fuentes que estimulan la existencia de la trata de personas en el país, pues sin la participación del personal de gobierno corrupto no se podría completar la cadena para tratar a las personas o, al menos, el negocio no sería rentable, pues se necesitan documentos falsificados, transportes de carga sin revisión y permisos de uso de inmuebles con fines ilegales. Según el Índice de Percepción de la Corrupción del 2019, México está en la posición 131 de 180, siendo 180 el país más corrupto [86].

La discriminación es otro factor que aumenta la trata de personas [82].

En los países en dónde las mujeres no gozan de los mismos derechos que los hombres la trata de personas se intensifica, lo mismo sucede cuando está presente la discriminación étnica. Latinoamérica tiene alto índices de discriminación y violencia contra mujeres [50]. También es conocido que en América Latina la discriminación étnica-racial es algo cotidiano y deja a miles de personas desplazadas de su lugar de origen [51].

La frontera de México con Estados Unidos representa mucho más que un límite geográfico, las diferencias entre los países son descomunales. Cualquier indicador muestra que los países son distintos, siendo México el país con menor PIB y mayor inseguridad. Pero la frontera Mex-EU también marca la división entre dos regiones, delimita el inicio de América Latina: región pobre y políticamente inestable [22]. Miles de latinoamericanos vulnerados migran cada año a estados Unidos pasando por México, de los cuales muchos terminan en las manos de tratantes.

Chiapas es uno de los estados de México con mayor pobreza y comparte con el país de Guatemala 658 kilómetros de frontera a través de diecisiete municipios en México [45]. El 27 % de población del estado es indígena [26] y la participación económica de las mujeres representa tan solo el 30.8 % en el estado, mientras que en el país es el 41.4 % [52], lo cual indica disparidad de género. La frontera sur de México es poco estudiada en comparación con la frontera norte que colinda con los estados Unidos de América, pero también es una región de conflicto y es cruzada por miles de latinoamericanos con la esperanza de llegar a la Unión Americana.

Existen ocho fronteras formales en el sur de México, pero hay identificados 68 cruces más que no tienen formalidades migratorias, lo que propicia que las personas crucen ilegalmente la frontera, ya sea para llegar a Estados Unidos, para pasar mercancía ilícita o para ser tratados en cualquiera de los países de América del Norte [71]. La frontera sur de México es cuna y carretera para la trata de personas, no solo de extranjeros, también de mexicanos que están en busca de una mejor vida en otro país.

Chiapas es el tercer estado más corrupto del país [75], la disparidad de género se refleja en la participación de las mujeres en la economía del es-

tado y en otros factores[11][52], la discriminación étnica-racial sigue siendo una constante en el estado [11], además, es uno de los estados más pobres. En mayo 2019, se registró que habían 100 mil migrantes detenidos, pero cada mes aumenta esta cantidad. La situación de la frontera en Chiapas favorece el abuso a migrantes sin documentación y también a mexicanos. A su vez, la corrupción facilita que la red permanezca encubierta [20]. En general, la región del Soconusco, especialmente la ciudad de Tapachula y localidades aledañas a esta en la frontera de Chiapas, tiene una creciente trata de personas [20].

Los carteles de droga en México han ampliado su oferta de servicios incluyendo ahora la trata de personas con fines de explotación sexual, principalmente [19]. Aunque es un hecho conocido por los mexicanos, no fue hasta abril de 2020 que la Unidad de Inteligencia Financiera de México (UIF) admitió sobre su existencia. Dado que la demanda de personas tratadas no ha dejado de expandirse, la oferta aumentó porque los cárteles que originariamente traficaban droga diversificaron los productos, incluyendo a personas explotadas.

México ha realizado pocas acciones para dismantelar las redes de trata de personas que operan en el país. En 2019 se publicó en distintos diarios que la Guardia Nacional junto con la Unidad de Inteligencia Financiera (UIF) habían dismantelado una red internacional de trata de personas que operaba principalmente en el estado de Tlaxcala [30], pero organizaciones no gubernamentales continúan explotando a personas en los mismos canales en los que se localizaron a los tratados por los detenidos.

En 2013 se instaló una línea telefónica de denuncia de la trata sin embargo para el 2020 ya no estaba funcionando ⁴. Organizaciones no gubernamentales y la ONU han trabajado para concientizar a la población y erradicar la demanda, también hay organizaciones que dan apoyo a las personas tratadas para que logren incorporarse a la sociedad con estabilidad y sin la necesidad de acudir a trabajos sexuales “voluntarios” o a vivir en la calle. Se reconoce que acabar con la trata de personas en México no es una tarea sencilla, sin embargo, el gobierno mexicano ni siquiera ha comenzado a

⁴Se llamó durante los meses de junio, julio y agosto de 2020 y la línea no funcionaba.

atacar el problema de manera sistemática como sí lo ha hecho con el tráfico de drogas y armas.

1.3. Desmantelamiento de redes de trata

Existen diversas propuestas para el desmantelamiento de redes criminales, pero la mayoría están basadas en el análisis de redes sociales y descartan el ataque aleatorio a las redes criminales [91] [1]. El desmantelamiento de las organizaciones delictivas es deber de la policía de cada país y al ser un problema global, la comunidad internacional debe unir fuerzas para proteger las vidas de todos los seres humanos, pues todos somos víctimas potenciales, nadie está exento de caer en las redes de trata de personas por lo que poner fin al crimen debe de ser prioritario para todos los gobiernos.

Cuando se busca desmantelar una red, lo que en realidad se quiere es terminar con sus actividades. Desmantelar una red es un problema que consiste en identificar un conjunto mínimo de actores cuya remoción deja a la red desconectada en distintos componentes [14] [16]. Se necesitan acciones concretas para sacar a un tratante del negocio, como lo es el encarcelamiento o el congelamiento de sus cuentas bancarias.

La red de trata de personas transporta o transmite, entre sus miembros, información para que la red permanezca encubierta y operando, personas que son explotadas y dinero para recompensar a toda la cadena de explotación. Las personas que dan información o tratados reciben dinero y las personas que dan dinero reciben información o personas [66]. El dinero es el motor de la red y sin él no habría incentivos para seguir con el negocio y la explotación de personas, es uno de los recursos qué más se mueve entre los actores, por lo que detener el flujo de este comprometería el funcionamiento de la red [17].

Existen diversas estrategias para encontrar a los tratantes y desarticular las redes. En general, los tratantes tienen diferentes motivaciones para llevar a cabo el crimen, muchos tienen fines lucrativos, pero unos más tienen fines políticos. Los tratantes no tienen características específicas, por ejemplo, algunas mujeres que sufrieron trata sexual, una vez que no son productivas,

se dedican a tratar a otras. Militares, policías, políticos y otros actores se involucran en el negocio. Las autoridades han sido identificadas como las más propensas a participar en las redes de tráfico de personas [44].

Las organizaciones encubiertas, cómo lo son las de trata de personas, suelen presentarse en estructuras sin jerarquías entre ellas y tienden a estar distribuidas celularmente [18][25]. Además, son redes dinámicas, pues las personas entran y salen de ellas dependiendo de su poder y capacidad [21]. Las conexiones entre los participantes de la red son sueltas, es decir, no son rígidas, son moldeables y esto permite que la red se adapte a la coyuntura dificultando su desmantelamiento [88]. En general, las organizaciones criminales son pragmáticas y flexibles, lo que hace que su análisis sea complejo y más para detener los crímenes que comenten [20].

Pocos son los documentos académicos públicos que revelan las estrategias que los países han utilizado para desmantelar redes criminales. Dado que la trata es un delito menos perseguido que otros, como el terrorismo o el tráfico de drogas, la información sobre el desmantelamiento de sus redes es casi nula, empero la trata se entrelaza con otros crímenes más comunes; es decir, al desmantelar un cártel de droga es posible que se esté desmantelando una red de trata de personas.

Duijn y Klerks, miembros de la policía de los Países Bajos, utilizaron el análisis de redes sociales (SNA⁵) para identificar puntos débiles en la red criminal ‘Balckbird’ en los Países Bajos. Con datos de la policía neerlandesa y de redes sociales encontraron la importancia de las mujeres involucradas en la red para la continuidad de esta y de informantes que podrían ser un punto de quere de la red. Concluyen que el SNA contribuye a aclarar la estructura de las redes criminal, permitiendo un mejor estudio para que la toma de decisiones sobre la aplicación de la red sea más eficiente [34].

Académicos del Instituto Nacional de Tecnología de Karnataka en la India propusieron un método de inteligencia artificial no supervisado que detecta a los actores de una red con varias capas que parecen anómalos con respec-

⁵Por sus siglas en inglés, Social Network Analysis.

to al resto de los actores, esto aplicado a redes criminales, sin embargo, no se ha utilizado la metodología en la práctica, lo que complica la medición de la efectividad del método. Su aporte principal refiere a la detención y categorización de las relaciones anómalas dentro de una red social para aplicar a futuros trabajos [6].

Algunos autores como Xu y Chen examinan redes terroristas y realizaron simulaciones de aplicación de la ley dada la estructura de la red. Quitaron los nodos con muchas conexiones y después quitaron nodos con posiciones privilegiadas, encontraron que ambas estrategias resultan efectivas para debilitar las redes del tipo terrorista [92]. Otros autores simular el quitar nodos aleatoriamente [55], otros solo eliminan nodos con conexiones importantes [15] y todos encuentran que las simulaciones iluminan el camino a tomar, pero el camino siempre depende de la estructura de la red.

Los avances computacionales han permitido el desarrollo de técnicas que permiten la detención de trata de personas y otros crímenes. El internet potencia la trata de personas, pero a la vez facilita la detección de esta. La Valley et. al. diseñaron un método para la detención geo-temporal de redes criminales operando en línea [59]. Shakarian et. al. presentan el uso del software GANG para analizar a grupos criminales en estados Unidos [81]. Cunningham et. al. utilizan métodos estocásticos para analizar posibles acciones de aplicación de la ley para dismantelar la red terrorista *Noordin Top* [27].

La consideración del tipo de vínculos que tienen los actores en una red es de suma importancia, Mark Granovetter encontró que en toda organización hay diferentes lazos entre personas y esto permite clasificar a las redes en aquellas con vínculos fuertes y las otras con vínculos débiles. Esto lleva a encontrar la mejor estrategia para romper el equilibrio que pueda existir en la red [48]. Entonces, no hay una sola solución, pero la literatura deja claro que detener aleatoriamente a los tratantes en las fronteras y los bares no es la solución de aplicación de la ley para terminar con la trata.

No hay dos redes iguales en el mundo, por lo que, no hay una sola estrategia para dismantelar las redes de trata de personas. El dismantelamiento de

una red no implica el fin de un crimen. La trata de personas está compuesta por un conjunto de redes, algunas se entrelazan y otras no, por lo que terminar con una de las redes no pondrá fin a la trata de personas, sin embargo, dismantelar una red tiene consecuencias inmediatas en el negocio. El quiebre de la comunicación y la disminución de la oferta aumentan los costos de compra de una persona tratada [33]. Los tratantes están conscientes de esto por lo que están preparados para readaptarse en cuanto algún actor de la red sea apresado o salga de la red por otra causa. Entonces, las estrategias de dismantelamiento deben concentrarse en desequilibrar los nodos y evitar así que la red se reorganice o se encubra aún más.

1.4. Propósito del trabajo

Las redes de trata de personas y las instituciones encargadas de aplicar la ley en cada estado y en el mundo coexisten en un plano complejo parecido a un juego de gato y ratón, en el cual los agentes que aplican la ley están algunos pasos detrás de los criminales que tratan con personas. La elección de estrategia para detener la trata deben estar basadas en evidencias que muestren su efectividad. La información alrededor de la operación de las redes criminales es incompleta y oculta, lo que hace aún más difícil el análisis de la red de trata de personas.

Las redes de trata de personas que operan en la frontera sur de México son una de las muchas que toman vidas de personas con el fin de explotarlas sexual y laboralmente en el mundo. La existencia de este crimen tiene diversos costos políticos para la región y el país, en general. En el presente trabajo se pretende encontrar cuál es la mejor estrategia de aplicación de la ley⁶ para dismantelar las redes antes mencionadas que operan en el estado de Chiapas en México, específicamente, se buscará quiénes son las personas cuya remoción de la red implicaría el dismantelamiento de la misma. Para ello se utilizó teorías de dismantelamiento de redes basadas en la teoría de filtración óptima, así como el análisis de redes sociales (SNA), junto con he-

⁶Traducción al español de “law enforcement”.

rramientas para la visualización que serán explicadas a lo largo del trabajo.

Dado que las redes están diseñadas flexiblemente para readaptarse cuando uno de sus actores es removido o cuando se añade un actor, se debe seleccionar una estrategia que reduzca la posibilidad de que la red se readapte una vez que se ataque. Sin embargo, es casi imposible conocer la cantidad de personas en las redes, sus características y sus vínculos. Se conoce la estructura de la red de trata en Chiapas gracias a la literatura y se realizaron entrevistas a exconvictos por tratar personas y a exvíctimas de trata en Chiapas para completar la base de datos y construir la red lo más cercana posible a la realidad.

Se utiliza la palabra *desmantelar* como sinónimo de *desorganizar*, *desarticular* o *desestabilizar* la red de trata en cuestión y esto se refleja con el fin de la actividad comercial, en este caso la trata, por parte de los criminales involucrados en la red lo cual se puede reflejar en el quiebre de las comunicaciones entre los tratantes [33]. La estrategia de desmantelamiento se enfocó en la eliminación de actores⁷, ya sea por congelamiento de cuentas bancarias u obstrucción económica, pues se ha probado que para redes ilícitas esta es una de las mejores estrategias para desequilibrar los vínculos de la organización y así desmantelarla [8]. Además, cortando el flujo de dinero y desmantelando la red de trata de personas se podría estar desmantelando otra red ilícita, beneficiando aún más a la sociedad.

En el presente trabajo se utilizaron tres algoritmos para encontrar la mejor estrategia para desmantelar una red de trata de personas en el estado de Chiapas en México minimizando los costos y maximizando la fragmentación de la red. El algoritmo “GND”, propuesto por Gleinib et al., provee los resultados más eficientes para el tipo de problema que se busca solucionar. Se descubrió que los primeros actores que se deben remover no son los más conectados ni los más periféricos, en realidad se trata de actores medianamente conectados a personas de su misma clase.

⁷Se pretende que para que el desmantelamiento funcione se debe de aplicar en un lapso menor a dos años desde la investigación de este documento (julio 2020) para que tenga los efectos que se descubrieron.

Capítulo 2

Consecuencias de la trata de personas

Las consecuencias de la trata de personas se pueden dividir en las sociales, las políticas y las económicas, pero siempre los costos más altos son los que pagan las víctimas de trata, pues en ellas recae la violencia y la explotación implicada en el crimen, pero también a nivel nacional y mundial hay consecuencias garrafales. Así cómo no se discrimina para elegir a las víctimas, tampoco se hace para los países en los que se generan, resguardan o transportan a las víctimas. Se cree que todos los países en el mundo están afectados por la trata de personas [87], lo que indica la creciente necesidad por identificar las consecuencias para reconocer los beneficios de desarticular las redes de tráfico en todo el mundo.

2.1. Consecuencias sociales

La trata de personas destruye la seguridad humana ¹ [82]. Las condiciones de vida de las personas tratadas son precarias, los tratantes solo les dan un tanto de comida para mantenerlos vivos. Las víctimas carecen de alimentación adecuada, servicios de salud integrales, acceso a educación y otros derechos humanos básicos; por lo que, el futuro de estas personas es

¹Se utiliza "seguridad humana."^{en} el mismo sentido que en la resolución 66/290 de Asamblea General de las Naciones Unidas

incierto. Las oportunidades de una persona que fue explotada tienden a limitarse por las heridas físicas y psicológicas que adquieren y viven con desórdenes postraumáticos el resto de sus vidas [87].

Dado que la trata de personas incluye distintos tipos de explotación sus consecuencias sociales también son diversas. Los niños se quedan sin educación y sin comida para desarrollarse, los explotados sexualmente corren alto riesgo de adquirir enfermedades de transmisión sexual, las y los jefes de familia tratados se ven privados de enviar dinero a sus familiares, algunos pierden sus órganos y las mujeres forzadas a casarse pierden la elección de la formación de una familia. Además, miles de familias pierden cada año a seres queridos tratados que son privados de su libertad [82].

Las mujeres y niñas explotadas sexualmente son humilladas ante la sociedad, muchas de ellas no tienen educación ni familia y terminan prostituyéndose voluntariamente para sobrevivir, causando erosión del capital social. Además, de las que son sacadas de su país de origen, pocas son repatriadas, la mayoría tiene que construir su vida en un país ajeno, del cual quizá no sepan nada, ni el idioma. Muchas de ellas terminan muertas, pues las personas que pagan por sus servicios las asesinan o sus tratantes dejan de alimentarlas. Otras desarrollan Síndrome de Estocolmo o distorsiones de la personalidad, pues son convencidas para comportarse como servidoras sexuales, creer que lo disfrutaban y a estar agradecidas con su tratante [68].

Los efectos individuales tienen consecuencias en la confianza interpersonal. Cuando una sociedad está expuesta a riesgos que afectan la seguridad personal o a prácticas violentas como el secuestro o la explotación, la confianza entre los miembros se ve afectada, inclusive este efecto puede perdurar en el tiempo [69]. La confianza es un factor importante para la economía y política de una nación porque la confianza interpersonal está positivamente desarrollada con el desarrollo económico [93]. El capital social, constituido por la confianza, las normas sociales y el compromiso civil, también se ve afectado cuando las prácticas criminales se normalizan en una sociedad y esto, al mismo tiempo, tiene consecuencias políticas y económicas negativas.

2.2. Consecuencias políticas

La debilidad estatal es causa y consecuencia de la trata de personas, pues es un factor que impulsa a las personas a abandonar sus hogares, poniéndolos en una posición vulnerable ante la trata y, a su vez, un país con trata presenta debilidad al no poder brindar protección a sus ciudadanos. Las organizaciones criminales encuentran un lugar propicio para subsistir en los países con instituciones débiles, tomando en su poder la capacidad de mandato que no se ha reclamado. Tal es el caso de la red de personas, que se aprovecha de las flaquezas de un estado para crear un negocio que solo explota y no aporta [82].

Es claro que cuando en un estado se suscitan secuestros, asesinatos, muertes y eventos de esclavitud este es un estado que no ha logrado cumplir con una de sus principales misiones que es la protección de sus ciudadanos [80]. La debilidad estatal alimenta a las redes de trata y estas, a su vez, debilitan la capacidad de coerción del estado, pues se interponen con más autoridad que las instituciones encargadas de aplicar la ley, debilitando la imagen de la verdadera autoridad. La impunidad es la mejor arma de un tratante para continuar con su negocio. Tal como en los estados autoritarios, las personas tratadas para explotarlas sexual o laboralmente pierden sus derechos básicos, sufren de abuso psicológico y físico y viven bajo un régimen incapaz de proteger su vida [46].

La trata debilita al estado, en primera instancia, por la corrupción que la alimenta. Existe un mecanismo de retroalimentación entre la corrupción y ciertos delitos como la trata de personas: utilizan instituciones débiles para obtener beneficios económicos que, a su vez, se usan para mantener la complicidad del poder nacional y debilitan, aún más, al estado. Es decir, la trata existe gracias a la corrupción política que le da los insumos que necesita y, de igual forma, la trata continúa avivando la corrupción. En los estados con más debilidad en sus instituciones públicas se acentúan las prácticas corruptas. Así que, la trata de personas se extiende como resultado de la debilidad y socava aún más al estado al reclamar el uso de la fuerza sobre los ciudadanos [82].

La trata de personas quebranta la democracia de un país. Las víctimas pierden la capacidad de ejercer sus derechos políticos, como es el sufragio. Pierden de facto la capacidad de participar en el proceso electoral. Por otro lado, los crímenes afectan directamente a la confianza en la democracia y en las instituciones que la sostienen [65]. Además, el aumento en corrupción disminuye la confianza de los ciudadanos en los políticos, en el gobierno y en las fuerzas de seguridad [73].

La corrupción, la inestabilidad y el despojamiento de derechos humanos son algunas de las consecuencias que trae consigo la trata de personas y que debilita el sistema democrático del país en el que se engendra, trasladan y resguardan víctimas de trata. Los países democráticos deben de estar encaminados a brindar seguridad, trabajo, salud y estabilidad, en general, a sus ciudadanos, empero, las organizaciones criminales impiden que se logren dichos objetivos [39].

Las consecuencias políticas de la trata de personas tienen origen en asuntos de salud pública, fuerza laboral y demás. Es por ello que es vital para las democracias prestar atención al asunto y atacarlo de manera eficiente. Dado que el fin de la trata de personas es la explotación, en cualquiera de sus modalidades, viola constantemente derechos humanos y priva de la libertad a millones de inocentes, destruyendo a su paso la estabilidad de familiar y sociedades enteras. El estado muchas veces no tiene la capacidad ni los incentivos de identificar y prevenir la trata de personas, ni de castigar a los tratantes; por lo que, detener la trata es más que solo terminar con una red localizada.

Cuando los ciudadanos reprimen a sus conciudadanos, el estado está envuelto en el trato tiránico, ya sea porque es incapaz de atacarlo o porque lo desconoce. Además, en países como México, es conocido que las organizaciones criminales están involucrados en elecciones gubernamentales financiando campañas, creando distorsiones en el gobierno y logrando el establecimiento de una agenda que propicie la prolongación de su negocio en el territorio [80]. La democracia está fuertemente amenazada por la trata de personas ya que, con el tiempo, los criminales van reclamando el poder

político y desarticulando el poder del resto de los ciudadanos.

Como se comentó en la sección anterior, el capital social es un elemento importante para mejorar las condiciones democráticas de una nación y que se ve afectado con la explotación. Una sociedad cuyo capital humano es amplio tiene mayor facilidad para generar cooperación voluntaria que más tarde tiene efectos positivos en la participación ciudadana [29]. Dado que la confianza significa predecir el comportamiento de actores independientes y esta confianza escala hacia los políticos y la sociedad cuando se imponen normas de reciprocidad, las consecuencias terminan siendo benéficas para la democracia [73].

En general, los crímenes erosionan la confianza en las instituciones de un país [77], no solo en la democracia. Intuitivamente, las instituciones que pierden más confianza ante la violencia son aquellas que tienen como propósito proteger a la sociedad [7]. En países como México, donde la confianza en la justicia es poca, la trata de personas y los demás crímenes son poco denunciados, lo que complica la detención de los grupos criminales [7]. Así que, las consecuencias políticas tienen consecuencias sociales y económicas a la vez.

2.3. Consecuencias económicas

Las consecuencias económicas que tiene la trata de personas en un país y en el mundo entero sean quizás las menos importantes en el aspecto ético, pero existen y tienen impacto a nivel macro y micro, es decir, hay personas afectadas económicamente, empezando por los tratados, pero también hay economías de regiones o grupos de personas enteros que se ven impedidos a realizar las actividades económicas que están a su alcance como consecuencia de la trata de personas que se suscita en el área en donde se deberían de desarrollar.

Se ha dicho que el crimen organizado es una dificultad para el desarrollo en muchos países y los países latinoamericanos son un ejemplo de esto [72]. La violencia tiene un costo alto con respecto a las actividades económicas que se pueden realizar en su presencia. La protección para las empresas

y sus empleados son altos cuando la violencia es algo cotidiano, causando que la actividad económica se reduzca [76]. Las redes de trata buscan maximizar sus ganancias por medio de la explotación, pero para lograrlo acuden a medios violentos que desalientan a los empresarios a aumentar sus inversiones; por ejemplo, cobrando uso de suelo.

La trata de personas como negocio se entrelaza con el comercio legal, pero este crimen tiene ventaja sobre los demás [82]. Para aquellos negocios que sobreviven gracias a la trata, los gastos para la manutención de sus trabajadores son mínimos, teniendo una ventaja grande sobre los negocios que cumplen con los derechos laborales. Además, las consecuencias directas de la trata de personas son las que afectan a la familia de los tratados. Algunas familias gastan mucho de su patrimonio en buscar a la víctima y otras que dependían inicialmente de la víctima se quedan desamparadas.

Estas redes criminales también afectan a la economía legal y, más específicamente, a las finanzas del estado en el que operan. La recaudación se ve afectada porque las actividades económicas criminales son, por supuesto, informales y además, la mayoría de las redes de trata de personas tiene conexiones con otros crímenes que generan riquezas en el mercado negro o en el sector informal, reduciendo, aún más, la cantidad de dinero que el estado puede recaudar para después redistribuir.

Retomando el tema de la corrupción de la sección anterior, desde la óptica económica, los inversionistas evitan depositar su dinero en países que presentan debilidad institucional y, con eso, corrupción [64]. Cuando la inversión baja en una región, el desempleo aumenta, la recaudación disminuye y con eso se presentan algunas de las consecuencias sociales que ya se mencionó que también trae la trata de personas como lo son la necesidad de migrar y la búsqueda de empleos en el sector informal que, a su vez, son factores que ponen a las personas en riesgo de ser tratadas.

Las consecuencias de la trata son tan diversas que se podrían encontrar un puñado en las historias de cada víctima, de cada familia y cada región afectada. Es claro que la trata es un delito al que se debe de poner fin por el bien de la humanidad y no será un trabajo sencillo, pero jamás imposible.

Las decisiones de las instituciones de cada nación y de las internacionales deberán de estar encaminadas a proteger las vidas de los individuos, sobre todo de aquellos que la coyuntura los sitúe en una posición vulnerable.

Capítulo 3

Metodología

Para analizar las redes de trata de personas en Chiapas se utilizó el análisis de redes sociales (SNA) que deriva de conceptos básicos de la teoría de grafos y de la teoría de redes y para encontrar la mejor estrategia para dismantelar a una red se utilizó un método basado en las propiedades espectrales de un operador lapaciano con peso en los nodo. Esta sección explica las áreas de estudio mencionadas cómo introducción al algoritmo específico del trabajo.

3.1. Teoría de grafos

La teoría de grafos es el estudio de las propiedades de los grafos, donde un grafo, G , es un par de conjuntos $V(G)$ y $E(G)$ donde $V(G) \neq \emptyset$, $V(G) < \infty$ y $E(G)$ es un conjunto de pares no ordenados de elementos de $V(G)$. A los elementos de $V(G)$ se les llama vértices o nodos y a los elementos de $E(G)$ aristas [90]. Un grafo es una estructura matemática que se utiliza para modelar relaciones entre pares de objetos [28]. La figura 3.1 muestra un ejemplo de grafo con cinco vértices $V(G) = \{V, W, X, Y, Z\}$ y ocho aristas que conectan dichos vértices $E(G) = \{(X, Y), (X, Z), (X, V), (Y, Z), (Y, W), (Y, V), (Z, V), (W, V)\}$.

Existen **aristas** de distintos tipos, dependiendo de lo que indican, estas pueden ser **dirigidas** si tienen un sentido o **no dirigidas** cuando el sentido no se indica. Cuando son dirigidas, se les llama *arcos* y cuando no lo

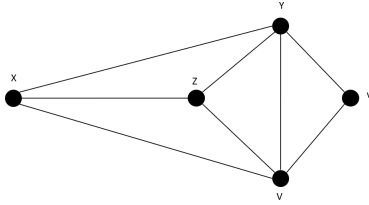


Figura 3.1: Grafo con vértices V, W, X Y y Z

son se les llama simplemente *aristas*. Así se llega a que un grafo se dice que es *dirigido* o *digrafo* si contiene arcos, en caso de que no los tenga se le llama grafo *no dirigido* [28]. En el presente trabajo se utilizarán los grafos no dirigidos.

Cuando una arista conecta a un vértice con sí mismo se le llama **circuito**¹. Un conjunto de aristas es *múltiples* si tienen el mismo par de vértices finales. Se dice que un grafo es **simple** si no contiene circuitos ni vértices múltiples [28]. Los grafos simples que cumplen con que cualquier secuencia de vértices de tal manera que cada par consecutivo de vértices en la secuencia están conectados por una arista en la red se les llama *trayectorias*.

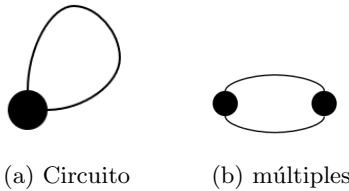


Figura 3.2: Aristas especiales

Cuando X y Y están conectados por una arista, se dice que son **adyacentes** y **vecinos**. Además, se denota $X \leftrightarrow Y$ cuando “X es adyacente o vecino de Y” [90]. Una **caminata** es una manera de llegar de un vértice a otro [5]. Por ejemplo, en la figura 3.1 se tiene que una caminata de X a W es $X \rightarrow Y \rightarrow W$ con longitud 2 y tiene otra caminata $X \rightarrow Y \rightarrow V \rightarrow W$

¹Traducción al español de “loop”.

con longitud 3.

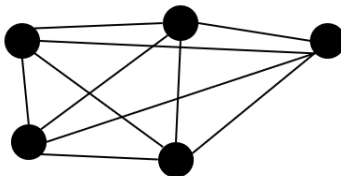


Figura 3.3: Grafo completo

Un grafo se puede representar como la unión de conjuntos disjuntos de grafos llamados **componentes**. Cuando existen caminatas entre todos los nodos, se dice que los **componentes** están **conectados**. En la imagen 3.4 se pueden apreciar un grafo con componentes conectados y un grafo con dos componentes desconectados.

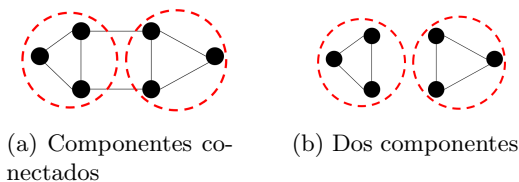


Figura 3.4: Componentes de un grafo

Para representar los grafos simples² se utiliza la **matriz de adyacencia** la cuál asemeja la conexión de los vértices, es cuadrada y tiene entradas $A_{ij} = 1$ si existe una arista que vaya del vértice i al vértice j y $A_{ij} = 0$ si no hay tal arista. La matriz de adyacencia para un grafo simple cumple que $A_{ij} = 0$ para $i = j$ y es simétrica, es decir, $A_{ij} = a_{ji}$. Esta matriz permite

²También sirve si en grafos con circuitos o loops.

calcular los grados de los vértices de un grafo sumando las entradas del renglón del vértice en cuestión [90]. La imagen 3.5 muestra la matriz de adyacencia para el grafo 3.1.

	V	W	X	Y	Z
V	0	1	1	1	1
W	1	0	0	1	0
X	1	0	0	1	1
Y	1	1	1	0	1
Z	1	0	1	1	0

Figura 3.5: Matriz de adyacencia del grafo 3.1

Otra matriz importante en la teoría de grafos es la **matriz Laplaciana**, L , que se puede escribir como la diferencia de una matriz D diagonal con entradas igual al grado de cada vértice y la matriz adyacente del grafo. Esta matriz siempre es simétrica; por lo que, los eigenvalores de esta son siempre reales y no negativos y sus eigenvectores son también reales y ortogonales. También es singular y positiva semidefinida [40]. El espectro de la matriz Laplaciana refleja la conectividad del grafo:

Teorema 1. *Sea G un grafo y k la multiplicidad del eigenvalor $\lambda = 0$ de la matriz Laplaciana L_G , entonces G tiene k componentes conectados [78].*

Demostración en el Apéndice A.

El grado de un vértice es el número de líneas que inciden en él y la **densidad** del grafo es el número de aristas en el grafo como proporción del número máximo posible de aristas. Cuando un grafo tiene densidad máxima se dice que es **completo** [28]. Un grafo es finito si sus conjuntos de vértices y aristas son finitos [90]. En la figura 3.1, el vértice X tiene grado 3 y en la figura 3.3 el grafo es completo.

La teoría de grafos permite construir metodologías y otras teorías que serán útiles para el análisis de las estructuras de objetos geométricos. Una de las teorías que deriva de la de grafos es la de redes que a continuación se introduce y define.

3.2. Teoría de redes

La estructura de una red está representada por un grafo [90], una **red** es un grafo con información adicional en los vértices o las aristas. Una red es un modelo que reduce un sistema a una estructura abstracta que captura solo los patrones de las conexiones entre los entes de estudio [67]. La teoría de redes se refiere a los mecanismos y procesos de una red, así como, la inferencia sobre las variables de la red³ [9].

Los **vértices** del grafo representan a un **actor** o un ente en la red y las aristas la conexión que une a estos. Las aristas representan distintos tipos de conexiones dependiendo el tipo de entes que interactúan en la red. Una sola red puede tener aristas de distintos tipos, a este tipo de red se le llama *red múltiple*⁴ [28]. La teoría de redes utiliza, por lo general, métricas que derivan de la teoría de grafos para analizar las redes, pero también las visualizaciones de la red forman una parte importante para su análisis [67].

La **centralidad** es una medida importante en la teoría de redes, pues cuantifica la importancia de los vértices de la red [67]. Los grados de un vértice es una medida de centralidad importante y deriva de la teoría de grafos. En la teoría de redes los grados de un vértice, al igual que en la teoría de grafos, se refiere al número de aristas conectadas a dicho vértice. El grado del nodo i se denota k_i y, como ya se mencionó, se puede utilizar la matriz de adyacencia B_a para definirlo como

$$k_i = \sum_{j=1}^n ba_{ij} \quad \text{con } n \text{ el número de nodos en la red} \quad (3.1)$$

³Traducción al español de “Network theory” lo cual es distinto de “Theory of networks”. Theory of networks refiere al estudio de la formación de las redes [9].

⁴Multiplex network.

Como en una red no dirigida hay dos nodos por cada arista, entonces si hay m aristas en total, hay $2m$ puntas de aristas, pero el número de puntas de aristas es el mismo que la suma de los grados de todos los vértices, así se tiene que

$$2m = \sum_{i=1}^n k_i \leftrightarrow m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n k_i = \frac{1}{2} \sum_{ij} ba_{ij} \quad (3.2)$$

Por otro lado, el grado medio de un grafo no dirigido es

$$g_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n k_i, \quad (3.3)$$

combinando la última ecuación con la ecuación 3.2 se obtiene que

$$g_m = \frac{2m}{n} \quad (3.4)$$

Esto indica que hay un número máximo de aristas en un grafo simple que se obtiene con la combinación $\binom{n}{2}$, pues para cada arista tiene hasta dos vértices que ninguna otra arista tiene. Esto permite calcular la densidad del grafo, métrica que se definió en la sección anterior y se denota por ρ con $\rho \in [0, 1]$, así que

$$\rho = \frac{m}{\binom{n}{2}} = \frac{m}{\frac{n!}{(n-2)!2!}} = \frac{2m}{n(n-1)} = \frac{c}{n-1} \quad (3.5)$$

Un grafo se puede clasificar en denso o esparcido dependiendo de la densidad de este. Un grafo se dice que es **denso** si su densidad $\rho \rightarrow k$ cuando $n \rightarrow \infty$, con k constante y se dice que es **esparcido** si $\rho \rightarrow 0$ cuando $n \rightarrow \infty$. Esta clasificación también se puede notar con la matriz de adyacencia, pues si un grafo es denso la proporción de entradas distintas de cero en su matriz de adyacencia se mantiene constante cuando tienden las entradas a infinito y si es esparcido, esa proporción tiende a cero [67].

Una medida importante dentro de la teoría de redes, relacionada con la

distancia entre nodos es la del **diámetro** de la red que se refiere a la distancia más grande entre cualquiera dos nodos de la red. Es decir, mide la distancia entre los dos nodos más alejados entre sí [36]. Derivado de esta métrica se calcula la **excentricidad** que proporciona la distancia de un nodo a el nodo más alejado de él en la red.

Para el estudio en cuestión es necesario introducir el concepto de **partición de una red** a la que también se le llama **clustering** y es un método de clasificación de los nodos de la red. La partición se puede realizar basada en el **coeficiente de clustering** que es la proporción de todos los caminos en la red que están cerrados y permite encontrar grupos o pandillas en las que se divide una red. Sin tecnicismos, el coeficiente de clustering de cada nodo, indican qué tan cerca están de una pandilla y el **coeficiente de clustering promedio** es el promedio de los coeficientes de clustering de todos los nodos[36].

Matemáticamente, el coeficiente de clustering CC_i de un nodo refiere a el número de triángulos t_i en los que se encuentra el vértice i dividido entre el máximo número posible de triángulos

$$CC_i = \frac{2t_i}{k_i(k_i - 1)}$$

Entonces, cuando $CC_i = 0$ significa que no hay nodos cercanos a i que se conecten con este y cuando $CC_i = 1$ todos los nodos cercanos a i están unidos a este [79].

Existen distintas redes que se modelan con teoría de redes: tecnológicas, de información, biológicas o sociales. Para cada uno de los tipos de redes existen métricas y especificaciones que permiten que el modelo se apegue a la realidad. Las redes sociales son aquellas en las que los vértices representan a personas o a instituciones sociales y las aristas son las relaciones (amistad, comercial, familiar) entre estas. El análisis de redes sociales (SNA) es la metodología desarrollada por sociólogos, matemáticos y computólogos que sirve para examinar los tejidos sociales.

3.3. Análisis de redes sociales (SNA)

El análisis de redes sociales es una colección de métodos y teorías que asumen que los actores actúan según las conexiones que tienen con los otros. Es decir, todos los individuos, los grupos y las organizaciones están afectadas por la red que los rodea, la cual no es aleatoria, pues los actores tienden a interactuar con otros similares a ellos [36]. El objeto de estudio del análisis de redes sociales son los vínculos entre actores y tiene como propósito encontrar patrones de vínculos sociales entre actores [37].

Para el análisis de redes se hacen unos cuantos supuestos. En primer lugar, supone que las acciones de los actores son interdependientes; es decir, los actores están influenciados por el resto. En segundo lugar, los vínculos que unen a los actores son canales de transferencia de información, amistad, dinero o algún bien. También, se cree que la ubicación de un actor en la red impacta en sus convicciones, en sus normas y en su conducta observada. Por último, quizá el supuesto más importante es que las redes sociales son colectividades cambiantes con la entrada y salida de autores a la red [37].

El SNA se utiliza para análisis exploratorio o para pruebas de hipótesis en el análisis de redes sociales [37], dependiendo del propósito que se persiga. Las visualizaciones son indispensables en el análisis exploratorio, así como, la manipulación de redes concretas. Mientras que en el análisis confirmatorio se estiman parámetros y se calculan probabilidades [32]. En el presente estudio se utilizó el análisis exploratorio para responder la pregunta involucrada. La teoría de grafos y la de redes forman la base más importante del SNA. Por lo que, muchas definiciones en SNA son heredadas de las teorías antes mencionadas.

3.3.1. Actores

En SNA los componentes de una red se le llaman actores y vínculos, en lugar de nodos y artistas, respectivamente. Así que, a las personas, organizaciones o países se les llama **actores** y a los lazos afectivos, familiares, comerciales u otros se les llama **vínculos** [28]. Existen distintas características de una red que la hacen única, tal como son las métricas y la

topología, pero también los actores contribuyen a la unicidad. En la sección 4 se describen los actores de la red de trata de personas en Chiapas, objeto del presente estudio.

Ya se ha definido que en SNA un actor es un individuo discreto que tiene relaciones con otros individuos. Dadas las métricas de SNA, se definen algunos actores que tiene gran importancia en la red, por lo que, su estudio es importante. Los actores que se pudieran considerar importantes a simple vista podrían resultar irrelevantes según la topología. Unos de esos son los actores a los que se les llama **Hubs** cuyo significado en español es “central” o “parte principal” y son identificados como aquellos actores con más conexiones que el resto. También están los **brokers** que son personas con gran influencia en la red, más adelante se definirá el concepto junto con la métrica que lo introduce.

3.3.2. Vínculos

Los **vínculos** de las personas están representados por las **aristas** del grafo con el que se construye el modelo o la red. El presente trabajo involucrará, únicamente, vínculos comerciales. A través de los vínculos se transporta siempre algo, en el caso de este estudio se transfiere la mercancía de la red; es decir, las personas explotadas, fluye el dinero que se paga por los servicios y también viaja la información que permite mantener a la red oculta. Definir cuándo una interacción es un vínculo es complejo, por lo que, se tomarán aquellas iteraciones repetidas en más de una ocasión como un vínculo.

3.3.3. Topología

La estructura que tiene una red tiene gran impacto en su eficiencia y en el comportamiento de los actores que la componen, a esta estructura se le llama la **topología** de la red [36]. En matemáticas, la topología es la rama que se dedica al estudio de las propiedades de objetos geométricos

que permanecen sin cambios ante transformaciones continuas⁵ [85]. A continuación, se describen algunos tipos de topología de red y algunas de las medidas topológicas más importantes para el SNA.

Centralidad

La **centralidad** es un conjunto de métricas que sirven para identificar a los actores más importantes en una red, tal como en teoría de grafos y en teoría de redes. La centralidad es un **concepto relacional**, pues los vínculos son necesarios para medir la centralidad de un actor. La importancia de un actor depende del contexto del estudio, dado que el presente trabajo pretende buscar cuál es la mejor estrategia de aplicación de la ley para dismantelar una red de trata de personas, la importancia de un actor radica en la flexibilidad que aporta a la red, la cantidad de contactos criminales que tiene o el impacto que su ausencia puede implicar en la holgura de la red [31].

Una de las medidas de centralidad más importantes es el **grado de centralidad** de un actor y se refiere a la graduación del nodo que representa al actor en cuestión y se utiliza de la misma manera que en la teoría de grafos y en la teoría de redes [31], es decir, es el número de vínculos de cada actor en la red y se denota k_i . Esta medida es utilizada con frecuencia en SNA porque la cantidad de vínculos que tiene un actor puede reflejar su nivel de influencia o poder en la red. La importancia de esta métrica reside en que los actores con alta centralidad juegan un papel activo en la red, puede tener una posición ventajosa, es poco dependiente de otros actores porque tiene distintas vías y a veces son terceros [36]. El **grado promedio**, g_m , de centralidad también se utiliza como en la teoría de redes.

En ocasiones, los actores que tienen conexiones con actores con grado de centralidad alto son más importantes en una red que aquellos con más conexiones, para ello la métrica **centralidad de eigenvector** se encarga de dar a cada actor una puntuación proporcional a la suma de los grados de centralidad de sus vecinos. Esta también es una métrica de influencia de los

⁵Las transformaciones continuas pueden ser estirar, torcer, arrugar y doblar la red [85].

actores, pero toma en cuenta el rango de influencia. Poniéndolo en contexto, un actor con un muchos vínculos puede tener un puntaje de centralidad de eigenvector relativamente bajo porque muchas de esos vínculos tienen nodos con puntaje bajo [67].

Para la centralidad de eigenvector un nodo es importante si está vinculado con otros nodos importantes. Los actores con alta centralidad de eigenvector son más centrales que el resto y eso lo hace tener ventajas sobre otros actores. Para construir esta métrica recordemos que un **eigenvector** o **vector propio** de una matriz A es un vector $x \neq 0$ tal que $Ax = \lambda x$, con λ un escalar llamado **valor propio** o **eigenvalor** de A . A x se le llama **eigenvector** de A para el eigenvalor λ [58].

Para construir esta métrica, sea $B_a = (ba_{i,j})$ la matriz de adyacencia de la red R . Por definición, la entrada $ba_{i,j} = 1$ si el actor i está vinculado al actor j y $ba_{i,j} = 0$ en otro caso. Entonces, la centralidad de eigenvector, x_i , del actor i está dada por

$$x_i = \frac{1}{\lambda} \sum_{k \in R} ba_{k,i} x_k$$

donde $\lambda \neq 0$ es una constante [67]. Lo anterior se puede escribir en forma matricial como

$$B_a x = \lambda x$$

entonces λ es el eigenvalor de la matriz de adyacencia de la red y x el eigenvector, de ahí el nombre de la métrica.

Existen métricas variantes a la centralidad de eigenvector que miden lo mismo. Por un lado está la **centralidad de Katz** que toma en cuenta las distintas caminatas que existen entre los actores. También existe la métrica **PageRank** que utiliza, a la vez, la centralidad de Katz, pues si un actor tiene alta centralidad de Katz y tiene muchos vínculos, entonces esos actores a los que está unido también tienen alta centralidad [67].

La *cercanía* es una medida importante para el análisis de una red porque mide la distancia media de un vértice a otros vértices; es decir, mide

qué tan rápido un actor puede acceder a más actores en una red. Un actor con alta cercanía tiene acceso rápido a otros actores por lo que, tiene alta visibilidad de lo que está sucediendo en la red [36]. Para calcular la cercanía, C_i , se necesita la distancia geodésica o más corta.

Sea $d_{i,j}$ la distancia geodésica del actor i al actor j , es decir, $d_{i,j}$ es el número de actores en la ruta de i a j y resulta que esta ruta es la más corta, no es necesariamente única, pero la distancia geodésica promedio entre i y j es

$$l_i = \frac{1}{n} \sum_j d_{i,j}$$

esto da valores bajos para actores más centrales y valores altos para actores menos centrales, que es lo opuesto a nuestras otras medidas. Entonces, definimos

$$C_i = \frac{1}{l_i}$$

para que sea una métrica intuitiva [67].

Otra medida de centralidad es la **intermediación** que mide el grado en que un vértice se encuentra en las rutas entre otros vértices, identifica la posición de un actor dentro de una red en términos de su capacidad para establecer vínculos con otros en la red [67]. Se tiene identificado que los actores que tienen alto nivel de intermediación cuentan con una posición privilegiada o poderosa en la red, tienen gran influencia sobre lo que sucede en la red y representan un punto de fracaso porque corta los vínculos entre actores [36].

Para calcular la intermediación, s_i , para el actor i , definimos $n_{xy}^i = 1$ si i está en la ruta más corta de x a y y $n_{xy}^i = 0$ si no está. Entonces la intermediación se define como

$$s_i = \sum_{xy} n_{xy}^i$$

Esto también aplica para redes no sociales que tengan pesos en las aristas. Los actores con alta intermediación tienen más control sobre el flujo de in-

formación que otros actores, esto introduce el concepto de **corretaje**⁶. Un actor funciona como **broker** si conecta la periferia esparcida (en términos de densidad) con el núcleo denso [34], en el presente trabajo diremos que un actor es broker si tiene alto nivel de intermediación.

Para medir la centralidad de la red en general, se utiliza la métrica **grado de centralización** de una red, la cual se calcula con la variación entre los grados de una red dividido entre la variación máxima que es posible en la red del mismo tamaño [36]. Por ejemplo, para la figura 3.1 el grado máximo que podría tener un vértice es 4 y el grado mínimo sería de 1; así que, la variación máxima para cualquier grafo no dirigido con cinco vértices es de $4 \cdot (4 - 1) + 1 \cdot (4 - 4) = 12$. En el ejemplo, la variación de grado es $2 \cdot (4 - 3) + 2 \cdot (4 - 4) + 1 \cdot (4 - 2) = 4$, entonces el grado de centralización de la red es de 33.33 %.

La **centralización de intermediación** de un grafo se calcula de la misma manera que el grado de centralización, pero con la centralidad de intermediación.

Densidad

Como se define en la teoría de grafos y en la teoría de redes, la densidad es una métrica de una red que indica el número total de vínculos dentro de una red dividido por el número total posible de vínculos y se denota también ρ . En una red con una densidad de 0 no existen vínculos entre actores mientras que en una red con una densidad de 1 existen todos los lazos posibles entre los actores. Se ha descubierto que la densidad de una red está positivamente relacionada con la probabilidad de que los actores dentro de esta sigan las normas y el comportamiento aceptados [36].

En una red densa es mucho más fácil para cada actor monitorear lo que el resto de los actores hacen. Además, al tenerse más vínculos, los actores cuidan más sus acciones para no perder su reputación y por ende los vínculos que le permiten ser parte de la red. La alta densidad también permite que las instituciones se establezcan con más facilidad, pues se vuelven más

⁶Traducción del inglés al español de “brokerage”.

predecibles y aceptadas [36]. La definición de la densidad en una red social es igual que en la ecuación 3.5.

La densidad de una red define el rendimiento de una política pública aplicada a los actores de esta. En una red densa se tienen más lazos fuertes que débiles, las personas están menos esparcidas y más unidas, se conocen más. Entonces, se ha encontrado que la densidad de una red está relacionada positivamente con la probabilidad de que los actores en la red sigan las reglas conocidas y aceptadas, pues es más fácil monitorear el cumplimiento [48].

También se dice que las redes dispersas son un campo difícil para que las instituciones permeen, hablando de instituciones como conjuntos de reglas sociales [41]. En el caso del presente estudio, se construye un modelo a partir de la aplicación de una política que busca crear normas que detengan la adición de personas al negocio ilegal de la trata de personas; por lo que, el tipo de densidad de la red será un factor de decisión para la aplicación o abandono de la política.

Equivalencia

Un concepto relevante en el SNA es la **unicidad** de un actor, pues, pensando en que buscamos eliminar personas de la red para desmantelarla, entre más inusual sea el rol que juega una persona, más complicado será remplazarla. Siendo así, la salida de actores que más impacto puede tener es la de aquellos únicos y con alta centralidad. Para medir el nivel de unicidad se evalúa la equivalencia entre nodos y para esto existen diversas medidas [83]. En general, dos actores son equivalentes si tienen patrones de vínculos similares, también se dice que son equivalentes si componen una clase de equivalencia o si ocupan posiciones equivalentes en la red.

Para el fin del presente estudio se utilizará una sola métrica de equivalencia. Se dice que un conjunto de nodos es **estructuralmente equivalente** o los nodos del conjunto son **sustituibles** si tienen vínculos idénticos con el resto de los actores en la red [28]. En la matriz de adyacencia, dos nodos son sustituibles si sus renglones y, por ende, sus columnas son iguales.

son idénticos excepto por la diagonal, pues no se conectan con sí mismos. La definición formal es la siguiente

Los nodos x, y en la red G son estructuralmente equivalentes si, para cualquier morfismo M y cualquier elemento $z \in G$, xMz si y solo si yMZ y zMx si y solo si zMy [83].

Aunque hay otras medidas de equivalencia, la antes mencionada es la que mejor se adapta al tipo de red que se va a analizar en el presente estudio.

Desmantelamiento con SNA

Es amplia la literatura que habla de las mejores estrategias de SNA para desmantelar una red criminal. Atacar a los **hubs**, que ya definieron antes como los actores con alto grado de centralidad, es una estrategia popular, pues se cree que estos actores tienen alto poder, mucha influencia y acceso más rápido a recursos que el resto de los actores. Otra estrategia es atacar los **brokers** y esto se realiza midiendo el nivel de intermediación y eliminando aquellos con alto nivel, ya que esta posición es ventajosa porque permite alcanzar a ciertos actores desde lugares “lejanos”.

En cualquier método de ataque se elige primero el conjunto de actores que son más centrales según la medida que se considere, se cuenta el número de componentes una vez eliminados dichos actores y se mide la fragmentación de la red, la distancia de fragmentación (cohesión) o la densidad de la red. Con esta metodología se busca lograr máxima fragmentación y mínima cohesión [8]. Para elegir los nodos iniciales se analiza también la equivalencia entre nodos. Los tres métodos (densidad, cohesión, fragmentación) serán probados para encontrar la mejor estrategia de desmantelamiento de las redes de trata de personas en Chiapas.

3.4. Desmantelamiento de redes con teoría espectral

Al desmantelar una red lo que se puede buscar es hacer bisecciones. Es decir, primero se busca dividir al conjunto de vértices en dos subconjuntos disjuntos de vértices y, a su vez, dividir cada uno de esos pares de

conjuntos en otros dos subconjuntos. Lo importante es definir cuál es la mejor partición e intuitivamente lo que se busca es maximizar el número de conexiones dentro de un conjunto y minimizar las conexiones dentro de un grupo. Esto pertenece a un conjunto de problemas llamados “Problemas No-Polinomiales” o problemas “NP”, lo que quiere decir que no existe un algoritmo determinístico polinomial capaz de resolverlo [74]. En la imagen 3.6 se puede apreciar una bisección de una red muy sencilla.

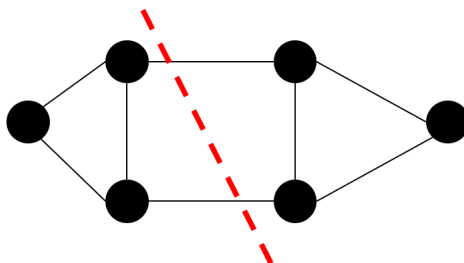


Figura 3.6: Bisección de red con seis nodos

Desde mediados del siglo pasado se han planteado distintas soluciones a este problema por las diversas aplicaciones que tiene. Una de las propuestas clásicas es la teoría de percolación y la fragmentación. Kerningham presentó un método heurístico en 1969 para la particionar grafos presentando un parteaguas en el ámbito. La primera solución que se le puede dar al problema es aleatorizar los nodos que se remuevan en la red, sin embargo, esto tiene un costo computacional alto, al rededor de n^2 para una red con n nodos [56].

Otros algoritmos que se utilizan en la literatura son “k-way partitioning”, “Lanczos” [70], “Max Flow-Min Cut” [56], clusterizar la red con grupos de nodos fuertemente conectados [62] y algunos otros algoritmos heurísticos se han construido y han resultado en propuestas interesantes [14] [23]. Gleinig et al. propusieron un método llamado “Generalized network dismantling (GND)” para desmantelar redes utilizando las propiedades espectrales de

la matriz laplaceana siendo este, hasta el momento, el método que ha resultado más eficiente en el tema [74].

El problema de desmantelamiento de una red es análogo al de fraccionar un grafo y se define de la siguiente manera:

Sea $G(V, E)$ un grafo con n nodos. Entonces una partición- c de G es un conjunto no vacío de subconjuntos disjuntos de G , x_1, x_2, \dots, x_c , tal que $\bigcup_{i=1}^c x_i = G$ [56] [74].

El problema anterior se puede escribir como uno de optimización cuadrática[78]:

$$\min_x \quad x^T L_G x \quad (3.6a)$$

$$\text{subject to} \quad x^T x = n \quad (3.6b)$$

$$1^T x = 0 \quad (3.6c)$$

$$x \in \mathbb{R} \quad (3.6d)$$

Originalmente el problema se plantea con $x = \pm 1$ y $1^T x = 0$, pero así el problema es “NP”, entonces se relaja para que x pueda estar en todos los reales[4]. Donde L es la matriz Laplaciana de G . La teoría Espectral utiliza las propiedades de los eigenvalores y eigenvectores de las matrices que representan a los grafos, en este caso se utiliza la matriz Laplaciana [4].

El problema busca dividir el conjunto de nodos en dos subconjuntos y etiquetar a cada uno de los nodos, x , con un número mayor a uno para un subconjunto y menor al uno para el otro, acomodando las etiquetas para que se cumpla la restricción 3.6b [74]. La función objetivo es similar al cociente de Rayleigh $\frac{v^T M v}{v^T v}$, pues $v^T v$ es constante, entonces minimizar 3.6a es similar a minimizar el cociente de Rayleigh [78].

La selección de la función objetivo proviene de las propiedades de la matriz Laplaciana. Al definir la restricción 3.6b se están colocando los nodos en la recta de los reales al rededor del cero, como se ve en la imagen 3.8. Entonces, la función objetivo es la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores de los nodos vecinos:

$$\begin{aligned}
x^T L x &= \sum_{i,j \in X} L_{ij} x_i x_j \\
&= \sum_{i,j \in X} (D_{ij} - A_{ij}) x_i x_j \\
&= \sum_{i,j \in X} (x_i^2 + x_j^2) - 2x_i x_j \\
&= \sum_{i,j \in X} x_i^2 + x_j^2 - 2x_i x_j \\
&= \sum_{i,j \in X} (x_i - x_j)^2
\end{aligned} \tag{3.7}$$

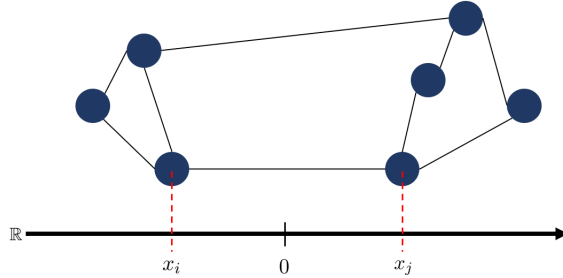


Figura 3.7: Nodos del grafo en la recta real

Es decir, se busca minimizar la suma de los cuadrados del tamaño de las aristas de la red plasmadas en la recta real.

La solución para el problema de optimización resulta ser el eigenvalor λ_2 llamado “Conectividad Algebraica del grafo” que se refiere al segundo más chico de la matriz Laplaciana, esto según el teorema de Courant-Fisher. Al eigenvector asociado a λ_2 se le llama el “Vector Fielder”. El Teorema 2 establece este resultado.

Teorema 2. Sea G una red conectada con n nodos. El mínimo del problema 3.6 es el **vector de Fielder**.

Demostración teorema 2. El lagrangiano del problema es el siguiente:

$$\nabla x^T L_G x - \nabla \nu_1 (x^T x - n) - \nabla \nu_2 (1^T x) = 0$$

$$\Leftrightarrow 2Lx - 2\nu_1 x - \nu_2 1 = 0$$

$$\Leftrightarrow 21^T Lx - 2\nu_1 1^T x - \nu_2 1^T 1 = 0$$

como $1^T x = 0$ y $x^T x = n$ entonces,

$$\Leftrightarrow 21^T Lx - \nu_2 n = 0$$

como los renglones y las columnas de L suman 1, $1^T L = 0$ entonces

$$\Leftrightarrow -\nu_2 n = 0$$

$$\Leftrightarrow \nu_2 = 0$$

$$\Leftrightarrow 2Lx - 2\nu_1 x = 0$$

$$\therefore Lx = \nu_1 x$$

así que x es necesariamente un eigenvector de L y ν_1 su eigenvalor correspondiente. Como se explicó en las secciones anteriores, el primer eigenvalor es 0 y este asignaría 1 a todos los nodos. Por lo que, el mínimo se alcanza en el segundo eigenvector más pequeño x_2 con eigenvalor asociado λ_2 .

Una vez determinado el eigenvector x_2 se seleccionan los nodos que a remover, según el algoritmo que se elija. La siguiente subsección presenta el algoritmo específico que se utilizará en el presente trabajo.

3.4.1. Método GND

El método GND pertenece a un conjunto de métodos llamados “espectrales”, pues plantean el problema como se introdujo en la sección anterior. Una vez determinado el eigenvector x_2 , el algoritmo selecciona los nodos que tienen entrada en x_2 no negativa y tenga vecino con $x_2(i) \leq 0$ para crear la bisección en dos conjuntos disjuntos y se continua iterando de la

misma manera.

El algoritmo propuesto por Gleinig et al. innova al incluir costo de remoción a cada nodo, pues en el artículo se reconoce que, en problemas aplicados, remover a un nodo puede ser más costoso que remover a otro, esto es el caso del desmantelamiento de redes criminales. Por lo que, se propone incorporar al problema 3,6 una matriz diagonal con entradas con pesos que son relativos a los grados de cada nodo. Entonces, como en cada iteración se tiene un conjunto de aristas, E^* , que son las que conectan a los conjuntos $\{x_2(i) \geq 0\}$ y $\{x_2(i) < 0\}$.

El algoritmo **GND** elige, entre todos los nodos conectados a las aristas en E^* a aquellos cuya remoción es la menos costosa. Esto es un problema también “NP” llamado **Cobertura de vértices ponderados**. Para definir el problema, se determina que la matriz de costos, W , se define como $w_i = \sum_j A_{i,j}$ con $A_{i,j}$ la matriz de adyacencia de $G(V, E)$. El problema se define como sigue:

Se busca un conjunto $V^+ \subseteq V^*$ tal que cada arista en E^* es incidente en al menos un nodo de V^+ .

El problema se puede escribir como uno de optimización:

$$\min_y \sum_{i \in V^*} w_i y_i \quad (3.8a)$$

$$\text{subject to } y_i + y_j \geq 1 \forall (i, j) \in E^* \quad (3.8b)$$

$$y_i \in \{0, 1\} \forall i \in V^* \quad (3.8c)$$

$$(3.8d)$$

En la imagen ?? se ilustra un ejemplo de los conjuntos que se utilizan en la red para plantear el problema de cobertura.

Los autores utilizan el algoritmo clásico de Bar-Yehuda y Even para aproximar la solución al problema. A continuación se presenta el pseudocódigo

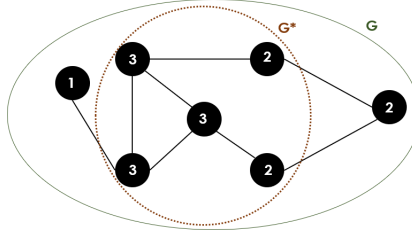


Figura 3.8: Conjuntos en el problema de cobertura con vértices ponderados

donde G es una partición del grafo, G^* su complemento, A es la matriz adyacente de G , A^* es la matriz adyacente de G^* y R son los nodos que se deben remover :

Algoritmo 1: Cobertura de vértices ponderados [74][3]

```

CVP( $G^*, G$ )
 $R = \emptyset$ 
 $d_i = \sum_j A_{i,j}^*$ 
 $d_i = \sum_j A_{i,j}$ 
mientras  $E^* \neq \emptyset$  hacer
    Sea  $x_i$  el nodo que minimiza  $\frac{w_i}{d_i}$ 
     $R \leftarrow R \cup \{v_i\}$ 
     $G^* \leftarrow G^* \setminus v_i$ 
     $G \leftarrow G \setminus v_i$ 
    actualizar  $d$  y  $w$ 
fin
devolver  $R$ 

```

Para una red $G = (V, E)$ con matriz de adyacencia A y matriz de costo de

remoción W , el algoritmo GND es el siguiente:

Algoritmo 2: Desmantelamiento Generalizado de la Red (GND)[74]

$GND(A, W)$ Rem #Lista de nodos a remover

mientras $CM > C$ **hacer**

$B = AW + WA - A$

$D_{B_{i,j}} = \sum_{j=1}^n B_{i,j}$

$L = D_B - B$

 obtener eigenvalores y eigenvectores L

$G^* = (V^*, E^*) \leftarrow M, \bar{M}$

$R = CVP(G^*, G)$

$G = G \setminus R$

$Rem = Rem.append(R)$

 actualizar CM , A y W

fin

devolver Rem

El algoritmo GND estará disponible en github⁷ una vez terminado el presente trabajo.

⁷<https://github.com/sofiadelamora/DesmantelamientoTrataChiapas>

Capítulo 4

Datos

El SNA simplifica las relaciones complejas y, en el caso del presente estudio, clandestinas, en un conjunto de nodos y aristas; por lo que, para que sea un modelo confiable los datos tienen que estar apegados a la realidad. En el caso de las redes ilegales, que operan ilícitamente, sus procesos y procedimientos tienden a no ser constantes para permanecer encubiertos, lo cual complica la recolección de datos [2].

Dado que la red es ilícita, está encubierta, no se conocen sus miembros ni procedimientos. Además, es una red “obscura” dentro de una red “iluminada” porque, como ya se ha mencionado, algunos de sus miembros pertenecen al gobierno o a otras redes legales. Entonces, hay personas que son inalcanzables o difíciles de detener por medio de la fuerza de la ley, dado que la impunidad es un factor innegable en la vida judicial de México. Todo esto añadido a que no se conoce con exactitud el alcance y la organización de la trata de personas a nivel mundial.

Hay dos tipos de variables que se pueden recolectar para el SNA: *estructural* y de *composición*. Las primeras tienen como propósito medir o describir los vínculos entre cada par de actores, cómo pueden ser la amistad o la familiaridad, en este caso es la relación mercantil. Por su parte, las variables de composición también llamadas *atributos* se definen para cada uno de los actores como puede ser su sexo, etnia, empleo, localización geográfica, entre otros [89].

Las redes de trata puras son pocas, la mayoría de las redes de trata están sumergidas en otras redes criminales. Es decir, redes que se dedican al tráfico de armas o droga, también tratan con personas [2]. En la frontera sur de México, en el estado de Chiapas, las redes de trata son pequeñas células que se alimentan de los medios de otras redes como las de tráfico de drogas [20]. Es decir, son pocas personas que explotan a otras personas y utilizan las casas de seguridad y los transportes de otras redes ilegales para operar.

En Chiapas, los tratantes están adscritos a redes de tráfico de personas que son quienes les proveen la mercancía y los transportes. El profesor Rodolfo Casillas Ramírez identificó a los actores genéricos en una red de tráfico de personas y cómo estos se vinculan. A continuación, se definen dichos actores y lo que a su rol refiere:

- Los *explotadores*, quienes gestionan las actividades del tratado. A su vez pueden tener los siguientes roles:
 - Los *reclutadores* son los que atraen a las presas en lugares públicos, en Chiapas buscan migrantes que estén buscando llegar a una localidad específica y los engañan.
 - Los *Raiteros* se dedican a manejar los camiones o taxis que mueven a los tratados hacia los lugares donde son explotados día con día.
- Los *corresponsales*, se encargan de transportar y llevar a los tratados a su lugar de trabajo. Estos se subdividen:
 - Las *escoltas*, como su nombre lo dice, acompañan a los migrantes desde Guatemala hasta la casa de seguridad, ellos contratan a los taxis o camiones para transportarlos y en ocasiones son miembros de la policía.
 - Los *guías* se encargan de pasar a los migrantes por la frontera, en ocasiones se les llama “polleros”
- Los *cobradores* cobran a los traficados y luego tratados y le pagan a los delincuentes.

- Los *estafetas* son los espías y se dedican a informar a los demás sobre posibles movimientos por parte de la policía.
- Los *cuidadores* monitorean las casas en que viven los tratados, mantienen el orden entre las víctimas y cuidan que las autoridades no se acerquen a sus puntos de comercio o a las víctimas.
- Los *funcionarios* son parte esencial de la red. Perdonan a los tratantes a cambio de recibir un poco de su mercancía gratuitamente o a precio especial.
- Los *informantes* están sumergidos en el gobierno o en la policía, específicamente, se dedican a pasar información valiosa a los tratantes para evitar ser capturados.

No todos los puestos mencionados tienen a una persona ocupándolo, una sola persona puede cumplir varias funciones a la vez o varias personas pueden cumplir una función.

Las localidades aledañas a Tapachula son peligrosas para las personas, pues muchos son engañados o secuestrados para tratarlos. La ciudad Tecún Umán, en Guatemala, también es una región muy peligrosa, pues hay personas que se dedican a reclutar, únicamente, a mujeres con el fin de mandarlas a Chiapas y explotarlas [20].

Dado que las redes de trata están diseñadas para sobrevivir y, además, para lucrar tiene elementos indispensables para que esto se cumpla, como los que ya se mencionaron como proveedores, también hay compradores, reguladores y competidores, es decir, diversas redes con distintos productos. Se reconoce que la pieza más importante son los demandantes de los productos de la red, que en este caso son personas y mientras ellos sigan operando, el mercado seguirá existiendo. Sin embargo, el presente trabajo no es busca examinar la demanda, sino dismantelar la red de oferta. La integración de los demandantes sería el propósito de una investigación futura.

4.1. Estimación de datos

Se recolectaron datos por medio de notas periodísticas, registros judiciales y entrevistas a víctimas y ex-convictos. Estos permitieron comprobar que los roles que Casillas expone son los que existen en Chiapas, pero también hay otros personajes que son clave en la trata en la localidad. Todos los datos refieren a actores con vínculos mercantiles, se excluyen a los tratados por ser considerados solo como “mercancía” de la red y los lazos familiares que no se entrelacen con mercantiles no se consideran.

Cada persona tratada tiene una historia que contar, un origen diferente y una perspectiva del mundo inigualable. Se detectó que existe, en general, tres tipos de casos presentes en Tapachula. Un caso es de aquellos extranjeros, algunos centroamericanos, otros sudamericanos, unos cuantos asiáticos, caribeños y africanos, que desean llegar a México para cruzar a Estados Unidos. Llegan a Chiapas y, mientras encuentran cómo seguir avanzando, buscan trabajo en la localidad. Dado que son indocumentados, es difícil que les den un empleo formal y recurren a los negocios de vida nocturna y ahí los comienzan a explotar laboralmente, pues no tienen la posibilidad de tener otro empleo y poco a poco los convencen de prostituirse para generar más dinero y “liberarse” en menor tiempo, pero muchas veces simplemente los obligan a hacerlo.

Otro caso sucede cuando a centroamericanos les prometen un empleo digno en Chiapas para que salgan de la situación de pobreza en la que están en su país. Les piden poco dinero para ayudarlos a cruzar la frontera y les prometen una vida estable, sin embargo, estas personas están siendo reclutadas para explotarlas. Desde Chiapas, explotadores requieren a personas con ciertos aspectos para usarlos en mendicidad, en fábricas sin sueldo o en la prostitución y los reclutadores se los llevan a la puerta de su negocio con engaños, los tratados no pueden volver a salir y se les prohíbe comunicarse con personas fuera del círculo.

El último caso sucede cuando un extranjero o un mexicano se encuentra en una situación vulnerable y los aborda una persona en un parque, un centro nocturno y un centro comercial ofreciéndoles trabajo o amor. Esto sucede,

especialmente, con menores de edad que son abusados en sus casas y son inocentes aún. La mayoría son mujeres que se enamoran del reclutador, que en ocasiones es también el explotador, y terminan siendo explotadas sexualmente. Otros más son jóvenes o niños en busca de salirse de sus hogares o de conseguir un poco de dinero y los convencen para prostituirse o para irse a trabajar a localidades aledañas y son explotados¹.

A partir de los datos obtenidos, se encontró que los policías municipales son el principal motor de las redes de trata en Tapachula. Piden dinero o favores sexual a cambio de permitir a los tratados continúen trabajando, hablando de aquellos que explotan sexualmente. Para aquellos que trabajan forzadamente, piden “mordidas” para no detenerlos. Otros funcionarios públicos también están involucrados en la trata en Chiapas. Muchos de los tratados se conforman con su condición de explotación, pues dicen asegurar que es mejor ese estilo de vida con explotación que la vida que tenían en su país de origen.

4.1.1. Muestreo de bola de nieve

La dificultad que presenta el estudio de las redes ilícitas como la de trata de personas se disminuye conociendo a alguien involucrado en la red. En 1961, Leo A. Goodman propuso una forma de encontrar miembros de una red por medio de entrevistas sencillas, al método lo llamó “muestro de bola de nieve” que es la traducción del inglés “snowball sampling”. Dada una población, se toma una muestra aleatoria y a cada uno de los elementos de la muestra, en este caso, a cada una de las personas en la muestra, se les pida que nombren a k individuos en la población; es decir, se les pida que nombren a k personas con las que tienen conexiones relacionadas a la trata. Se continúa por contactar a esas personas mencionadas y pedirles, de igual manera, que nombren a k personas relacionados a la trata [47].

Se utilizó esta metodología para encontrar el mayor número posible de

¹Es común que en las cafetaleras y en los plantíos de plátano en Chiapas exploten a extranjeros y a mexicanos.

personas involucradas en una red de trata de personas en Chiapas. Se comenzó con entrevistas que se encontraban en línea y a partir de ese punto se contactaron a personas que sufrieron de trata en el pasado o participaron en el negocio en la zona del Soconusco. Sin embargo, fueron pocos los que pudieron proporcionar atributos exactos sobre los actores de la trata. La siguiente sección describirá lo documentado.

4.1.2. Roles y actores encontrados

Se recolectaron datos de los dos tipos (estructurales y de composición) para cada uno de los actores localizados ². En el Apéndice A se indica la localización de los datos desagregados con descripciones específicas sin la mención de nombres de actores.

Tras la recolección de los datos, se encontró que los roles encontrados por Casillas son correctos y también se descubrieron unos cuantos más. Se encontró que hay empresas enteras que participan en la trata y se les dará un trato distinto al de explotador y se excluirá la figura del cobrador. Además, el rol de “informante” se cambiará por el del *partícipe* que refiere a los autoridades que son informantes, reciben *mordidas* para continuar con la trata y contratan servicios de menores de edad y de adultos también. La tabla 4.1 muestra todos los roles y sus definiciones para resumir lo encontrado.

Rol	Definición
Cuidador	Persona encargada de mantener el orden entre los tratados y monitorear el resultado de los tratados.
Empresa	Entidad que “contrata” personas para explotarlos.
Escolta	Persona que contrata los transportes para cruzar a los migrantes de Guatemala a México.
Estafeta	Informa a los demás sobre posibles operativos que afecten a la red.
Explotador	Gestiona las actividades de trata en la red.
Funcionario	Trabajador del gobierno que permite la existencia de las redes a cambio de dinero.
Guía	Es el llamado “pollero” coloquialmente.
Partícipe	Policía que permite la trata y se aprovecha de la misma.
Raitero	Es el chofer de la red.
Reclutador	Es la persona que enrola a otras en la trata por medio de engaños.
Reclutador/Víctima	Es la persona que enrola a otras en la trata y fue víctima de la red anteriormente.

Cuadro 4.1: Roles en la red de trata de personas en Tapachula, Chiapas.

²Para seguridad de la autora y dado que el presente trabajo es meramente teórico, se evita mencionar el nombre de los actores y sus ubicaciones, todo se mencionará con claves

Se localizaron las personas involucradas en la red según sus roles y se les asignó una clave para diferenciarlos del resto de los actores en la red. En la tabla 4.2 se muestran los actores de la red analizada en Tapachula:

Rol	Número de Actores con este rol	Clave del rol
Cuidador	6	Cu#
Empresa	2	Em#
Escolta	2	Es#
Estafeta	3	Et#
Explotador	3	Ex#
Funcionario	2	Fu#
Guía	3	Gu#
Partícipe	3	Pa#
Raitero	5	Ra#
Reclutador	3	Re#
Reclutador/Víctima	2	RV#

Cuadro 4.2: Actores en la red de trata de personas en Tapachula, Chiapas.

Donde “#” se sustituye por el número asignado al actor.

Se hace el supuesto que la red que se pudo descubrir a partir del muestreo no incluye a todos los actores que participan en la red, sin embargo, se cubre a los comunes entre los entrevistados. A continuación, se muestran los resultados aplicando a los datos los métodos antes mencionados.

Capítulo 5

Resultados

5.1. Descripción de la red

La red descubierta cuenta con 34 nodos y 225 aristas y se presenta como en la imagen 5.1.

Para comenzar con el análisis de la red en cuestión se evaluaron las métricas generales para la red mostradas en la tabla 5.1. En términos de SNA, el grado de centralización de 44.32 % señala que la red tiene un núcleo pequeño, hay poca cohesión y la centralización de intermediación de 14.03 % indica que la conexión entre el centro y la periferia es débil.

Métrica topológica	Puntaje
Centralización de intermediación	2 %
Coefficiente de clustering promedio	0.647
Densidad	0.401
Diámetro	3
Grado medio	13.235

Cuadro 5.1

La densidad se define como el número total de vínculos dentro de una red dividido por el número total posible de vínculos. El nivel 0,401 de densidad

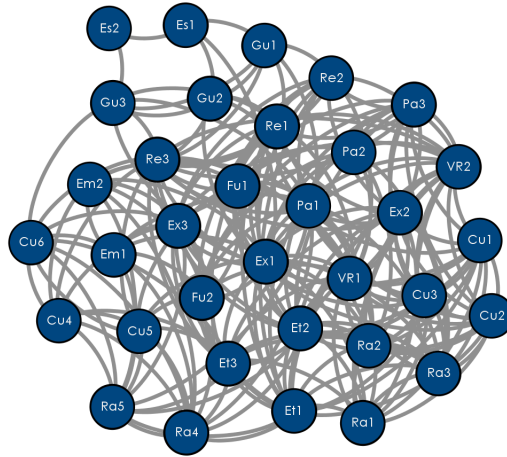


Figura 5.1: Red de trata de personas en Tapachula Chiapas

no es alto, lo que significa que la velocidad a la que la información, las personas y el dinero se difunden entre los actores es relativamente baja, entonces ciertos actores dependen de otros para cumplir con su rol. Entre más desconectada esté una red, menor será la densidad y mayor la posibilidad de dismantelarla con sencillas acciones. La baja densidad también refleja que es difícil monitorear la red desde dentro de ella y las normas no se siguen estrictamente. Esto quiere decir, también, que la aplicación de una política pública que aisle actores será eficiente porque son todos interdependientes.

Dado que hay 34 actores en la red, cada actor podría tener hasta 33 vínculos; entonces, grado medio de centralidad de 13,235 es bajo, esto significa que los actores no están bien conectados. Hay poca cohesión en la red, esto es congruente con el nivel de densidad antes mencionado. Quiere decir que es difícil crear instituciones dentro de la red y esto puede ser por la estructura de esta, pues la red se forma a partir de pequeñas células independientes que se adhieren a redes que se dedican a otro negocio. Es

congruente que la vinculación entre actores sea débil.

Se calcularon las principales medidas para cada uno de los actores involucrados en la red como lo son la intermediación, la centralidad de eigen-vector y la cercanía, las especificaciones se encuentran en el Apéndice B. A partir de esto se descubrió que uno de los explotadores (Ex1) y uno de los partícipes (Pa1) son los brokers, es decir, son aquellos actores intermediarios que facilitan las transacciones entre actores que carecen de acceso o confianza entre ellos, son los puntos de encuentro del resto de la red y resultan ser importantes para el desmantelamiento de esta.

Los actores con centralidad más alta son los mismos dos que los brokers. Es decir, estos son los actores con más conexiones en la red, son los que más se comunican con el resto y los que más lazos comerciales tienen. El explotador tiene alta intermediación (82.76), es decir, es un actor con muchas conexiones en la red y, además, son vínculos a personas importantes a su vez. En otras palabras, es un actor con conexiones con actores con mucho poder y, por lo mismo, es costoso removerlo. El partícipe también tiene intermediación alto, aunque no tanto como el explotador, con 70.18, entonces es un tanto menos importante que el otro Hub.

Sobre la equivalencia de actores, se encontró que tres de los cuidadores son equivalentes (Cu1, Cu2, Cu3); por lo que, la eliminación de uno de ellos serviría de poco porque habría un sustituto inmediato en sus funciones. Lo mismo sucede para dos de los raiteros (Ra2 y Ra3), es decir, aquellas personas que transportan a los explotados, lo cual no es de asombrarse, pues son roles que necesitan de poco conocimientos y contactos y las reglas que deben de seguir son sencillas, entonces reemplazarlos es también sencillo.

Recapitulando, la red cuenta con 34 actores y 225 vínculos que los unen, está medianamente centralizada (44.32 %) y con densidad también media (0.401). Esto significa que la red tiene poca cohesión, los miembros tienen dificultades para enviar la información desde un nodo hacia otro, pues el diámetro de la red es de tres. Lo anterior quiere decir que con el aislamiento de pocos nodos importantes será suficiente para desmantelar la red. A continuación se presenta el análisis de desmantelamiento según distintas

estrategias.

5.2. Simulación de desmantelamiento

5.2.1. Ataque aleatorio

Muchas veces se detienen a personas involucradas en redes criminales fortuitamente, cuando intentan cruzar una frontera, tomar un vuelo o simplemente cuando salen sin protección. Sin embargo, esto puede resultar sumamente costo porque se podría estar deteniendo a un actor sencillo de reemplazar y la red puede ocultarse aún más o volverse más resiliente. Se analizaron los costos y resultados de la utilización de esta estrategia.

Se utilizaron los datos recolectados y se simuló la remoción de cada uno de los actores de la red de manera aleatoria. En la imagen 5.2 se muestra el costo para cada nivel de fragmentación en la red. Es claro que los costos son elevados, pero se debe comparar con otros métodos para aceptar o desacreditarlo.

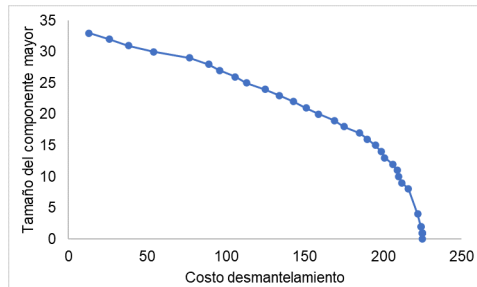


Figura 5.2: Desmantelar la red eliminando actores aleatoriamente

5.2.2. Atacar a Hubs y Brokers

En la sección anterior se encontraron dos actores que funcionan como Hubs y Brokers a la vez, estos tienen roles de explotador y partícipe, respectivamente. En la tabla 5.2 se reflejan las métricas más importantes de la red una vez que se han removido los actores Ex1 y Pa1. Todas las métricas que

están positivamente relacionadas con la cohesión y vínculos fuertes con la red (centralización de intermediación, densidad, grado de centralización y grado medio) disminuyeron; es decir, la red perdió cohesión.

Métrica topológica	Puntaje
Centralización de intermediación	11.44 %
Coefficiente de clustering promedio	0.606
Densidad	0.347
Diámetro	4
Fragmentación	0.653
Grado medio	10.75

Cuadro 5.2

En la imagen 5.3 se muestra la red original con los Hubs/Brokers resaltados para la identificación de estos. La imagen 5.4 muestra la red ya sin los brokers. Ahora solo se tienen 32 actores y 172 vínculos; es decir, los vínculos disminuyeron casi 25 % y, de la imagen 5.4, es notorio que la red está debilitada y el flujo de dinero o lo que se transmita en la red debe de ser mucho más lento, pues el diámetro de la red es mayor y la densidad menor.

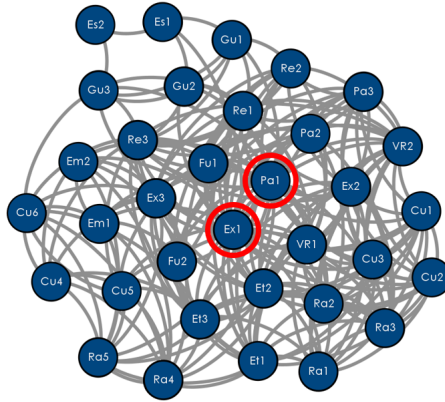


Figura 5.3: Hubs y brokers dentro de la red

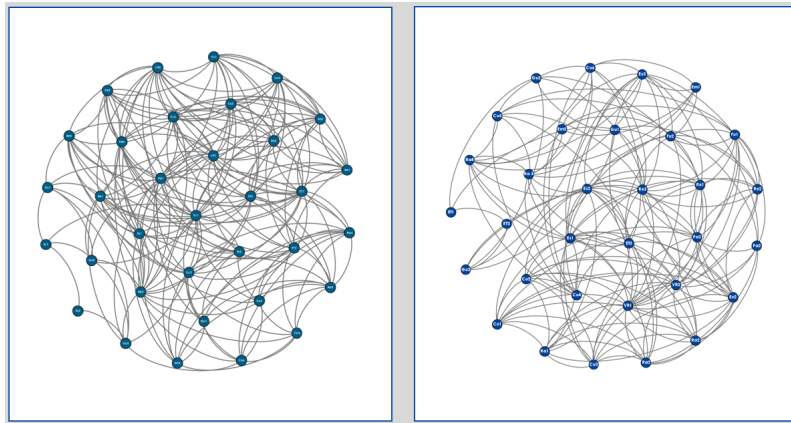


Figura 5.4: Comparación de la red con y sin Hubs/Brokers

La fragmentación aumentó y las métricas de centralidad disminuyeron, los actores están menos conectados. El explotador da personas e información y recibe dinero e información; mientras que, el partícipe da información y

recibe dinero, entonces se corta el flujo de los tres elementos que se transportan a través de la red. Parece una buena estrategia, solo falta encontrar los costos a los que se enfrenta la red al eliminar a ambos actores. En la gráfica 5.5 se encuentra el costo de eliminar a ambos actores Hubs/Brokers.

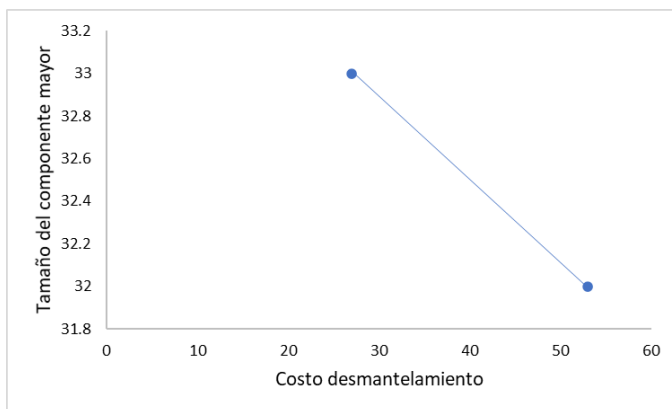


Figura 5.5: Costo de remover a los Hubs

En la gráfica 5.6 se muestra el costo de remover a todos los actores con este método.

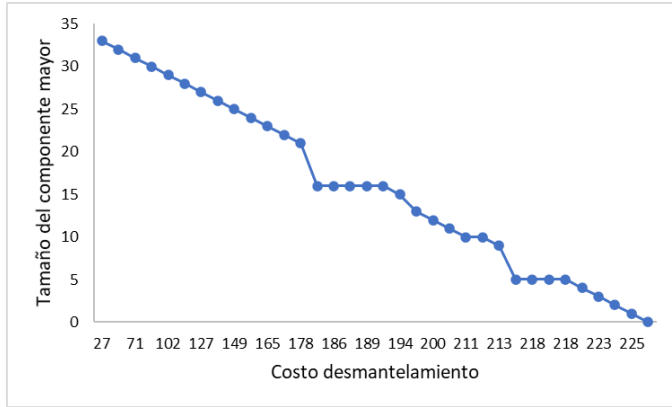


Figura 5.6: Costo de remover por grado del nodo

5.2.3. Aplicación del algoritmo GND

El desmantelamiento de una red con el algoritmo GND, según la literatura, es el más eficiente de todos. La red en cuestión tiene pocos nodos y cualquiera de los algoritmos ya creados encontraría rápidamente una estrategia de desmantelamiento, pero la razón por la que se usa este algoritmo es por los pesos que le asigna a los nodos y la eficiencia de elección de nodos para la cobertura de la que se habló en la sección de metodología. A continuación, en la gráfica 5.7, se muestra el rendimiento del algoritmo en la red de trata de personas.

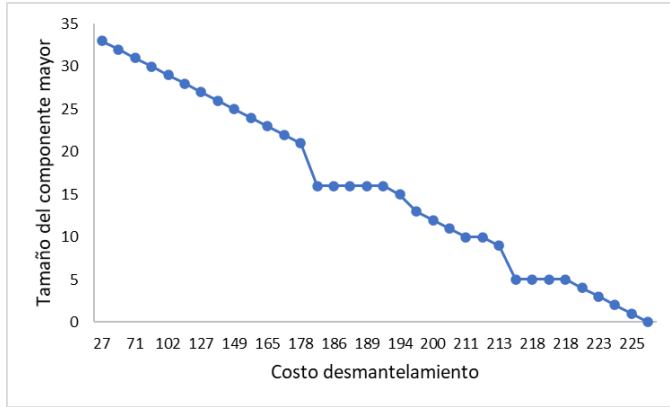


Figura 5.7: Rendimiento GND en la red

El algoritmo propone remover primero a la “Escolta 1” el cual tiene solamente 4 conexiones lo que hace que el costo sea bajo y es un actor crucial para la comunicación entre otros. El segundo nodo que remueve el algoritmo es el “Raítero4”, el cual tiene conexiones con otros once nodos. La estrategia que lleva el algoritmo parece contraria a la de atacar Hubs, pues ataca a actores con grado menor al promedio primero hasta llegar a los nodos más conectados. Sin embargo, para conocer cuál es la mejor estrategia se compararán los resultados con los costos y eficiencia de los algoritmos en la siguiente sección.

5.2.4. Resultados finales

Se evaluaron tres estrategias para encontrar la mejor para el aislamiento de actores y así desmantelar la red de trata de personas en Chiapas. En la gráfica 5.8 muestra los resultados de costo de desmantelamiento para las tres distintas estrategias planteadas para la red específica. Es factible observar que con el algoritmo GND se obtienen mejores resultados que con cualquiera de los otros, pues disminuye los costos y aumenta la fragmentación de la red.

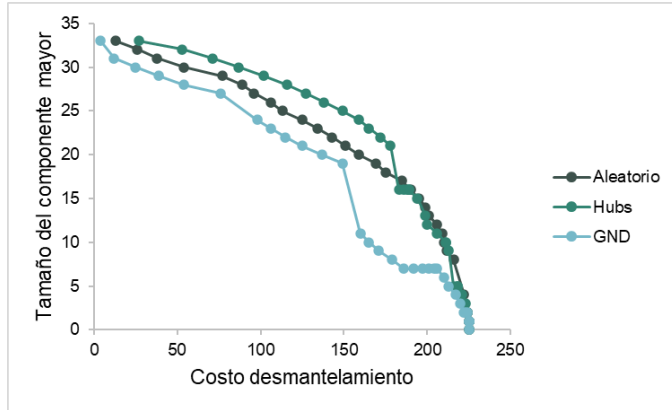


Figura 5.8: Rendimiento de los algoritmos

En la tabla 5.3 se muestra el costo de desmantelar 80 % de la red para cada uno de los algoritmos y, una vez más, la estrategia diseñada con el algoritmo GND es la que resulta más eficiente con un costo de tan solo 186.

Método	Costo de desmantelar 80 %
Remoción aleatoria	214
Remoción a Hubs	218
Remoción con base a GND	186

Cuadro 5.3: Desmantelamiento al 80 % de la red

Los actores que primero se deberán remover de la red, según la estrategia encontrada con el algoritmo GND aparecen en la tabla 5.4 y son actores medianamente importantes, pues no son Hubs ni Brokers, pero tampoco son de los nodos más periféricos de la red.

Remoción	Actor
1	Pa3
2	Ra4
3	Gu2
4	Gu1
5	Re1

Cuadro 5.4: Actores a remover según GND

Por otro lado, en la imagen 5.9 se puede apreciar que solamente la estrategia del algoritmo GND elimina la densidad de la red. Las medidas de centralidad también se mantienen más bajas con el algoritmo GND que con los demás, un ejemplo de esto es la centralidad de intermediación que se puede apreciar en la imagen 5.10

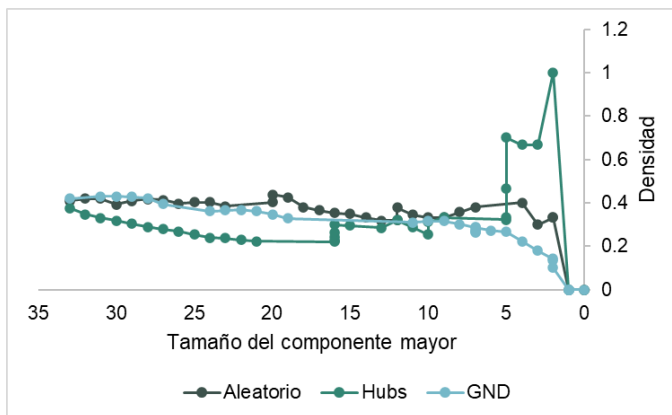


Figura 5.9: Comportamiento de la densidad de la red

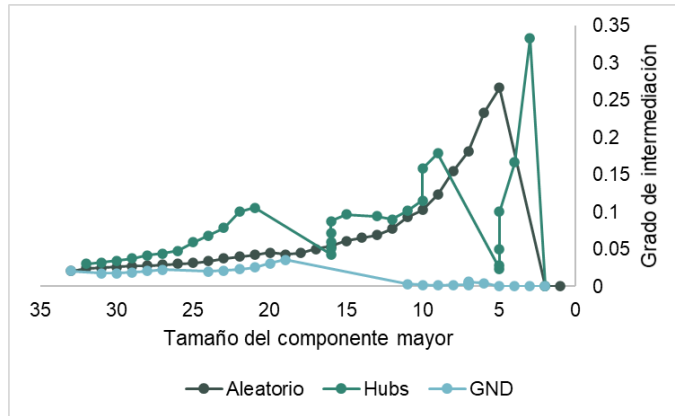


Figura 5.10: Comportamiento de la centralidad de intermediación de la red

El método de desmantelamiento de la red de trata de personas en Chiapas que minimiza los costos y maximiza la fragmentación es el obtenido a través de la aplicación del algoritmo GND.

Capítulo 6

Discusión

Se ha dicho que el ataque a personas con muchos vínculos en una red criminal es la mejor manera para dismantelarla porque se logra que el resto de los actores en la red queden sin forma de comunicarse entre ellos, sin embargo, al poco tiempo puede surgir una persona que reemplace a esta, pues las redes son sumamente flexibles. Entonces, atacar a personas altamente conectadas solo es una solución a corto plazo [36]. Además, si se trata de redes descentralizadas, que no cuentan con un líder o con unos cuántos líderes, el ataque a estos actores solo causa que la red de oculte aún más y sea más difícil la desarticulación de la red [12].

Tomando los primeros nodos que remueve el algoritmo GND parecería que remueve primero a los actores con menos conexiones, empero el quinto nodo que elimina es el “Reculador1” y tiene 16 conexiones, lo cual es mayor al promedio. Por lo que, la elección de estrategia no se puede basar solamente en las conexiones o la calidad de las conexiones de un actor. Para minimizar los costos de dismantelamiento y maximizar la fragmentación de la red se encontró un resultado poco intuitivo, pero bastante claro al ser analizado. Para acercar la teoría a la realidad se recomienda, en futuros trabajos, incluir una matriz de costos W basada en valores monetarios reales de congelamiento de cuentas o encarcelamiento de actos involucrados en la red ilegal.

México es un país donde la impunidad y la corrupción se presentan fre-

cuentemente, esto genera que los costo de remoción de un actor sean más altos que en países con transparencia; sobre todo para aquellos actores que son brokers o hubs, pues tienen conexiones con individuos poderosos o son ellos mismos poderosos. Aunque el propósito del presente trabajo es teórico, pretende mostrar lo importante que resulta la detención de la comercialización de personas para explotarlas y lo poco intrincado que puede ser la estrategia para lograrlo.

Uno de los retor más importantes al que se enfrenta el estudio del desmantelamiento de redes es la recolección de información sustancial y correcta. Las bases de datos para este tipo de cuestiones son, generalmente, para uso limitado de las agencias policiales, pues es información que puede ser potencialmente usada para fines perjudiciales para la sociedad. Esto muchas veces resulta en que la calidad de las bases de datos es pobre y afecta los resultados de las investigaciones. Sin embargo, en los últimos años el uso de métodos de aprendizaje de máquina a permitido que la información recolectada esté más apegada a la realidad.

Para remover a un nodo de la red el proceso es más que solo identificarlo como perteneciente a la red, pues tiene que ser detenido, acusado y determinado como culpable y sentenciado para que haya un verdadero impacto en la estructura de la red [35]. Todo esto tiene un costo que deberá ser absorbido por el Estado; sin embargo, recordando las consecuencias de la trata de personas, los costos de desmantelamiento nunca se compararán con los que tienen que pagar las víctimas por el resto de sus vidas.

Capítulo 7

Conclusión

El presente estudio muestra una aplicación del Análisis de Redes Sociales (SNA), de la teoría redes y de los algoritmos espectrales para desmantelamiento de redes. Utilizando el ejemplo de una red de trata de personas en el estado de Chiapas en México construida a partir del muestro en bola de nueve se ha encontrando que el algoritmo SNA presenta la mejor opción de desmantelamiento de una red minimizando costos de remoción y maximizando la fragmentación de la red.

Basándose en las consecuencias que trae consigo la explotación y comercialización de seres humanos, se buscó la mejor estrategia para determinar a qué actores de la red criminal se deben remover para lograr el desmantelamiento o fragmentación de la misma. Donde el verbo “remover” hace referencia a alterar la red por medio del encarcelamiento o congelamiento de cuentas del actos en cuestión. Se detectó que la mejor estrategia para desmantelar una red no es necesariamente la más intuitiva, como remover a los criminales con más conexiones en la red, pues esto resulta costoso y complicado, más dada la estructura gubernamental del país estudiado.

Entender el problema que representa la trata de personas en la actualidad es tan complejo la detención de este. El presente trabajo solamente estudia una pequeña célula en el cuerpo del crimen más atroz del siglo XXI, pero el desmantelamiento de solo una célula representa la libertad para decenas o hasta miles de vidas. Se reconoce que la demanda de seres

humanos para la explotación de los mismos debe atacarse en primer instancia desde la demanda para que no exista un mercado que lo ofrezca. Además, se hace hincapié en que el desmantelamiento de una red no se termina con la remoción de uno o unos cuantos actores de la red criminal, también se debe buscar la reincorporación de las víctimas en la sociedad para que los resultados sean verdaderamente robustos.

Apéndice A

Demostraciones

Demostración Teorema 1.

Sea $G(V, E)$ un grafo con n nodos y k componentes conectados C_1, C_2, \dots, C_n . Para cada uno de esos componentes definimos

$$s(i) = \begin{cases} 1, & i \in S \\ 0, & \text{cualquier otro caso} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

claramente $\langle x_i, x_j \rangle = 0$ para $i \neq j$ porque los componentes son disjuntos y como $Lx = \sum_{i < j, (i, j) \in E} (x(i) - x(j))$, entonces $Lx = 0X$, entonces hay al menos k vectores que cumplen con esto. Sin embargo, si hubiese otro vector x que tenga cumpla con eso no podría ser ortogonal porque sus entradas deben de ser las mismas para cada nodo; así que, solo hay k eigenvectores cuyo eigenvalor asociado tiene multiplicidad algebraica igual a cero [78].

□

Apéndice B

Métricas de los actores

Actor	Grado de centralidad	Excentricidad	Grado de cercanía	Grado de intermediación	Coefficiente de clustering	Centralidad de eigenvector
Cu1	13	3	0.589286	0.00087	0.935897	0.185111
Cu2	13	3	0.589286	0.00087	0.935897	0.185111
Cu3	13	3	0.589286	0.00087	0.935897	0.185111
Cu4	8	3	0.52381	0.00216	0.75	0.185111
Cu5	9	3	0.568966	0.00741	0.555556	0.063261
Cu6	9	3	0.540984	0.01176	0.611111	0.067217
Em1	8	3	0.559322	0.00342	0.714286	0.080273
Em2	9	3	0.568966	0.00594	0.638889	0.089632
Es1	4	3	0.5	0.01372	0.333333	0.027834
Es2	2	3	0.375	0.00065	0	0.006580
Et1	19	3	0.6875	0.026415	0.619883	0.237529
Et2	19	3	0.6875	0.026551	0.608187	0.238099
Et3	17	3	0.66	0.040951	0.514706	0.187838
Ex1	27	2	0.846154	0.156739	0.444444	0.292080
Ex2	17	3	0.66	0.008402	0.764706	0.229757
Ex3	16	3	0.647059	0.028039	0.525	0.165316
Fu1	13	3	0.611111	0.009737	0.653846	0.160099
Fu2	13	3	0.611111	0.011966	0.564103	0.149497
Gu1	7	2	0.559322	0.005606	0.666667	0.065236
Gu2	7	2	0.559322	0.003631	0.761905	0.072605
Gu3	8	2	0.568966	0.049597	0.535714	0.075360

Pa1	27	2	0.846154	0.13291	0.444444	0.290302
Pa2	10	3	0.578947	0.003416	0.711111	0.135038
Pa3	15	3	0.634615	0.008597	0.704762	0.196749
Ra1	13	3	0.611111	0.001574	0.923077	0.184576
Ra2	14	3	0.622642	0.003761	0.846154	0.192671
Ra3	14	3	0.622642	0.003761	0.846154	0.192671
Ra4	11	3	0.578947	0.008367	0.618182	0.102403
Ra5	11	3	0.578947	0.008367	0.618182	0.102403
Re1	16	2	0.66	0.022068	0.616667	0.194592
Re2	13	3	0.611111	0.007556	0.717949	0.169152
Re3	18	2	0.6875	0.05673	0.496732	0.193213
VR1	20	3	0.702128	0.017353	0.668421	0.256410
VR2	17	3	0.66	0.010948	0.705882	0.221916

Bibliografía

- [1] Albert, R., Jeong, H., y Barabasi, A. L. (2000). *Attack and error tolerance of complex networks*. Nature, 406(6794), 378-382.
- [2] Arney, D. C. C., Bell, J. R., Coronges, K. A., y Merkl, G. (2015). *Simulating and Analyzing Dark Networks: Modeling and Measuring Using Network Tools*. Illuminating Dark Networks: The Study of Clandestine Groups and Organizations, 39, 123.
- [3] Bar-Yehuda, R., y Even, S. (1981). *A linear-time approximation algorithm for the weighted vertex cover problem*. Journal of Algorithms, 2(2), 198-203.
- [4] Benson, A. *Graph Clustering*. Stanford University: CS 224W.
- [5] Biggs, N., Lloyd, E. K., y Wilson, R. J. (1986). *Graph Theory*, 1736-1936. Oxford University Press.
- [6] Bindu, P. V., Thilagam, P. S., y Ahuja, D. (2017). *Discovering suspicious behavior in multilayer social networks*. Computers in Human Behavior, 73, 568-582.
- [7] Blanco, L. R. (2013). *The impact of crime on trust in institutions in Mexico*. European Journal of Political Economy, 32, 38-55.
- [8] Borgatti, S. P. (2003). *The key player problem* (pp. 241-252). na.
- [9] Borgatti, S. P., y Halgin, D. S. (2011). *On network theory*. Organization science, 22(5), 1168-1181.
- [10] Buckland, B. S. (2009). *Human trafficking and smuggling: crossover and overlap*. Strategies Against Human Trafficking: The Role of the Security Sector, 137-165.
- [11] Burguete, A., y Romero, C. (2008). *Diagnóstico de la discriminación en el estado de Chiapas*. Informe E-20-2008, Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación (CONAPRED).

- [12] Brafman, O., y Beckstrom, R. A. (2006). *The starfish and the spider: The unstoppable power of leaderless organizations*. Penguin.
- [13] Brandon, D. (2018). *The Identification of Human Trafficking Victims: Identifying a Hidden Population* (Doctoral dissertation, Northcentral
- [14] Braunstein, A., Dall'Asta, L., Semerjian, G., y Zdeborová, L. (2016). *Network dismantling*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(44), 12368-12373.
- [15] Bright, D. A., Greenhill, C., y Levenkova, N. (2010, December). *Attack of the nodes: Scale-free criminal networks and vulnerability to targeted law enforcement interventions*. In 2nd Illicit Networks Workshop, Wollongong, Australia.
- [16] Bright, D. A. (2015). *Disrupting and dismantling dark networks: Lessons from social network analysis and law enforcement simulations*. Illuminating dark networks: The study of clandestine groups and organizations, 39, 39-51.
- [17] Bright, D. A., Greenhill, C., Reynolds, M., Ritter, A., y Morselli, C. (2015). *The use of actor-level attributes and centrality measures to identify key actors: A case study of an Australian drug trafficking network*. Journal of contemporary criminal justice, 31(3), 262-278.
- [18] Bruckert, C., y Parent, C. (2002). *Trafficking in human beings and organized crime: A literature review* (pp. 1-35). Ottawa: Research and Evaluation Branch, Community, Contract and Aboriginal Policing Services Directorate, Royal Canadian Mounted Police.
- [19] Cáteles mexicanos están "mutando" hacia la trata de personas, advierte la UIF (2020). Expansión política.
- [20] Casillas, R. (2011). Redes visibles e invisibles en el tráfico y la trata de personas en Chiapas. Migración y seguridad: nuevo desafío en México, Colectivo de Análisis de la Seguridad con Democracia, AC, 53-71.
- [21] Carley, K. M., Dombroski, M., Tsvetovat, M., Reminga, J., y Kamneva, N. (2003, June). *Destabilizing dynamic covert networks*. In Proceedings of the 8th international Command and Control Research and Technology Symposium (pp. 79-92).
- [22] Center, P. H. (2006). *Modes of entry for the unauthorized migrant population*. Washington DC.
- [23] Chen, Y., Paul, G., Havlin, S., Liljeros, F., y Stanley, H. E. (2008). *Finding a better immunization strategy*. Physical review letters, 101(5), 058701.

- [24] Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). (2012). *La trata de personas*. Primera edición. México.
- [25] Commission of the European Communities. (2003). *Research Based on Case Studies of Victims of Trafficking in Human Beings in 3 EU Member States: Belgium, Italy, and The Netherlands*. European Union.
- [26] Cuentame INEGI. (2010). *Diversidad. Chiapas*. Monografías INEGI.
- [27] Cunningham, D., Everton, S. F., y Murphy, P. J. (2015). *Casting more light on dark networks: A stochastic actor-oriented longitudinal analysis of the Noordin top terrorist network*. Illuminating dark networks: The study of clandestine groups and organizations, 171-185.
- [28] De Nooy, W., Mrvar, A., y Batagelj, V. (2018). *Exploratory social network analysis with Pajek: Revised and expanded edition for updated software* (Vol. 46). Cambridge University Press.
- [29] Dell, M., Lane, N., y Querubin, P. (2018). *The historical state, local collective action, and economic development in Vietnam*. *Econometrica*, 86(6), 2083-2121.
- [30] Desmantelan red internacional de trata de personas (2019). Excelsior.
- [31] Dickison, M. E., Magnani, M., y Rossi, L. (2016). *Multilayer social networks*. Cambridge University Press
- [32] Doreian, P. (2006). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*, W. de Nooy, A. Mrvar, V. Batagelj, Cambridge University Press, New York (2005).
- [33] Duijn, P. A., Kashirin, V., y Sloot, P. M. (2014). *The relative ineffectiveness of criminal network disruption*. Scientific reports, 4, 4238.
- [34] Duijn, P. A., y Klerks, P. P. (2014). *Social network analysis applied to criminal networks: recent developments in Dutch law enforcement*. In *Networks and network analysis for defence and security* (pp. 121-159). Springer, Cham.
- [35] Duijn, P. A. C., y Sloot, P. M. (2015). *From data to disruption*. *Digital Investigation*, 15, 39-45.
- [36] Everton, S. F. (2012). *Disrupting dark networks* (Vol. 34). Cambridge University Press.
- [37] Everton, S. S. (2008). *Tracking, destabilizing and disrupting dark networks with social networks analysis*.
- [38] Ezeta, F. (2006). *Trata de personas aspectos básicos* No. F/364.150972 E9.

- [39] Fein, H. (2015). *Human rights and wrongs: Slavery, terror, genocide*. Routledge.
- [40] Fiedler, M. (1973). *Algebraic connectivity of graphs*. Czechoslovak mathematical journal, 23(2), 298-305.
- [41] Finke, R., y Stark, R. (2005). *The churching of America, 1776-2005: Winners and losers in our religious economy*. Rutgers University Press.
- [42] Fiscalía General de la República. *¿Sabes cuál es la diferencia entre la trata y el tráfico de personas-*
- [43] Forced labour, modern slavery and human trafficking (2014). *International Labour Organization*.
- [44] Friesendorf, C. (2009). *Strategies against human trafficking: The role of the security sector*. Study Group Information.
- [45] Fronteriza. Secretaría de seguridad y protección ciudadada. Gobierno de Chiapas.
- [46] Gerdes, L. M. (Ed.). (2015). *Illuminating dark networks: the study of clandestine groups and organizations* (Vol. 39). Cambridge University Press.
- [47] Goodman, L. A. (1961). *Snowball sampling*. The annals of mathematical statistics, 148-170.
- [48] Granovetter, M. S. (1977). *The strength of weak ties*. In Social networks (pp. 347-367). Academic Press.
- [49] Heermann, D. W. (1990). *Computer-simulation methods*. In Computer Simulation Methods in Theoretical Physics (pp. 8-12). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [50] Hurtado, V., y Frías, L. (2010). *Estudio de la información sobre la violencia contra la mujer en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- [51] Hopenhayn, M. y Bello, Á. (2001). *Discriminación étnico-racial y xenofobia en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- [52] INEGI. (2008) *Las mujeres en Chiapas*. UNIFEM.
- [53] INM (2014). *Prevención de la Trata de Personas*. Gobierno de México.
- [54] Joffres, K., Bouchard, M., Frank, R., y Westlake, B. (2011, September). *Strategies to disrupt online child pornography networks*. In 2011 European Intelligence and Security Informatics Conference (pp. 163-170). IEEE.

- [55] Keegan, B., Ahmed, M. A., Williams, D., Srivastava, J., y Contractor, N. (2010, August). *Dark gold: Statistical properties of clandestine networks in massively multiplayer online games*. In 2010 IEEE Second International Conference on Social Computing (pp. 201-208). IEEE.
- [56] Kernighan, B. W., y Lin, S. (1970). *An efficient heuristic procedure for partitioning graphs*. The Bell system technical journal, 49(2), 291-307.
- [57] Langner, A. (2012). *México, tercer lugar en trata de personas en AL*. El economista.
- [58] Lay, D. C. (2001). *Álgebra lineal*. México: Prentice Hall.
- [59] La Valley, R. W., Usher, A., y Halman, A. M. (2015). Detecting Dark Networks Using Geo-temporal and Pattern-Based Network Analysis Techniques. *Illuminating Dark Networks: The Study of Clandestine Groups and Organizations*, 39, 71.
- [60] Ley general para prevenir, sancionar y erradicar los delitos en materia de trata de personas y para la protección y asistencia a las víctimas de estos delitos indica que las modalidades de trata de personas. Diario Oficial de la Federación Mexicana, México, 14 de junio de 2012.
- [61] Lillie, M. (2014). *When Drug Trafficking Becomes Human Trafficking*. Human Trafficking Research.
- [62] Mulvey, J. M., y Beck, M. P. (1984). *Solving capacitated clustering problems*. European Journal of Operational Research, 18(3), 339-348.
- [63] Mancuso, M. (2014). *Not all madams have a central role: analysis of a Nigerian sex trafficking network*. Trends in Organized Crime, 17(1-2), 66-88.
- [64] Mauro, P. (1995). *Corruption and growth*. The quarterly journal of economics, 110(3), 681-712.
- [65] Morris, S. D., y Klesner, J. L. (2010). *Corruption and trust: Theoretical considerations and evidence from Mexico*. Comparative Political Studies, 43(10), 1258-1285.
- [66] Neumann, V. (2015). *Never mind the metrics: Disrupting human trafficking by other means*. Journal of International Affairs, 68(2), 39.
- [67] Newman, M. (2010). *Networks: An Introduction* OUP Oxford
- [68] Nolot, B. (productor y director) (2011). *Nefarious: Merchant of Souls* [documental]. País: Estados Unidos.

- [69] Nunn, N., y Wantchekon, L. (2011). *The slave trade and the origins of mistrust in Africa*. American Economic Review, 101(7), 3221-52.
- [70] Kabelíková, P. (2006). *Graph Partitioning Using Spectral Methods*. Technical University of Ostrava Faculty of Electrical Engineering and Computer Science Department of Computer Science.
- [71] Pradilla, A.(2019). *Más allá del río Suchiate y Tapachula, las otras fronteras en Chiapas que ninguna autoridad mira*. Animal Político.
- [72] Pinotti, P. (2011). *The economic consequences of organized crime: Evidence from Southern Italy*. Bank of Italy.
- [73] Putnam, R. D., Leonardi, R., y Nanetti, R. Y. (1994). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton university press.
- [74] Ren, X. L., Gleinig, N., Helbing, D., y Antulov-Fantulin, N. (2019). *Generalized network dismantling*. Proceedings of the national academy of sciences, 116(14), 6554-6559.
- [75] Rodarte, M. T. (2017). Casar Pérez, María Amparo (2015). México: Anatomía de la corrupción. Clivajes. Revista de Ciencias Sociales, (7), 202.
- [76] Robles, G., Calderón, G., y Magaloni, B. (2013). *Las consecuencias económicas de la violencia del narcotráfico en México* (No. IDB-WP-426). IDB Working Paper Series.
- [77] Roh, S., y Lee, J. L. (2013). *Social capital and crime: a cross-national multilevel study*. International Journal of Law, Crime and Justice, 41(1), 58-80.
- [78] Roughgarden, T., y Valiant, G. (2016). *CS168: The Modern Algorithmic Toolbox Lectures 11 and 12: Spectral Graph Theory*.
- [79] Saramäki, J., Kivelä, M., Onnela, J. P., Kaski, K., y Kertesz, J. (2007). *Generalizations of the clustering coefficient to weighted complex networks*. Physical Review E, 75(2), 027105.
- [80] Schedler, A. (2014). *The criminal subversion of Mexican democracy*. Journal of Democracy, 25(1), 5-18.
- [81] Shakarian, P., Martin, M., Bertetto, J. A., Fischl, B., Hannigan, J., Hernandez, G., ... y Young, C. (2015). *Criminal social network intelligence analysis with the gang software*. In Illuminating Dark Networks (pp. 143-156). Cambridge University Press.
- [82] Shelley, L. (2010). *Human trafficking: A global perspective*. Cambridge University Press.

- [83] Sparrow, M. K. (1991). *The application of network analysis to criminal intelligence: An assessment of the prospects*. Social networks, 13(3), 251-274.
- [84] Stark, R. (2006). *The victory of reason: How Christianity led to freedom, capitalism, and Western success*. Random House Incorporated.
- [85] Stewart, I. (1995). *Concepts of modern mathematics*. Courier Corporation.
- [86] Transparencia Internacional. (2020). *Corruption Perceptions Index 2019*.
- [87] UNODC (2019). *Global Report on Trafficking Persons*.
- [88] UNODC, *Trafficking in Persons* 69.
- [89] Wasserman, S., y Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications* (Vol. 8). Cambridge university press.
- [90] West, D. B. (1996). *Introduction to graph theory (Vol. 2)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice hall.
- [91] Xu, J., y Chen, H. (2008). *The topology of dark networks*. Communications of the ACM, 51(10), 58-65.
- [92] Xu, J., y Chen, H. (2003, June). *Untangling criminal networks: A case study*. In International Conference on Intelligence and Security Informatics (pp. 232-248). Springer, Berlin, Heidelberg.
- [93] Zak, P. J., y Knack, S. (2001). *Trust and growth*. The economic journal, 111(470), 295-321.