



**Sección.** Investigación | **Section.** Research | **Seção.** Pesquisa

Artículo revisado por pares académicos.

## Índices de fragmentación urbana aplicado a las nuevas centralidades de la ciudad de Culiacán

**Belén Obdulia Pérez Peñuelas.** Doctora en Ciudad Territorio y Sustentabilidad de la Universidad de Guadalajara. Magíster en Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Autónoma de Sinaloa y arquitecta del Instituto Tecnológico de Los Mochis. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2231-5420> Correo electrónico: [arq.belenperez@gmail.com](mailto:arq.belenperez@gmail.com)



**Recibido:** 19 de marzo de 2023

**Aprobado:** 31 de julio de 2023

**Publicado:** 19 de abril de 2024

**Acceso abierto:** Creative Commons:

Atribución-NoComercial-

CompartirIgual 4.0 Internacional

(cc by-nc-sa 4.0), la cual permite

a otros distribuir, remezclar,

retocar, y crear a partir de su obra,

de modo no comercial, siempre y

cuando den crédito y licencien sus

nuevas creaciones bajo las mismas

condiciones.



**Conflicto de intereses:** la autora ha

declarado que no existen conflictos

de intereses.

### Resumen

La entrada del nuevo modelo económico orientado a la apertura comercial iniciada a finales de los años setenta del siglo xx propició que las ciudades latinoamericanas experimentaran intensos procesos de reestructuración debido al rápido crecimiento, el abandono de las instituciones oficiales y el protagonismo de iniciativa privada. Este proceso contribuyó a la promoción y formación de núcleos urbanos periféricos, considerados como aspectos principales en la reestructuración territorial. La estructura urbana se transformó en una fragmentada y descentralizada al disminuir la importancia del centro y por la diversificación de dichos núcleos urbanos periféricos que, si bien se complementan, también compiten entre ellos, se especializan en los servicios que ofertan y son selectivos de los grupos poblacionales a los cuales ofertan sus servicios. El objetivo de esta investigación es obtener el índice de fragmentación urbana de las centralidades intraurbanas de la ciudad intermedia de Culiacán, mediante un formato de levantamiento, para determinar el número de elementos divisorios con que cuenta cada una. Los resultados mostraron que las centralidades más consolidadas como centro principal cuentan con los índices de fragmentación urbana más bajos; mientras que las nuevas centralidades, aun débiles en concentración de centralidad, cuentan con los índices de fragmentación más altos. Lo anterior debido a que las nuevas centralidades están especializadas en los servicios que ofertan y, por lo tanto, van dirigidos a ciertos grupos poblacionales. Además de que no cuentan con todos los medios de conectividad con los que cuenta el centro principal.

**Palabras clave:** centralidad, ciudad intermedia, estructura urbana, policentrismo, reestructuración urbana.

## Urban Fragmentation Indices Applied to the New Centralities of the City of Culiacán

## Índices de fragmentação urbana aplicados às novas centralidades da cidade de Culiacán

### Abstract

The entry of the new economic model oriented towards trade liberalization, which began in the late 1970s, led Latin American cities to undergo intense processes of restructuring due to rapid growth, the neglect of official institutions, and the prominence of private initiatives. This process contributed to the promotion and formation of peripheral urban centers, considered a key aspect in territorial restructuring. The urban structure became fragmented and decentralized as the importance of the center diminished and the peripheral urban centers diversified. Although the latter complement each other, they also compete, specializing in the services they offer, and being selective in terms of the population groups they target with their services. The objective of the research is to obtain the urban fragmentation index of the intraurban centralities of the middle-size city of Culiacán, through a survey format, to determine the number of divisive elements each one has which help increase the fragmentation indexes. The results showed that the more consolidated centralities have the lowest urban fragmentation indices, while the new centralities, although weak in terms of centrality concentration, have the highest fragmentation indices. This is because the new centralities are specialized in the services they offer and, therefore, they target certain population groups. Additionally, they do not have all the means of connectivity that are available to the main center.

**Keywords:** centrality, middle-size city, urban structure, polycentrism, urban restructuring.

### Resumo

A entrada do novo modelo econômico orientado para a abertura comercial iniciado no final da década de setenta do século xx fez com que as cidades latino-americanas vivenciassem intensos processos de reestruturação devido ao rápido crescimento, ao abandono das instituições oficiais e ao destaque da iniciativa privada. Este processo contribuiu para a promoção e formação de centros urbanos periféricos, considerados como o principal aspecto da reestruturação territorial. A estrutura urbana tornou-se fragmentada e descentralizada pela diminuição da importância do centro e pela diversificação destes centros urbanos periféricos que, embora se complementem, também competem entre si, especializam-se nos serviços que oferecem e são selectivos das populações à qual oferecem seus serviços. O objetivo da pesquisa é obter o índice de fragmentação urbana das centralidades intraurbanas da cidade intermediária de Culiacán, através de um formato de pesquisa, para determinar a quantidade de elementos divisores que cada uma possui e que contribuem para aumentar os índices de fragmentação. Os resultados encontrados mostraram que as centralidades mais consolidadas como centro principal apresentam os menores índices de fragmentação urbana; enquanto as novas centralidades, mesmo fracas em concentração de centralidade, apresentam os maiores índices de fragmentação. Isto se deve ao fato de as novas centralidades serem especializadas nos serviços que oferecem e, portanto, destinarem-se a determinados grupos populacionais. Além disso, não possuem todos os meios de conectividade que o centro principal possui.

**Palavras-chave:** centralidade, cidade intermediária, estrutura urbana, policentrismo, reestruturação urbana.

## Introducción

En el último cuarto del siglo xx, surgió en América Latina un nuevo modelo económico, caracterizado por una revolución científica y tecnológica, así como por la descentralización del Estado. Al mismo tiempo, el sector privado adquirió un papel protagonista (Boisier, 1990), que impactó directamente en los sistemas de producción, información y el transporte. Este conjunto de cambios en la estructura productiva logró configurar el sistema urbano, el cual se fue transformando por la reproducción, mutación y continua reconstrucción de las ciudades debido al mejoramiento económico en los diferentes sectores (Durán, 2015).

Desde finales de los años setenta, tanto en México como en el resto de los países de América Latina, se dio una etapa de rápido crecimiento urbano, caracterizada por la entrada de capital extranjero y por la privatización del espacio público, que desembocó en segregación social (Segre, 2008). Para los años ochenta, se observó una estructura urbana erosionada que gradualmente fue reemplazada, marcando, así, el inicio de la decadencia del centro tradicional (Schelotto, 2008). En la década de los noventa, las actividades centrales se desplazaron hacia la periferia, con la finalidad de brindar mejor accesibilidad (Segre, 2008).

Durante el siglo xxi, las ciudades se encuentran en un proceso de rápido crecimiento, abandonadas por las instituciones oficiales y tomadas por la iniciativa privada, las cuales adquirieron gran protagonismo en el desarrollo urbano dada la promoción y formación de núcleos urbanos periféricos, considerados como aspecto principal en la reestructuración territorial (Becerril-Padua, 2000). Dicha combinación transformó la estructura urbana en una fragmentada y descentralizada (Link, 2008).

La proliferación de núcleos urbanos periféricos llevó a una disminución de la importancia del centro histórico (Link, 2008) y a una recomposición de la centralidad urbana. Esta nueva organización sale del centro y se reproduce en múltiples ubicaciones, dando lugar a nuevas centralidades con diversidad en su naturaleza y jerarquía (Beuf, 2012). Estos nuevos núcleos

urbanos se complementan entre sí, pero también compiten entre ellos, por estar dirigidos a diferentes grupos poblacionales de acuerdo con los servicios que se ofrecen.

Las nuevas centralidades son cada vez más selectivas, puesto que sus diseños cumplen con la función de atraer o repeler grupos poblacionales específicos mediante el empleo de elementos, como control de accesos, cobros en estacionamientos y carencia de rutas de transporte público, que condicionan el acceso de determinados sectores de la población. Esta dinámica conduce a una concentración y diversificación de las actividades terciarias, lo cual contribuye a ampliar los límites urbanos y originar una estructura más dispersa y fragmentada (Olivares y González, 2004).

México no ha estado exento del rápido crecimiento urbano. Solo durante el periodo del nuevo modelo económico orientado a la apertura comercial, comprendido entre 1980 y 2010, surgieron 157 nuevas ciudades, para alcanzar un total de 384 (SEGOB *et al.*, 2012). Ya para 2015 las ciudades sumaban 401, concentrando al 74.2 % de población urbana (SEGOB *et al.*, 2018).

El Sistema Urbano Nacional clasifica las ciudades mexicanas en seis categorías de acuerdo con el rango poblacional. En la tabla 1 En esta se observa que las 22 ciudades intermedias suman un total de 17 103 639 habitantes, cifra aún mayor que la población de las 64 ciudades medias.

**Tabla 1.** Total de ciudades por jerarquía

Jerarquía de ciudades	Tamaño de población	Ciudades	Población
a) Megaciudad	5 000 000 o más	2	26 861 070
b) Grandes ciudades	1 000 000-5 000 000	13	23 807 517
c) Ciudades intermedias	500 000-1 000 000	22	17 103 639
d) Ciudades medias	100 000-500 000	64	15 080 328
e) Pequeñas ciudades	50 000-100 000	46	3 033 754
f) Centros urbanos	15 000-50 000	254	6 722 834

**Fuente:** elaboración propia con datos de segob *et al.* (2018) e Inegi (2015).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2012) establece que las ciudades grandes tienden a mantener su tamaño, mientras que las ciudades intermedias continuarán creciendo debido a que están en la mira de las grandes inversiones. Según De Mattos (2002), los estudios suelen centrarse en casos de ciudades grandes. Sin embargo, es igualmente importante prestar atención a las ciudades intermedias por cuanto presentan ciertas particularidades como el tamaño, el tipo de infraestructura, servicios y equipamiento adecuados para establecer nuevas intervenciones, accesibilidad a mano de obra calificada y barata, una ubicación estratégica en el conjunto de ciudades, con lo cual se garantiza la conectividad para el traslado de materia prima y productos.

En la clasificación, Valle de México, con 20 890 habitantes, constituye un ejemplo representativo de la megaciudad. Dentro de las grandes ciudades, se destacan Guadalajara, con 4890 habitantes y Monterrey, con 4690

habitantes. De la lista de las 22 ciudades intermedias, la ciudad de Culiacán se encuentra en primer lugar para pasar a la lista de ciudades grandes, según la proyección del Sistema Urbano Nacional (SEGOB et al., 2018).

La ciudad de Culiacán Rosales (ciudad de Culiacán) se encuentra en el municipio de Culiacán, del estado de Sinaloa en México, del cual es la capital (figura 1). En el año de 1995, la ciudad registró una población de 505 518 habitantes, con lo cual entró a formar parte de la lista de ciudades intermedias. Para el año 2015, contaba con una población de 858 638 habitantes dentro de su área urbana, datos con los que se realiza la investigación debido al retraso que presentó el conteo de población y vivienda para el año 2020 a causa de la contingencia sanitaria. Durante el 2015, la ciudad también fue clasificada como zona metropolitana con una población de 966 609 habitantes, tal como se muestra en la tabla 2.

**Figura 1.** Ubicación de la ciudad de Culiacán Rosales



Fuente: elaboración propia (2022).

**Tabla 2.** Población, superficie y densidad de la ciudad de Culiacán

Año	Habitantes		Superficie	Densidad
	Ciudad Inegl	Zona metropolitana	Ciudad Pimus	Ciudad Pimus
1990	415 046		7318	56.7
1995	505 518		9464	53.4
2000	540 823		11 456	47.2
2005	605 304		12 565	48.2
2010	675 773		12 468	54.2
2015	858 638	966 609	13 044	55.4

Fuente: elaboración propia con datos del Inegi (2015), (segob et al., 2018), Céntrico (2018).

Las autoridades de la ciudad de Culiacán han realizado diversas publicaciones en las que se identifican puntos estratégicos para promover la inversión y, de esta manera, crear centros de servicios que mejoren la accesibilidad de la población de las zonas periféricas. El objetivo es descongestionar el centro principal, reduciendo la cantidad de viajes y el congestionamiento desde las áreas periféricas. Sin embargo, no se ha proporcionado una explicación detallada sobre el proceso para determinar dichas localizaciones.

Aunque la intención es acercar los puntos de abastecimiento a la población, lo cual contribuye al desfogue de viajes realizados al centro tradicional, la verdad es que existen vicios ocultos en la planeación y ejecución de los proyectos. Generalmente, esos proyectos tienden a favorecer en mayor medida a la población con menos necesidades, a quienes ya están beneficiados, cuando debería ser al revés.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es obtener el índice de fragmentación urbana de las centralidades intraurbanas de la ciudad intermedia de Culiacán, mediante un formato de levantamiento, para determinar el número de elementos divisorios con que cuenta cada una y cómo estos contribuyen a incrementar los índices de fragmentación.

## La fragmentación urbana

“La fragmentación urbana es un fenómeno espacial que resulta de la ruptura, separación o desconexión de la forma y estructura preexistente de la ciudad” (Burgess, 2009, p. 101). Este proceso se desencadena por el crecimiento y la reestructuración, evidenciado en el surgimiento de nuevos desarrollos tanto en la periferia como al interior del área urbana, acompañando por un creciente empleo de elementos divisorios, y por la anexión de asentamientos debido al proceso de expansión. Sin embargo, estos asentamientos van siendo alcanzados poco a poco e incluso re-basados por la expansión urbana que, si bien, se suman al conjunto urbano, no necesariamente se integran a él.

## Ángulos a líneas de la fragmentación urbana

En el contexto latinoamericano, la fragmentación urbana se suele dividir para su análisis. Algunos autores concuerdan en que esta cuenta con dos líneas: primera y segunda línea (Valdés, 2007); también llamadas ángulos: primer y segundo ángulo (Vidal, 1997), escalas: gran escala y pequeña escala (Veltz, 1999, citado en Caravaca y Méndez, 2003), dimensiones: micro y macro (Link, 2008; Bergesio y Golovanevsky, 2014), o perspectivas (Durán, 2015). Finalmente, algunos otros hacen la diferenciación sin asignarle una denominación (Prévôt, 2001).

La primera línea corresponde a un “proceso territorial complejo, cuyas causas son diversas y fuertemente enraizadas en la historicidad urbana, y que expresa la dinámica de los cambios físicos, sociales y simbólicos de la ciudad” (Vidal, 1997, p. 3). “Cada fragmento es fácilmente identificable en términos de configuración territorial y se localizan de manera continua en la trama urbana, pero con fronteras invisibles relacionadas con la alteridad” (Valdés, 2007, p. 6). La fragmentación “asocia componentes espaciales (desconexión física, discontinuidades morfológicas), dimensiones sociales (repliegue comunitario, lógicas exclusivas) y políticas (dispersión de actores y automatización de dispositivos de gestión y regulación urbana)” (Prévôt, 2001, pp. 34-35). Esta línea se encuentra ligada a “procesos de desigualdad social y barreras materiales y/o inmateriales” (Valdés, 2007, p. 3).

La fragmentación también “se asocia a una ruptura, separación o distanciamiento social en la ciudad derivado [...] del comportamiento del mercado de tierras, los emprendimientos inmobiliarios, los nuevos estilos de vida, la polarización social [y] la inseguridad creciente” (Bergesio y Golovanevsky, 2014, p. 6). Asimismo, este fenómeno “se interpreta como el resultado de un mercado desregulado en la asignación de recursos, en la localización de las inversiones y en la infraestructura urbana” (Rodríguez y Winchester, 2004, citado en Jiménez *et al.*, 2016, p. 58).

Para otros autores, la fragmentación en una dimensión micro, asocia

una ruptura, separación o distanciamiento social en la ciudad, estudiado básicamente a través de la idea de segregación. Esta aproximación considera que la actual dinámica urbana lleva a una fractura y separación social en el espacio, que se refleja en el surgimiento de barrios cerrados o similares localizados allí [...] donde se juntan estratos sociales diferentes, gracias a los nuevos patrones de urbanización. (Link, 2008, pp. 17-18)

Este fenómeno es una “consecuencia de las diferencias sociales clásicas acentuadas en la mercantilización de la vivienda y el suelo” (Fani, 2006, citado en Link, 2008, pp. 17-18). Esto remite a un distanciamiento social reflejado en el espacio y asociado a una nueva estructura social. La dimensión micro es una perspectiva de estudio de la fragmentación urbana que “describe las rupturas de la estructura urbana interna” (Durán, 2015, p. 17).

En este sentido, la fragmentación urbana puede entenderse como un modo de organización espacial determinado por lo cercado y los obstáculos físicos. En ella, se examinan las barreras físicas, los obstáculos y los límites que fragmentan, aunque, como ya se mencionó, estos no son infranqueables; existen niveles de porosidad en los bordes debido a relaciones complejas de mutua dependencia y desconfianza establecidas entre los diferentes estratos sociales (Kozak, 2018).

Algunos de los autores que han realizado investigaciones sobre la primera línea la describen como un proceso territorial mayor que se construye a través de tres subprocesos fundamentales: fragmentación social (nivel infraestructural), fragmentación física (nivel estructural) y fragmentación simbólica (nivel supraestructural). No es necesaria la existencia de los tres niveles; en cualquiera de los casos, se supone la independencia de las partes.

La fragmentación urbana constituye la expresión mayor de un proceso que en términos sociológicos podríamos llamar, desde un punto de vista positivo, de existencia de ciudades en

la ciudad y desde un punto de vista negativo, la desaparición sociológica de la ciudad, como consecuencia de su dislocación social, de su desagregación física, y de su desmembramiento simbólico. (Vidal, 1997, p. 5)

La segunda línea de fragmentación es un concepto sistémico explicativo de la organización del territorio que se compone de tres elementos estructurales: las redes, los nodos y los tejidos territoriales (Vidal, 1997). “Cada fragmento es fácilmente identificable en términos de configuración territorial y se localizan [de forma] discontinua, a manera de islas en el espacio urbano y como resultado de la expansión urbana” (Valdés, 2007, p. 6). Esta línea “se relaciona con las discontinuidades en el proceso de expansión urbana respecto de la trama producto de los procesos de metropolización” (Valdés, 2007, p. 3) y “globalización, en el interior de las ciudades, [donde] se desarrollan lógicas de separación y nuevas fronteras urbanas” (Prévôt, 2001, p. 35). Sobre la misma línea, el autor Felipe Link (2018) menciona que esta se encuentra

asociada a un proceso amplio de relocalización. [...] Es decir, proceso asociado a la generación de nuevos ‘distritos’ urbanos que responden a la lógica de organización de la producción del capitalismo en su fase actual, así como a nuevos patrones culturales y de consumo de los ciudadanos. [...] Se puede asociar claramente a los procesos de reestructuración productiva, específicamente 1) al crecimiento del sector terciario con el consiguiente aumento de servicios a las empresas y a las personas, y 2) a la flexibilización de la producción industrial con la consiguiente modificación de su localización y arquitectura de producción [y] almacenamiento. (p. 17)

Esta línea corresponde a una perspectiva de estudio de la fragmentación urbana por discontinuidad morfológica, que “se caracteriza por la falta de continuidad entre los fragmentos, es decir, por la dispersión y atomización de los fragmentos edificados en el territorio” (Durán, 2015, p. 18).

Respecto a la segunda línea, la proliferación de enclaves urbanos (*shopings-malls* de última generación, condominios cerrados, edificios corporativos, etc.) ha tenido una incidencia en la estructura metropolitana, suburbanizada y policéntrica. Por consiguiente, la ciudad compacta pasa a ser una más fragmentada.

De Mattos (2002) explica el papel de las áreas metropolitanas en la generación de transformaciones urbanas que cambian la estructura y funcionamiento de la ciudad. Esto resulta en una superespecialización funcional e interconectada en la ciudad, que se manifiesta en múltiples centros especializados de comercio, industria, servicio y residencia. Estos centros, a su vez, se relacionan con la configuración de una trama de funciones especiales, que son complementarias, interdependientes, conectadas y altamente discriminantes (Link, 2008). Este proceso lleva a la creación de una ciudad que muestra una fragmentación evidente (Jiménez *et al.*, 2016).

Borsdorf (2003) simplifica en cuatro procesos la evolución de la estructura de las ciudades latinoamericanas: 1) la época colonial; 2) la primera fase de urbanización, la cual contaba con un principio estructural lineal ligado a las líneas del ferrocarril; 3) la segunda fase de urbanización con un principio estructural polarizado, generado por la aparición de autopistas urbanas y suburbanas, y 4) la fase de reestructuración caracterizada por un principio estructural fragmentado, esta última surge a principios de los setenta.

La unión de las tendencias lineal y celular de forma evolucionada forman el principio de estructuración denominado como fragmentación, el cual consiste en una “forma de separación de funciones y elementos socioespaciales, ya no –como antes– en una dimensión grande (ciudad rica-ciudad pobre, zona habitacional-zona industrial), sino en una dimensión pequeña” (Borsdorf, 2003, p. 7).

## Metodologías que miden el índice de fragmentación urbana a escala macro

En la revisión bibliográfica se encontraron algunas investigaciones que miden el índice de fragmentación urbana, como la de Gurrutxaga (2003). En su investigación *Índice de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*, el indicador propuesto es una medida cartográfica del grado de agregación espacial de las manchas de hábitat objeto de estudio. El autor obtiene el índice de fragmentación para los diferentes ambientes de fauna y flora silvestre, de forma individual para cada uno de los ambientes, con el fin de determinar el grado de fragmentación del ambiente respecto al área de estudio.

La fórmula empleada para la obtención del índice de fragmentación de los ambientes es la siguiente:

$F = \text{Superficie total del hábitat (número de manchas} \times \text{dispersión de las manchas)}$

Donde, dispersión de las manchas  
 $(Rc) = 2 dc (\lambda/\pi)$ ,

$dc$  = distancia media desde una mancha (su centro o centroide) hasta la mancha más cercana.

$\Lambda$  = densidad media de mancha = (número de manchas / superficie total del área de estudio en ha) \* 100 = número de manchas por cada 100 ha

$A$  = Superficie total del área de estudio

El resultado utiliza una escala inversamente proporcional al grado de fragmentación del paisaje; es decir que un aumento del valor del índice indica que la fragmentación disminuye. El valor máximo del índice de fragmentación tiende a infinito, lo cual indica menor fragmentación; a su vez, su valor mínimo tiende a cero, lo cual sugiere una mayor fragmentación, en este caso, el grado máximo de fragmentación.

Un hábitat se compone por varios ambientes (flora, fauna, suelo) que se distribuyen en pequeñas áreas dispersas a lo largo de este. En este contexto, el elemento que delimita o fragmenta un ambiente es otro ambiente; no existen

barreras que impidan un aislamiento total. El índice de fragmentación que se obtiene indica el grado de fragmentación en que se encuentra el ambiente respecto a él mismo; es decir, la dispersión de un mismo ambiente en todo el hábitat, de modo que no se puede saber el índice de fragmentación de un ambiente respecto a otro, o en relación con el hábitat, debido a que los índices de fragmentación de cada ambiente no son compatibles, porque cada ambiente es diferente.

Esta metodología puede ser viable solo para situaciones en donde lo que se pretende es obtener el índice de fragmentación de algún ambiente urbano en específico, pero no sirve para determinar cómo ese ambiente contribuye en la fragmentación de la ciudad. Por tanto, no sería aplicable para esta investigación, ya que lo que se pretende es saber en qué medida las centralidades fragmentan la ciudad o el territorio delimitado por la zona intraurbana de la ciudad, lo que arrojaría esta metodología sería en qué medida se encuentran fragmentadas las centralidades entre ellas.

En su artículo titulado “Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: Herramienta IndiFrag”, Sapena y Ruiz (2015) presentan IndiFrag, una herramienta utilizada con el programa ArcGIS para calcular índices y variables que describen de forma cuantitativa el nivel de fragmentación y la distribución espacial de los usos de suelo de mapas en formato vectorial. La herramienta compila un gran número de índices de fragmentación y permite su cálculo para objetos cartográficos en varios niveles de jerarquía como objeto, clase y superobjeto. Los índices se dividen en cinco funciones: área y perímetro, forma, agregación, diversidad y contraste.

Adicionalmente, esta es una herramienta que permite medir la fragmentación del paisaje que, adaptada a situaciones urbanas, ayuda a cuantificar la evolución de las zonas urbanas a lo largo del tiempo, al igual que muchas otras herramientas y programas similares, como Fragstats v4 (McGarigal et al., 2012) y LFT v2.0 (CLEAR, 2009). El primero, considerado el programa referente actual (MacLean y Congalton, 2013), permite el cálculo automático de índices

de fragmentación mediante información de los usos del suelo en formato ráster, mientras que la segunda muestra visualmente los niveles de fragmentación, sin ofrecer valores numéricos (Sapena y Ruiz, 2015).

Todos los programas anteriores quedan limitados para la obtención de índices de fragmentación urbana que señalen cómo algún elemento urbano de interés fragmenta la ciudad o algún territorio. Es decir, que la medición de la fragmentación urbana empleando los índices de fragmentación del paisaje es apropiada solo si se trata de una fragmentación urbana analizada por discontinuidad morfológica sin la presencia de elementos divisorios físicos.

También se cuenta con investigaciones como la de Sapena y Ruiz (2017), *Aplicaciones de los índices de fragmentación de los usos del suelo para caracterizar la expansión urbana*, y Sapena et al. (2017), *Modelos de simulación de expansión urbana a partir de imágenes de satélite: adecuación al análisis temporal de la fragmentación de los usos del suelo*. Ambas investigaciones retoman casos de estudio de ciudades europeas, incluso en sus títulos se puede apreciar el tema de expansión urbana y uso de suelo, aspectos relevantes para el abordaje de la fragmentación urbana a partir de la línea de análisis cuando puede ser considerada como sinónimo de expansión, dispersión, etc.

Más recientemente, Garcés y Bartorilla (2021) publicaron una investigación sobre la incidencia monocéntrica y policéntrica del urbanismo residencial en la fragmentación de Tampico, México, donde obtienen el índice de fragmentación basada en la metodología de fragmentación del paisaje como instrumento de medición. En ninguno de los casos se consideran los elementos divisorios como indicadores de fragmentación urbana.

## Metodología

La presente investigación se dividió en tres fases. Como primer paso, se procedió a identificar las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) con concentración de centralidad. Posteriormente, de acuerdo con el rango de concentración de

centralidad, se delimitaron las centralidades. Finalmente, una vez identificadas las AGEB, se les aplicó el formato de levantamiento de índice o porcentaje de fragmentación urbana a cada una de ellas.

## Fase 1. Identificación de las AGEB con concentración de centralidad

Para la identificación de las AGEB con concentración de centralidad, se empleó la técnica de análisis de centralidad, la cual consiste en identificar las AGEB urbanas que concentran mayor número de personas ocupadas en relación con el número de habitantes por AGEB (Berry y Parr, 1988, citado en Sánchez *et al.*, 1992, citado en Venegas, 2011). La centralidad se define como la:

Distribución espacial en la jerarquía de actividades de comercio, industria y servicios cuyas áreas de mercado o influencia se extienden más allá del territorio de las AGEBS que las contienen. Se refiere a la importancia relativa de un lugar respecto a su región circundante, es decir, a la cantidad de bienes y servicios que la AGEB provee a esa localidad. Si la AGEB es de mayor rango, significa que dada su importancia ofrece todos los bienes y servicios a otros lugares centrales de nivel inferior y reforzará su centralidad. La centralidad se caracteriza por la capacidad que tiene un espacio de la ciudad para concentrar en su interior determinadas funciones que por su importancia y trascendencia definen la estructura urbana. (Venegas, 2011, p. 70)

En la tabla 3 se presenta la operacionalización de la variable de centralidad con sus indicadores correspondientes.

**Tabla 3.** Operacionalización de conceptos, variables e indicadores

Conceptos o categorías	Variables	Indicadores
Policentrismo	Centralidad	-Población (total, por ageb) -Establecimientos (total, por ageb, por actividad) -Personas ocupadas (total, por ageb, por actividad)

Fuente: elaboración propia (2022).

Para identificar la concentración de centralidad en las AGEB se empleó la siguiente fórmula:

$$C_{ij} = \frac{T_{ij}/P_j}{T_i/P}$$

Donde:

$C_{ij}$  = centralidad de la actividad  $i$  en la AGEB  $j$

$T_{ij}$  = personas ocupadas de la actividad  $i$  en la AGEB  $j$

$P_j$  = población total de la AGEB  $j$

$T_i$  = total de personas ocupadas de la actividad  $i$  en la ciudad

$P$  = población total de la ciudad

$C$  = centralidad

$i$  = actividad (manufactura, comercio y servicios)

$j$  = número o clave de AGEB

$T$  = total

$P$  = población total de la ciudad

Una vez obtenida la concentración de centralidad en las AGEB, se procedió a agrupar los valores en rangos. Este consiste en obtener un valor, que será la base para hacer los niveles (concentración alta, media, baja y no existente) de concentración de centralidad. Para esto se empleó la siguiente fórmula:

$$R = \sum C / T_a$$

Donde:

$R$  = rango

$\sum C$  = sumatoria de los valores de centralidad de las AGEBS

$T_a$  = total de AGEB

Los resultados se exportan al programa QGIS para proceder a un análisis visual, permitiendo visualizar la distribución de las AGEB con los diferentes grados de concentración de centralidad.

## Fase 2. Delimitación de centralidades

Una vez identificada la concentración de centralidad de las AGEB, se procedió a identificar y delimitar las centralidades o subcentros intraurbanos, considerando tres aspectos:

1. El rango de concentración de centralidad general (alto y medio).

2. El rango de concentración de centralidad por actividad predominante (manufactura, comercio y servicio).
3. El plano de estructura vial, considerando solo las vialidades primarias, secundarias, los ejes troncales, circuito interior y exterior. Información proporcionada por el Instituto Municipal de Planeación Urbana (Implan).

### Fase 3. Obtención del índice de fragmentación por centralidad

Para el caso particular que corresponde a esta investigación, donde el interés radica en determinar si en efecto las centralidades intraurbanas contribuyen o generan índices de fragmentación urbana en el análisis de la primera línea, o escala micro, específicamente enfocada en las barreras u obstáculos que rompen y limitan la continuidad del conjunto urbano. Estas barreras pueden ser elementos divisorios tanto naturales como artificiales.

Para llevar a cabo este análisis, se elaboró un formato de levantamiento de indicadores de fragmentación que se aplicó a cada centralidad identificada. El objetivo era determinar con cuáles elementos divisorios cuenta cada una de ellas de acuerdo con los considerados en las diferentes variables: discontinuidad, accesibilidad, exclusividad e inseguridad.

#### Discontinuidad

La discontinuidad hace referencia a las barreras u obstáculos que rompen o limitan la continuidad de la estructura urbana (Durán, 2015). Esta se da por la presencia de elementos divisorios, ya sean de tipo natural o artificial. Los elementos naturales pueden ser cuerpos de agua (ríos, lagos, diques, etc.), áreas verdes (bosques, reservas, etc.) o terrenos accidentados (elevaciones, cañadas). Los elementos artificiales pueden ser infraestructura vial, intersticios urbanos, nuevos y viejos desarrollos, equipamiento, muros; así como también pueden ser algunos tipos de cuerpos de agua (canales, lagos) y áreas verdes (campos deportivos, parques privados, etc.).

#### Inaccesibilidad

Contrario a la accesibilidad, donde la fragmentación urbana produjo un cambio en la relación de proximidad (Burgess, 2009); vivir cerca de un centro no implica mayor accesibilidad. Esta paradoja se manifiesta en la existencia de conexiones intensas con lugares distantes y desconexión entre lugares adyacentes (Kozak, 2018). La accesibilidad se incrementa para algunos con el uso de automóvil y la intensa red de infraestructura vial, lo que permite la integración de diversos subcentros periféricos (Serrano y Durán, 2020).

Por lo tanto, la inaccesibilidad es la dificultad de una población para obtener los servicios que requiere (Unal *et al.*, 2007) o para alcanzar una oportunidad (Talavera y Valenzuela, 2012); así como para acceder a sitios de actividades deseables (Derek *et al.*, 2009) en el modo y el tiempo que se desee (Bhat *et al.*, 2002). La inaccesibilidad se caracteriza por dificultar los medios para alcanzar los fines deseados (Álvarez, 2016).

#### Exclusividad

Según la Real Academia Española (RAE), el concepto de exclusividad hace referencia a algo único o singular que logra diferenciarse de otras opciones a las que logra restarles importancia, lo que resulta en una forma de exclusión. Aplicada a un lugar, la exclusividad hace referencia a un conjunto de requisitos que ese lugar establece para permitir el acceso y se manifiesta en la falta de acceso libre o abierto para todos; es lo que le otorga el sentido de exclusivo. El grado de exclusividad de un lugar depende de la cantidad de requerimientos que este exige a las personas. Quienes cumplan con estos requisitos pueden disfrutar de los beneficios que ofrece el lugar, mientras que quienes no, quedan excluidos. Asimismo, la exclusividad es el privilegio que tienen algunas personas de acceder a algún medio por la posición en que se encuentra, otorgándoles ventajas sobre los demás. En algunos casos, no es suficiente contar con todas las características para acceder,

sino que también se debe formar parte de un grupo selecto.

## Inseguridad

La RAE define seguridad como aquello que está exento de peligro, daño o riesgo cierto, firme o ineludible. El prefijo *in* es equivalente a negación. Por tanto, inseguridad implica la existencia de un peligro o de un riesgo, aunque también refleja una cierta duda sobre un asunto determinado. La inseguridad es la falta de seguridad. Esta puede afectar a la sociedad o la persona, creando un ambiente marcado por miedo, vulnerabilidad, ansiedad y sensación de desamparo grupal o individual.

En la tabla 4 se muestra la operacionalización del concepto o categoría de fragmentación urbana con sus respectivas variables e indicadores, a partir de la cual se construyó el formato de levantamiento de índice de fragmentación.

**Tabla 4.** Operacionalización de conceptos, variables e indicadores

Conceptos o categorías	Variables	Indicadores
Fragmentación urbana	Discontinuidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fronteras urbanas artificiales</li> <li>- Fronteras urbanas naturales</li> <li>- Estructura vial</li> <li>- Ruptura del tejido edificado</li> <li>- Infraestructura</li> <li>- Servicios</li> </ul>
	Inaccesibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accesos (peatonal, vehicular, otros)</li> <li>- Medios de transporte (público, privado, otros)</li> <li>- Personas con discapacidad</li> <li>- Privatización</li> </ul>
	Exclusividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insularidades, enclaves</li> <li>- Usos de suelo</li> <li>- Equipamiento (privatización)</li> <li>- Actividades exclusivas</li> <li>- Pobreza y marginación</li> <li>- Enmarcación de accesos</li> </ul>
	Inseguridad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de accesos</li> <li>- Personal de vigilancia</li> <li>- Elementos de seguridad</li> </ul>

**Fuente:** elaboración propia (2022).

En el formato de levantamiento se agruparon los indicadores de acuerdo con cada variable, para luego aplicarlo al lugar. Para esto se realizaron visitas de campo a cada una de las centralidades identificadas con el fin de localizar, mediante la observación, cuáles elementos divisorios se encuentran presentes. A los indicadores de fragmentación presentes en el lugar se les asignó el número 1, y si no estaban presentes quedaban en cero. Todos los indicadores se sumaron (Si); y se obtuvo el porcentaje correspondiente (% Si).

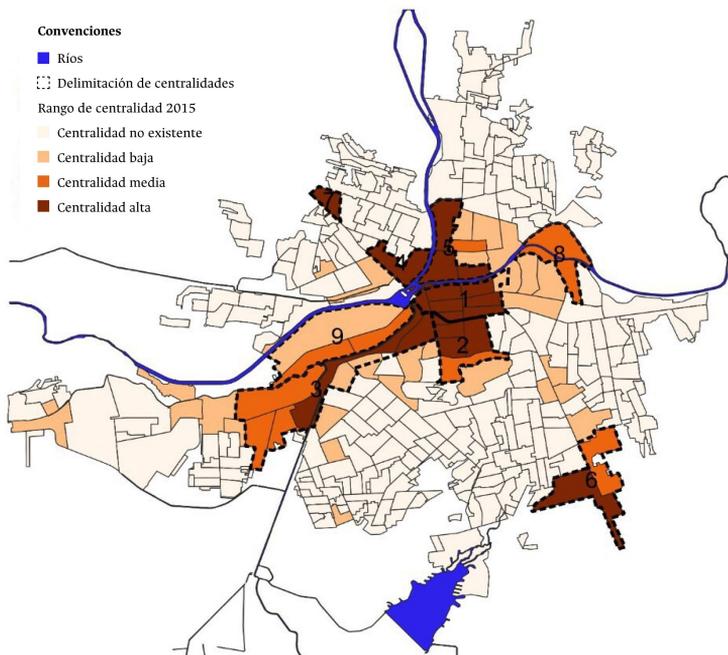
## Resultados: las nuevas centralidades fragmentadas

Los resultados obtenidos en la concentración de centralidad en las AGEB indican que la ciudad no responde a una estructura completamente policéntrica debido a que el centro principal fundacional aún mantiene gran influencia sobre el resto de la ciudad, pero se identificaron otros puntos con concentración de centralidad que, si bien aún cuentan con una concentración de centralidad débil en comparación con el centro principal, ya ejercen cierta influencia. Estos se encuentran conectados al centro principal como extensiones a modo de corredores e indican que la estructura urbana se encuentra en las primeras fases de transformación hacia el policentrismo.

Los resultados de las fases 1 y 2 se muestran en la figura 2. En esta se logra apreciar la ubicación y delimitación de las nueve centralidades identificadas, así como la concentración de centralidad general en cada una de las AGEB que conforman la centralidad.

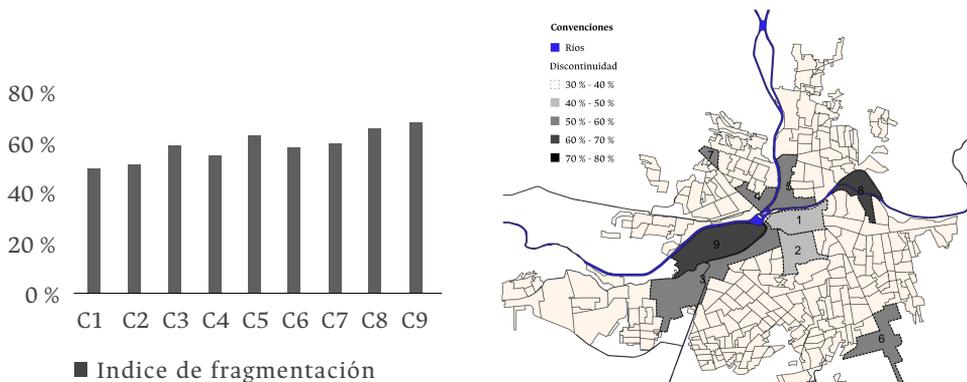
A cada una de las nueve centralidades se le aplicó un formato de levantamiento del índice de fragmentación. En el mapa de la figura 3 se logra apreciar que el centro principal (C1) es el que cuenta con menor porcentaje de fragmentación por reunir menor cantidad de elementos que fragmentan. En segundo lugar, se encuentra la centralidad 2, ambas no sobrepasan el 50 %. Por su parte, las centralidades 3, 4, 5, 6 y 7 se encuentran en un rango del 50 % al 60 %. Las centralidades más fragmentadas son la 8 y la 9, justo las que cuentan con menor rango de concentración de centralidad.

Figura 2. Identificación y delimitación de centralidades intraurbanas



Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 3. Índice de fragmentación urbana general



Fuente: elaboración propia (2022).

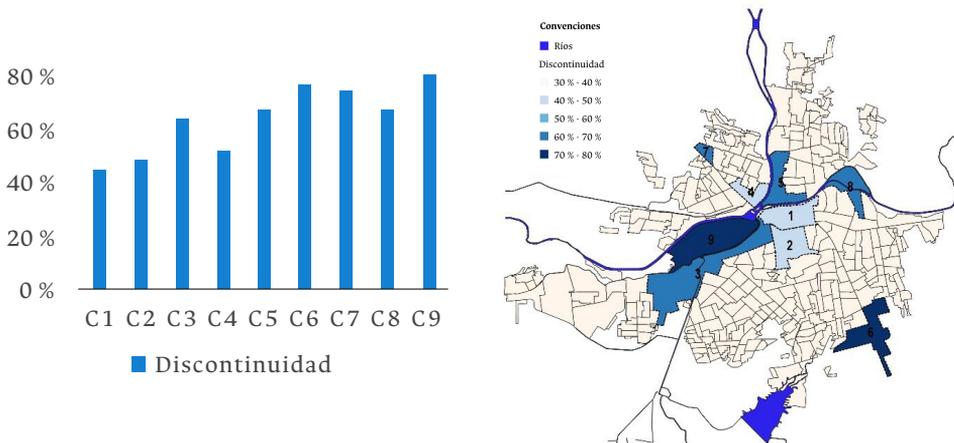
En el mapa se muestran los valores del índice de fragmentación agrupados en cuatro categorías, representados con diferentes intensidades de grises. Los tonos de grises más claros representan los valores menores, y las tonalidades más oscuras de gris representan los valores más altos.

Al observar las cuatro variables analizadas para definir el porcentaje de fragmentación (discontinuidad, inaccesibilidad, exclusividad e inseguridad) de forma separada, por cada una de las centralidades se obtuvo lo siguiente: con respecto a la discontinuidad, las centralidades 1 y 2 son las que cuentan con menor porcentaje, lo que indica que son las más continuas, con un valor que apenas supera el 40 %. La centralidad 4 también se encuentra dentro del rango de 40 % a 50 %; sin embargo, se menciona de forma separada, debido a que se encuentra en los límites superiores, casi alcanzando el 50 %. Las centralidades 3, 5, 7 y 8 se encuentran en el mismo grupo debido a que el porcentaje de elementos que fragmentan en el aspecto de discontinuidad no difiere mucho; se encuentra por arriba del 60 %. Las centralidades 6 y 9 son las que cuentan con el porcentaje más alto en elementos que fragmentan, ya que superan el 70 %. En el caso de la centralidad 6, se aprecia a simple vista la discontinuidad, ya que es una centralidad periférica. En la figura 4 se representan los valores de discontinuidad mediante

una gráfica de barras y un mapa en tonalidades azules. Los tonos azules más claros corresponden a los valores más bajos.

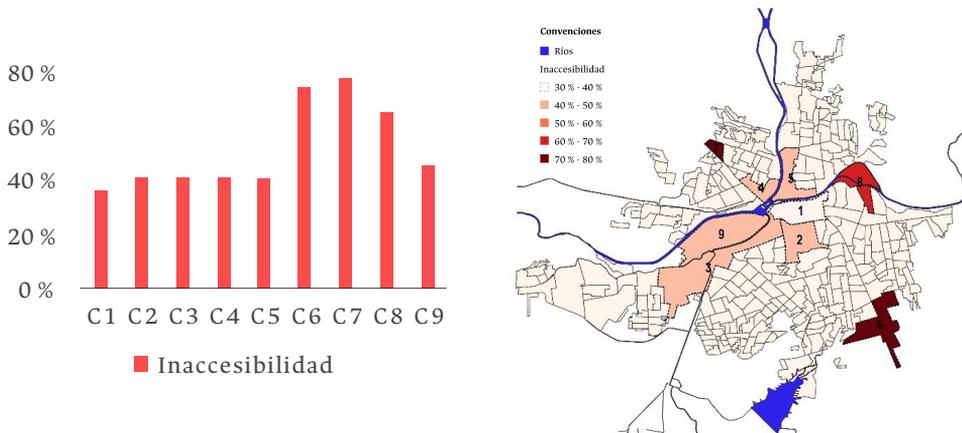
En la variable de inaccesibilidad, la centralidad 1 es la más accesible por contar con menos elementos que fragmentan en este ámbito; presenta un valor de 36 %. Las centralidades 2, 3, 4 y 5 se encuentran en un rango de 30 % a 40 %. La centralidad 9, con 44 %, obtiene un valor bajo debido a que en este sector se ubica la central principal de la ciudad, adonde arriban todos los medios de transporte terrestre, como los camiones de transporte público urbano, foráneos, diferentes líneas de autotransporte que viajan a toda la república y al extranjero y servicio de taxis. La centralidad 8 se encuentra en un rango de 60 % a 70 %, de los valores más altos, a pesar de no tener una gran concentración de centralidad, al igual que las centralidades 6 y 7. Estas últimas son las más inaccesibles en la ciudad. La ubicación periférica, la carencia de infraestructura y medios de comunicación elevan el porcentaje de elementos que la fragmentan. En la figura 5, compuesta por un diagrama de barras y un mapa, se logran apreciar los valores correspondientes a cada centralidad en aspectos de inaccesibilidad. Se emplean diferentes tonalidades de rojos; los más claros corresponden a los valores más bajos y los más intensos a los valores más altos.

**Figura 4.** Índice de fragmentación en aspectos de discontinuidad



Fuente: elaboración propia (2022).

**Figura 5.** Índice de fragmentación en aspectos de inaccesibilidad



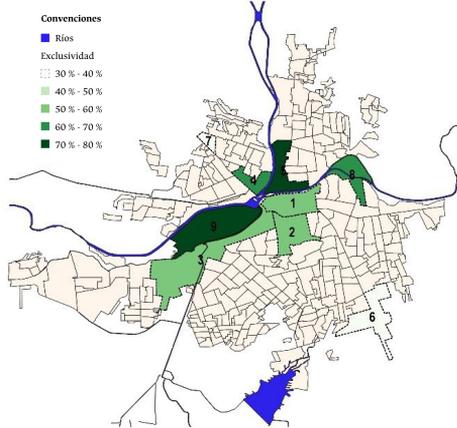
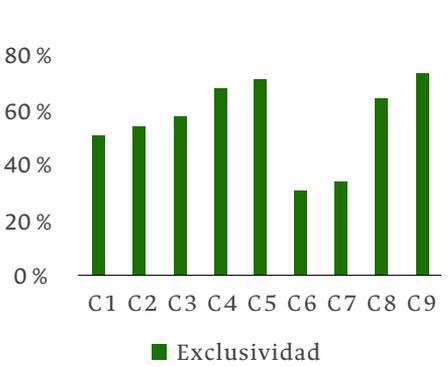
**Fuente:** elaboración propia (2022).

En aspectos de exclusividad, las centralidades 6 y 7 cuentan con los valores más bajos, lo cual las convierte en las menos exclusivas. Curiosamente, estas son las centralidades más inaccesibles y discontinuas. Las centralidades 1, 2 y 3 se encuentran en un rango de 50 % al 60 %, valor promedio dentro de los resultados. Por su parte, las centralidades 4 y 8 se encuentran en un rango de 60 % al 70 %; es un porcentaje considerable, por lo que tienen cierta exclusividad, aunque haya porcentajes más altos en otras centralidades, como las centralidades 5 y 9, lo que las presenta como las centralidades más exclusivas. En la figura 6, compuesta por un diagrama de barras y un mapa, se muestran los resultados de la variable de exclusividad. En el diagrama, las barras más bajas de las centralidades 6 y 7 corresponden también a la tonalidad de verde más clara en el mapa.

Los resultados de la variable de inseguridad arrojaron que la centralidad 6 es la que cuenta con el porcentaje más bajo (38.10 %), debido a que reúne menos elementos de seguridad. Este hecho, sin embargo, no permite afirmar si el espacio es seguro o inseguro. Las centralidades

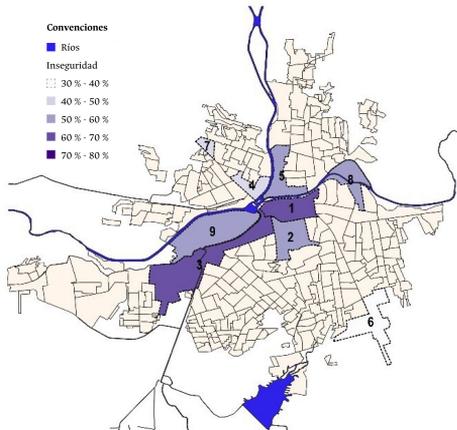
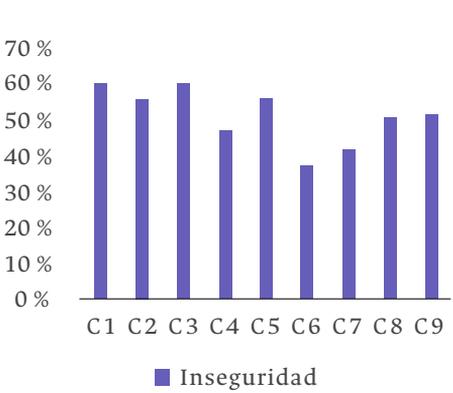
4 y 7 están dentro del rango de 40 % a 50 %; el número de elementos de seguridad no sobrepasa el 50 %. Las centralidades 2, 5, 8 y 9 se encuentran dentro de un rango de 50 % a 60 %. Las centralidades 1 y 3 son las que cuentan con más elementos de seguridad al superar el 60 %, sin rebasar el 70 %. Esto pudiera deberse a que son las centralidades más inseguras; por ello, fue necesario el empleo de elementos de inseguridad para contrarrestar un poco la inseguridad. La figura 7, compuesta por un diagrama y un mapa, muestra los resultados de la variable de inseguridad en tonalidades violetas; los tonos más claros corresponden a los valores más bajos en el mapa.

Figura 6. Índice de fragmentación en aspectos de exclusividad



Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 7. Índice de fragmentación en aspectos de inseguridad



Fuente: elaboración propia (2022).

## Conclusiones

El centro tradicional o fundacional de la ciudad, debido al tiempo que lleva funcionando como punto de concentración, la diversidad de productos y servicios que ofrece y el alto número de atracción de viajes, presenta índices de fragmentación bajos. Sucede lo contrario con las nuevas centralidades; es decir, que entre más recientes o nuevas sean estas, los índices de fragmentación tienden a ser más elevados. Esto se debe a que las nuevas centralidades son de menor tamaño en comparación con el centro principal y suelen especializarse en productos y servicios específicos y en costos adquisitivos, lo que influye en el tipo de consumidores. Además, al no estar en una localización central dentro del conjunto urbano de la ciudad, la accesibilidad se ve condicionada para algunos. Otro factor que contribuye a una mayor fragmentación se encuentra en los nuevos diseños de los emprendimientos que van acompañados de elementos divisorios, medidas selectivas y condicionantes para los posibles consumidores, lo que hace que las nuevas centralidades reúnan más elementos divisorios que elevan los índices de fragmentación. Por lo tanto, las centralidades con mayor índice de concentración de centralidad son las que cuentan con menor índice de fragmentación urbana general. Es decir, que la concentración de centralidad y fragmentación urbana es inversamente proporcional.

Por su parte, al momento de analizar los resultados del índice de fragmentación por variable (discontinuidad, accesibilidad, exclusividad y seguridad), los resultados son diversos. Se observó una tendencia en la que las centralidades con índices bajos en discontinuidad también responden a índices bajos en inaccesibilidad, es decir, las centralidades más continuas suelen ser las más accesibles. Por otro lado, respecto a las otras dos variables analizadas, se encontró que las centralidades con índices altos en exclusividad cuentan con índices altos en el empleo de elementos de seguridad. Por tanto,

las centralidades más exclusivas tienden a ser las más seguras.

Conforme pasa el tiempo, las nuevas centralidades tienden a consolidarse. Gradualmente, se amplían las funciones y servicios disponibles en esas áreas, lo cual incrementa el número de consumidores y los viajes hacia esos lugares. Esto, a su vez, propicia mejoras en los medios de accesibilidad y, por tanto, una reducción en los índices de fragmentación. Sin embargo, esta tendencia no es general para todas las centralidades de reciente creación. Algunas de ellas tienen implícita la categorización en sus ofertas, que mantienen a lo largo del tiempo debido a su carácter exclusivo. En lugar de reducirse, los elementos que contribuyen a la fragmentación tienden a reforzarse.

El hecho de que las nuevas centralidades cuenten con un alto índice de fragmentación ocasiona que, a pesar de tener áreas cercanas donde se podrían satisfacer las diferentes necesidades, estas son inaccesibles. Como resultado, los individuos se ven obligados a realizar traslados a otras áreas de la ciudad, lo que implica un mayor gasto tanto de recursos como de tiempo. Esto, a su vez, repercute en aspectos de movilidad y contaminación ambiental, lo que afecta directamente la economía de las familias.

## Referencias

- Álvarez J. (2016). Desiertos alimentarios en la Zona Metropolitana de Toluca. En C. Alvarado, R. Gómez y R. Hidalgo (eds.), *Expresión territorial de la fragmentación y segregación* (pp. 145-165). Universidad Autónoma del Estado de México.
- Becerril-Padua, M. (2000). Policentrismo en las ciudades latinoamericanas. El caso de Santiago de Chile. *Theomai*, (1).
- Bergesio, L. y Golovanevsky, L. (2014). Las ciudades y sus muros de cristal. Ajuste neoliberal en una experiencia del noroeste argentino. *Economía Sociedad y Territorio*, xiv(44), 1-48. <https://doi.org/10.22136/est00201429>

- Beuf, A. (2012, 7-11 de Mayo). Concepción de centralidades urbanas y planeación del crecimiento urbano en la Bogotá de siglo xx [Conferencia]. XII Coloquio Internacional de Geocrítica, Bogotá.
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmasani, H., Gopal, A., Srour, I. y Weston, L. (2002). *Development of an Urban Accessibility Index: Formulations, Aggregation and Application*. [Reporte de investigación 4938-4]. Center for Transportation Research-The University of Texas at Austin.
- Boisier, S. (1990). *La descentralización: un tema difuso y confuso*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social.
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *Eure*, xxix(86), 37-49. <https://doi.org/10.7764/1265>
- Burgess, R. (2009). Violencia y la ciudad fragmentada. En A. Falú (ed.), *Mujeres en la ciudad. De violencias y derechos* (pp. 99-126). Ediciones SUR.
- Caravaca, I. y Méndez, R. (2003). Trayectorias industriales metropolitanas: nuevos procesos, nuevos contrastes. *Eure*, 29(87), 37-50. <https://doi.org/10.7764/1284>
- Center for Land Use Education and Research (CLEAR). (2009). *Landscape Fragmentation Tools (LFT) v 2.0*. Universidad de Connecticut. <http://clear.uconn.edu/tools>.
- Céntrico (2018). *Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de Culiacán*. <https://centrico.mx/?p=233>
- De Mattos, C. (2002). Transformación de las ciudades latinoamericanas. ¿Impactos de la globalización? *Eure*, 28(85).
- Derek, G., Johnston, R., Pratt, G., Watts, M. y Whatmore, S. (2009). *The Dictionary of Human Geography*. Blackwell.
- Durán, G. (2015). *La fragmentación urbana a través de la discontinuidad morfológica en el área metropolitana de San Luis Potosí* [tesis de grado, Universidad Autónoma de San Luis Potosí] eVirtual UASLPE. <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/BAF/15125/LA%20FRAGMENTACION%20URBANA%20A%20TRAVES%20DE%20LA%20DISCONTINUIDAD%20MORFOLOGICA%20EN%20EL%20AMSLP.pdf>
- Garcés Carrillo, J. del C. y Bartorila, M. A. (2021). Incidencias monocéntrica y policéntrica del urbanismo residencial en la fragmentación de Tampico, México (1960-2015). *Economía, Sociedad y Territorio*, 21(66), 441-472. <https://doi.org/10.22136/est20211640>
- Gurrutxaga, M. (2003). *Índices de fragmentación y conectividad para el indicador de biodiversidad y paisaje de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Dirección de Biodiversidad, Gobierno Vasco. [https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/indicadores\\_biodiversidad/es\\_doc/adjuntos/fragmentacion\\_2003.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/indicadores_biodiversidad/es_doc/adjuntos/fragmentacion_2003.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2015). *Censo de población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística y geografía.
- Jiménez, P., Calderon, J. y Campos, H. (2016). Fragmentación y desarrollo habitacional en la Zona Metropolitana de Toluca. En C. Alvarado, R. Gómez y R. Hidalgo (eds.), *Expresión territorial de la fragmentación y segregación* (pp. 53-72). Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Kozak, D. (2018). Revisitando el debate sobre la fragmentación urbana: una década y media después de “Splintering Urbanism”. *Revista Iberoamericana de Urbanismo*, (14), 15-22. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/130389>
- Link, F. (2008). De la policentralidad a la fragmentación en Santiago de Chile. *Centro-h*, (2) 13-24.
- MacLean, M. G. y Congalton, R. G. (2013). PolyFrag: a Vector-based Program for Computing Landscape Metrics. *GIScience & Remote Sensing*, 50(6), 591-603. <https://doi.org/10.1080/15481603.2013.856537>

- McGarigal, K., Cushman, S. A. y Ene. E. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst.
- Olivares, A. y Gonzáles, D. (2004). Nuevos territorios urbanos: consideraciones de la espacialidad contemporánea. *Urbano*, 7(9), 48-56. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU/article/view/542>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2012). *Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. ONU-Habitat
- Pérez, B. (2021). Problemática en la delimitación de fragmentación urbana por compartir procesos con otros impactos urbanos. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(2), 143-160. <https://doi.org/10.15446/cep.v8n2.91937>
- Prévôt, M. (2001). Fragmentación espacial y social: conceptos y realidades. *Perfiles Latinoamericanos*, 9(19), 33-56. <https://perfilesla.flacso.edu.mx/index.php/perfilesla/article/view/315>
- Rodríguez, A. y Winchester, L. (2004). Santiago de Chile: una ciudad fragmentada. En C. De Mattos, M. E. Ducci, A. Rodríguez y G. Yáñez (eds.), *Santiago en la globalización ¿Una nueva ciudad?* (pp. 115-136). Ediciones SUR. <https://www.sitiosur.cl/detalle-de-la-publicacion/?santiago-en-la-globalizacion-una-nueva-ciudad>
- Sapena, M. y Ruiz, L. (2015). Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: Herramienta IndiFrag. *Revista de Teledetección*, (43), 77-89. <https://doi.org/10.4995/raet.2015.3476>
- Sapena, M. y Ruiz, L. (2017). Aplicaciones de los índices de fragmentación de los usos del suelo para caracterizar la expansión urbana. En *Primer Congreso en Ingeniería Geomática. Libro de actas* (pp. 136-143). Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/CIGeo2017.2017.6621>
- Sapena, M., Ruiz, L. y Joó, K. (2017). Modelos de simulación de expansión urbana a partir de imágenes de satélite: adecuación al análisis temporal de la fragmentación de los usos del suelo. En L. A. Ruiz, J. Estornell y M. Erena (eds.), *Nuevas plataformas y sensores de teledetección. XVII Congreso de la Asociación Española de Teledetección* (pp. 311-314). IMIDA
- Schelotto, S. (2008). La ciudad de Montevideo: ¿una metrópoli policéntrica? *Centro-h*, (2), 37-46.
- Secretaría de Gobierno (SEGOB), Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol), Consejo Nacional de Población (Conapo) y Gobierno Federal. (2012). *Catálogo Sistema Urbano Nacional 2012*. Secretaría de Desarrollo Social y Consejo Nacional de Población. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catálogo\\_Sistema\\_Urbano\\_Nacional\\_2012.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112772/Catálogo_Sistema_Urbano_Nacional_2012.pdf)
- SEGOB, SEDATU y Conapo. (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018*. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN\\_2018.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf)
- Segre, R. (2008). Río de Janeiro: una vocación histórica policéntrica. *Centro-h*, (2), 25-36.
- Talavera, R. y Valenzuela, L. M. (2012). La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 21(2), 97-109.
- Unal, E., Chen, S. E. y Waldorf, B. (2007). *Spatial Accessibility of Health Care in Indiana*. [Documento de trabajo 07-07]. Department of Agricultural Economics. Indiana: Purdue University. <https://core.ac.uk/download/pdf/7195491.pdf>
- Valdés, E. (2007). Fragmentación y segregación urbana. Aportes teóricos para el análisis de casos en la ciudad de Córdoba. *Revista Digital Alfilo*, 18. <https://ffyh.unc.edu.ar/alfilo/anteriores/alfilo-18/pdf/valdes.pdf>

- Venegas, C. (2011). *Efectos de la industria en la estructura urbana. El caso de una ciudad media en el occidente de México, 1994-2004* [tesis de doctorado, Universidad de Guadalajara]. RIUdeG. <https://hdl.handle.net/20.500.12104/84158>
- Vidal, R. (1997). *Metrópolis en recomposición: Elementos para una teoría de la fragmentación urbana*. <http://observatoriageograficoamericalatina.org.mx/egal6/Geografiasocioeconomica/Geografiurbana/254.pdf>

