



## Conectividad y accesibilidad espacial de las subregiones Centro y Medio Sinú (Córdoba, Colombia). De los centros poblados a los centros de acopio

Leidy Luz López Durango<sup>1</sup>; Luis Alfonso Conde Berrocal<sup>2</sup>

Recibido: 13 de marzo del 2023 / Enviado a evaluar: 15 de marzo del 2023 / Aceptado: 22 de enero del 2024

**Resumen.** La conectividad y accesibilidad como fenómeno espacial, viene adquiriendo relevancia en el campo de aplicación de distintas disciplinas que estudian el espacio geográfico y sus múltiples dimensiones. Actualmente, se desarrollan investigaciones que permiten identificar, analizar y brindar posibles soluciones las situaciones adversas que tienen lugar en los diferentes los territorios urbanos y rurales. En tal sentido, el presente artículo, aborda el caso de la conectividad y accesibilidad espacial de los centros poblados a los centros de acopio de las subregiones Centro y Medio Sinú del departamento de Córdoba (Colombia), donde se exhibe una configuración heterogénea en términos de cobertura y estado de las vías, y se ostentan los niveles de accesibilidad; estos, son el resultado de la metodología de análisis de datos geoespaciales a través de herramientas SIG, sustentada bajo los postulados de la Teoría de Los Grafos.

**Palabras clave:** Accesibilidad espacial; conectividad vial; red de carreteras; SIG.

[en] Connectivity and spatial accessibility of the subregions Centro y Medio Sinú (Córdoba, Colombia). From the centers population centers to collection centers

**Abstract.** Connectivity and accessibility as a spatial phenomenon have been gaining relevance in the field of application of different disciplines that study geographic space and its multiple dimensions. At present, research is being carried out to identify, analyse and provide possible solutions to adverse situations in different urban and rural areas. In this sense, this article addresses the case of connectivity and spatial accessibility of population centers to collection centers of the Centro and Medio Sinú subregions of the department of Córdoba (Colombia), where a heterogeneous configuration is displayed in terms of coverage and state of the roads, and levels of accessibility are displayed; these are the result

---

<sup>1</sup> Departamento de Geografía y Medio Ambiente, Universidad de Córdoba (Colombia).  
E-mail: [llopezdurango@correo.unicordoba.edu.co](mailto:llopezdurango@correo.unicordoba.edu.co)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias Sociales, Universidad de Córdoba (Colombia).  
E-mail: [luis.card94@outlook.com](mailto:luis.card94@outlook.com)

of the geospatial data analysis methodology through GIS tools, supported by the postulates of the Graph Theory.

**Keywords:** Spatial accessibility; road connectivity; road network; GIS.

## [fr] Connectivité et accessibilité spatiale des sous-régions Centro et Medio Sinú (Córdoba, Colombie). Des centres peuplés aux centres de collecte

**Résumé.** La connectivité et l'accessibilité en tant que phénomène spatial prennent de l'importance dans le champ d'application de différentes disciplines qui étudient l'espace géographique et ses multiples dimensions. Actuellement, des recherches sont en cours pour identifier, analyser et apporter des solutions possibles aux situations défavorables qui se produisent dans différents territoires urbains et ruraux. En ce sens, cet article aborde le cas de la connectivité et de l'accessibilité spatiale des centres peuplés aux centres de collecte des sous-régions Centro et Medio Sinú du département de Córdoba (Colombie), où une configuration hétérogène est exposée de la couverture et de l'état des routes, et les niveaux d'accessibilité sont affichés; ceux-ci sont le résultat de la méthodologie d'analyse des données géospatiales à l'aide d'outils SIG, soutenue par les postulats de la théorie des graphes.

**Mots Clés:** Accessibilité spatiale; connectivité routière; réseau routier; SIG.

**Cómo citar.** López Durango, L.L. y Conde Berrocal, L.A. (2024): Conectividad y accesibilidad espacial de las subregiones Centro y Medio Sinú (Córdoba, Colombia). De los centros poblados a los centros de acopio. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 44(1), 131-147.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Aspectos metodológicos. 3. Resultados y discusión. 3.1. Conectividad de la red vial de los centros de acopio y poblados de las subregiones Centro y Medio Sinú. 3.2. Accesibilidad espacial de las subregiones Centro y Medio Sinú. De los centros poblados a los de acopio. 4. Conclusiones. 5. Referencias bibliográficas.

## 1. Introducción

Dentro de la organización espacial de los territorios, la red de comunicaciones, particularmente la red vial, es un elemento clave para lograr que los espacios geográficos se interconecten en todas sus partes, al permitir el flujo y circulación de personas y mercancías desde las diferentes zonas urbanas y rurales que los integran. Rueda (2004) argumenta que, una red vial es un conjunto de carreteras con condiciones físicas adecuadas, para ejercer desplazamientos a pie y por medios de transportes terrestres, donde la presencia de las mismas, se resume en acotar distancias y tiempos de recorridos, logrando un mayor dinamismo y desarrollo.

Por su importancia en el desarrollo territorial, las redes viales han sido objeto de indagación de distintas ciencias y disciplinas del conocimiento, como es el caso de la geografía, especialmente de la geografía del transporte; la cual, según Merlin (1992), es una sub-disciplina que engloba los criterios teóricos y metodológicos en referencia al análisis de redes, en cuanto a datos de desplazamiento y circulación de personas, mercancías e información; vinculando atributos espaciales como el origen, destino, alcance y propósito de los movimientos ejecutados en un espacio y tiempo específico.

En este orden, a nivel global, existe una amplia gama de investigaciones que centran su mirada en proponer alternativas y soluciones a las problemáticas derivadas

de la inadecuada organización y estructura funcional de las redes de carreteras; por ejemplo, en España, se cita el trabajo de Garrido (1995), titulado *La organización espacial de la red de carreteras en Aragón: aplicación metodológica de la Teoría de Grafos*. En este trabajo, se demostró que el territorio de Aragón, exteriorizaba una baja conectividad y accesibilidad vial, producto de la inexistencia de vías de comunicación, afectando directamente el desarrollo y competitividad de la comunidad, en cuanto a dinamismo y relaciones socioeconómicas.

Según Garrido (1995), para que una red de carreteras registre valores favorables en los indicadores de conectividad y accesibilidad, debe contar con infraestructura vial equipada, que integre todos los arcos (vías) y nodos (Centros poblacionales) al sistema de circulación, disminuyendo las distancias y tiempos de recorrido. De estas contribuciones, llama la atención los conceptos arcos y nodos.

Los arcos y nodos, se desprenden de la Teoría de Grafos, teoría que surge de una situación problemática planteada por Leonhard Euler en 1736, en uno de sus viajes turísticos a Königsberg, actual Kaliningrado en Prusia Oriental-Rusia, se cuestionó la posibilidad de realizar un paseo, de manera que, al salir de su casa, cruzara los siete (7) puentes de Königsberg una sola vez cada uno, antes de regresar nuevamente a la misma (Álvarez & Parras, 2013).

Lo que inició como un simple cuestionamiento matemático, en el transcurso del tiempo, fue tomando fuerza y relevancia; a tal punto que, en la actualidad, su aplicación se ha convertido en un elemento primordial para el análisis de redes, especialmente en el de redes viales. En efecto, la Teoría de Grafos en el análisis de redes de carreteras, admite a través de indicadores estadísticos (Grado Medio, Beta ( $\beta$ ), Gamma ( $\gamma$ ), Alfa ( $\alpha$ ), Densidad de la red, entre otros), conocer las características esenciales de la conectividad geográfica de un área (Bravo, et al. 2018), al ser las vías representadas por arcos, y los centros poblacionales (de cualquier orden o categoría poblacional) por nodos.

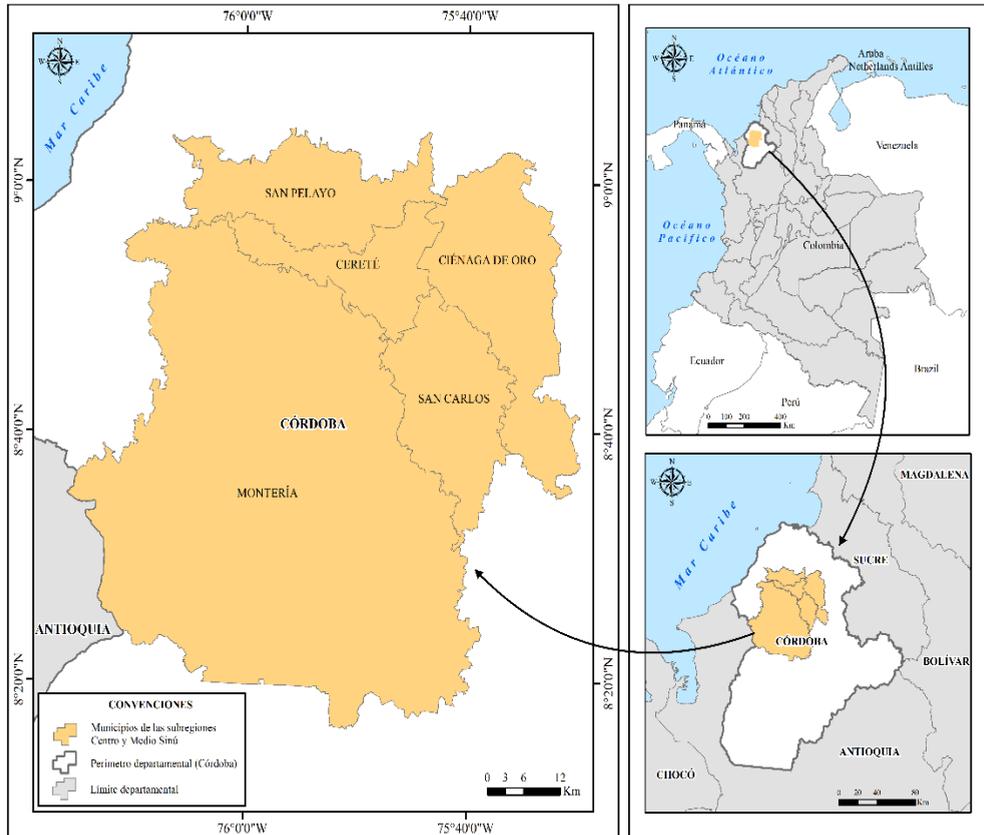
La aplicabilidad de estos postulados en el Latinoamérica, se visualiza en los aportes académico-científicos generados por el uso y manejo de los indicadores antedichos. En Argentina, el estudio de Arias *et al.* (2016), llamado *Análisis de conectividad y accesibilidad de la red vial en la Reserva Natural del Iberá con Sistemas de Información Geográfica (SIG)*; expone que, gracias a los índices de conectividad de la Teoría de Grafos, fue posible conocer los grados de conectividad de la red vial e identificar los patrones espaciales en la distribución de la red de carreteras.

Arias *et al.* (2016) plantean que, el uso metodológico de los aportes prácticos de la Geografía del Transporte y los relacionados con la Teoría de Grafos, sirvieron notoriamente para entender los resultados difusos arrojados por los indicadores  $\alpha$  y  $\gamma$ ; al no presentarse una correlación fuerte que admita una infraestructura de carreteras interconectada, es sinónimo de escasas de rutas de circulación y mayores prolongaciones de recorridos en distancias y tiempos.

Pasando al contexto colombiano, los trabajos referentes al análisis de redes viales, han girado en ser planteamientos significativos que contribuyan a disminuir la difícil situación del territorio nacional en materia de desarrollo vial. Por ello, desde las

diferentes escuelas e institutos de arquitectura, geografía e ingeniería civil, se adelantan proyectos e investigaciones que proporcionen alternativas y soluciones a los fenómenos asociados a la baja movilidad espacial, consecuencia de la precaria infraestructura de carreteras que hoy es evidente en los departamentos y municipios del país; puntualmente en los entornos rurales de la región Caribe<sup>3</sup>, al presenciarse en ella, disparidades socioespaciales que emergen por la poca inversión, adecuación y búsqueda de alternativas para lograr un buen funcionamiento vial a escala regional.

Figura 1. Localización geográfica de las subregiones Centro y Medio Sinú



Fuente: Elaboración propia

<sup>3</sup> Territorio natural y geográfico conformado por ocho (8) departamentos: Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, Sucre y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, al noroccidente de Colombia.

Basado en lo descrito, este documento, mediante un análisis espacial, abarca la realidad inmediata de las subregiones Centro (Montería) y Medio Sinú (Cereté, Ciénaga de Oro, San Carlos y San Pelayo) del departamento de Córdoba; territorios que en su conjunto, poseen un área de 5.178 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>), equivalente al 21% de la extensión territorial del Departamento (Figura 1), y una población de 823.394 habitantes; de los cuales, 546.902 pertenecen a Montería, 118.634 a Cereté, 67.143 a Ciénaga de Oro, 59.812 a San Pelayo y 30.903 a San Carlos (Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, 2018).

En lo concerniente a la conectividad y accesibilidad geográfica, estos dos conceptos son fundamentales en el análisis de la movilidad y la distribución espacial de la población, los bienes y los servicios en una región, ciudad o área espacial definida. Por un lado, la conectividad se refiere a la facilidad con la que se puede acceder a diferentes lugares de una región y la calidad de las conexiones de transporte que permiten el movimiento de personas, bienes y servicios. Por otro lado, la accesibilidad comprende la capacidad de las personas y las empresas para acceder a lugares específicos de dicha región, lo que puede estar influenciado por factores como la distancia, el tiempo de viaje, el costo y la calidad de las conexiones de transporte.

En este orden, la conectividad y accesibilidad de la red vial a los centros de acopio de las subregiones Centro y Medio Sinú, se ven afectadas por el mal estado y deficiente número de carreteras de interconexión municipal y corregimental; situación que se encrucece para las comunidades rurales, al enfrentar a una mayor dificultad a la hora de transportar las materias primas del campo a los centros de acopio (Montería y Cereté); los senderos, trochas y caminos, algunos improvisados, por sus condiciones infraestructurales poco aptas para la circulación vehicular, retrasan los desplazamientos poblacionales y traslados de los productos agropecuarios. Estas circunstancias, llevaron a plantear como objetivo general, analizar el entorno espacial de las subregiones Centro y Medio Sinú en cuanto a la conectividad y accesibilidad de la red vial de los centros poblados a los centros de acopio; estos últimos, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), son lugares de concentración temporal donde se reciben, clasifican, almacenan y procesan productos primarios o subproductos, antes de su transporte a su destino final (FAO, 2013). Ahora bien, para cumplir el propósito del estudio, se utilizaron indicadores de conectividad de la Teoría de Grafos (Grado Medio y Densidad de la red) y herramientas de análisis espacial en relación a la accesibilidad geográfica (Tiempos de desplazamientos), proporcionando una serie de salidas cartográficas correspondientes al fenómeno, a partir del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Por tanto, el artículo está compuesto por dos (2) apartados: el primero, dedicado al análisis espacial de la conectividad y densidad de la red de carreteras; el segundo, exterioriza los grados de accesibilidad de las subregiones Centro y Medio Sinú, donde uno de los ejes viales que caracteriza a estos territorios es la vía nacional Montería-Santa Cruz de Lorica, posibilitando la interconexión con otros departamentos del Caribe e interior del país, facilitando a la vez, el flujo vehicular y aportando al desarrollo regional, este último para Maza & Agámez (2012), depende de cuatro (4) factores: situación geográfica, población, estructura productiva

e infraestructuras viales; siendo el factor vial, indispensable para acceder a los espacios dotacionales que prestan bienes y servicios a los habitantes.

## 2. Aspectos metodológicos

La investigación se elaboró con base a los lineamientos del método deductivo-analítico; primeramente, se efectuó una búsqueda y revisión teórico-conceptual sobre la temática, considerando fundamentales los aportes aplicables de la Teoría de Grafos de Leonhard Euler al estudio de redes de transporte. Así mismo, se escudriñaron documentos en modalidad de artículos, libros y capítulos de libro, concernientes a los centros de acopio y su articulación geográfica con las infraestructuras viales; estos sirvieron para soportar la descripción y análisis de la realidad espacial que caracteriza a las subregiones Centro y Medio Sinú en este ámbito. Cabe anotar que, la investigación posee un enfoque cuantitativo, respondiendo al uso y manejo de variables numéricas con sus respectivos indicadores (Tabla 1).

Tabla 1. Variables e indicadores del estudio (\*)

Variable	Indicador	Formulas	
Conectividad	Grado Medio	Suma del total de enlaces / número de actores	Aristas /Nodos
	Densidad para grafos asimétricos	Suma total de relaciones existentes/(total de actores*total de actores -1)	Aristas/nodos por nodos -1)
Accesibilidad	Tiempo de recorrido	$t=d/v$	Donde: d: distancia v: velocidad

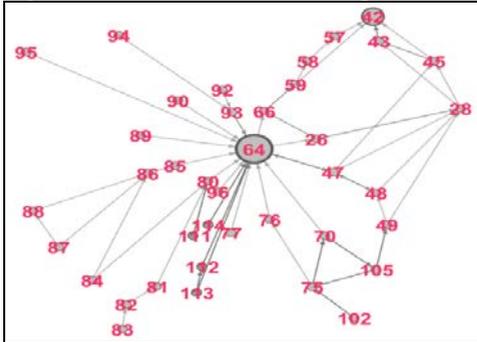
(\*) Para el cálculo del tiempo de recorrido se tuvo en cuenta las velocidades establecidas para vías intermunicipales-nacionales y carreteras rurales, de acuerdo al Ley 1239 de 2008.

Fuente: Elaboración propia

El trabajo se concretó en tres (3) fases: la primera, *recolección de la información*: adquisición de datos geospaciales (vías, centros poblados y de acopio) en formato shapefile<sup>4</sup>, a través de descargas en los geo-portales del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC y DANE. Una vez obtenido estos datos, se implementó la fase dos (2): *organización y procesamiento de la información*; en ella, los indicadores de conectividad fueron determinados en el software Gephi 0.96; donde simbólicamente los centros poblados y de acopio se asignaron como nodos y las vías como aristas, dando como resultado las representaciones cartográficas de cada uno de los grafos asimétricos por municipios (Figura 2: a, b, c, d, e), teniendo en cuenta a Montería y Cereté como los nodos principales.

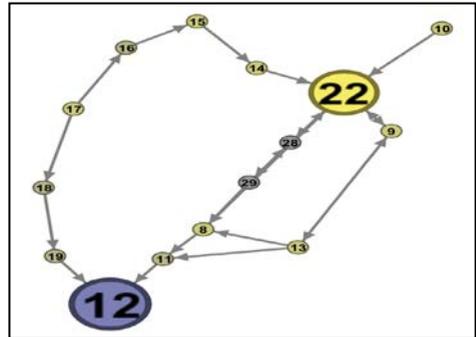
<sup>4</sup> Formato sencillo y de representación vectorial para almacenar archivos y variables de ubicación geométrica e información de atributos espaciales de las entidades geográficas.

Figura 2. Grafo de los centros de población de estudio.



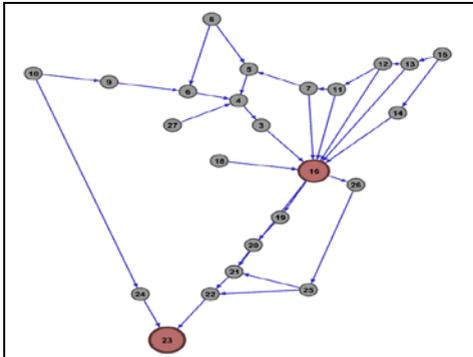
a. Grafo de los centros poblados de la ciudad de Montería

Nota: grafo asimétrico con dirección a los centros de acopio de Montería nodo (64) y Cereté nodo (42)



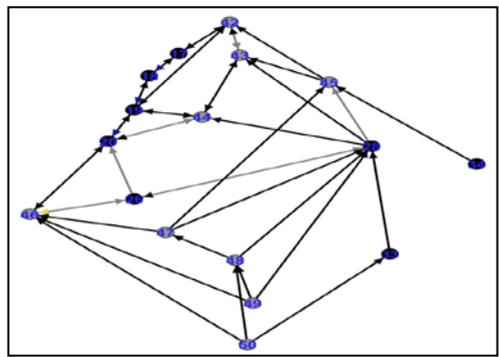
b. Grafo de los centros poblados de la ciudad de Cereté

Nota: grafo asimétrico con dirección a los centros de acopio de Montería nodo (12) y Cereté nodo (22)



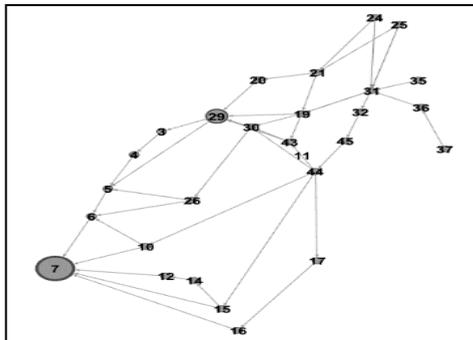
c. Grafo de los centros poblados del municipio de San Pelayo

Nota: grafo asimétrico con dirección a los centros de acopio de Montería nodo (23) y Cereté nodo (16)



d. Grafo de los centros poblados del municipio de San Carlos

Nota: grafo asimétrico con dirección a los centros de acopio de Montería nodo (42) y Cereté nodo (46)



e. Grafo de los centros poblados del municipio de Ciénaga de Oro

Nota: grafo asimétrico con dirección a los centros de acopio de Montería nodo (42) y Cereté nodo (46)

Fuente: Elaboración propia.

Con las representaciones cartográficas de los grafos asimétricos de los cinco (5) municipios que conforman las subregiones Centro y Medio Sinú, se elaboró en el programa Microsoft Excel, una tabla con el total de nodos y aristas reportados por el programa Gephi 0.96 para cada uno de ellos (Tabla 2); registros necesarios para calcular el Grado Medio y Densidad de la red (conectividad).

Tabla 1. Número de aristas y nodos por municipios

Municipio	Aristas	Nodos
Montería	75	43
Cereté	35	16
San Pelayo	40	24
San Carlos	55	17
Ciénaga de Oro	53	31

Fuente: Elaboración propia

Por su parte, el cálculo de la variable accesibilidad, se determinó mediante el uso del software ArcGis, en su versión 10.8.1. Se creó una Personal Geodatabase (Carpeta personal de datos espaciales), en ella, se importaron los shapefiles de vías, centros poblados y de acopio, y área de estudio (Municipios); posteriormente, se realizó una validación topológica, con el fin de evitar errores topológicos en los datos geoespaciales ingresados. Culminado este paso, se procedió a calcular en la caja de herramientas de ArcToolbox, los tiempos de recorrido vehicular desde los centros poblados a los centros de acopio de las subregiones Centro y Medio Sinú; agrupándolos en cinco (5) rangos contabilizados en minutos, y clasificados en función de dicho tiempo: altamente accesible, accesible, moderadamente accesible, regularmente accesible y poco accesible (Tabla 3).

Tabla 3. Rangos de tiempos y categorías de accesibilidad correspondiente (\*)

Rangos (minutos)	Categorías
0 - 10	Altamente accesible
11 - 20	Accesible
21 - 30	Moderadamente accesible
31 - 40	Regularmente accesible
41 - 50	Poco accesible

(\*) Estos rangos fueron clasificados a criterio propio, con base a la literatura consultada.

Fuente: Elaboración propia

Para la designación de los tiempos de recorrido, fue indispensable conocer la normatividad vigente sobre las velocidades permitidas en Colombia, de acuerdo a la

promulgada la Ley 1239 de 2008, por medio de la cual se modifican los artículos 106<sup>5</sup> y 107<sup>6</sup> de la Ley 769 de agosto de 2002. Atendiendo lo dictaminado, para las vías principales (intermunicipales y de orden nacional) que conectan a los centros poblados de Berastegui, Carrillo, Cereté, Ciénaga de Oro, Cabuya, Garzones, Martínez, Mateo Gómez, Mocarí, Montería, Patio Bonito, Pelayito, Retiro de los indios, San Carlos, San Pelayo, y Santa Lucia, se asignó una velocidad máxima de 90 kilómetros por hora (km/h), al resto de carreteras que interconectan a los demás centros poblados entre sí, se estipuló una velocidad de 80 km/h.

Con estos resultados geo-estadísticos y representaciones cartográficas de los municipios integrantes de las subregiones Centro y Medio Sinú, se procedió a cumplir la fase tres (3): *análisis de la información*; describiendo y analizando los comportamientos espaciales del fenómeno.

### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Conectividad de la red vial de los centros de acopio y poblados de las subregiones Centro y Medio Sinú

Desde las metodologías implementadas por la geografía del transporte, la variable conectividad, es entendida como el grado de comunicación recíproca entre los vértices, indicando el funcionamiento interno de una red de carreteras, partiendo del principio básico de la Teoría de Grafos; cuantos más arcos (vías) tenga el grafo (núcleo o centro poblacional), mayor será su grado de conectividad, lo cual según Garrido (1995), define espacialmente la organización o estructura de la red de carreteras de un territorio.

La red de carreteras de un entorno geográfico, sea este una ciudad, municipio, región o cualquier otra categoría espacial, es el principal factor determinante en el cálculo de los grados de conectividad como en la identificación de la organización espacial en función de las vías. Por tanto, una buena y óptima red de carreteras, admite considerar a un territorio interconectado y accesible a todos los lugares o piezas que lo conforman.

---

<sup>5</sup>Artículo 1 - Ley 1239 de 2008. El artículo 106 del Código Nacional de Tránsito quedará así: “Límites de velocidad en vías urbanas y carreteras municipales. En las vías urbanas las velocidades máximas y mínimas para vehículos de servicio público o particular será determinada y debidamente señalizada por la autoridad de Tránsito competente en el Distrito o Municipio respectivo. En ningún caso podrá sobrepasar los 80 kilómetros por hora”.

<sup>6</sup>Artículo 2 - Ley 1239 de 2008. El artículo 107 del Código Nacional de Tránsito quedará así: “Límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales. En las carreteras nacionales y departamentales las velocidades autorizadas para vehículos públicos o privados, serán determinadas por el Ministerio de Transporte o la Gobernación, según sea el caso, teniendo en cuenta las especificaciones de la vía. En ningún caso podrá sobrepasar los 120 kilómetros por hora”.

Matus *et al.* (2019) argumentan que la red vial, es la columna vertebral de cualquier entorno geográfico, es la responsable de su funcionamiento y, por medio de la Teoría de Grafos, se conoce la situación de la misma, identificando los retos de la planificación y ordenación en afrontar la conectividad y el transporte como elementos decisivos del desarrollo territorial.

Basado en los planteamientos de Matus *et al.* (2019) y en los resultados alcanzados, se observa que la Tabla 4 indica que los municipios de San Carlos y Cereté, son los dos (2) territorios con mayor Grado de Cohesión; en el caso de San Carlos, cada nodo de la red tiene un promedio de tres (3) vías, demostrando que sus centros poblados poseen una alta conexión entre sí, debido a la disponibilidad de vías internas.

Tabla 4. Grado Medio de los municipios de las subregiones Centro y Medio Sinú (\*)

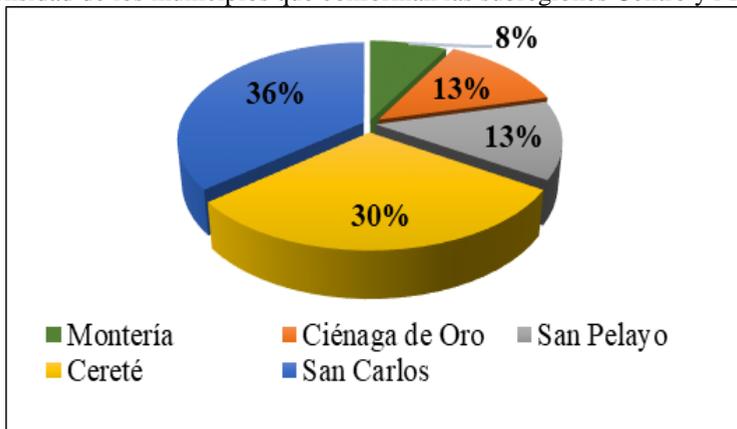
Municipio	Grado Medio
Montería	1,667
Cereté	2,333
San Pelayo	1,667
San Carlos	3,235
Ciénaga de Oro	1,929

(\*) Estos registros numéricos se adquirieron mediante el uso del software Gephi 0.96

Fuente: Elaboración propia

Contrario a San Carlos; Montería y San Pelayo, reportan un Grado de Cohesión de 1,667, es decir, en ambos municipios, el número de vías de interconexión entre centros poblados y de acopio, no supera las dos (2), registro que dificulta aún más la conexión, por el escaso número de carreteras. Para su corroboración, la Figura 3 muestra los valores porcentuales de la densidad.

Figura 3. Densidad de los municipios que conforman las subregiones Centro y Medio Sinú



Fuente: Elaboración propia

Una consecuencia directa de la desarticulación entre centros poblados y de acopio, es la no movilización y comercialización de los productos agropecuarios que provienen de los caseríos y parcelas de pequeños campesinos, impactando negativamente el buen funcionamiento de los centros de acopio de Montería y Cereté, generando escases y alza de precios en los insumos requeridos por la población demandante en ellos.

Rodríguez *et al.* (2019), acuñen que la adecuación y creación de vías en los entornos rurales, es significativamente primordial en el desarrollo productivo-rural, al beneficiar la movilización de mercancías provenientes de zonas con difícil acceso; que paralelamente, esto posibilitaría una mayor eficiencia en los procesos de recolección, carga, descarga y comercialización de los productos agropecuarios.

Las anotaciones de Rodríguez *et al.* (2019), conllevan a introducir la situación actual de los territorios rurales en Colombia, en materia de infraestructura vial y transporte. Los gobiernos locales, departamentales y nacionales, centran solo su interés en la producción, extracción y explotación de materias primas (recursos naturales renovables y no renovables), desconociendo las problemáticas asociadas al abandono y mal estado de la red de carreteras terciarias de estos territorios; en ellos, la mayoría de las comunidades se interconectan entre sí por medio de una precaria infraestructura vial.

La realidad geográfica de las subregiones Centro y Medio Sinú del departamento de Córdoba, no es distinta al resto del panorama nacional; como se citó en la Figura 3, existen municipios con baja conectividad, de acuerdo al Grado de Cohesión de los grafos (Centros de poblados y de acopio); no obstante, otros como Cereté y San Carlos, presentan cohesión por encima de dos (2) y tres (3) vías que llegan a los centros poblados en relación a los de acopio, sin embargo;

La Asamblea Departamental de Córdoba (2020), admite que la red vial secundaria del Departamento, se compone por un total de 589.6 Km, de los cuales el 5.60% es categorizado en mal estado (29.02 km), careciendo de articulación, por la falta de recursos para su administración, como por la inexistencia de obras que mitiguen el manejo de aguas lluvias por la alta pluviosidad en algunas áreas del territorio. Lo mismo ocurre con las carreteras terciarias, representadas en el 83.33% (5.816 Km), con baja transitabilidad, al ser trochas y caminos no pavimentados y deteriorados.

Para mitigar la situación de los territorios rurales, en el Plan de Desarrollo Departamental de Córdoba, en su Plan Estratégico, se plasma el programa *Infraestructura para el desarrollo y la competitividad*; teniendo como objetivo mejorar la conectividad vial, garantizando un transporte multimodal de las subregiones; esto se logrará a través de la adecuación, construcción y puesta en marcha de infraestructuras, equipamientos viales y de transporte que dinamicen a los entornos urbanos y rurales, logrando una efectiva circulación de población, de mercancías y productos, concibiendo ser más competitivos (Asamblea Departamental de Córdoba, 2020).

Con estas acciones y programas estratégicos, se originaría una reparación positiva en los valores numéricos de los índices Grado Medio y Densidad, beneficiando a los

centros poblados y de acopio de las subregiones Centro y Medio Sinú, y demás territorios del Departamento, al estar mayormente interconectados entre sí.

### **3.2. Accesibilidad espacial de las subregiones Centro y Medio Sinú. De los centros poblados a los de acopio**

Los trabajos investigativos que se desarrollan acorde a las teorías, parámetros y metodologías de la Geografía del Transporte y disciplinas afines, en relación al fenómeno de la accesibilidad espacial, se convierten en contribuciones valiosas a la hora de planificar y ordenar los territorios en función de las redes de carreteras; estos trabajos tienen la finalidad de proporcionar datos e información fundamental para tomar decisiones coherentes que permitan un mayor intercambio socioeconómico y territorial, facilitando la disminución de disparidades en los entornos urbanos y rurales.

Un claro ejemplo de lo expuesto, es el estudio de Herce (2013), titulado *Carreteras para una movilidad equitativa*; en él, se sostiene que:

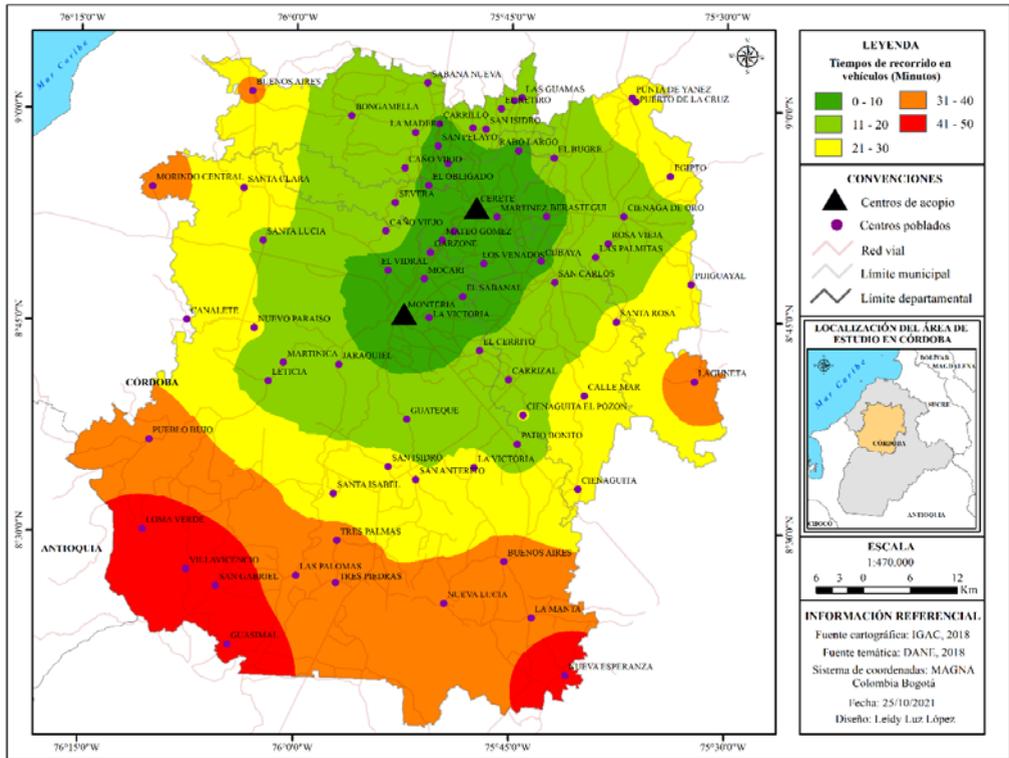
Las redes viales al estar adecuadas y dotadas de infraestructuras necesarias para un buen funcionamiento, mejoran las condiciones de conectividad y accesibilidad de los distintos centros poblacionales, integrándolos territorialmente y articulándolos a los sistemas de transporte, factor primordial en el desarrollo socioeconómico de la población (Herce, 2013).

Es entonces, la accesibilidad geográfica es un tema fundamental en la planificación territorial y la geografía de del transporte, al referirse a la capacidad de las personas para llegar a los lugares donde se encuentran los recursos, bienes y servicios necesarios para satisfacer sus necesidades, tal como lo sustenta la Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL (2014): es una dimensión importante de la equidad territorial, ya que afecta la capacidad de las personas para acceder a los recursos y servicios necesarios para su bienestar; su medición y análisis, puede ayudar a identificar las desigualdades territoriales y a orientar la planificación y gestión territorial.

De esta manera, se trae a colocación el análisis de la accesibilidad espacial de la red de carreteras de las subregiones Centro y Medio Sinú del departamento de Córdoba, desde los centros poblados a los de acopio.

La variable accesibilidad, aplicada al análisis de redes viales, es la cercanía o lejanía en distancia y tiempo para llegar a un lugar destino desde un lugar de origen, dependiendo de la facilidad o dificultad que presente la vía en el desplazamiento de un objeto o persona (Gómez, 2014). De hecho, para Miralles (2011), la vida cotidiana, sus actividades y desplazamientos, se dan en dos (2) planos: el de la proximidad y el de la distancia, ambos manifestados en los tiempos de desplazamiento, en cada uno de los recorridos que se realizan según los distintos motivos que los generan. Así, la Figura 4 muestra el comportamiento de la accesibilidad geográfica a los centros de acopio de Cereté y Montería, en función de los tiempos de recorrido en horas desde los centros poblados.

Figura 4. Tiempos de recorrido (proximidad espacial) a los centros de acopio de las subregiones Centro y Medio Sinú.



Fuente: Elaboración propia

Los centros poblados Los Venados, Martínez, Mateo Gómez, Rabolargo, Retiro de los Indios (Cereté), El Sabanal, El Vidral, La Victoria, Los Garzones, Mocarí (Montería), Cabuya (San Carlos), Berastegui (Ciénaga de Oro), Carrillo, El Obligado y Pelayito (San Pelayo), se encuentran a distancias de 2.5 km a 15 km con respecto a los centros de acopio Cereté y Montería, tardando entre 1 a 10 minutos para acceder a dichos centros de acopio, posicionándose en la categoría de tiempo *Altamente accesible*, obediendo a la proximidad espacial que presentan en relación a las carreteras nacionales e intermunicipales (vía Montería-Santa Cruz de Lorica, la doble calzada Cereté-Ciénaga de Oro, variante Montería-San Carlos, variante San Carlos-Santa Cruz de Lorica) que los bordean. A esto, se añade la velocidad promedio permitida en estas troncales, la cual es de 90 km/h, factor que favorece aún más los desplazamientos de los habitantes de estos centros poblados.

Es de anotar que, solo un centro poblado (Cabuya) del municipio de San Carlos, se sitúa en el rango de tiempo de 1-10 minutos, a pesar que este territorio en los índices de conectividad, es quien registra los valores más cercanos a una red de carreteras interconectada; hecho que de acuerdo a los planteamientos Garrido (1995), se debe a

la cercanía o lejanía de los centros poblacionales con respecto a los centros de actividades económicas, y no por la poca o cantidad de carretas que lleguen a estos.

En el rango de tiempo de 11 - 20 minutos, categorizado como *Accesible*, se hallan los centros poblados de Caño Viejo, Guateque, Jaraquiel, Leticia, Martinica, Patio Bonito, Santa Lucia (Montería), Bongamella, Caño Viejo, El Retiro, La Madera, Las Guamas, San Isidro (San Pelayo), El Bugre, Severa (Cereté), Carrizal, Cienaguita, El pozón (San Carlos), Las Palmitas y Rosa Vieja (Ciénaga de Oro); encontrándose contiguos a los centros poblados del rango anterior.

La particularidad del rango de 11 - 20 minutos, radica en que agrupa a centros poblados interconectados por carreteras de segundo y tercer orden; infraestructuras que admiten la reducción de tiempos de recorrido y acceso inmediato a vías principales. Por ejemplo, los habitantes del centro poblado de Santa Lucia, al noroccidente de Montería, para acceder al centro de acopio más cercano, optan por movilizarse por la variante vial que conduce desde este corregimiento a la vía nacional Montería-Medellín.

Contrario a los rangos altamente accesibles, se menciona el rango de tiempo de 41 - 50 minutos de recorrido, categorizado como el nivel de accesibilidad más bajo, agrupando los centros poblados de Guasimal, Loma Verde, Nueva Esperanza, San Gabriel y Villavicencio; todos ellos pertenecientes al municipio de Montería; encontrándose aislados del resto del territorio, al presenciarse pocas vías alteras de interconexión con otros centros poblados, lo cual repercute en los niveles de accesibilidad a los centros de acopio.

Por ejemplo, el centro poblado de Nueva Esperanza, ubicado en el extremo suroriente de Montería, para que sus habitantes, especialmente campesinos dedicados a las actividades agropecuarias, puedan acceder a los centros de acopio, tardan aproximadamente una hora desplazándose por medio de vehículos propios o de transporte de personas y mercancías; tiempo no favorable en el análisis de la accesibilidad geográfica para el caso de estudio, debido a que los centros de acopio se encuentran en distancias prolongadamente cercas (de 30 - 40 km).

Una desventaja de los centros poblados más alejados de los centros de acopio, son los largos períodos de tiempos de recorrido, implicando mayores costos en el transporte y comercialización de las materias primas del campo.

Santos & De las Rivas (2008) sostienen que, un espacio geográfico con problemáticas estructurales en su malla vial, es causante de la deficiente movilidad y accesibilidad de pasajeros y circulación de mercancías, así como también, del alza de precios en el transporte público y privado, y de la vulnerabilidad de acceder a todas las áreas de bienes y servicios de un territorio.

En términos generales, los centros poblados más distantes y con rangos de tiempos mayores a 30 minutos, pertenecen al municipio de Montería, los habitantes de estos deben recorrer distancias aproximadas de 40 km, con velocidades de 80 km/h, con el fin de acceder a los centros de acopio de Cereté y Montería, en estos, se ofrecen bienes y servicios que requiere la población de las subregiones Centro y Medio Sinú y de otras partes del Departamento.

#### 4. Conclusiones

Un territorio con una adecuada y óptima red de carreteras, es sinónimo de un espacio geográfico interconectado y accesible a todas sus piezas, tanto urbanas (ciudades y aglomeraciones poblacionales) como rurales (centros poblados). En el desarrollo del artículo, se hizo evidente que los cinco (5) municipios que integran las subregiones Centro y Medio Sinú del departamento de Córdoba, se caracterizan por presentar una red de carreteras distribuida de manera heterogénea, refleja en problemáticas de conectividad y accesibilidad espacial, producto de una malla vial con condiciones desfavorables en cuanto a estados, adecuación y cantidad de carreteras que interconecten a los centros poblados con los de acopio.

Esto implicó que, en los indicadores de conectividad, se generarán resultados desfavorables que demuestran diferenciaciones espaciales en cuanto a arcos (vías) reales por municipios, con sus respectivos centros poblados y de acopio (nodos). Cereté y San Carlos, según los valores del Grado Medio, resultaron ser los territorios con mayor conectividad, a diferencia de Ciénaga de Oro, Montería y San Pelayo, esto resulta cuestionable para el caso de Montería, al ser la capital departamental y no poseer una red de carreteras integradas en sus zonas rurales. Sin embargo, en términos de accesibilidad, los centros poblados pertenecientes a los municipios de Cereté y Montería, son los más favorecidos por su cercanía en distancias y tiempos de recorrido con respecto a los centros de acopio; conllevando a considerar que, las variables conectividad y accesibilidad, no siempre suelen ser relativamente consecuentes en un análisis de redes.

De este modo, se concluye que la red de carreteras de las subregiones Centro y Medio Sinú, muestran un déficit en el número o cantidad de vías existentes por centros poblados, especialmente Montería y San Pelayo. No obstante, la accesibilidad a los centros de acopio de Cereté y Montería, es clave para la economía local y regional, ya que estos lugares son de vital importancia para el acopio y distribución de productos agrícolas y pecuarios. Además, una buena conectividad y accesibilidad también es importante para el desarrollo social y económico de las subregiones, al otorgar una mayor movilidad de personas y mercancías, fomentando así la creación de empleo y el crecimiento económico.

Finalmente, esta investigación como ejercicio metodológico desde el uso y aplicación de los SIG, puede considerarse como un insumo técnico-científico elaborado desde la academia, al definir la situación geográfica de las subregiones Centro y Medio Sinú del departamento de Córdoba, en materia de conectividad y accesibilidad de la red vial de los municipios que las integran; siendo pertinente su contenido a la hora de ordenar, planificar y brindar soluciones factibles a la deficiente red de carreteras en Córdoba, por parte de los entes administrativos como Alcaldías, Gobernación y Gobierno Nacional.

## 5. Referencias bibliográficas

- Álvarez, M., & Parras, J. (2013). Teoría de Grafos. Universidad del Bío-Bío, Facultad de Educación y Humanidades. Chillán, Chile. Recuperado de [http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1953/3/Alvarez\\_Nunez\\_Marcelino.pdf](http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1953/3/Alvarez_Nunez_Marcelino.pdf)
- Arias, C., Cardozo, O., & Parras, M. (2016). Análisis de conectividad y densidad de la red vial en la Reserva Natural del Iberá con Sistemas de Información Geográfica (SIG). *Revista Geográfica IGUNNE*, 13, (26), 1-16.
- Asamblea Departamental de Córdoba. (2020). Plan de Desarrollo Departamental de Córdoba. “Ahora le toca a Córdoba: oportunidades, bienestar y seguridad”. Ordenanza 0009 de 2020. Montería, Colombia.
- Bautista, A. (2018). Análisis de accesibilidad y conectividad de la red vial intermunicipal en el microsistema regional de la provincia Centro en Boyacá, Colombia. *Perspectiva Geográfica*, 23 (1), 123-141. Doi: 10.19053/01233769.8058
- Bravo, H., Rojas, A., Jaramillo, C., & Murillo, J. (2018). Análisis de redes de sistemas de bicicletas públicas en ciudades latinoamericanas usando teoría de grafos. *Revista Espacios*, 39 (50). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n50/18395018.html#iden>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL. (2014). Accesibilidad geográfica a servicios de salud en América Latina y el Caribe: una revisión de la literatura y algunos ejemplos prácticos. Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. (2018). Colombia. Proyecciones de población municipales por área. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografa-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE., & Banco de la República. (2016). Informe de coyuntura económica regional. Sucursal Cartagena. Cartagena, Colombia. ISSN 1794-3582. Recuperado de [https://www.dane.gov.co/files/icer/2015/ICER\\_Cordoba2015.pdf](https://www.dane.gov.co/files/icer/2015/ICER_Cordoba2015.pdf)
- FAO. (2013). Buenas prácticas para el diseño y operación de centros de acopio de productos agrícolas. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Garrido, J. (1995). La organización espacial de la red de carreteras en Aragón. Aplicación metodológica de la Teoría de los Grafos. *Geographicalia*, 32, 83-101.
- Gómez, C. (2014). Infraestructura vial y niveles de accesibilidad entre los centros poblados y los centros de actividad económica en la provincia de Ñuble, VIII región. Universidad del Bío-Bío, Departamento de Ciencias Sociales, 1-13.
- Herce, M. (2013). Carreteras para una movilidad equitativa. *Revista de Obras Públicas*, 3540, 21-29.
- Matus, J., Herrera, R., Atencio, E., & Pellicer, E. (2019). Análisis de conectividad vial para la planificación urbana: casos de estudios Valparaíso (Chile) y Valencia (España). Congreso internacional de dirección e ingeniería de proyectos. Valencia, España. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/334749002>

- Maza, F., & Agámez, A. (2012). La infraestructura de movilidad y su relación con el desarrollo económico y la competitividad: revisión conceptual. *Revista Panorama Económico.* (20), 147-164.
- Merlín, P. (1992). *Geografía, economía y planificación de los transportes.* París: Puf Fundamental.
- Miralles, C. (2011). Dinámicas metropolitanas y tiempos de la movilidad. La región metropolitana de Barcelona, como ejemplo. *Anales de Geografía,* 31 (1), 125-145. Doi: 10.5209/rev\_AGUC.2011.v31.n1.6
- Rodríguez, M., Fioravanti, R., & Martínez, M. (2019). *Conectividad vial y su contribución al sistema logístico de Panamá.* Banco Interamericano de Desarrollo-BID. División de Transporte. Ciudad de Panamá, Panamá. 1-77.
- Rueda, K. (2004). *Herramienta para la planeación y definición de proyectos viales tanto a nivel nacional como regional y municipal empleando criterios técnicos de clasificación de la red vial nacional.* Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12448/u672220.pdf?sequence=1>.