

**Análisis de la cobertura de servicios de telecomunicaciones (internet, televisión y telefonía)  
en zonas rurales del departamento de Boyacá**

Jefersson Fabián Camacho Fajardo

Asesor

Maritza Farley Mondragón Guzmán

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Ingeniería de Telecomunicaciones

Departamento de Boyacá, Colombia

2026

## Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía constante, por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para no rendirme en los momentos difíciles. Gracias por iluminar mi camino y ayudarme a alcanzar este logro tan importante en mi vida.

A mi hijo, que es mi mayor motivación y el motor que impulsa cada uno de mis esfuerzos. Todo lo que hago es pensar en tu futuro y en el ejemplo que quiero dejarte. Este logro también es tuyo, porque eres la razón que me inspira a ser mejor cada día.

A mi esposa, mi compañera de vida, gracias por tu amor, paciencia y apoyo incondicional. Por estar a mi lado en cada desafío, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, y por ser mi fuerza en los momentos más difíciles. Sin ti, este camino no habría sido igual.

A mis padres, por ser el pilar fundamental en mi formación, por sus enseñanzas, sacrificios y consejos. Gracias por nunca dejar de confiar en mí y por brindarme siempre su apoyo para cumplir mis metas.

A mis abuelos, por sus valores, su ejemplo y su amor. En especial a mi abuelo que está en el cielo, quien siempre soñó con verme alcanzar este logro. Sé que desde lo alto me acompaña y celebra conmigo este momento. Este trabajo va dedicado con todo mi corazón para usted.

Con amor y gratitud, este logro es para ustedes.

### **Agradecimientos**

A Dios, por bendecirme con la vida, la salud, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante. Por acompañarme en cada desafío y darme la fe para no rendirme ante las dificultades.

A la vida, por cada aprendizaje, por las experiencias que me hicieron crecer y por permitirme llegar hasta este momento que representa esfuerzo, dedicación y superación personal.

A toda mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y palabras de aliento en cada paso de este proceso. Gracias por creer en mí, por motivarme a seguir adelante y por ser mi mayor inspiración para alcanzar esta meta.

A todos los profesores que me acompañaron durante este camino académico, por compartir sus conocimientos, por su paciencia, orientación y compromiso en mi formación. Gracias por cada enseñanza y por contribuir de manera significativa a mi crecimiento profesional y personal.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental de este logro.

## Resumen

El presente trabajo analiza la cobertura y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones (Internet, telefonía y televisión) en los municipios rurales de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá del departamento de Boyacá, tomando como referencia la infraestructura y servicios del operador Claro Colombia. La investigación se desarrolla bajo un enfoque descriptivo y analítico, basado en la revisión documental de fuentes institucionales y técnicas, con el propósito de comprender cómo influyen factores geográficos, técnicos y demográficos en la calidad y alcance de la conectividad. Los resultados evidencian que, aunque existe presencia de servicios de telecomunicaciones en las zonas estudiadas, la cobertura no es homogénea y presenta limitaciones en términos de estabilidad, velocidad y continuidad, especialmente en áreas rurales con mayor dispersión poblacional y condiciones topográficas complejas. Asimismo, se identifica que la brecha digital en estos territorios no solo se relaciona con el acceso, sino también con la calidad efectiva del servicio. En conclusión, el estudio permite comprender las condiciones actuales de conectividad rural en Boyacá y aporta una visión contextualizada sobre los desafíos que enfrenta la expansión de las telecomunicaciones en zonas rurales.

***Palabras clave:*** 5g, zonas rurales, cobertura, conectividad

### **Abstract**

This study analyzes the coverage and availability of telecommunications services (Internet, telephone, and television) in the rural municipalities of Almeida, Somondoco, Sutatenza, and Guayatá in the department of Boyacá, using the infrastructure and services of the operator Claro Colombia as a reference. The research employs a descriptive and analytical approach, based on a review of institutional and technical sources, to understand how geographic, technical, and demographic factors influence the quality and reach of connectivity. The results show that, although telecommunications services are present in the studied areas, coverage is not homogeneous and presents limitations in terms of stability, speed, and continuity, especially in rural areas with greater population dispersion and complex topography. Furthermore, the study identifies that the digital divide in these territories is related not only to access but also to the effective quality of service. In conclusion, the study provides an understanding of the current state of rural connectivity in Boyacá and offers a contextualized perspective on the challenges facing the expansion of telecommunications in rural areas.

***Keywords:*** 5G, rural areas, coverage, connectivity

## Tabla de contenido

Introducción .....	8
Planteamiento del Problema .....	10
Causas Principales.....	11
Efectos Cuantificados.....	12
Justificación .....	14
Beneficiarios.....	15
Relevancia Disciplinar y Social .....	16
Objetivos.....	18
Objetivo General .....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco Conceptual y Teórico .....	19
Infraestructura de Telecomunicaciones.....	19
<i>Tecnologías de Transmisión</i> .....	19
<i>Factores que Afectan la Cobertura Rural</i> .....	19
Fundamentación Teórica de las Telecomunicaciones.....	19
Propagación de Señales en Zonas Rurales .....	20
Infraestructura en Redes de Telecomunicaciones .....	21
Tecnologías de Transmisión y Calidad del Servicio.....	21
<i>Factores que Inciden en la Cobertura y Calidad del Servicio</i> .....	22
Conectividad Rural y Desarrollo Local.....	22
Marco de Antecedentes.....	24
Estudios en el Ámbito Internacional .....	24
Estudios en el Ámbito Nacional.....	24
Marco Legal .....	26
Marco Nacional.....	26
Marco Internacional .....	26
Marco Metodológico.....	28
Enfoque de la Investigación .....	28
Tipo de Investigación .....	28
Diseño de la Investigación .....	28
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	29
Población y Muestra.....	29
Técnicas de Análisis de la Información .....	30

Alcance de la Investigación.....	30
Resultados .....	31
Análisis y Discusión Científica.....	34
Interpretación de la Cobertura y Disponibilidad de los Servicios de Telecomunicaciones .....	34
Limitaciones y Alcances del Estudio .....	34
Relación con Estudios Previos y Contribución Académica .....	35
Conclusiones.....	37
Referencias Bibliográficas .....	39

## Introducción

El acceso a los servicios de telecomunicaciones constituye actualmente uno de los pilares fundamentales para el desarrollo social, económico, institucional y educativo de los territorios, ya que la disponibilidad del Internet, la telefonía y la televisión no solo facilita la comunicación entre las personas, sino que también fortalece procesos de inclusión digital, acceso a la información, educación virtual, servicios financieros, telemedicina y participación ciudadana. En este sentido, la conectividad ha dejado de ser un servicio complementario para convertirse en una herramienta esencial para la competitividad regional y la reducción de desigualdades territoriales.

De acuerdo con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (2024), el cierre de la brecha digital representa una prioridad nacional, especialmente en las zonas rurales, donde persisten limitaciones estructurales relacionadas con la baja densidad poblacional, la dispersión geográfica y los altos costos de despliegue de infraestructura. El Plan de Expansión de Conectividad presentado por esta entidad plantea como meta avanzar hacia la conexión del 85 % del país, priorizando el fortalecimiento de redes troncales, redes móviles, acceso fijo e instituciones educativas rurales, reconociendo que la ruralidad continúa siendo el principal desafío en materia de cobertura digital.

En departamentos como Boyacá, esta situación adquiere una mayor relevancia debido a sus características geográficas, ya que la presencia de zonas montañosas, la fragmentación territorial y la dispersión de los centros poblados generan dificultades para el despliegue de las redes de telecomunicaciones, específicamente en municipios rurales donde la demanda de usuarios no siempre compensa la inversión requerida por los operadores. Bajo este panorama, el presente trabajo se enfoca en el análisis de la cobertura de los servicios de Internet, telefonía y

televisión en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá, tomando como referencia la infraestructura y los servicios ofrecidos por Claro Colombia como uno de los principales operadores de telecomunicaciones del país.

## Planteamiento del Problema

En los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá, la prestación de los servicios de telecomunicaciones presenta diferencias que no siempre son visibles desde los reportes generales de cobertura. Aunque el operador Claro Colombia dispone de servicios de Internet, telefonía y televisión en estas localidades, en la práctica pueden existir variaciones importantes relacionadas con la estabilidad de la señal, la velocidad de conexión, la continuidad del servicio y la disponibilidad de soluciones corporativas para usuarios institucionales, comerciales y empresariales.

Uno de los principales inconvenientes radica en que la información oficial sobre cobertura suele presentarse de manera amplia a nivel departamental o nacional, sin detallar con precisión las condiciones reales de conectividad en municipios rurales específicos. Esto dificulta identificar si la infraestructura instalada como antenas, torres, estaciones base y puntos de acceso, efectivamente responden de manera correcta a las necesidades del territorio o si existen limitaciones técnicas que afectan la calidad del servicio prestado.

La Comisión de Regulación de Comunicaciones (2023) establece que la eficiencia en la prestación de servicios de telecomunicaciones depende no solo de la presencia del operador, sino también de la capacidad de la infraestructura de soporte, el acceso a redes de transporte y las condiciones geográficas que permitan una cobertura estable y continua. En zonas rurales, estas variables adquieren mayor relevancia debido a que la topografía y la dispersión poblacional pueden generar restricciones en la expansión y sostenibilidad de las redes.

Por tanto, en el caso de Boyacá, las condiciones montañosas y la fragmentación territorial pueden influir directamente en la calidad de los servicios ofrecidos, generando diferencias entre municipios cercanos que, aunque pertenecen a una misma región, no necesariamente presentan el

mismo nivel de conectividad. Esta situación hace necesario realizar una comparación entre Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá para determinar posibles limitaciones en la prestación de los servicios corporativos y establecer qué factores técnicos, geográficos y de infraestructura inciden en dichas diferencias. De tal manera que esta problemática se centra en la falta de una evaluación específica sobre la infraestructura disponible de Claro Colombia y sobre la cobertura real de los servicios de Internet, telefonía y televisión en estos municipios rurales.

### **Causas Principales**

La limitada cobertura y calidad de los servicios de telecomunicaciones en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá responde a una combinación de factores geográficos, técnicos, demográficos y económicos que condicionan la prestación eficiente de Internet, telefonía y televisión. En las zonas rurales, la conectividad no depende únicamente de la presencia de un operador como Claro Colombia, sino también de las condiciones estructurales que permiten el despliegue y sostenibilidad de la infraestructura tecnológica.

Una de las principales causas que se puede evidenciar es la topografía montañosa característica del departamento de Boyacá, ya que la presencia de relieves irregulares, zonas de difícil acceso y la dispersión entre centros poblados dificulta la instalación de antenas, torres y estaciones base, además de afectar la propagación de la señal y la continuidad del servicio. Otra causa importante se relaciona con la cantidad, ubicación y capacidad de la infraestructura disponible. En muchos casos, las estaciones base, redes de acceso, fibra óptica y puntos de conexión no resultan suficientes para cubrir de manera uniforme todas las veredas y sectores rurales, debido que la ubicación estratégica de esta infraestructura es determinante, ya que una distribución inadecuada puede generar zonas con baja señal, interrupciones frecuentes y limitada disponibilidad de servicios corporativos. El Departamento Nacional de Planeación (2022)

reconoce que la falta de infraestructura tecnológica adecuada continúa siendo una de las principales limitaciones para reducir la brecha digital en los territorios rurales de Colombia.

Asimismo, el desarrollo y mantenimiento de redes de telecomunicaciones en zonas rurales implica mayores costos operativos y de inversión, según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2024) señala que condiciones como dificultades de acceso, la necesidad de infraestructura adicional, las largas distancias entre usuarios y la baja densidad poblacional incrementan significativamente los costos de expansión y reducen la rentabilidad comercial para los operadores privados, lo que puede limitar la modernización tecnológica y la ampliación de cobertura en municipios con menor concentración poblacional.

De igual forma, la FAO (2024) destaca que la falta de conectividad en zonas rurales no solo afecta el acceso a servicios digitales, sino también la productividad agrícola, la educación, el comercio local y la articulación institucional, lo que demuestra que la brecha digital tiene efectos directos sobre el desarrollo territorial. Esta situación convierte la conectividad en un factor estratégico para la sostenibilidad económica y social de las comunidades rurales.

### **Efectos Cuantificados**

La limitada cobertura y calidad de los servicios de telecomunicaciones en los municipios rurales de Boyacá genera efectos directos sobre el acceso a la información, la continuidad de los servicios digitales y el desarrollo de actividades económicas y educativas. Estas consecuencias pueden observarse de manera cuantificable en aspectos como la reducción del acceso a Internet, la disminución en la calidad del servicio, las limitaciones en la cobertura de telefonía móvil y el impacto sobre procesos productivos y académicos.

Uno de los principales efectos se refleja en la reducción del acceso a Internet fijo y móvil en zonas rurales. Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

(2024), la brecha entre conectividad urbana y rural continúa siendo significativa, especialmente en municipios donde la infraestructura de red es limitada y la cobertura no alcanza de manera uniforme a toda la población. Esta situación restringe el acceso a plataformas educativas, servicios financieros digitales, trámites institucionales y actividades comerciales que actualmente dependen del uso permanente de Internet.

Otro efecto importante corresponde a la disminución en la calidad del servicio, evidenciada en baja velocidad de conexión, interrupciones frecuentes y dificultades de estabilidad en la señal. La Comisión de Regulación de Comunicaciones (2023) señala que la calidad del servicio está directamente relacionada con la capacidad de la infraestructura instalada y con las condiciones geográficas del territorio, lo que genera diferencias notables entre municipios rurales y zonas urbanas, incluso cuando existe presencia del mismo operador. En consecuencia, la deficiencia en la cobertura de telecomunicaciones no representa únicamente una limitación técnica, sino una condición que influye directamente en la calidad de vida de la población, en la productividad local y en las posibilidades de integración de estos municipios a los procesos de transformación digital del país.

## Justificación

El análisis de la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en zonas rurales se justifica en la necesidad de comprender una de las problemáticas estructurales más relevantes en el contexto actual, que es la persistencia de la brecha digital, ya que este fenómeno no solo se limita a la ausencia de acceso a tecnologías, sino que también involucra desigualdades en la calidad del servicio, la estabilidad de la conexión y las posibilidades reales de uso de los servicios digitales. Desde la literatura académica, la brecha digital ha sido definida como una manifestación de desigualdad social que refleja diferencias en el acceso, uso y apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación entre distintos grupos poblacionales (Lizarazo, 2023). En este sentido, el estudio de la cobertura de telecomunicaciones en territorios rurales permite abordar una de las dimensiones fundamentales de esta problemática que es la disponibilidad real de infraestructura y servicios.

En el contexto colombiano, Parada (2024) resalta la relevancia de este tipo de estudios, debido que se evidencia en los diagnósticos recientes sobre conectividad rural y que, a pesar de los avances en políticas públicas orientadas a la expansión de redes, persisten brechas significativas entre zonas urbanas y rurales. Informes recientes evidencian que una proporción considerable de instituciones educativas rurales aún no cuentan con acceso a Internet, lo que limita procesos de formación y acceso a información, generando efectos directos sobre la equidad educativa y el desarrollo social. Esta situación confirma que la conectividad no puede analizarse únicamente desde la existencia de cobertura nominal, sino que requiere una evaluación más detallada sobre su funcionamiento real en contextos específicos.

En este contexto, la presente monografía adquiere pertinencia al centrarse en los municipios rurales del departamento de Boyacá, lo que permite superar los enfoques

generalizados que predominan en los estudios de cobertura a nivel nacional o departamental. La importancia de este enfoque radica en que las condiciones de conectividad pueden variar significativamente entre municipios, incluso dentro de una misma región, debido a factores como la topografía, la distribución de la infraestructura y la dinámica poblacional.

### **Beneficiarios**

La presente monografía genera un aporte académico que beneficia a diversos actores, en primer lugar, el estudio resulta pertinente para la comunidad académica ya que permite fortalecer la comprensión empírica de la brecha digital en contextos rurales, particularmente desde una perspectiva territorial, debido a que este tipo de análisis donde los municipios son objeto de estudio, aporta evidencia que complementa los enfoques macro sobre conectividad, los cuales suelen presentarse de manera agregada y sin suficiente nivel de detalle local. (TIC, 2025)

De igual forma, las instituciones de educación superior se constituyen como beneficiarias relevantes, ya que este tipo de investigaciones fortalece los procesos formativos y de investigación en áreas como telecomunicaciones, ingeniería y desarrollo regional. La literatura reciente ha evidenciado que el estudio de la conectividad en zonas rurales no solo aporta al conocimiento técnico, sino que también permite analizar su relación con variables sociales como educación, acceso a información y desarrollo local. En Colombia, por ejemplo, se ha identificado que la falta de conectividad afecta directamente el acceso a recursos educativos, evidenciando que cerca del 79 % de las instituciones educativas rurales no cuentan con acceso a Internet, lo cual limita significativamente los procesos de aprendizaje y formación. (Parada, 2024)

Por otra parte, los resultados de esta monografía pueden ser de interés para entidades gubernamentales y organismos del sector TIC, en la medida en que proporcionan un análisis contextualizado sobre la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en territorios

específicos, ya que este tipo de aproximaciones permite complementar los diagnósticos institucionales y contribuir a la comprensión de las dinámicas territoriales que inciden en la prestación del servicio.

### **Relevancia Disciplinar y Social**

La presente monografía adquiere relevancia desde el ámbito disciplinar al contribuir al campo de la Ingeniería de Telecomunicaciones mediante el análisis de la cobertura y disponibilidad de servicios en contextos rurales, ya que el estudio permite comprender cómo la infraestructura de redes, las tecnologías de transmisión y las condiciones geográficas influyen en la prestación de servicios como Internet, telefonía y televisión.

Estudios recientes han señalado que la provisión de conectividad en estas zonas implica desafíos específicos relacionados con la baja densidad poblacional, la dispersión geográfica y los costos de implementación, lo cual condiciona tanto el diseño como la eficiencia de las redes (Esteban, 2022). En este sentido, analizar la infraestructura disponible y su comportamiento en escenarios reales permite aportar al entendimiento de estos retos desde una perspectiva aplicada, alineada con los objetivos del estudio.

Asimismo, investigaciones recientes en el ámbito de la ingeniería aplicada han evidenciado que las soluciones de conectividad rural requieren enfoques tecnológicos diferenciados, como la integración de redes móviles, acceso inalámbrico fijo y tecnologías emergentes, esto con el fin de mejorar indicadores de desempeño como cobertura, latencia y capacidad de transmisión (Ariza et al., 2025).

Por otra parte, la relevancia social de la investigación se fundamenta en el papel estratégico que desempeña la conectividad en el desarrollo de las comunidades rurales. Diversos estudios han demostrado que el acceso a servicios de telecomunicaciones incide directamente en

la mejora de condiciones sociales como la educación, la salud y la inclusión digital. En particular, la conectividad permite el acceso a servicios como la telemedicina, la educación virtual y la gestión de información, reduciendo barreras geográficas y facilitando la integración de estas comunidades a dinámicas sociales más amplias (Correa, 2024).

En el contexto colombiano, MINTIC (2025) menciona que esta problemática adquiere mayor relevancia debido a las brechas existentes entre zonas urbanas y rurales. De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación, aunque el acceso a Internet ha aumentado en el país, en las zonas rurales este no supera el 41,9 %, lo que evidencia desigualdades significativas en términos de conectividad y acceso a oportunidades digitales. Estas condiciones reflejan que la conectividad no solo constituye un servicio tecnológico, sino un factor determinante para la equidad social y el desarrollo territorial. Adicionalmente, la literatura reciente ha destacado que la expansión de la conectividad rural tiene efectos directos en la productividad económica y en la generación de oportunidades laborales, especialmente en sectores como el agro y el comercio local, donde el acceso a información y mercados digitales puede transformar las dinámicas productivas (Pisani et al., 2023). En este sentido, el análisis de la cobertura de telecomunicaciones permite comprender cómo las limitaciones en infraestructura inciden no solo en el acceso a servicios, sino también en el desarrollo económico de los territorios.

## Objetivos

### Objetivo General

Analizar la cobertura y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones corporativos (internet, telefonía y televisión) en los municipios rurales de Almeida, Somondoco, Sutatenza, Guayata del departamento de Boyacá, tomando como referencia la infraestructura y servicios ofrecidos por el operador Claro, con el fin de comprender las condiciones actuales de conectividad en estas localidades y los factores que pueden influir en la prestación de dichos servicios.

### Objetivos Específicos

Identificar y describir la infraestructura de telecomunicaciones de Claro disponible en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza, Guayata incluyendo antenas, torres y puntos de acceso para Internet, telefonía y televisión.

Evaluar la cobertura y calidad del servicio de Internet, telefonía y televisión en las localidades seleccionadas, considerando factores geográficos y de población que puedan afectar la conectividad.

Comparar la disponibilidad de los servicios corporativos en los diferentes municipios para determinar posibles diferencias y limitaciones en la prestación de los mismos.

Analizar los factores que influyen en la cobertura y calidad del servicio, incluyendo aspectos técnicos, geográficos y de infraestructura, con el fin de obtener conclusiones sobre la situación actual de conectividad rural en Boyacá.

## **Marco Conceptual y Teórico**

### **Infraestructura de Telecomunicaciones**

Las redes corporativas se construyen con equipos como antenas, torres, fibra óptica y routers que permiten el tráfico de información. La ubicación estratégica de estos elementos es fundamental, especialmente en zonas rurales donde la geografía puede limitar la cobertura.

### ***Tecnologías de Transmisión***

- Internet: Puede ser por fibra óptica, ADSL o redes móviles (3G, 4G, 5G). Cada tecnología tiene ventajas y limitaciones según la zona geográfica.
- Telefonía: Se ofrece a través de redes móviles o líneas fijas; la cobertura depende de la cantidad de torres y la frecuencia utilizada.
- Televisión: Se transmite vía satélite, cable o IP (IPTV), dependiendo de la infraestructura y la inversión de la empresa en la región.

### ***Factores que Afectan la Cobertura Rural***

- Geográficos: montañas, valles y ríos que dificultan la señal.
- Demográficos: baja densidad poblacional que hace menos rentable la inversión en infraestructura.
- Tecnológicos: antigüedad de equipos, capacidad de transmisión y limitaciones de frecuencia.

### **Fundamentación Teórica de las Telecomunicaciones**

Las telecomunicaciones constituyen un sistema esencial para la transmisión de información mediante redes físicas e inalámbricas que permiten la prestación de servicios como Internet, telefonía y televisión. Estas redes se soportan en infraestructura tecnológica compuesta por estaciones base, antenas, torres, redes de acceso y sistemas de transmisión, cuya

planificación responde a criterios técnicos orientados a maximizar la cobertura y garantizar la calidad del servicio.

En este contexto, la cobertura se define como el alcance geográfico en el que un servicio de telecomunicaciones está disponible, mientras que la calidad del servicio se evalúa a partir de indicadores como la velocidad de transmisión, la latencia, la disponibilidad y la estabilidad de la conexión. Estos parámetros permiten medir el desempeño de las redes y evidenciar diferencias significativas entre entornos urbanos y rurales. En Colombia, la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones ha sido una prioridad en las políticas públicas recientes, especialmente en el marco del cierre de la brecha digital, como menciona el Plan de Expansión de Conectividad donde reconoce que la ruralidad representa el principal desafío debido a factores como la dispersión poblacional y los altos costos de despliegue (MINTIC, 2023).

### **Propagación de Señales en Zonas Rurales**

La propagación de ondas electromagnéticas es un elemento fundamental en la prestación de servicios de telecomunicaciones, especialmente en redes inalámbricas. En entornos rurales, este proceso se ve condicionado por factores geográficos como la topografía montañosa, la vegetación y la dispersión de los asentamientos humanos. Por otro lado, fenómenos físicos como la atenuación, la difracción y la reflexión afectan la intensidad y continuidad de la señal, generando zonas con baja cobertura o interferencias. Estas condiciones son especialmente relevantes en regiones como Boyacá, donde la geografía montañosa limita la propagación uniforme de las señales.

Además, el uso de determinadas bandas de frecuencia puede influir en la cobertura, ya que frecuencias más bajas permiten una mayor penetración en obstáculos naturales y cobertura en zonas dispersas. En el caso de Colombia, la asignación de bandas como la de 900 MHz ha

sido clave para mejorar la conectividad rural, debido a su capacidad para cubrir mayores distancias con menos infraestructura (MINTIC, 2026).

### **Infraestructura en Redes de Telecomunicaciones**

La infraestructura de telecomunicaciones está compuesta por los elementos físicos que permiten la transmisión y distribución de los servicios, incluyendo torres, antenas, estaciones base y redes de acceso. Estos componentes son fundamentales para garantizar la cobertura y disponibilidad del servicio en un territorio determinado.

En zonas rurales, la planificación de la infraestructura adquiere mayor complejidad debido a la baja densidad poblacional y a las dificultades de acceso, lo que incrementa los costos de despliegue y mantenimiento, por ende, las políticas públicas en Colombia han enfatizado la necesidad de promover el uso eficiente de la infraestructura existente y la compartición de redes como estrategia para mejorar la cobertura en territorios con limitaciones estructurales (MINTIC, 2023).

### **Tecnologías de Transmisión y Calidad del Servicio**

Los servicios de telecomunicaciones se prestan mediante diversas tecnologías de transmisión, entre las que se destacan la fibra óptica, las redes móviles (3G, 4G y 5G) y los sistemas satelitales, cada una de estas tecnologías presenta características específicas en términos de velocidad, cobertura y estabilidad. Por ejemplo, la fibra óptica ofrece altas velocidades y capacidad de transmisión, pero su implementación en zonas rurales puede verse limitada por los costos de infraestructura. Por otra parte, las redes móviles permiten mayor cobertura territorial, aunque su desempeño depende de la densidad de estaciones base y de la capacidad de la red.

En los últimos años, el desarrollo de tecnologías híbridas que combinan redes terrestres y satelitales ha sido identificado como una alternativa para mejorar la conectividad en zonas

rurales, permitiendo alcanzar mayores niveles de disponibilidad y eficiencia en la transmisión de datos (Ramírez et al., 2024).

### ***Factores que Inciden en la Cobertura y Calidad del Servicio***

La cobertura y calidad de los servicios de telecomunicaciones en zonas rurales están condicionadas por una combinación de factores estructurales, entre los más relevantes se encuentran los factores geográficos, como la topografía del terreno, los factores demográficos, como la baja densidad poblacional y los factores económicos, relacionados con los costos de inversión y operación de las redes.

En América Latina, estudios recientes han señalado que la brecha de conectividad se concentra principalmente en zonas remotas con condiciones geográficas complejas, donde el despliegue de infraestructura resulta más difícil (Rattel, 2023). En el caso colombiano, estas condiciones se reflejan en la persistencia de diferencias significativas entre áreas urbanas y rurales, donde la cobertura y calidad del servicio continúan siendo limitadas, a pesar de los avances en infraestructura y políticas públicas.

### **Conectividad Rural y Desarrollo Local**

La conectividad en zonas rurales constituye un factor determinante para el desarrollo social, económico y educativo de las comunidades, ya que el acceso a servicios de telecomunicaciones facilita la inclusión digital, permitiendo el acceso a educación virtual, servicios de salud, información y oportunidades económicas. No obstante, la brecha digital continúa siendo una problemática relevante en Colombia, Urrea (2026) menciona que, aunque la cobertura ha mejorado, el acceso a Internet en zonas rurales sigue siendo significativamente menor en comparación con las zonas urbanas, alcanzando aproximadamente el 41,9 % de la población rural.

En este contexto, la conectividad no solo debe entenderse como un servicio tecnológico, sino como un elemento estratégico para la reducción de desigualdades territoriales y la promoción del desarrollo sostenible.

## **Marco de Antecedentes**

### **Estudios en el Ámbito Internacional**

A nivel internacional, diversos estudios han abordado la problemática de la conectividad rural, destacando la persistencia de la brecha digital como un fenómeno estructural que afecta principalmente a territorios con baja densidad poblacional y condiciones geográficas complejas. En América Latina y el Caribe, informes recientes evidencian que la conectividad en zonas rurales sigue siendo significativamente inferior a la urbana.

Un estudio del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2023) señala que, para el año 2022, aproximadamente el 79 % de la población urbana contaba con conectividad significativa, mientras que en zonas rurales esta cifra alcanzaba solo el 43,4 %, evidenciando una brecha de más de 30 puntos porcentuales. Este resultado confirma que, a pesar de los avances tecnológicos, la expansión de los servicios de telecomunicaciones no ha sido homogénea entre territorios.

### **Estudios en el Ámbito Nacional**

En el caso colombiano, múltiples estudios han evidenciado que la conectividad rural continúa siendo uno de los principales desafíos en materia de telecomunicaciones, ya que, a pesar de los avances en infraestructura y políticas públicas, persisten diferencias significativas entre zonas urbanas y rurales en términos de acceso, calidad y disponibilidad del servicio.

Según el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2024), el cierre de la brecha digital es una prioridad nacional, especialmente en territorios rurales donde factores como la dispersión poblacional y las dificultades geográficas limitan la expansión de redes de telecomunicaciones.

De igual manera, González (2026) ha evidenciado que la brecha digital no solo persiste, sino que presenta variaciones territoriales significativas. Por otra parte, informes de la Contraloría General de la República (2023) indican que, aunque se han logrado avances, la diferencia entre zonas urbanas y rurales se mantiene cercana a los 20 puntos porcentuales, reflejando una desigualdad estructural en el acceso a servicios digitales.

En el ámbito educativo, la falta de conectividad en zonas rurales ha sido ampliamente documentada. Investigaciones recientes muestran que cerca del 79 % de las instituciones educativas rurales en Colombia no cuentan con acceso a Internet, lo que limita el desarrollo de procesos formativos y el acceso a recursos digitales (Parada, 2024). Este dato evidencia que la conectividad no solo es un problema tecnológico, sino también un factor que incide directamente en la equidad social.

## **Marco Legal**

### **Marco Nacional**

El sector de las telecomunicaciones en Colombia se encuentra regulado por un conjunto de leyes, decretos y resoluciones que establecen las condiciones para la prestación de los servicios, la gestión de la infraestructura y la garantía de calidad para los usuarios.

Uno de los pilares normativos es la Ley 1341 de 2009, la cual define el marco general del sector TIC en el país, estableciendo principios como el acceso universal, la promoción de la competencia y la eficiencia en la prestación de los servicios. Esta ley también crea la Comisión de Regulación de Comunicaciones como entidad encargada de regular los mercados de telecomunicaciones y garantizar la protección de los usuarios, promoviendo servicios de calidad y evitando abusos de posición dominante (Función Pública, 2024).

Posteriormente, la Ley 1978 de 2019 moderniza el sector TIC al establecer un regulador único y fortalecer la institucionalidad, mientras que la Ley 2108 de 2021 reconoce el acceso a Internet como un servicio público esencial, lo cual implica la obligación del Estado de garantizar su prestación de manera eficiente, continua y con enfoque en poblaciones rurales y vulnerables (Función Pública, 2024).

### **Marco Internacional**

A nivel internacional, el desarrollo y regulación de las telecomunicaciones se fundamenta en lineamientos establecidos por organismos especializados que orientan la planificación, operación y evaluación de las redes a nivel global.

En este contexto, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de las Naciones Unidas, desempeña un papel fundamental al establecer estándares técnicos, recomendaciones y políticas orientadas al desarrollo de las telecomunicaciones a nivel

mundial, además de definir aspectos relacionados con la gestión del espectro radioeléctrico, la normalización de tecnologías y la promoción del acceso universal a los servicios de comunicación.

Asimismo, la normativa internacional reconoce la importancia de adaptar las telecomunicaciones a las dinámicas de la sociedad de la información, caracterizada por la convergencia tecnológica y la necesidad de garantizar conectividad global. En este sentido, los lineamientos de la UIT han sido fundamentales para orientar la modernización de las redes y promover el desarrollo de infraestructuras que permitan la inclusión digital en diferentes regiones del mundo (Función Pública, 2022).

## **Marco Metodológico**

### **Enfoque de la Investigación**

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cualitativo con apoyo de elementos cuantitativos, ya que busca analizar la cobertura y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones en municipios rurales del departamento de Boyacá, a partir de la interpretación de información técnica, geográfica y descriptiva.

El enfoque cualitativo permite comprender las condiciones de conectividad en los territorios estudiados, considerando factores como la infraestructura disponible, las características geográficas y las dinámicas poblacionales. Por su parte, el componente cuantitativo se incorpora mediante el análisis de datos relacionados con cobertura, disponibilidad y calidad del servicio, lo cual facilita una aproximación más objetiva al fenómeno de estudio.

### **Tipo de Investigación**

El estudio corresponde a una investigación de tipo descriptivo y comparativo.

Es descriptiva porque busca caracterizar la cobertura y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones (Internet, telefonía y televisión) en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá, identificando sus principales características y condiciones. A su vez, es comparativa debido a que se analizan diferencias entre los municipios seleccionados, con el fin de identificar variaciones en la prestación de los servicios y en las condiciones de conectividad, considerando factores geográficos, técnicos y demográficos.

### **Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipulan variables, sino que se analizan las condiciones existentes de los servicios de telecomunicaciones en los municipios estudiados. Asimismo, el estudio es de corte transversal, dado que la información se

recopila y analiza en un periodo determinado, permitiendo obtener un diagnóstico de la situación actual de la conectividad en las localidades seleccionadas.

### **Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información**

Para el desarrollo de la investigación se emplean técnicas de recolección de información secundaria, basadas en la revisión documental de fuentes institucionales y técnicas.

Entre las principales fuentes utilizadas se encuentran informes y bases de datos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Comisión de Regulación de Comunicaciones y el Departamento Nacional de Planeación, así como información disponible de operadores de telecomunicaciones como Claro.

Los instrumentos utilizados incluyen:

- Revisión de documentos oficiales y reportes técnicos.
- Análisis de mapas de cobertura.
- Consulta de estadísticas de conectividad.
- Sistematización de información secundaria.

Estas herramientas permiten obtener información confiable y contextualizada sobre la cobertura y disponibilidad de los servicios en los municipios objeto de estudio.

### **Población y Muestra**

La población de estudio está conformada por los municipios rurales del departamento de Boyacá.

La muestra corresponde a los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá, seleccionados de manera intencional debido a sus características rurales, su ubicación geográfica y la disponibilidad de información sobre servicios de telecomunicaciones. Esta selección permite

realizar un análisis comparativo en contextos con condiciones similares, facilitando la identificación de factores que influyen en la cobertura y calidad del servicio.

### **Técnicas de Análisis de la Información**

La información recolectada se analiza mediante técnicas de análisis descriptivo y comparativo.

El análisis descriptivo permite identificar las características de la cobertura y disponibilidad de los servicios en cada municipio, mientras que el análisis comparativo facilita la identificación de diferencias y similitudes entre las localidades estudiadas, además, también se realiza un análisis interpretativo que permite relacionar los resultados obtenidos con los factores geográficos, técnicos y demográficos que influyen en la prestación de los servicios de telecomunicaciones.

### **Alcance de la Investigación**

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo-analítico, ya que no busca intervenir en la prestación de los servicios, sino comprender y analizar las condiciones actuales de cobertura y conectividad en los municipios estudiados. El estudio se limita al análisis de la información disponible y no incluye mediciones técnicas directas en campo, por lo que sus resultados deben interpretarse en función de las fuentes consultadas y del contexto territorial analizado.

## Resultados

El análisis de la información recopilada permite evidenciar que la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá presenta un comportamiento diferenciado, influenciado principalmente por condiciones geográficas, técnicas y demográficas propias de cada territorio.

En relación con la infraestructura disponible, se identifica que los servicios de telecomunicaciones en los municipios estudiados se soportan principalmente en redes móviles, especialmente tecnologías 3G y 4G, mientras que la presencia de redes de mayor capacidad, como la fibra óptica, es limitada y se concentra en las cabeceras municipales. En el caso de Sutatenza y Almeida, se observa una mayor disponibilidad de infraestructura en comparación con sectores rurales más dispersos, lo que favorece el acceso a servicios básicos. Por el contrario, en municipios como Somondoco y Guayatá, la distribución de la infraestructura resulta más limitada en zonas alejadas, afectando la disponibilidad del servicio en veredas y áreas de difícil acceso.

En cuanto a la cobertura, se evidencia que la telefonía móvil presenta un mayor alcance en los cuatro municipios, debido a la flexibilidad de las redes inalámbricas. Sin embargo, esta cobertura no es homogénea. En Almeida y Sutatenza, la señal presenta mayor estabilidad en zonas cercanas a los centros poblados, mientras que en Somondoco y Guayatá se identifican sectores donde la intensidad de la señal disminuye considerablemente debido a la topografía montañosa y la dispersión territorial. Esta situación genera diferencias en la experiencia del usuario, particularmente en áreas rurales más alejadas.

Respecto a la calidad del servicio, se identifican limitaciones relacionadas con la velocidad de conexión, la estabilidad y la continuidad, especialmente en el servicio de Internet,

por ejemplo, en los municipios de Somondoco y Guayatá, estas dificultades se hacen más evidentes ya que presentan más interrupciones frecuentemente y variaciones en el rendimiento del servicio, especialmente en horarios de alta demanda. En contraste, en Almeida y Sutatenza se perciben condiciones relativamente más estables, aunque también se presentan limitaciones en zonas rurales dispersas.

Al comparar los municipios estudiados, se observa que las diferencias en cobertura y calidad del servicio están estrechamente relacionadas con las condiciones del territorio. Almeida y Sutatenza, al presentar mejor accesibilidad y una mayor concentración poblacional, muestran condiciones más favorables en términos de disponibilidad y estabilidad del servicio. Por su parte, Somondoco y Guayatá, caracterizados por una mayor dispersión geográfica y condiciones topográficas más complejas, presentan mayores limitaciones en la cobertura y continuidad de los servicios de telecomunicaciones.

Estos resultados permiten establecer que la prestación de los servicios de telecomunicaciones en los municipios analizados no depende únicamente de la presencia del operador, sino de la interacción de múltiples factores. Entre los más relevantes se encuentran la topografía montañosa, que dificulta la propagación de la señal, la baja densidad poblacional, que limita la expansión de infraestructura y las condiciones técnicas de las redes disponibles, que afectan la calidad del servicio.

En términos generales, se concluye que, aunque existe disponibilidad de servicios de telecomunicaciones en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá, esta no es uniforme ni garantiza condiciones óptimas en todo el territorio, ya que la brecha digital en estos contextos se manifiesta no solo en la cobertura, sino también en la calidad, estabilidad y acceso

efectivo a los servicios, evidenciando diferencias significativas entre municipios y entre zonas urbanas y rurales dentro de cada uno de ellos.

## **Análisis y Discusión Científica**

### **Interpretación de la Cobertura y Disponibilidad de los Servicios de Telecomunicaciones**

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la conectividad en los municipios analizados no responde únicamente a la existencia de infraestructura, sino a la capacidad de esta para adaptarse a las condiciones del territorio. En este sentido, las diferencias identificadas entre localidades reflejan una relación directa entre la configuración geográfica, la distribución poblacional y el desempeño de las redes de telecomunicaciones.

Más allá de la variabilidad observada, el análisis permite interpretar que la cobertura en contextos rurales no puede entenderse como un indicador homogéneo, ya que su comportamiento depende de factores que exceden el control operativo del proveedor del servicio. La topografía, por ejemplo, introduce limitaciones físicas en la propagación de la señal, mientras que la dispersión poblacional condiciona la eficiencia de las inversiones en infraestructura, generando escenarios donde la cobertura existe, pero no necesariamente en condiciones óptimas de funcionamiento.

En este sentido, la conectividad en estos municipios se configura como un fenómeno territorial más que exclusivamente tecnológico, donde la infraestructura disponible no siempre logra garantizar condiciones estables de acceso.

### **Limitaciones y Alcances del Estudio**

El presente estudio tiene un alcance centrado en el análisis descriptivo e interpretativo de la cobertura de los servicios de telecomunicaciones en municipios rurales específicos, lo cual permite aportar una visión contextualizada del fenómeno sin pretender establecer generalizaciones a nivel regional o nacional. No obstante, una de las principales limitaciones radica en la ausencia de mediciones directas en campo, lo que impide contrastar los resultados

con indicadores empíricos como velocidad real, latencia o experiencia del usuario. En este sentido, el análisis se sustenta en información secundaria, lo cual condiciona el nivel de precisión en la evaluación de la calidad del servicio.

Asimismo, la disponibilidad de información detallada a escala municipal es restringida, lo que refleja una problemática más amplia en el estudio de la conectividad rural, donde los datos suelen presentarse de manera agregada. Esta limitación, sin embargo, no invalida el análisis, sino que resalta la necesidad de fortalecer los sistemas de información en el sector de las telecomunicaciones.

### **Relación con Estudios Previos y Contribución Académica**

Los resultados obtenidos en esta investigación se alinean con los planteamientos de la literatura reciente sobre conectividad rural, en la cual se ha evidenciado que la brecha digital no se limita a la ausencia de cobertura, sino que también involucra desigualdades en la calidad, estabilidad y acceso efectivo a los servicios, de tal manera que el estudio confirma que la conectividad en zonas rurales presenta un comportamiento desigual, condicionado por factores estructurales que han sido ampliamente documentados en diferentes contextos.

En el caso colombiano, los hallazgos son coherentes con los diagnósticos institucionales que reconocen la persistencia de diferencias entre zonas urbanas y rurales, particularmente en términos de acceso y calidad del servicio, como lo ha señalado el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en sus análisis sobre brecha digital.

Desde una perspectiva académica, la principal contribución de esta monografía radica en trasladar estos enfoques generales a un contexto territorial específico, permitiendo evidenciar cómo las dinámicas de conectividad se materializan en municipios rurales concretos. Este enfoque aporta valor al campo de estudio al integrar elementos técnicos y territoriales en un

mismo análisis, fortaleciendo la comprensión de la conectividad rural desde una dimensión aplicada.

## Conclusiones

A partir del análisis desarrollado, se concluye que la cobertura y disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones en los municipios de Almeida, Somondoco, Sutatenza y Guayatá presentan un comportamiento diferenciado, influenciado principalmente por condiciones geográficas, demográficas y técnicas propias del entorno rural, de tal manera que la conectividad en estos territorios no depende exclusivamente de la presencia de infraestructura, sino de la capacidad de las redes para adaptarse a las características del territorio.

En relación con la infraestructura de telecomunicaciones, se evidenció que la prestación de los servicios se soporta principalmente en redes móviles, mientras que tecnologías de mayor capacidad, como la fibra óptica, presentan una cobertura limitada y concentrada en zonas específicas. Esta condición restringe el acceso a servicios con mayor estabilidad y velocidad, especialmente en áreas rurales dispersas.

Respecto a la cobertura y calidad del servicio, se concluye que, aunque existe disponibilidad de servicios de Internet, telefonía y televisión en los municipios estudiados, esta no es homogénea ni garantiza condiciones óptimas de funcionamiento en todo el territorio, por consiguiente, se identifican limitaciones en la estabilidad, continuidad y velocidad de la conexión, particularmente en zonas con mayor complejidad geográfica y menor densidad poblacional.

El análisis comparativo permitió establecer que las diferencias entre municipios responden principalmente a factores territoriales y que aquellos con mejores condiciones de accesibilidad y concentración poblacional presentan un comportamiento más favorable en términos de conectividad, mientras que los municipios con mayor dispersión geográfica y topografía montañosa evidencian mayores dificultades en la cobertura y calidad del servicio. En

términos generales, la investigación permitió evidenciar que la brecha digital en los municipios analizados no se manifiesta únicamente en la ausencia de cobertura, sino también en las diferencias en calidad y acceso efectivo a los servicios de telecomunicaciones. Esto implica que la conectividad en zonas rurales debe ser entendida no solo como disponibilidad de servicio, sino como la posibilidad real de acceder a condiciones adecuadas de uso.

## Referencias Bibliográficas

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2023). *Más de 12.000 hogares de Bogotá ya cuentan con internet gratuito*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/integracion-social/mas-de-12000-hogares-de-bogota-ya-cuentan-con-internet-gratuito>
- Ariza Vesga, L. F., Vargas Rodríguez, M. A., Navarro Núñez, W., y Cárdenas Urrea, S. E. (2025). Rural connectivity strategies based on the integration of 4G networks and IoT solutions. *Visión electrónica*, 19(2).  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/visele/article/view/24693>
- CCNA Desde Cero. (2023). *Infraestructura de red: conceptos básicos y componentes*.  
<https://ccnadesdecero.es/infraestructura-de-red/>
- Claro Colombia. (2023). *Mapas de cobertura*.  
<https://minisitiosclaro.claro.com.co/MapasDeCobertura>
- ConstruClub. (2023). *Infraestructura inteligente en Boyacá: transformación digital*.  
<https://construclub.co/infraestructura/infraestructura-inteligente-boyaca-transformacion-digital/>
- Correa, J. S. (2024). Conectividad rural es clave para el desarrollo social, económico y comunitario. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/conectividad-rural-es-clave-para-el-desarrollo-social-economico-y-comunitario-nota/>
- Dekam Fiber. (2022). *Fiber optic cable splice: elementos de red y conexiones*. <https://dekam-fiber.com/es/fiber-optic-cable-splice/>
- El Tiempo. (2025). Claro invierte 42 millones de dólares para llevar 5G y fibra óptica a Bogotá y Cundinamarca en 2025. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/economia/empresas/claro->

invierte-42-millones-de-dolares-para-llevar-5g-y-fibra-optica-a-bogota-y-cundinamarca-en-2025-3500069

Enel Colombia. (2021). Especificaciones técnicas para materiales y equipos de baja tensión.

<https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/espa%3%B1ol/2-1-6-normas-tecnicas/especificaciones-tecnicas-para-materiales-y-equipos-de-baja-tension/ET-214.pdf>

Esteban, S. C. (2022). Conectar a los no conectados: Un Manifiesto Rural para América Latina.

[comunicado de prensa]. Telefónica. <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/conectar-a-los-no-conectados-un-manifiesto-rural-para-america-latina/>

Función Pública. (2022). *Ley 873 de 2004 - Gestor Normativo*.

[https://www1.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38041&utm\\_source](https://www1.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38041&utm_source)

Función Pública. (2024). *Decreto 1079 de 2023 - Gestor Normativo*.

[https://www1.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=213730&utm\\_](https://www1.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=213730&utm_)

Función Pública. (2024). *Ley 1341 de 2009 - Gestor Normativo*.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913&utm>

Gobernación de Boyacá. (2023). *Aspectos geográficos del departamento de Boyacá*.

<https://www.boyaca.gov.co/aspectos-geograficos/>

Gobernación de Boyacá. (2023). *Secretaría de Infraestructura Pública – Rendición de cuentas*.

<https://rendiciondecuentas.boyaca.gov.co/secretaria-de-infraestructura-publica/>

González, D. M. (2026). Contraloría alertó por el retroceso digital: la ejecución de conectividad

cayó a 61,40% en 2024. Infobae Colombia.

<https://www.infobae.com/colombia/2026/02/20/contraloria-alerto-por-el-retroceso-digital-la-ejecucion-de-conectividad-cayo-a-6140-en-2024/>

Lizarazo, C. (2023). LA BRECHA DIGITAL EN LA EDUCACIÓN RURAL COLOMBIANA DESDE UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Dialéctica. 1*.

<https://doi.org/10.56219/dialctica.v1i21.2306>.

Martínez Molina, O. A. (2025). Educación Rural Digital: Superando la Brecha en América Latina: Digital Rural Education: Bridging the Gap in Latin America. *Revista Científica, 10*(Ed. Esp. 6), 10–21. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2025.10.E6.0.10-21>

Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MinEducación). (2020). *Condiciones de conectividad en el contexto educativo: aporte académico*.

[https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-363488\\_recurso\\_25.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-363488_recurso_25.pdf)

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (MinTIC). (2024). *Gobierno presenta resultados en conectividad rural y anuncia cambios en la gestión del espectro durante el Colombia Digital Summit*.

<https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/428882:Gobierno-presenta-resultados-en-conectividad-rural-y-anuncia-cambios-en-la-gestion-del-espectro-durante-el-Colombia-Digital-Summit>

MINTIC. (2022). *Marco legal*. MINTIC Colombia.

<https://mintic.gov.co/portal/inicio/Micrositios/Radiodifusion-Sonora/Marco-legal/>

MINTIC. (2023). *Compilación Jurídica del MINTIC - Resolución 3947 de 2023 MTIC*.

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

[https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion\\_mintic\\_3947\\_2023.htm?utm](https://normograma.mintic.gov.co/mintic/compilacion/docs/resolucion_mintic_3947_2023.htm?utm)

MINTIC. (2025). *Declaran de importancia estratégica el Plan de Fibra Óptica para la Amazonia*. MINTIC Colombia. <https://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-417351.html>

MINTIC. (2026). *Gobierno Petro reduce la brecha digital en 5 puntos, conectando por primera vez 1,7 millones de hogares y a 4,9 millones de personas en las zonas rurales*. MINTIC Colombia. <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/428149:Gobierno-Petro-reduce-la-brecha-digital-en-5-puntos-conectando-por-primera-vez-1-7-millones-de-hogares-y-a-4-9-millones-de-personas-en-las-zonas-rurales>

Parada, R. (2024). *Brecha digital en la educación: 8 de cada 10 colegios rurales en Colombia no tienen acceso a internet*. infobae. <https://www.infobae.com/colombia/2024/01/04/brecha-digital-en-la-educacion-8-de-cada-10-colegios-rurales-en-colombia-no-tienen-acceso-a-internet/>

Pisani, N., Miazzo, D., Savarino, F., & Ariño, N. (2023). *El Valor que agrega la Conectividad Rural*. Fundación FADA. <https://fundacionfada.org/informes/el-valor-que-agrega-la-conectividad-rural/>

MINTIC. (2024). *Plan de Expansión de Conectividad del Ministerio TIC avanza en su propósito de reducir la brecha digital del país*. MINTIC Colombia. Retrieved April 25, 2026, from <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/395698:Plan-de-Expansion-de-Conectividad-del-Ministerio-TIC-avanza-en-su-proposito-de-reducir-la-brecha-digital-del-pais>

- Ramírez-Arroyo, A., López, M., Rodríguez, I., Damsgaard, S. B., & Mogensen, P. (2025). Multi-connectivity solutions for rural areas: Integrating terrestrial 5G and satellite networks to support innovative IoT use cases. *En arXiv [eess.SP]*.  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.06979>
- Rattel, F., Castells, P., & Corvalan, L. (2023). Brechas de conectividad en Colombia: Un estudio cuantitativo. *Findevgateway.org*.  
<https://www.findevgateway.org/es/publicacion/2023/11/brechas-de-conectividad-en-colombia-un-estudio-cuantitativo>
- Redacción Colombia (2024). Gabriel Jurado, viceministro de Conectividad del Ministerio TIC, impulsa plan estratégico para reducir la brecha digital en áreas rurales de Colombia - Prensa Mercosur. [comunicado de prensa]  
<https://prensamercosur.org/2024/09/05/colombia-plan-de-conectividad-del-ministerio-tic-busca-reducir-la-brecha-digital-en-colombia-con-seis-ejes-estrategicos/>
- Tecnogus. (2024). Boyacá: modelo de conectividad rural e inclusión digital en Colombia.  
<https://www.tecnogus.com.co/boyaca-modelo-conectividad-rural-inclusion-digital-colombia/>
- TIC. (2025). *Índice de Brecha Digital 2024*. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. <https://colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-411724.html>
- Urrea, D. I. (2026). *Gobierno Petro reporta reducción de 5 puntos en la brecha digital rural: ¿avance estructural o impulso temporal?* ENTER.CO.  
<https://www.enter.co/colombia/gobierno-petro-reporta-reduccion-de-5-puntos-en-la-brecha-digital-rural-avance-estructural-o-impulso-temporal/>

Universidad Santiago de Cali. (2021). *Fundamentos de telecomunicaciones*.

<https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/book/678>