

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/xikua/issue/archive>

XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan
13° Congreso Internacional de Computación
Inteligencia artificial: Presente y futuro
Red Iberoamericana de Computación
Vol. 12, Número Especial (2024) 95-103

Propuesta de implementación de un centro de conectividad para el municipio de La Peña Cundinamarca - Colombia
Proposal for the implementation of a connectivity center for the municipality of La Peña Cundinamarca – Colombia

Lina María Prias^a, Cristian Camilo Calderón^b, Miguel Angel Leguizamón Páez^c

Abstract:

The present article proposes the analysis of different technologies to be implemented on connectivity centers in rural areas, knowing the connectivity centers as fiscal or virtual areas that provide different services such as internet access, technical support, social care, digital training, and other services. With this purpose we have run, and bibliographic analysis supported by the descriptive methodology to identify, describe, and evaluate different characteristics of the main technologies of connection to the internet such as Wimax, ADSL, 4G network, fiber optic and satellite and to elaborate general recommendations that support the decision making for the connectivity centre to be implemented.

Keywords:

Internet, Connectivity, Rural Areas, Connectivity Center, Wimax, ADSL, 4G network, Fiber Optic, Satellite.

Resumen:

El presente artículo propone analizar diferentes tecnologías candidatas para ser implementadas en centros de conectividad en zonas rurales, entendiendo centros de conectividad como espacios físicos o virtuales que ofrecen diferentes servicios tales como acceso a internet, asesoría técnica, acompañamiento social, capacitación digital, entre otros servicios. Para esto se ha realizado un análisis bibliográfico apoyado de la metodología descriptiva que permite identificar, describir y evaluar características de las principales tecnologías de conexión a internet como lo son la Wimax, ADSL, red 4G, fibra óptica y satelital y elaborar en cada caso, diversas recomendaciones generales que apoyen la toma de decisiones para la implementación del centro de conectividad.

Palabras Clave:

Internet, Conectividad, Zonas Rurales, Centro de conectividad, Wimax, ADSL, red 4G, Fibra Óptica, Satelital

^a Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Bogotá – Cundinamarca, Colombia, <https://orcid.org/0009-0006-1245-2030>, Impriasc@udistrital.edu.co

^b Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Bogotá – Cundinamarca, Colombia, <https://orcid.org/0009-0008-1621-750X>, cccalderonc@udistrital.edu.co

^c Autor de correspondencia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Bogotá – Cundinamarca, Colombia. <https://orcid.org/0000-0003-0457-0126>, maleguizamomp@udistrital.edu.co

Fecha de recepción: 14/04/2024, Fecha de aceptación: 22/05/2024, Fecha de publicación: 01/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.29057/xikua.v12iEspecial.12750>



Introducción

Actualmente la conectividad es un factor clave para el desarrollo social y económico de la sociedad, sin embargo, en Colombia, la brecha digital en zonas rurales es abismal y esto se debe a diferentes problemáticas como la falta de infraestructura, la dispersión geográfica y demográfica de la población rural, como sucede en la Peña, el cual es un municipio colombiano del departamento de Cundinamarca, ubicado en la Provincia del Gualivá. El municipio tiene una población de 5356 habitantes aproximadamente según el DANE, de los cuales el 85% vive en la zona rural². La Peña se caracteriza por su vocación agrícola, ganadera y turística, pero también por su baja cobertura y calidad de los servicios públicos, especialmente el acceso a internet. Por lo anterior este proyecto presenta una propuesta tecnológica y económica de un centro de conectividad rural en el municipio, validando diferentes tecnologías que permitan incrementar el acceso a internet de los habitantes del municipio de la Peña Cundinamarca. Para ello se presenta en primer lugar un marco teórico y conceptual que contextualiza las diferentes nociones para tener en cuenta al afrontar el tema de implementación de Internet y que son importantes como base fundamental para realizar un análisis técnico de las diferentes arquitecturas presentadas.

Objetivos

Plantear una propuesta tecnológica y económica de un centro de conectividad, validando diferentes tecnologías que permitan incrementar el acceso a internet de los habitantes del municipio de la Peña Cundinamarca.

Evaluar las zonas con mayor densidad poblacional y menor cobertura de conexión para diseñar un centro de conectividad.

Realizar un análisis financiero y técnico por medio de análisis comparativo de diferentes tecnologías, para establecer la viabilidad de cada tecnología.

Metodología y procesos de desarrollo

La presente investigación es de tipo descriptiva, ya que su propósito es identificar y describir los requerimientos técnicos, económicos y operativos del uso de internet en el municipio de La Peña (Cundinamarca).

Las metodologías descriptivas utilizan diversas técnicas de recopilación de datos la Investigación se realizó mediante entrevistas, análisis de documentos, y observaciones. Estas técnicas permitieron recopilar información sobre las características y el comportamiento de la población en estudio.

Resultados Estudio de la zona

El Municipio de la Peña está ubicado en el centro occidente del departamento colombiano de Cundinamarca, en la Provincia de Gualivá, este Municipio tiene como características georreferenciales una latitud norte 5° 12' y una latitud oeste 74° 24' («La Peña (Cundinamarca)», 2023), cuenta con cerca de 13.200 hectáreas de las cuales su mayoría es montañosa, Este municipio cuenta con 24 veredas las cuales son: Guamal, Rio Negro, Coyabo, Buenos Aires, Nacuma, Agua Blanca, Mesa de Agua blanca, La Floresta, Cancuena, Betoro, Quebrada Honda, El Valle, Terama, Lagunas, Centro La Peña, El Retiro, Galindo, Bebedero, Rodeo, Tapias, Cabuyal, Tapias, Minipi y Los Perez.

La Vereda de estudio es Quebrada Honda está ubicada aproximadamente a 1.390 metros de altura, compuesta por varias casas y fincas, también posee la Escuela rural de Quebrada Honda donde se propone construir el centro debido a su amplio terreno y su importancia en la zona.

Análisis de tecnologías de conexión de Internet Satelital

Es un método de conexión por medio de ondas electromagnéticas que utiliza como medios de comunicación estaciones terrestres y satélites. La señal es enviada desde un satélite y esta viaja hasta que es recibida por una estación terrestre conformada por una antena parabólica conectada a un módem. Las redes satelitales pueden definirse en función de la clase de retorno del nodo de conexión a la red, en esta clasificación predomina un estándar de transmisión y recepción. En las arquitecturas base se encuentran Redes unidireccionales, híbridas y bidireccionales. Actualmente las más utilizadas son las híbridas; que constan de una conexión satelital para la descarga y cableado generalmente coaxial para la carga de información y las bidireccionales; en las que la carga y descarga de datos se realiza por medio de la conexión satelital.

Arquitectura: Los enlaces satelitales requieren de un proceso de tres etapas y tres componentes que acompañan el proceso. Se requieren dos estaciones terrestres encargadas de la transmisión y la recepción además de un satélite de órbita geoestacionaria a una altura de aproximadamente 35.800 km sobre el ecuador, estos satélites están sincronizados con la rotación de la tierra. Por otro lado, dos de las tres etapas del proceso de transmisión se realizan en las estaciones terrestres y una etapa intermedia en el espacio exterior. La primera

etapa empieza en la estación emisora encargada de enviar la señal al satélite geostacionario y este por medio de transpondedores recibe, cambia y transmite la señal nuevamente a la estación terrestre encargada de la recepción de la señal y propagarse a los nodos finales. El enlace de subida usa un haz ascendente para que las señales lleguen al satélite, el cual mediante un haz descendente envía las señales nuevamente al planeta para el enlace de bajada. La velocidad de subida es mayor que la velocidad de bajada debido a que la disponibilidad energética es mayor en la tierra y para garantizar que no haya interferencia entre las señales. Costos: Los costos indicados en la siguiente tabla son por unidades y su valor esta descrito en dólares por lo que puede variar su implementación según la tasa de cambio actual

Descripción	Especificación	Valor
Punto de Acceso Antena Exteriores Emisor	RED OPTICUM Antena satelital de Acero QA60 con Octo-LNB (60 cm) Rojo ladrillo, 9135 Ubiquiti - Soporte universal de antena UB-AM	USD\$47,15
Soporte Antena	Cable coaxial de 250 pies, triple escudo, cable de TV para antena NETGEAR - Módem de cable compatible con todos los proveedores	USD\$1874
Cable para exteriores	Szliyands - Brida para cables resistente a la tracción, 40 libras de resistencia	USD\$69.99
Modem	UPS trasero Bateria externa con USB	USD\$119.96
Amarre plástico	Estante de red de 10U – Diseño de 4 postes, con ventilador de 1U y accesorios de montaje	USD\$8.99
UPS		USD\$129.96
Rack de pared		USD\$159.99

Switch de distribución	TP-Link 16 Port Gigabit Ethernet Network Switch (TL-SG116)	USD\$67
Switch de acceso	Avaya Gigabit Ethernet Routing Switch ERS 3524 gt-pwr 24 puertos	USD\$394

Tabla 1. Costos de Implementación Tecnología Satelital.

Teniendo en cuenta la tabla 1, se puede decir que la implementación de esta tecnología puede costar aproximadamente \$2856.08 dólares, sin tener en cuenta proveedor ni personal de instalación.

Fibra Óptica

Las fibras consisten en hilos ultradelgado, fabricados principalmente de vidrio o silicio fundido, los cuales funcionan por medio del fenómeno físico de la refracción interna total, el cual depende de sus propiedades de índice de refracción y de contacto para transmitir la luz a través de la fibra, por lo cual funciona principalmente con pulsos de luz con ondas de información. La cual en un punto hay un diodo que genera luz y en el receptor un fotodetector que tiene la propiedad de emitir pulsos electricos cuando la luz incide en este, y de esta manera transmitir ondas de luz que se convierten en información. Arquitectura: La fibra óptica puede atender hasta 256 usuarios utilizando ONU u ONT que dividen las señales transmitidas a través de fibra óptica, convierten las señales y brindan acceso a Internet a los En configuraciones más complejas donde el video RF se transmite en paralelo con los servicios de datos PON, los pasivos (multiplexores) en las oficinas centrales o locales para combinar longitudes de onda superpuestas de video y se fusiona con el servicio longitudes de onda.

Costos: Los costos indicados en la Tabla 2 son por unidades y su valor esta descrito en dólares por lo que puede variar su valor según la tasa de cambio actual.

Descripción	Especificación	Valor
Fibra monomodo	Jeirdus - Cable de fibra óptica para exteriores	USD\$26.00
Instalación de fibra	Fibra Óptica de Claro	Puede ser Gratuita según tipo de contrato

Caja de empalmes	Caja de empalme de fibra óptica, caja de panel	USD \$51.39
Switch de Core	Caja de conexiones terminal óptica de fibra, 4-Port Fiber Panel Box Desktop Place	USD \$12
Switch de Distribución	TP-Link 16 Port Gigabit Ethernet Network Switch	USD \$67
Switch de acceso	Avaya Gigabit Ethernet Routing Switch 24 puertos	USD \$394
Rack de pared	Estante de red 10U – Diseño de 4 postes	USD \$160
UPS	UPS trasero Bateria externa con USB	USD \$139.98

Tabla 2. Costos de Implementación Fibra Óptica

Teniendo en cuenta la tabla 2 se puede establecer que la implementación de esta tecnología puede costar aproximadamente \$850,34 dólares, sin tener en cuenta proveedor ni personal de instalación.

ADSL

Asimetric Digital Subscriber Line o Línea Asimétrica de Abonados Digitales, esta tecnología surge gracias a los avances en microelectrónica de Bellcore a finales de los 80s, dichos avances hicieron posible el desarrollo de microprocesadores con la capacidad de ejecutar algoritmos de procesamiento digital de cable de señal, dando como resultado una mejora en la transmisión de datos en el abonado telefónico de par trenzado.

Arquitectura: En la red ADSL se destacan dos módems en cada extremo de una línea telefónica, como se muestra en la Ilustración 6, que crean tres canales de datos uno de bajada de alta velocidad, uno de subida bidireccional de velocidad media y servicio telefónico básico. Este último está separado del módem digital por filtros, lo que asegura la continuidad del servicio telefónico en caso de caída o falla de dicho módem, lo que es una ventaja sobre otras tecnologías. En la oficina

central del operador, los módems generalmente se alojan en bastidores y se conectan a Internet u otras redes de datos a través de un enlace Ethernet, un enrutador o un conmutador ATM.

Costos: Los costos indicados en la tabla 3 son por unidades y su valor está descrito en dólares por lo que puede variar su valor según la tasa de cambio actual.

Descripción	Especificación	Valor
MODEM ADSL	Netis DL4323 300Mbps Wireless	USD \$54.99
Filtro RJ11	Uvital en línea DSL filtro divisor/en línea	USD \$10.99
Cable RJ11	C2G/Cables to Go 28721 RJ11 Cable de módem ENERLITES	USD \$8.95
Placa de pared	Placa de pared RJ11 de 1 banda	USD \$5.56
Round pone cable	Tupavco TP801 - Cable para teléfono APC UPS	USD \$45
UPS	trasero Bateria externa	US\$129.96

Tabla 3. Costos de Implementación ADSL

Según los costos expuestos en la Tabla 3 se puede decir que el costo aproximado de implementación de esta tecnología sería de \$255.45 sin tener en cuenta proveedor ni personal de instalación.

WIMAX

Son las siglas de Worldwide Interoperability for Microwave, Se trata de un estándar de transmisión inalámbrica de datos (802.16d) destinado al uso en el área metropolitana, o MAN, que asegura una conexión simultánea en un radio de hasta 8 kilómetros y a una velocidad de hasta 70 Mbps utilizando tecnología LMDS portátil. Esta tecnología de acceso convierte las señales de voz y datos en ondas de radio en el rango de frecuencia mencionado. Entre otras tecnologías de acceso de corto alcance, WiMAX pertenece al rango medio y proporciona velocidades de banda ancha para áreas metropolitanas. (WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) –

Intercomunicación Mundial para Acceso por Microondas – IMT, 2022) Uno de los principales beneficios de esta tecnología es la provisión de servicios de banda ancha en zonas, donde la densidad poblacional es baja, lo que resulta en un mayor costo por usuario debido al despliegue de cable o fibra óptica. Esto puede ocurrir en áreas rurales o remotas, por lo que tender cables en esas áreas puede ser muy costoso y desventajoso para los operadores, mientras que esta tecnología de tipo inalámbrico es más accesible.

Costos: Los costos indicados en la tabla 4 son por unidades y su valor esta descrito en dólares por lo que puede variar su valor según la tasa de cambio actual.

Descripción	Especificación	Valor
Antena Wimax	Antena Panel WiMax 18dBi 3.4 - 3.6 GHz	USD 55,62
Router	Enrutador CPE para interiores Huawei BM626e 2.5G Wimax CPE	USD\$ 239,20
Cable Ethernet	Cable Ethernet Cat8 para exteriores (60 pies) impermeable	USD \$49.99
Caja de empalmes	Caja de empalme de horizontal IP68	USD \$51.39
Switch de Core	Caja de conexiones terminal óptica	USD \$12
Switch de distribución	TP-Link 16 Port Gigabit Ethernet Network Switch	USD \$67
Switch de acceso	Avaya Gigabit Ethernet Routing Switch ERS 3524	USD \$394
Rack de pared	Estante de red 10U – Diseño de 4 postes	USD \$160
UPS	APC UPS trasero Bateria externa	US129.96

Tabla 4. Costos de Implementación WIMAX

Según los costos expuestos en la Tabla 4 se puede decir que el costo aproximado de implementación de esta tecnología sería de \$1169,78 sin tener en cuenta proveedor ni personal de instalación.

Red 4G

Dado que Colombia tiene hoy más líneas celulares que población, una forma de expandir la conectividad de banda ancha es a través de la tecnología celular. ya que la tecnología 4G es un servicio de Internet móvil o banda ancha inalámbrica diseñado para respaldar el acceso continuo y creciente de teléfonos móviles y dispositivos portátiles a las redes de Internet. En este sentido, si se pudieran convertir estos dispositivos en teléfonos inteligentes y tabletas que pudieran conectarse a Internet de forma inalámbrica, un gran segmento de la población tendría acceso a Internet.

Arquitectura: La arquitectura de 4G LTE empieza con los estándares en 3GPP para este nuevo sistema se agrupa en dos elementos de trabajo. Long Term Evolution, LTE, se refiere a la evolución de la red de radio, la evolución de la red central de paquetes que se llama SAE, system, architecture, evolution. Y, por lo tanto, LTE y SAE están especificados solo para el dominio de la conmutación de paquetes. El resultado de estos elementos de trabajo son la Utrang mejorada, Envolve E Utrang, y el núcleo de paquetes evolucionado, que es el Envolve Packet Core, la EPC. Juntos más EPC forman la base del sistema EPS, Envolve Packet Systems. Con la llegada de la tecnología LTE, las redes de los operadores sufren una transformación importante con respecto a sus redes existentes en 2G y 3G. Esta transformación no solo pasa por el acceso de radio y el empleo de otra tecnología como O 41 FDMA, múltiplexación por división de frecuencia ortogonal, en lugar de la WCDMA, sino que el ambiente LTE está dominado por IP.

Costos: Los costos indicados en la tabla 5 son por unidades y su valor esta descrito en dólares por lo que puede variar su valor según la tasa de cambio actual

Descripción	Especificación	Valor
Network Server	Cisco CISCO2511 2511 Access Server 2500 Series Router GL-X300B (Collie) 4G	USD \$270
Network Gateway	LTE VPN Gateway Inalámbrico Industrial	USD \$99

Enrutadores de servicios de agregación	ARRIS SURFboard SBG10 DOCSIS 3.0 16 x 4 Gigabit Cable módem y router Wi-Fi Jeirdus -	USD \$83.99
	Fibras ópticas	USD \$26.00/30 Mtr.
Antena	Kit de antena periódica MIMO 4G/5G de Waveform +11 dBi ganancia 2x2 600-6000 MHz	USD \$239.99
	UPS	US\$129.96

Tabla 5. Costos de Implementación 4G

Según los costos que se muestran en la tabla anterior se puede decir que el costo aproximado de implementación de esta tecnología sería de \$880.95 dólares tener en cuenta el proveedor ni personal de instalación.

Propuesta del centro de conectividad en zonas rurales de la Peña

Análisis de Requerimientos

Se pretende la implementación de un centro de conectividad en Quebrada Honda, una vereda rural del municipio de La Peña Cundinamarca, el cual provea un servicio de conectividad de internet gratuito al servicio de la comunidad, que sea Administrado por la Escuela Rural de Quebrada Honda y construido al lado de la Institución, por lo cual permitiría a los habitantes de la zona tener mayor acceso a información y oportunidades en línea, animando el desarrollo social, educativo y económico de la región; Además, la administración del centro por parte de la Escuela Rural de Quebrada Honda promovería la educación y el aprendizaje en tecnología para los jóvenes y adultos de la comunidad. Se debe tener en cuenta que en el alcance de este proyecto solo se presenta la red 49 local que tendría el centro de conectividad, no la tecnología o proveedor que lleve el servicio de internet al centro, ya que este debe ser seleccionado según preferencia y presupuesto.

Diseño del Centro

Para la realización del primer centro de conectividad rural se proyecta realizar un salón prefabricado el cual contará con aproximadamente 7 metros de ancho por 11.30 metros de largo, según recomendaciones de la alcaldía por la distribución del sector, el cual contará con la puerta de ingreso y una ventana que permita dar paso de luz y de aire al salón, además de un cuarto de aproximadamente 1.68 metros cuadrados el cual se recomienda con puerta para instalar el rack en esta zona. Para la distribución del centro se propone instalar aproximadamente 10 computadores, debido al tamaño de la sala y teniendo en cuenta que según lo investigado los cursos de la escuela son de aproximadamente 8 a 10 estudiantes por lo cual permitiría un uso cómodo y eficiente de los equipos, también un computador para el administrador del centro(o Profesor), además se tendrá una zona de estudio Wifi, que permitirá conectarse a quienes deseen consultar desde diferentes dispositivos portátiles (Móviles, Tablet, Computadores personales).

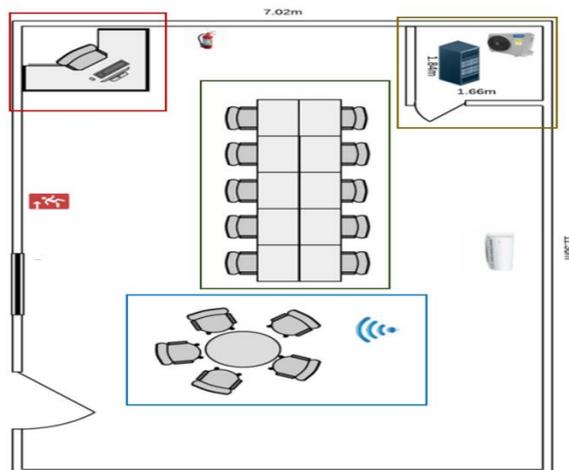


Figura 1 Diseño del centro de conectividad.

Fuente: Los autores

- [3] Espinal Duque1, (E. D.). (2018). Alternativas de acceso a internet para establecimientos educativos rurales oficiales sin cobertura en los municipios no certificados en Antioquia. Obtenido de: <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/4102>
- [4] Arquitectura de Red Satelital. Obtenido de: <https://studylib.es/doc/153805/arquitectura-de-red-satelital>
- [5] Azteca Comunicaciones Colombia. Obtenido de: <https://www.aztecacomunicaciones.com/content/informacion-importante-usuario/mapa-cobertura-fibra/>
- [6] Rybaczyk, (R. P.). (2004). Cisco Network Design Solutions for Small-medium Businesses. Indiana, EE. UU: Cisco Press
- [7] Colombia tiene la fibra óptica más extensa de América Latina - Red RENATA. Obtenido de: <https://www.renata.edu.co/colombia-tiene-la-fibra-optica-mas-extensa-de-america-latina/?print=print>
- [8] Cómo funciona un enlace de Internet satelital | Axess. Obtenido de: <https://axessnet.com/como-funciona-un-enlace-de-internet-satelital/>
- [9] Carmona Aparicio, (C. A.). Rincón Pérez, (R. P.). Castillo Robles, (C. R.). Galvis Remolina, (G. R.). Sáenz Pulido, (S. P.). Manrique Forero (M. F.). Pachón Quinche (P. Q.). (2016) Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia WEB. Obtenido de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/10972>
- [10] Carmona Aparicio, (C. A.). Rincón Pérez, (R. P.). Castillo Robles, (C. R.). Galvis Remolina, (G. R.). Sáenz Pulido, (S. P.). Manrique Forero (M. F.). Pachón Quinche (P. Q.). (2016). Conciliación de inventarios top-down y bottom-up de emisiones de fuentes móviles en Bogotá, Colombia. Revista Tecnura. 5(3) Volumen (20), pags. 59
- [11] Radicelli García, (R. G.). Pomboza Floril (P. F.). Cepeda-Astudillo (C. A.). (2018). Conectividad a Internet en zonas rurales mediante tecnologías de TDT (DVB-RCT2), o telefonía móvil (4G-LTE). DYNA. 5(3) Volumen (85), pags. 319-324
- [12] Conectividad inalámbrica – Instel. Obtenido de: <https://instel.es/soluciones/conectividad-inalambrica/>
- [13] Departamento Administrativo Nacional de Estadística. DANE. Obtenido de: <https://dane.agenti.com.co/>
- [14] DefiniciónABC. Definición de Antena. Obtenido de: <https://www.definicionabc.com/comunicacion/antena.php>
- [15] Botello Peñalosa (B. P.). (2016). Determinantes del acceso a Internet en Colombia. ÁNFORA. 5(3) Volumen (21), pags. 21-36
- [16] Gobierno de Cundinamarca. (2014). DIAGNÓSTICO DEL DEPARTAMENTO SEGÚN EJES ESTRATEGICOS. Obtenido de: <https://www.cundinamarca.gov.co/wcm/connect/9e96b703-852d-470f-9b64-3c8e601b3805/3.+Anexo+3.3.+DIAGNOSTICO+DEL+DEPARTAMENTO.pdf?MOD=AJPERES&CVID=llg38aT>
- [17] Alcandía Municipal la Peña Cundinamarca. (abril, 2019). DIVISIÓN POLÍTICA MUNICIPIO DE LA PEÑA CUNDINAMARCA - Alcaldía Municipal La Peña en Cundinamarca. Obtenido de: <https://www.lapena-cundinamarca.gov.co/municipio/division-politica-municipio-de-la-pena-cundinamarca>
- [18] Salgado García (S. G.). (2014). ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LLEVAR INTERNET 4G LTE A ZONAS RURALES DE COLOMBIA CASO DE ESTUDIO: MUNICIPIO DE ZIPAQUIRA. Universidad de san buena aventura. 5(3) Volumen (Número), pags. 65-87
- [19] Bastidas Rosas (B. R.). Cuervo Albormoz (C. A.). Florez Pérez (F. P.). (2010). Estudio para implementación de WiMax en Choachí (Cundinamarca), Obtenido de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/25257/u429605.pdf?sequence=1>
- [20] Gutierrez (G.). Lopez (L.). González (G.). Ramírez (R.). (2021). EVOLUCIÓN DEL COSTO-BENEFICIO DEL INTERNET SATELITAL PARA ÁREAS RURALES. Revista Digital de Tecnologías Informáticas y Sistemas, Obtenido de: <https://www.redtis.org/index.php/Redtis/article/view/92>
- [21] Barra Lopez (B. L.). González (G.). Tostado Ramírez (T. R.). (2021). EVOLUCIÓN DEL COSTO-BENEFICIO DEL INTERNET SATELITAL PARA ÁREAS RURALES, Obtenido de: <https://www.redtis.org/index.php/Redtis/article/view/92>
- [22] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Gobierno Nacional supera la meta de cobertura en 4G en el país - Con 28,3 millones de conexiones, Gobierno Nacional supera la meta de cobertura en 4G en el país. Obtenido de <http://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-208181.html>
- [23] Claro Colombia. Internet de fibra óptica para el hogar | Claro Colombia. Obtenido de: <https://www.claro.com.co/personas/servicios/servicios-hogar/internet/fibra-optica/>
- [24] (2022) La Peña en la región de Cundinamarca - Municipio y alcaldía de Colombia. Obtenido de: <https://www.municipio.com.co/municipio-la-pena.html>
- [25] Belmonte Espejo (B. E.). (2013). LA TECNOLOGÍA WIMAX. Obtenido de: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Documentos/31679389.html>
- [26] Ortega (O.). (2010). La telefonía móvil de cuarta generación 4G y Long Term Evolution. Ingenius. 5(3), pags. 3-12.
- [27] "LEY DE INTERNET COMO SERVICIO PÚBLICO ESENCIAL Y UNIVERSAL" O "POR MEDIO DE LA CUAL SE MODIFICA LA LEY 1341 DE 2009 Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES". (2021). Obtenido de: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202108%20DEL%2029%20DE%20JULIO%20DE%202021.pdf>
- [28] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). Ley de modernización TIC, a conectar la última milla. Obtenido de: <http://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-208181.html>
- [29] Bello Jiménez, (B. J.). Cuadrado Laborde, (C. L.). Díez, (D.). Cruz, (C.). Andrés, (A.). (2014). Modulador acusto-óptico en amplitud de fibra óptica basado en ondas acústicas de flexión. Revista mexicana de física 5(3) Volumen (60), pags. 269-275
- [30] Beltrán Garzón, (B. G.). González Ruiz, (G. R.). (2020). Plan de desarrollo de la conectividad de internet mediante el incremento de cobertura de red en el sector de las telecomunicaciones en Chiquinquirá, Boyacá. Obtenido de: <http://repositorio.udistrital.edu.co/handle/11349/25562>
- [31] Arquitectura más Urbanismo. (AMU). (2016). MUNICIPIO DE LA PEÑA CUNDINAMARCA MODELO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. Obtenido de: http://amu.com.co/pla_proyecto12.html
- [32] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2021). Política de Seguridad Digital - Política de Seguridad Digital. Obtenido de: <http://www.mintic.gov.co/portal/715/w3-article-15430.html>
- [33] embou. (2014). ¿Qué es el Wimax? ¿Cómo funciona? Ventajas Wimax. Obtenido de: <https://www.embou.com/blog/que-es-el-wimax>
- [34] Amazon Web Services, Inc. ¿Qué son las redes de computadoras? - Explicación de las redes de computadoras – AWS. Obtenido de: <https://aws.amazon.com/es/what-is/computer-networking/>
- [35] Reina Toranzo, (R. T.). Ruiz Rivas, (R. R.). Redes de área local. Obtenido de:

https://skat.ihmc.us/rid=1286465804093_500312723_29627/redes.pdf

- [36] Andreu, (A.). (2011). *Redes inalámbricas (Servicios en red)*. Bogotá. COL: Universidad Católica de Colombia.
- [37] Starlink. (2023). ORDER STARLINK. Obtenido de: <https://www.starlink.com>
- [38] Oppenheimer, (O.). (2004). *Top-down network design*. Indiana, EE. UU: Cisco Press

[39] (2022). WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) – Intercomunicación Mundial para Acceso por Microondas – IMT. Obtenido de: <https://imt.com.mx/glosario-imt-p/wimax/>

[40] Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2021). *Zonas Digitales*. Obtenido de: <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Iniciativas/Sector-TIC/160033:Zonas-Digitales>