



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA COBERTURA DE INTERNET
EN EL CANTÓN OLMEDO**

AUTOR

Saldarriaga Vera, Luis Fernando

TRABAJO DE TITULACIÓN

**Previo a la obtención del grado académico en
MAGÍSTER EN TELECOMUNICACIONES**

TUTORA

Ing. Lucrecia Llerena Guevara, Ph.D.

Santa Elena, Ecuador

Año 2024



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Alicia Andrade Vera, Mgtr.
COORDINADORA DEL
PROGRAMA**

**Ing. Lucrecia Llerena Guevara, Ph.D.
TUTORA**

**Ing. Luis Amaya Fariño, Mgtr.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Ing. Daniel Jaramillo Chamba, Mgtr.
DOCENTE
ESPECIALISTA**

**Abg. María Rivera González, MSc.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por Saldarriaga Vera Luis Fernando, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Telecomunicaciones.

TUTOR

Ing. Lucrecia Llerena Guevara, Ph.D.

Santa Elena, 15 de octubre de 2024



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD
Yo, LUIS FERNANDO SALDARRIAGA VERA**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA COBERTURA DE INTERNET EN EL CANTÓN OLMEDO, previo a la obtención del título en Magíster en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, 15 de octubre de 2024

EL AUTOR

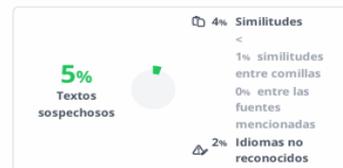
Luis Fernando Saldarriaga Vera



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA COBERTURA DE INTERNET EN EL CANTÓN OLMEDO, presentado por el estudiante, Luis Fernando Saldarriaga Vera fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

Estudio de factibilidad de cobertura de internet en el cantón olmedo V4



Nombre del documento: Estudio de factibilidad de cobertura de internet en el cantón olmedo V4.docx
ID del documento: 61ea93546a52faf44737bc1b9443ce1b8d35b7ae
Tamaño del documento original: 3,63 MB
Autores: []

Depositante: LUCRECIA ALEJANDRINA LLERENA GUEVARA
Fecha de depósito: 3/10/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 3/10/2024

Número de palabras: 23.693
Número de caracteres: 159.189

TUTORA

Ing. Lucrecia Llerena Guevara, Ph.D.



UPSE

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
INSTITUTO DE POSTGRADO
AUTORIZACIÓN**

Yo, LUIS FERNANDO SALDARRIAGA VERA

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales del Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo con fines de difusión pública, además apruebo que el Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo está dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, 15 de octubre de 2024

EL AUTOR

Luis Fernando Saldarriaga Vera

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi vida académica.

Mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en especial al Instituto de Postgrado, por brindarme la oportunidad de cursar la Maestría en Telecomunicaciones en su primera cohorte. A la Facultad de Sistemas y Telecomunicaciones, que ha sido fundamental en mi formación, les expreso mi gratitud.

De manera especial, agradezco a mi tutora, Ing. Lucrecia Llerena, PhD., por su invaluable guía, apoyo y dedicación durante todo este proceso. Su conocimiento y compromiso han sido una fuente de inspiración constante.

A todos los docentes de la maestría, les extiendo mi más profundo agradecimiento por compartir sus conocimientos y experiencias, enriqueciendo así mi formación profesional y personal. Sin su esfuerzo y dedicación, este logro no habría sido posible.

Luis Fernando Saldarriaga Vera

DEDICATORIA

A Dios, por su infinita sabiduría y guía constante, sin la cual este logro no habría sido posible.

A mi familia, por su amor incondicional, apoyo y comprensión a lo largo de este camino. Su confianza en mí ha sido mi mayor motivación.

A mis amigos, por su constante ánimo y compañía. Gracias por estar siempre a mi lado en los momentos de alegría y de dificultad.

A mi tutora, Ing. Lucrecia Llerena, PhD., por su paciencia, orientación y valiosos consejos. Su dedicación y compromiso han sido fundamentales para el éxito de esta tesis.

A los docentes de la maestría, por compartir sus conocimientos y experiencias, y por ser una fuente de inspiración y aprendizaje continuo.

Luis Fernando Saldarriaga Vera

ÍNDICE GENERAL

Tribunal de sustentación	II
Certificación.....	III
Declaración de responsabilidad	IV
Certificación de antiplagio.....	V
Autorización.....	VI
Agradecimiento.....	VII
Dedicatoria.....	VIII
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV
Introducción	1
Planteamiento de la investigación.....	3
Justificación	5
Formulación del problema de investigación.....	6
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
Planteamiento hipotético.....	7
Capítulo 1. Marco teórico referencial	9
1.1. Revisión de literatura	9
1.2. Desarrollo teórico y conceptual	11
1.2.1. Brecha digital y acceso a internet en zonas urbano y rural	11
1.2.2. Impacto de la conectividad digital en el desarrollo socioeconómico	12
1.2.3. Tecnologías de acceso a internet en zonas rurales	13
1.2.4. Experiencias de implementación en otros contextos similares	13
1.2.5. Estudio de factibilidad de cobertura de internet en el cantón olmedo.....	13
1.2.6. Impacto socioeconómico	14
1.2.7. Tipos de negocios que ha generado impacto, de acuerdo con las magnitudes de no tener internet y de qué manera les afecta en la economía.....	14

Capítulo 2. Metodología	16
2.1. Contexto de la investigación.....	16
2.2. Diseño y alcance de la investigación	16
2.4. Población y muestra.....	19
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
2.6. Procesamiento de la evaluación: validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.....	20
Capítulo 3. Resultados y Discusión	24
3.1. Resultados del estudio técnico sobre las necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón olmedo.....	24
3.2.1. Estructura y equipamiento del diseño de red	28
3.2.1.1. Estructura del diseño de red.....	29
3.2.2. Topología de red	32
3.3.2.1. Área urbana.....	36
3.3.2.2. Área rural	37
3.2.3. Direccionamiento IP	39
3.2.4. Pasos de la configuración del diseño de red	41
Paso 1: diseñar un esquema de direccionamiento.....	41
Paso 2: documentar el esquema de direccionamiento	41
3.2.4.1. Enlace Punto a Punto	42
3.2.4.2. Configuración por áreas rural y urbana	42
3.2.4.2.1. Área urbana.....	42
3.2.4.2.2. Áreas rurales	43
3.2.4.3. Enlace Punto a Punto	45
3.2.4.4. Configuración de Conexiones Seriales	45
3.2.4.5. Configuración de los routers.....	45
3.2.4.6. Prueba de Conectividad y Verificación de Configuración	45
3.2.4.7. Verificar y Probar las Configuraciones	45
3.2.3. Análisis comparativo entre las redes actuales y la propuesta de red	49
3.2.4. Estrategias de mejoras del diseño de red	52

3.5. Discusión	62
3.6 Propuesta: mejora de la conectividad digital en olmedo	63
3.6.1.Introducción	63
3.6.2. Beneficios y ventajas	65
3.6.3. Metodología de análisis costo/beneficio	66
3.6.4. Aplicación modelo análisis comparativo	66
3.6.5. Comparativa del costo-beneficio.....	67
3.6.6. Diseño del prototipo de la red	67
3.6.7. Estrategias económicas, sociales y ambientales.....	68
3.6.7.1. Estrategias Económicas.....	69
3.6.7.2. Estrategias sociales.....	69
3.6.7.3. Estrategias ambientales	69
Conclusiones.....	72
Recomendaciones	72
Referencias.....	73
Anexos	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa satelital del cantón Olmedo, Manabí.....	16
Figura 2. Estructura del diseño de red	30
Figura 3. Configuraciones de la red en Cisco Packert Treceer	35
Figura 4. Elementos que conforman el equipamiento del diseño de red.	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fases de la Investigación.	18
Tabla 2. Comparativa de cobertura en zonas urbanas y rurales.....	25
Tabla 3. Componentes que se emplean en el diseño.....	29
Tabla 4. Descripción General del Diseño de la Red.	31
Tabla 5. Distribución de Equipos y Tecnología por Área.	32
Tabla 6. Necesidades Dispositivo Interface Dirección IP Mascara de subred	33
Tabla 7. Configuración de la Red	36
Tabla 8. Diseño de categorías.	38
Tabla 9. Direccionamiento IP.	40
Tabla 10. Direcciones IP en Interfaz Fa0/0.	40
Tabla 11. Esquema de Direccionamiento	41
Tabla 12. Direccionamiento de Dispositivos.....	44
Tabla 13. Configuración Router	46
Tabla 14. Cuadro comparativo de las redes actuales con la propuesta de red.....	49
Tabla 15. Comparativa de mejoras y fallas a partir del diseño de la red.....	50
Tabla 16. Costos y Beneficios para la Infraestructura de Conectividad Digital en el Cantón Olmedo.	58

RESUMEN

El estudio de factibilidad de la cobertura de Internet en el cantón Olmedo tiene como objetivo evaluar las necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones en la región. Se llevó a cabo un análisis técnico que reveló disparidades significativas entre las áreas urbanas y rurales, sugiriendo la implementación de fibra óptica en las zonas urbanas y soluciones inalámbricas en las rurales. Además, se diseñó una topología de red adecuada, seleccionando equipos como routers y switches que garantizan un acceso eficiente y de calidad a Internet. El análisis de costos y beneficios demostró que la inversión necesaria, de aproximadamente \$800,000, es viable y potencialmente generará un aumento del 25% en la productividad local y una mejora del 20% en la calidad de vida. En conclusión, la propuesta de infraestructura digital es esencial para el desarrollo sostenible del cantón Olmedo.

Palabras claves: Telecomunicaciones, Estudio de factibilidad, Conectividad.

ABSTRACT

The feasibility study of Internet coverage in the Olmedo canton aims to assess the specific needs and requirements of the telecommunications infrastructure in the region. A technical analysis was conducted that revealed significant disparities between urban and rural areas, suggesting the implementation of fiber optics in urban zones and wireless solutions in rural ones. Additionally, an appropriate network topology was designed, selecting equipment such as routers and switches that ensure efficient and quality access to the Internet. The cost-benefit analysis demonstrated that the required investment of approximately \$800,000 is viable and could potentially generate a 25% increase in local productivity and a 20% improvement in quality of life. In conclusion, the proposed digital infrastructure is essential for the sustainable development of the Olmedo canton.

Keywords: Telecommunications, Feasibility Study, Connectivity.

INTRODUCCIÓN

En el contexto académico y científico contemporáneo, el análisis de la conectividad digital se ha convertido en un tema central, especialmente al considerar su impacto en áreas tanto urbanas como rurales. Dado que la conectividad digital juega un papel crucial en el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales (Arévalo, 2021). Se destaca que, en 2020, aproximadamente el 37% de la población mundial en áreas rurales carecía de acceso a Internet, según datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (UIT, 2020). Este déficit afecta directamente la capacidad de las comunidades rurales para participar en actividades esenciales de la vida cotidiana, tales como la educación en línea, el teletrabajo y el acceso a información y servicios básicos.

Un estudio realizado en 2021 por la Asociación para el Progreso de las Comunicaciones (APC) muestra que las comunidades rurales que han mejorado su acceso a Internet han experimentado un aumento del 20% en oportunidades educativas y del 15% en actividades económicas relacionadas con el teletrabajo (APC, 2021). Estos datos subrayan la necesidad imperiosa de mejorar la infraestructura digital en áreas rurales para cerrar la brecha de conectividad y promover el desarrollo equitativo.

Desde una perspectiva más enfocada en áreas rurales y urbanas, se aborda los desafíos y oportunidades que el acceso a Internet presenta en regiones rurales, subrayando la necesidad de superar barreras tecnológicas para garantizar el desarrollo económico y social equitativo (Lechón, 2017). En este sentido, la conectividad digital se convierte en un elemento clave para impulsar la inclusión digital y reducir la brecha entre áreas urbanas y rurales, permitiendo que ambas comunidades accedan a oportunidades similares de crecimiento y desarrollo.

(Cacuango, 2017) Destaca los beneficios que la expansión de la conectividad digital puede tener en aspectos fundamentales como la economía local, el acceso a la educación y las oportunidades de empleo. Esta expansión se vuelve aún más relevante en la era actual, donde el uso de la tecnología digital es esencial para la comunicación, el aprendizaje y el acceso a servicios básicos y especializados (Cacuango, 2017).

El Ministerio de Tecnologías de la Información, indica que la expansión de la cobertura de Internet en áreas rurales y urbanas demuestra la importancia de tomar decisiones estratégicas a nivel macro para abordar el desafío de la conectividad digital en diferentes

zonas geográficas (MTI, 2019). Esto resalta la necesidad de políticas inclusivas y programas de desarrollo tecnológico que consideren las particularidades y necesidades tanto de áreas urbanas como rurales en la era digital actual.

Dado que la factibilidad de establecer una infraestructura de conectividad digital en el cantón Olmedo es crucial, es necesario comprender la importancia de la conectividad digital en el contexto actual. Por lo que, la conectividad digital se refiere a la capacidad de las personas y las comunidades para acceder y utilizar Internet de manera efectiva, lo cual incluye tanto la disponibilidad de acceso como la calidad y velocidad de la conexión (Benítez, 2020).

Sin embargo, antes de avanzar en la implementación de esta infraestructura, es fundamental evaluar la factibilidad técnica, económica y social del proyecto. Esto incluye considerar la disponibilidad de recursos técnicos y financieros, la viabilidad de la conexión a redes de Internet existentes, las necesidades y demandas de la población local, así como los posibles impactos ambientales y culturales. Al abordar estos aspectos en la evaluación de factibilidad, se podrán tomar decisiones informadas y diseñar estrategias efectivas para llevar a cabo el proyecto de conectividad digital en el cantón Olmedo.

La conectividad digital en el cantón Olmedo, provincia de Manabí, presenta un desafío considerable que impacta directamente en su desarrollo socioeconómico. A pesar de los avances en algunas zonas urbanas de Ecuador, gran parte de la población rural aún carece de acceso adecuado a Internet. En Olmedo, con una población aproximada de 8,000 habitantes, la limitada infraestructura tecnológica ha obstaculizado el acceso a servicios digitales esenciales, afectando sectores clave como la educación, el comercio y la agricultura. Según datos recientes, solo un 25% de los hogares en esta región tiene acceso estable a Internet, lo que agrava las desigualdades en comparación con zonas urbanas más desarrolladas. Este estudio se propone analizar y evaluar la viabilidad de implementar una infraestructura digital que permita mejorar las condiciones de conectividad en el cantón, considerando tanto las necesidades locales como los recursos disponibles para lograrlo. Dado que este trabajo se centrará en grupos demográficos que enfrentan dificultades debido a la brecha digital, como las familias de bajos ingresos, las personas mayores, los estudiantes y educadores, y los comerciantes locales. Mejorar la infraestructura digital podría beneficiar a estos grupos, cerrando la brecha digital y promoviendo un desarrollo

económico más equitativo, además de fomentar políticas inclusivas y la adopción de tecnologías en áreas rurales.

Este trabajo está estructurado en tres capítulos. En el Capítulo I, se presentará el marco teórico, donde se analizarán los conceptos clave sobre la conectividad digital, su impacto socioeconómico en áreas rurales y urbanas, y se abordarán estudios previos que destacan la relevancia de cerrar la brecha digital en comunidades como Olmedo. En el Capítulo II, se detallará la metodología utilizada, describiendo el diseño del estudio, la población y muestra seleccionada, así como las técnicas de recolección y análisis de datos. Finalmente, en el Capítulo III, se expondrán los resultados y análisis obtenidos, evaluando la viabilidad de implementar una infraestructura digital en el cantón Olmedo y proponiendo estrategias para mejorar la conectividad y su impacto positivo en el desarrollo económico y social de la región.

Planteamiento de la investigación

La falta de acceso a Internet en áreas urbanas y rurales constituye un problema significativo en el contexto actual, evidenciando una brecha digital que afecta el desarrollo local y el progreso a niveles nacionales e internacionales. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), para el 2023, aproximadamente el 37% de la población mundial aún no tiene acceso a Internet, lo que resalta la magnitud de esta problemática (MTI, 2019). Esta carencia de conectividad digital se relaciona directamente con desafíos económicos, sociales y educativos que limitan el desarrollo integral de las comunidades.

En el ámbito específico de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo, se observa una clara deficiencia. Datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador, obtenidos en 2022, muestran que solo el 22% de los hogares en Olmedo tiene acceso a Internet, comparado con el promedio nacional del 45% (INEC, 2022). La ausencia de redes de acceso a Internet, la escasez de proveedores de servicios de telecomunicaciones y la limitada cobertura de señal de telefonía móvil, que abarca solo el 30% del cantón, contribuyen significativamente a la exclusión digital en áreas urbanas y rurales. Esta situación impide que los habitantes puedan acceder de manera efectiva a las oportunidades y beneficios que ofrece la sociedad digital actual.

Las limitaciones en el acceso a información relevante, servicios educativos en línea, oportunidades de empleo remoto y servicios de salud digital generan un círculo de desventajas que afecta profundamente el bienestar y las oportunidades de progreso tanto a nivel personal como comunitario. La falta de conectividad a Internet impide que los estudiantes accedan a recursos educativos vitales, lo que limita su capacidad para participar en la educación continua y obtener las habilidades necesarias para competir en el mercado laboral. Esta desconexión también restringe las oportunidades de empleo remoto, lo que es crucial en un contexto global donde el teletrabajo se ha convertido en una opción viable para muchos. Además, la carencia de acceso a servicios de salud digital deja a la población vulnerable, especialmente en áreas rurales, donde el acceso físico a servicios médicos puede ser limitado, exacerbando desigualdades en salud y bienestar (Telefónica, 2020).

Por lo tanto, el estudio de factibilidad de cobertura de Internet en el cantón Olmedo se enfoca en analizar y proponer soluciones viables para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones en la región. Este análisis incluye la evaluación de las condiciones actuales de conectividad, la identificación de las necesidades específicas de la población y la consideración de diversas tecnologías y modelos de implementación que puedan cerrar la brecha digital. Además, se toma en cuenta la participación de actores clave, tanto del sector público como privado, para garantizar un enfoque integral y sostenible.

Dado que la geografía accidentada del cantón Olmedo, con áreas montañosas y valles que dificultan la instalación de infraestructura de telecomunicaciones, es uno de los principales obstáculos para la conectividad digital. A esto se suma la baja densidad de población, que reduce el interés de los proveedores de servicios de Internet en invertir en zonas rurales, ya que los costos de implementación son altos en comparación con el retorno económico esperado. La falta de inversión, tanto pública como privada, en la expansión de redes de telecomunicaciones y la limitada cobertura de señal móvil en solo un 30% del cantón agrava aún más esta situación. Estas condiciones geográficas y demográficas generan dificultades técnicas y financieras que impiden el acceso equitativo a Internet, lo cual afecta profundamente a los habitantes de la región.

Estos factores contribuyen a una profunda brecha digital en el cantón Olmedo, que se manifiesta en la exclusión de sus habitantes de las oportunidades digitales que están transformando el mundo moderno. La falta de inversión y cobertura no solo limita el acceso a servicios básicos como la educación en línea y la telemedicina, sino que también perpetúa desigualdades económicas al restringir el acceso a oportunidades laborales remotas. Para abordar estos desafíos, el estudio de factibilidad propone soluciones basadas en tecnologías de acceso adecuadas a entornos rurales, como el uso de redes inalámbricas de largo alcance o satélites de órbita baja. Además, se sugiere un enfoque colaborativo que involucre tanto al sector público como al privado para garantizar inversiones sostenibles que impulsen la conectividad y reduzcan la brecha digital.

Puesto que esta mejora de la conectividad en el cantón Olmedo no solo facilitará el acceso a servicios digitales, sino que también como beneficios, promoverá el desarrollo económico local, fomentará la inclusión social y mejorará la calidad de vida de sus habitantes. Este estudio busca proporcionar una base sólida para la toma de decisiones informadas y la implementación de iniciativas que contribuyan a un desarrollo equitativo y sostenible en la región.

JUSTIFICACIÓN

Desde un enfoque legal, la investigación se alinea con los principios establecidos en la Constitución de la República del Ecuador, que en su artículo 16 garantiza el acceso universal y equitativo a tecnologías de la información y comunicación (TIC) como un derecho fundamental. Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2021-2025 promueve la reducción de las desigualdades mediante la expansión de la conectividad en áreas rurales (MTI, 2019). La implementación de una infraestructura digital en el cantón Olmedo contribuiría al cumplimiento de estos marcos legales, promoviendo el derecho al acceso digital de sus habitantes y asegurando la integración de la región en el desarrollo tecnológico nacional.

En el ámbito ambiental, la investigación ofrece un enfoque sostenible para mejorar la conectividad en áreas rurales. Al utilizar tecnologías como las redes inalámbricas y satélites, que requieren menos intervención física en comparación con las redes cableadas tradicionales, se reduce el impacto ambiental en las zonas rurales del cantón. Además, la propuesta promueve la implementación de soluciones energéticamente eficientes, lo que

contribuye a una menor huella de carbono en el proceso de expansión digital. Estas medidas son clave para garantizar que la mejora en la infraestructura tecnológica no comprometa la conservación del entorno natural de la región.

Desde una perspectiva social y económica, la investigación busca cerrar la brecha digital y mejorar las condiciones de vida de la población. Una mejor conectividad facilitará el acceso a la educación, brindando a los estudiantes la oportunidad de acceder a recursos educativos en línea, y mejorará la calidad de la educación en el cantón. Además, la posibilidad de acceder a servicios de telemedicina fortalecerá el sistema de salud local, reduciendo la desigualdad en el acceso a atención médica entre áreas rurales y urbanas. En el ámbito económico, una mayor conectividad permitirá que los comerciantes locales y pequeños empresarios aprovechen las oportunidades del comercio digital y el teletrabajo, lo que impulsará el desarrollo económico y reducirá la migración hacia áreas urbanas en busca de mejores oportunidades.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿De qué manera puede mejorarse el acceso a Internet en beneficio del desarrollo socioeconómico y la calidad de vida de la población en áreas urbanas y rurales del cantón Olmedo?

OBJETIVO GENERAL

Determinar la factibilidad de la cobertura de internet, mediante un análisis técnico y económico, para lograr una adecuada conectividad digital en el cantón Olmedo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar un estudio técnico del cantón Olmedo mediante la identificación de necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones con el fin de ofrecer servicio de Internet.
2. Diseñar la topología de red adecuada, incluyendo la selección de equipos y tecnologías necesarios para garantizar un acceso eficiente y de calidad a Internet en el cantón Olmedo.
3. Analizar los costos y beneficios asociados con la implementación de la infraestructura de conectividad digital en el cantón Olmedo, mediante un estudio detallado que considere aspectos económicos, sociales y ambientales para promover un desarrollo sostenible en la región.

PLANTEAMIENTO HIPOTÉTICO

A través del estudio de factibilidad de la cobertura de Internet en el cantón Olmedo, se realizará un análisis exhaustivo con el fin de mejorar el acceso a esta herramienta digital fundamental, particularmente en áreas rurales, lo que contribuirá a reducir la brecha digital entre zonas urbanas y rurales. Este análisis tiene como objetivo no solo incrementar la conectividad, sino también fomentar un desarrollo integral que abarque diversos aspectos de la vida comunitaria. Un acceso mejorado a Internet promoverá un impacto económico significativo, facilitando nuevas oportunidades de emprendimiento y comercio electrónico en la región. Además, la conectividad fortalecida permitirá mejorar la comunicación y el intercambio cultural a nivel social, proporcionando a la comunidad acceso a mejores recursos educativos en línea, lo que contribuirá a una mayor calidad en la educación y a la formación continua de los habitantes.

La meta es aumentar el acceso a Internet en Olmedo, donde actualmente solo el 45% de los hogares tiene conectividad, hasta alcanzar un 70% en un período de cinco años, mediante inversiones en infraestructura de telecomunicaciones. Esta mejora es crucial para reducir la disparidad existente entre las áreas urbanas de Manabí, donde el acceso a Internet alcanza el 70%, y las zonas rurales, con el objetivo de que la diferencia entre ambas no supere el 10%, promoviendo así la equidad digital. En el ámbito económico, se estima que el acceso a Internet puede aumentar las oportunidades de empleo en un 25% en las zonas rurales, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Proyectos específicos de comercio electrónico y programas de capacitación en emprendimiento digital serán implementados para capitalizar esta oportunidad, con la expectativa de que la mejora en la conectividad contribuya a un aumento del PIB local del 3% anual, derivado del incremento de actividades económicas basadas en Internet.

En términos educativos, la conectividad también jugará un papel clave, especialmente a raíz de la pandemia de COVID-19, cuando el 60% de los estudiantes en Olmedo no pudo participar en actividades educativas en línea, según datos del Ministerio de Educación de Ecuador. La meta es reducir esta cifra al 10%, proporcionando dispositivos y conectividad gratuita o subvencionada para los estudiantes de bajos recursos, y mejorando la infraestructura tecnológica en las escuelas rurales. Asimismo, se capacitará a los docentes en el uso de herramientas digitales para la educación en línea, lo que redundará en una mayor calidad educativa. Finalmente, la mejora en la conectividad permitirá un acceso

más amplio a plataformas de comunicación y redes sociales, fomentando la integración social y cultural tanto dentro como fuera de la comunidad, fortaleciendo así el tejido social y cultural de Olmedo.

Para establecer la viabilidad de la cobertura de Internet en el cantón Olmedo, es necesario analizar diversos factores que afectan la conectividad en la región. Uno de los elementos clave es la geografía del cantón, que presenta terrenos montañosos y zonas rurales dispersas, lo que incrementa el costo de instalación de infraestructura de telecomunicaciones. A su vez, la baja densidad de población en estas áreas rurales representa un desafío para las empresas de telecomunicaciones, ya que los costos de inversión son elevados y el retorno económico es limitado debido a la menor cantidad de usuarios por kilómetro cuadrado.

Además, la falta de inversión tanto del sector público como privado en infraestructura digital ha exacerbado la situación de desconexión en Olmedo. La ausencia de incentivos financieros o subsidios para incentivar a las empresas a ampliar su cobertura en zonas rurales dificulta aún más la expansión de las redes (MTI, 2019). Asimismo, el escaso acceso a la energía eléctrica confiable en algunas zonas del cantón agrava el problema, ya que las infraestructuras de telecomunicaciones requieren un suministro constante para funcionar adecuadamente.

Para abordar estos desafíos, el estudio de factibilidad considerará diversas tecnologías, como redes inalámbricas de largo alcance y satélites de órbita baja, que pueden ofrecer soluciones más asequibles y prácticas en zonas rurales de difícil acceso. La colaboración entre el gobierno, las empresas privadas y la comunidad local será esencial para superar los obstáculos económicos y técnicos. La implementación de políticas públicas que ofrezcan incentivos fiscales a las empresas de telecomunicaciones o la creación de alianzas público-privadas será clave para asegurar una cobertura de Internet más amplia y equitativa en el cantón Olmedo.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. REVISIÓN DE LITERATURA

(INEC, 2022) En su reporte indica que el 96.1% de la población en el cantón Olmedo tenía acceso a servicios de electricidad, mientras que el 93.4% contaba con acceso a agua potable. En términos de cobertura de servicios de internet, la Empresa Estatal de Telecomunicaciones del Ecuador (CNT) proporciona internet fijo tanto en zonas urbanas como rurales del cantón Olmedo. Además, diversas empresas privadas ofrecen servicios de internet y telefonía móvil en la región.

(Bravo, 2023) De acuerdo con el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL), a diciembre de 2020, solo el 45% de la población en Olmedo tenía acceso a internet. Esto contrasta con la cobertura en otros cantones de Manabí, donde el acceso a internet es notablemente más alto, alcanzando un 70% en áreas urbanas.

La cobertura de internet fijo en Olmedo era del 26.7%, mientras que el acceso a internet móvil llegaba al 45.8% de la población. Estas cifras reflejan un déficit en la conectividad digital que limita el desarrollo económico local, como lo destaca un estudio de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe que señala que la falta de acceso a internet puede reducir las oportunidades de empleo en un 25% en zonas rurales (Bravo, 2023).

Asimismo, la capacidad de los habitantes de Olmedo para comunicarse eficazmente dentro de su entorno y con el mundo exterior se ve restringida. “La falta de conectividad impide el uso de servicios de telemedicina, comercio electrónico y plataformas de comunicación social, esenciales para el bienestar y la integración socioeconómica en la era digital” (Martínez, 2022)

Desde el punto de vista legal, es crucial evaluar la viabilidad de implementar una red de conectividad digital en el cantón Olmedo para asegurar el cumplimiento de las normativas y regulaciones vigentes en el ámbito de las telecomunicaciones. Dado que la infraestructura de telecomunicaciones debe cumplir con las leyes y políticas establecidas para garantizar un despliegue eficiente y seguro de la red (Pérez, 2018).

Desde la perspectiva ambiental, es necesario evaluar el impacto que la implementación de la infraestructura de conectividad digital podría tener en el entorno natural y en los recursos naturales de la región. Es fundamental realizar estudios de impacto ambiental para identificar posibles riesgos y establecer medidas de mitigación adecuadas que aseguren la sostenibilidad ambiental del proyecto (Gómez, 2019).

(Rodríguez, 2020) La implementación de una red de cobertura de Internet en el cantón Olmedo podría tener un impacto considerable en el desarrollo económico, tanto a nivel local como regional. Este impacto no es un fenómeno aislado; diversos estudios han demostrado que la expansión de la conectividad digital puede transformar significativamente las economías locales. Por ejemplo, investigaciones como las realizadas por otros autores destacan cómo la inclusión en mercados globales y el mejor acceso a oportunidades económicas son posibles gracias a una infraestructura digital robusta (James & Versteeg, 2007) (Qiang, 2009). La afirmación de que una mayor conectividad facilita el desarrollo económico está bien respaldada por la literatura existente, lo que subraya la importancia de considerar estos factores al planificar la expansión de la red en Olmedo.

Dado que la conectividad digital tiene el potencial de impulsar el comercio electrónico, promover la competitividad empresarial y generar empleos en sectores relacionados con las tecnologías de la información y comunicación. Esto, a su vez, “puede estimular el crecimiento económico regional y contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades rurales” (Rodríguez, 2020).

Así mismo en lo social, el acceso a Internet es crucial para mejorar la calidad de vida de la población. El acceso a Internet facilita el acceso a una amplia gama de servicios esenciales, incluyendo información, servicios de salud, educación en línea y oportunidades de comunicación global” (Rodríguez, 2020).

Tomando en cuenta que la conectividad digital no solo proporciona acceso a recursos vitales, sino que también juega un papel crucial en la reducción de la brecha digital y la promoción de la inclusión social (Hernández, 2017). Al ofrecer herramientas y recursos a comunidades marginadas, la conectividad digital puede contribuir significativamente a mejorar las condiciones de vida y fomentar la igualdad de oportunidades.

En este contexto, es esencial llevar a cabo un estudio de factibilidad para el proyecto de cobertura de Internet en el cantón Olmedo. Este estudio permitirá identificar tanto los desafíos como las oportunidades asociadas con la iniciativa. Además, será fundamental determinar las necesidades específicas de la población local para diseñar estrategias efectivas que aseguren un acceso equitativo y eficiente a Internet en la región. Entre las estrategias que podrían considerarse se incluyen la evaluación y selección de tecnologías adecuadas, el diseño de la infraestructura necesaria y la implementación de programas de capacitación para usuarios y proveedores de servicios.

Dado que este análisis no solo facilitará la planificación y ejecución del proyecto, sino que también garantizará que las soluciones propuestas sean viables y beneficiosas para todos los involucrados, es decir “el análisis ayudará a garantizar que el proyecto sea exitoso y beneficioso para todos los involucrados” (Gómez, 2019).

1.2. Desarrollo teórico y conceptual

Esta sección aborda el marco teórico y conceptual que sustenta el análisis del proyecto de implementación de red de cobertura de Internet en el cantón Olmedo. Se examinarán las teorías y conceptos clave que explican la importancia de la conectividad digital para el desarrollo socioeconómico y la inclusión social. Además, se explorarán los modelos teóricos que subyacen a la evaluación de la factibilidad del proyecto, con el objetivo de proporcionar una base sólida para las estrategias propuestas (MTI, 2019). El desarrollo de esta sección se apoya en estudios previos y literatura relevante que contextualiza el impacto de la conectividad en las comunidades rurales y destaca la necesidad de un enfoque integral para la aplicación de infraestructura tecnológica.

1.2.1. Brecha digital y acceso a internet en zonas urbano y rural

La brecha digital en áreas rurales y urbanas de Ecuador, según el informe de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) sobre el "Desarrollo de las telecomunicaciones/tecnologías de la información y la comunicación en América Latina y el Caribe" (UIT, 2020), continúa siendo un desafío significativo en términos de acceso a Internet y tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Este informe resalta la disparidad existente entre las zonas urbanas y rurales en cuanto a la infraestructura de telecomunicaciones y el acceso a servicios digitales, lo que perpetúa la brecha digital y limita las oportunidades de desarrollo para las comunidades rurales y urbanas.

(García, 2019), en su publicación en la Revista Iberoamericana de Información, Tecnología y Sociedad, profundiza en las implicaciones socioeconómicas de la falta de acceso a Internet en sectores rurales y urbanos de Ecuador. Se destacan las limitaciones que enfrentan estas comunidades en términos de educación, ya que el acceso a recursos educativos en línea y herramientas de aprendizaje digital es limitado (MTI, 2019). Asimismo, se resalta la dificultad para acceder a oportunidades de empleo relacionadas con la economía digital, lo que impacta directamente en el desarrollo económico local y regional.

1.2.2. Impacto de la conectividad digital en el desarrollo socioeconómico

(Smith & Jones, 2021) En su publicación proporciona una perspectiva detallada sobre el impacto positivo que tiene la conectividad digital en el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales. Según sus hallazgos, el acceso a Internet y las tecnologías digitales ha contribuido significativamente a mejorar el acceso a oportunidades educativas y laborales en estas áreas. Esto se refleja en un aumento en la participación en programas de educación en línea, capacitación laboral remota y acceso a información relevante para el desarrollo personal y profesional de los habitantes rurales.

(Mundial, 2020) También respaldan la importancia de la conectividad digital en el contexto del desarrollo rural. Estos informes destacan cómo la implementación efectiva de infraestructuras de telecomunicaciones y acceso a Internet ha impulsado el crecimiento económico en áreas rurales similares al cantón Olmedo. Además, se evidencia que la conectividad digital contribuye a reducir la pobreza al facilitar el acceso a oportunidades de empleo, emprendimiento digital y acceso a servicios financieros y de salud en línea.

(Hernández, 2017) en la provincia de Manabí, el 70% de la población tiene acceso a Internet de alta velocidad. Sin embargo, en el cantón Olmedo, solo el 0.8% de la población, que incluye tanto áreas urbanas como rurales, dispone de una conectividad digital de calidad. Esta cifra destaca una brecha significativa en comparación con el promedio provincial.

Además, el acceso a Internet en Olmedo es particularmente limitado entre las personas mayores de 65 años. Este grupo enfrenta mayores desafíos en comparación con el promedio de Manabí, lo que subraya una importante brecha digital en la provincia (Hernández, 2017).

1.2.3. Tecnologías de acceso a internet en zonas rurales

Un análisis exhaustivo sobre la viabilidad técnica y económica de diferentes tecnologías de acceso a Internet en áreas rurales (González, Pérez, & Sánchez, 2022). El estudio examina que las redes híbridas y las tecnologías satelitales como posibles soluciones para abordar la brecha digital en estas regiones. Por otro lado, las ventajas y desafíos asociados con cada tecnología, incluyendo aspectos como la cobertura de señal, el costo de implementación y mantenimiento, la capacidad de transmisión de datos, y la durabilidad de las infraestructuras en entornos rurales (Lechón, 2017).

(López & Martínez, 2019) Ofrecen un enfoque complementario al analizar en profundidad las tecnologías satelitales como opción para brindar acceso a Internet en zonas rurales. Este estudio presenta una infraestructura requerida para desplegar tecnologías satelitales, la eficiencia en la transmisión de datos a largas distancias, y las implicaciones económicas de este tipo de soluciones.

(APC, 2021) y (López & Martínez, 2019) También discuten los desafíos técnicos y regulatorios que pueden surgir al implementar tecnologías satelitales en entornos rurales, resaltando la importancia de considerar múltiples factores al evaluar la viabilidad de estas soluciones.

1.2.4. Experiencias de implementación en otros contextos similares

1.2.5. Impacto socioeconómico

(Pérez, García, & Rodríguez, 2020) y (Rodríguez, 2020) Destaca la importancia de la colaboración entre diversos actores, incluyendo el sector público, privado y la sociedad civil, para garantizar el éxito de estos proyectos. Por otro lado, los informes de programas gubernamentales como el Plan Nacional de Conectividad Rural en Argentina ofrecen valiosos sobre los procesos de aplicación de proyectos de conectividad digital en zonas rurales.

1.2.6. Estudio de factibilidad de cobertura de internet en el cantón Olmedo

El estudio de factibilidad de cobertura de Internet en áreas rurales, como el cantón Olmedo, es un tema de investigación crucial debido a su impacto en el desarrollo socioeconómico y la inclusión digital de comunidades marginadas.

(Arévalo, 2021), la conectividad digital es un factor determinante en la era actual, donde la tecnología digital desempeña un papel fundamental en diversas esferas de la vida. La falta de acceso a Internet en áreas rurales refleja una brecha digital significativa que limita el acceso a información, oportunidades educativas, servicios de salud y oportunidades de empleo remoto (Pérez, García, & Rodríguez, 2020). Esta brecha digital se traduce en desigualdades socioeconómicas y educativas entre zonas urbanas y rurales (Lechón, 2017).

1.2.7. Impacto socioeconómico

La conectividad digital ha sido ampliamente estudiada en los últimos años, en especial acceso a Internet en áreas rurales puede mejorar el acceso a servicios básicos como la educación y la salud, así como fomentar el desarrollo de emprendimientos locales y la participación en la economía digital. Además, la conectividad digital puede facilitar la comunicación y colaboración entre comunidades rurales y urbanas, promoviendo la inclusión social y la diversidad cultural (Cacuango, 2017). Sin embargo, la aplicación de estas soluciones requiere un análisis exhaustivo de factibilidad técnica, económica y social.

1.2.8. Tipos de negocios que ha generado impacto, de acuerdo con las magnitudes de no tener internet y de qué manera les afecta en la economía

Según (Pérez, 2018), el impacto de la falta de acceso a Internet puede ser considerable para diversos tipos de negocios en áreas urbanas y rurales. Los negocios minoristas en zonas rurales, por ejemplo, enfrentan dificultades significativas debido a la ausencia de presencia en línea, lo que limita su capacidad para atraer a clientes fuera de su área local y afecta negativamente sus oportunidades de marketing y ventas en línea. Esta falta de visibilidad online puede traducirse en pérdidas de ingresos para estos comercios.

Dado que, en el Capítulo I del Marco Teórico, es fundamental incluir una revisión más amplia de estudios y modelos aplicados a la conectividad digital en áreas rurales. La discusión debe comenzar con la incorporación de casos prácticos y estudios previos que aborden la cobertura de Internet en regiones similares a Olmedo. Esto permitirá una mayor contextualización del problema y una comparación metodológica. Estudios como (Qiang, 2020) y (Lechón, 2017), ofrecen ejemplos relevantes de cómo países en vías de desarrollo han gestionado sus proyectos de conectividad digital, lo que sería útil para

contrastar las estrategias implementadas en Ecuador. Además, sería valioso incluir referencias al Modelo de Desarrollo de Telecomunicaciones Rurales de la (UIT, 2020), que proporciona directrices sobre cómo implementar redes sostenibles en comunidades con recursos económicos limitados, lo que se alinea con las condiciones de Olmedo.

Asimismo, es necesario profundizar en el análisis de las tecnologías de red disponibles y su aplicación en entornos rurales. Tecnologías emergentes como 5G y satelital deben ser evaluadas, dado su impacto significativo en la reducción de la brecha digital en zonas rurales, como lo destacan los estudios de (López & Martínez, 2019) y (Gómez, 2019). Además, se debería explorar la viabilidad técnica y económica de la implementación de redes, tomando como referencia estudios como los de (Chen & Zhang, 2022), quienes ofrecen una perspectiva equilibrada entre los costos y beneficios de las tecnologías inalámbricas y de fibra óptica. Esta discusión permitirá identificar qué tecnologías son las más adecuadas para Olmedo y cómo pueden aplicarse de manera efectiva para cerrar la brecha digital, promover el desarrollo local, y garantizar la inclusión social y económica de sus habitantes.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

La investigación se realizó en el cantón Olmedo, ubicada en la provincia de Manabí, Ecuador. Este cantón se caracteriza por su geografía agricultora y la dispersión de su población en comunidades alejadas entre sí, conforme a los límites territoriales de Manabí-Ecuador, como se muestra en la figura 1. Además, la infraestructura de telecomunicaciones en esta región es limitada, lo que ha generado una brecha digital significativa en comparación con áreas urbanas más desarrolladas de la provincia Manabí.



Figura 1. Mapa satelital del cantón Olmedo, Manabí.

Fuente: (Maps, 2024).

2.2. Diseño y alcance de la investigación

2.2.1. Tipo de Diseño

El diseño de la investigación fue de carácter no experimental, lo que significaba que no se realizaron intervenciones directas ni manipulaciones controladas sobre las variables de estudio. Este enfoque se basó en la observación y descripción de las condiciones actuales, sin alterar el entorno natural de la población ni los sistemas tecnológicos presentes. Sin embargo, en el contexto del segundo objetivo, que era "Diseñar la topología de red adecuada, incluyendo la selección de equipos y tecnologías necesarios para garantizar un acceso eficiente y de calidad a internet en el cantón", fue crucial discutir cómo se

evaluaría la propuesta de topología en función de la eficiencia, costo y beneficio bajo este diseño no experimental.

Aunque no se llevaron a cabo experimentos controlados, el diseño observacional y descriptivo permitió realizar un análisis comparativo de las condiciones existentes en el cantón Olmedo. En este caso, la evaluación del diseño de la topología se basó en la recopilación de datos precisos y actualizados sobre las redes ya implementadas por las empresas proveedoras de internet en la región. Este análisis comparativo no requirió intervención experimental, ya que se centró en la observación de las infraestructuras actuales y la recopilación de información técnica y financiera, lo que permitió una evaluación exhaustiva de las alternativas disponibles.

El estudio es beneficioso porque vincula la revisión de la literatura técnica sobre topologías de redes similares y ayuda a identificar las fortalezas y debilidades de las soluciones actuales. Esto permitió evaluar la eficiencia, el costo y el beneficio de la topología propuesta sin la necesidad de intervenir directamente en los sistemas existentes. Además, se consideraron métricas clave como la velocidad de conexión, la estabilidad de la red, la cobertura geográfica y el costo de implementación y mantenimiento de las soluciones propuestas en comparación con las actuales.

Dado que el enfoque fue no experimental, la investigación incluyó simulaciones teóricas basadas en modelos de redes existentes, lo que permitió prever el rendimiento de la topología propuesta. Este tipo de simulación, junto con la comparación detallada con las redes ya implementadas en el cantón, permitió una evaluación fundamentada de la propuesta en términos de eficiencia, costo y beneficio.

2.2.2. Alcance de la Investigación

A continuación, se indica una matriz donde se detalla el desarrollo en dos fases principales, de la investigación como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Fases de la Investigación.

Fase	Actividad	Descripción Detallada
Fase Analítica	Descripción del Contexto Actual	Recopilación de datos sobre la conectividad en el cantón Olmedo, incluyendo estadísticas de acceso a Internet, infraestructura disponible y uso de servicios.
	Instrumentos de Medición	- Encuestas aplicadas a hogares, escuelas, negocios y entidades gubernamentales para evaluar la percepción de la conectividad. - Entrevistas a líderes comunitarios y expertos en telecomunicaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado del Municipio del cantón Olmedo. - Revisión documental de informes, datos estadísticos y estudios previos sobre conectividad en áreas rurales (Anexos 1 y 2).
	Resultados Esperados	Creación de una base de datos cuantitativa y cualitativa con información relevante, combinando percepciones de usuarios y datos técnicos sobre la situación actual.
Fase Explicativa	Análisis de Causas	Identificación de los factores que contribuyen a la baja conectividad en Olmedo, dividiendo los análisis en tres áreas clave:
	VARIABLES Socioeconómicas	Evaluación del nivel de ingresos, nivel educativo y distribución de la riqueza en la región para determinar su impacto en el acceso a Internet y tecnología.
	VARIABLES Geográficas	Estudio de la topografía, densidad de población y distancia a los centros urbanos, factores que afectan la viabilidad y el costo de la infraestructura de redes.
	VARIABLES Tecnológicas	Análisis de las limitaciones actuales en la infraestructura de telecomunicaciones, como la disponibilidad de equipos y la calidad de las redes.
	Determinación de Consecuencias	de Evaluación de las repercusiones de la falta de conectividad en la educación, la economía local y la comunicación social, destacando cómo afecta el desarrollo.
	Identificación de Soluciones	de Propuestas de estrategias para mejorar la infraestructura tecnológica mediante la Metodología de Factibilidad Operativa, para promover políticas públicas de inclusión digital y establecer programas de capacitación.

Elaboración: Propia

2.3. Tipo y métodos de investigación

El tipo de investigación será mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos. Se utilizó un método hipotético-deductivo, partiendo de hipótesis sobre las posibles soluciones a la brecha digital y luego verificándolas a través de la recolección y análisis de datos. En cuanto a los métodos de investigación, se empleó tanto enfoques inductivos como deductivos, así como técnicas históricas y analíticas para comprender mejor el fenómeno estudiado.

2.4. Población y muestra

La población de estudio estuvo compuesta por los habitantes del cantón Olmedo que enfrentan dificultades para acceder a Internet de manera efectiva.

Se utilizará un muestreo probabilístico para seleccionar una muestra representativa de la población, garantizando la validez estadística de los resultados obtenidos. Esto incluyó una variedad de grupos demográficos y comunidades dentro del cantón, tales como:

- **Familias de bajos ingresos:** Para identificar cómo las restricciones económicas afectan el acceso a Internet.
- **Personas mayores:** Para evaluar las dificultades que enfrentan los adultos mayores en la adopción y uso de tecnologías digitales.
- **Estudiantes y educadores:** Para examinar el impacto de la falta de conectividad en el proceso educativo.
- **Comerciantes locales y pequeños empresarios:** Para comprender cómo la conectividad insuficiente afecta el desarrollo económico local.
- **Habitantes de áreas urbanas y rurales:** Para analizar las diferencias en el acceso a Internet entre las zonas urbanas y rurales del cantón.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se llevó a cabo un enfoque mixto de recolección de datos con el objetivo de obtener una visión completa y detallada de la situación de la conectividad digital en el cantón Olmedo. Esto incluyó la aplicación de encuestas cuantitativas dirigidas a grupos de ciudadanos del cantón, para evaluar la disponibilidad y el uso actual de Internet en la zona de estudio.

Además, se realizaron entrevistas cualitativas al personal de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) de instituciones que gestionan la cobertura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo. Estas entrevistas permitieron profundizar en las percepciones, experiencias y necesidades de los habitantes respecto a la conectividad digital.

El proceso de recolección de datos también se enriqueció con el uso de registros históricos y datos existentes, lo que proporcionó un contexto claro sobre la evolución de la infraestructura de telecomunicaciones en la zona. Esta información previa ayudó a identificar las áreas que requieren mejoras y a comprender las tendencias que han influido en el desarrollo de la conectividad en el cantón Olmedo.

Al utilizar simulaciones a través del programa Cisco Packet Tracer, se generaron escenarios que reprodujeron las condiciones actuales de las redes implementadas por las empresas locales. Con estos datos, fue factible contrastar el rendimiento del prototipo con los sistemas existentes, lo que permitió identificar posibles mejoras en términos de eficiencia técnica y operativa. Además, este tipo de comparación ayudó a destacar las ventajas de un diseño de red, como la optimización del ancho de banda, la reducción de la latencia y una mayor capacidad de expansión a futuro.

En cuanto a la estructura del prototipo de red con las redes ya establecidas por las empresas proveedoras de Internet en el cantón, sí fue factible realizar un análisis técnico comparativo dentro del cantón Olmedo, Manabí, Ecuador. Este tipo de evaluación permitió contrastar la eficiencia, la calidad del servicio y los costos operativos del prototipo diseñado con los sistemas existentes. A través de estas comparaciones, fue posible demostrar que el nuevo diseño propuesto ofrecía mejoras significativas en términos de rendimiento y sostenibilidad, presentándose como una alternativa más eficiente para la expansión de la cobertura digital en el cantón Olmedo.

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

El procesamiento de la evaluación incluirá un análisis exhaustivo de la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados para la recolección de datos. Este análisis es fundamental para asegurar que los resultados obtenidos sean válidos y representativos de

la realidad investigada, especialmente en el contexto del estudio de la conectividad digital en el cantón Olmedo.

2.6.1. Validez de los Instrumentos

Para dar validez a los instrumentos de recolección de datos, se aplicó un análisis exhaustivo de validez de contenido. Este proceso requirió la colaboración de expertos en áreas clave como conectividad digital, educación y economía rural. En particular, participaron docentes universitarios especializados en tecnología y educación, técnicos en redes con experiencia práctica en infraestructura de telecomunicaciones, y presidentes comunitarios que ofrecieron una perspectiva basada en el conocimiento de las necesidades locales.

Estos especialistas realizaron una revisión detallada de cada uno de los ítems incluidos en los cuestionarios y entrevistas, con el fin de asegurar que fueran pertinentes, claros y relevantes para los objetivos del estudio. Se aplicó la técnica del juicio de expertos, que permitió evaluar la adecuación de las preguntas formuladas mediante el consenso de los participantes, así mismo el ítem que no cumpliera con los criterios establecidos es modificado o eliminado para mejorar la calidad y precisión del instrumento.

Adicionalmente, se calculó el Índice de Validez de Contenido (IVC) para cada ítem y para el instrumento en su totalidad. De acuerdo con los estándares metodológicos, se consideró que un IVC superior a 0.75 indicaba una validez adecuada del contenido del instrumento. Este análisis cuantitativo proporcionó una medida objetiva de la validez, complementando la revisión cualitativa realizada por los expertos, y aseguró que los instrumentos fueran capaces de recolectar datos válidos y confiables para el estudio.

2.6.2. Plan de mejora

En este trabajo de investigación, se propone un plan de mejora para el análisis costo-beneficio, considerando aspectos técnicos y los impactos socioeconómicos. Este plan incluye los siguientes elementos clave:

- **Análisis de Tecnologías Disponibles:** Se examinaron las tecnologías existentes para identificar las más adecuadas según factores técnicos como la capacidad de cobertura, velocidad de conexión y adaptabilidad a las condiciones locales del cantón Olmedo. Este análisis comparativo incluyó opciones como fibra óptica, redes móviles

avanzadas (4G/5G), tecnologías satelitales y otras innovaciones emergentes. A través de simulaciones técnicas, se evaluó cuál de estas tecnologías ofrece el mejor equilibrio en términos de eficiencia, alcance y costo para las distintas zonas del cantón. Es necesario detallar las herramientas de simulación empleadas en este proceso para garantizar un análisis exhaustivo y confiable de las opciones tecnológicas.

- **Evaluación de Costos y Beneficios:** Se realizó un análisis detallado de los costos asociados con cada opción tecnológica, incluyendo la inversión inicial en infraestructura, equipos, costos operativos y mantenimiento a largo plazo. Este análisis abarcó tanto costos directos como indirectos y se integraron modelos de simulación financiera para proyectar los impactos socioeconómicos, como el aumento en el acceso a servicios digitales, mejoras en la educación y el crecimiento económico local. Los beneficios no monetarios, como la mejora en la calidad de vida y el aumento de oportunidades educativas y laborales, fueron igualmente considerados. Aquí, la claridad en los procedimientos utilizados para garantizar la validez y confiabilidad de los datos es fundamental, por lo que es necesario incluir más detalles sobre las herramientas específicas para la recolección y análisis de datos, como encuestas estructuradas y entrevistas.
- **Identificación y Mitigación de Riesgos:** Se identificaron posibles riesgos técnicos, económicos y ambientales que podrían afectar la implementación y sostenibilidad del proyecto. Estos riesgos incluyeron obstáculos como la dificultad en la implementación de infraestructura en áreas geográficamente complicadas, fluctuaciones en los costos de materiales, y posibles impactos ambientales. Al identificar estos riesgos de forma temprana, se desarrollaron estrategias de mitigación que aseguran una implementación más efectiva y duradera del proyecto. La metodología para la evaluación de estos riesgos también debe ser reforzada, detallando cómo se cuantifican y evalúan sus posibles efectos en la comunidad y el entorno.
- **Mejora en la Metodología de Evaluación de Factibilidad:** Uno de los problemas iniciales del proyecto fue la falta de detalles sobre cómo se evaluaron técnicamente las diferentes opciones de conectividad y cómo se analizaron los costos y beneficios. Para subsanar esta deficiencia es importante aplicar una metodología que permita apoyar a los procesos de las Instituciones como los GAD Municipales, en este caso

mediante la Metodología de Factibilidad Operativa, dado que, en vinculación a un plan detallado, permite describir los métodos necesarios para generar un análisis costo-beneficio exhaustivo. Este análisis incluyó simulaciones de escenarios futuros para asegurar que las decisiones sobre las tecnologías seleccionadas maximicen los beneficios para la comunidad, fomentando el desarrollo sostenible.

- **Selección de la Muestra y Recolección de Datos:** Se fortaleció la justificación en la selección de la muestra, asegurando su representatividad de la población objetivo, lo cual facilitó una evaluación adecuada de la viabilidad del proyecto. Para la recolección de datos, se emplearon diversas metodologías, como encuestas, entrevistas y revisiones documentales, con el propósito de obtener información clave sobre las necesidades tecnológicas de la comunidad.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este capítulo presenta y discute los resultados obtenidos en el estudio de la conectividad digital en el cantón Olmedo, siguiendo la estructura basada en los objetivos y la metodología establecidos. La secuencia de presentación de los resultados corresponde a los objetivos planteados, y se discuten conforme se presentan. Además, se incluye la propuesta de mejora de la conectividad digital, estructurada bajo criterios revisados en el marco teórico.

3.1. Resultados del estudio técnico sobre las necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo.

En el desarrollo del objetivo de realizar un estudio técnico del cantón Olmedo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la infraestructura de telecomunicaciones existente, basado en datos estadísticos y documentales proporcionados por diversas fuentes oficiales mediante una previa certificación de aprobación (Anexo 1). Este proceso involucró la recopilación de informes emitidos por las principales empresas de telecomunicaciones que operan en la región, como CNT y Claro, así como la revisión de actas y reportes generados, además de la aplicación de una entrevista para completar la recolección de datos en el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Olmedo en 2024 (Anexo 2).

Para asegurar la precisión y fiabilidad de los hallazgos, el análisis se fundamentó en fuentes verificables. Las cifras relativas al acceso a Internet en la población del cantón fueron obtenidas a partir de registros oficiales proporcionados por las empresas de telecomunicaciones, que indicaron que solo el 45% de los hogares en Olmedo contaban con conexión a Internet. Este dato fue corroborado por los informes del GAD del cantón Olmedo durante el año 2024, que reflejaron una disparidad significativa en comparación con las áreas urbanas de la provincia de Manabí, donde la cobertura alcanzaba el 70%.

En cuanto a la infraestructura física, se documentó la existencia de apenas dos torres de comunicación principales en el cantón, una cantidad insuficiente para cubrir de manera efectiva las necesidades de conectividad en las áreas rurales. Esta información fue obtenida de los registros técnicos de las empresas proveedoras de servicios y validada por los informes de infraestructura emitidos por el GAD del cantón Olmedo (2024). Además, se confirmó que la disponibilidad de fibra óptica era prácticamente nula fuera del núcleo

urbano, lo que contribuía a una brecha digital significativa entre las áreas urbanas y rurales.

El estudio también incluyó un análisis de los informes financieros de las empresas de telecomunicaciones, que revelaron las limitaciones económicas que enfrentan para expandir la infraestructura en zonas rurales de baja densidad poblacional. Los reportes del GAD del cantón Olmedo (2024) señalaron que los altos costos asociados con la instalación de nuevas torres de comunicación y la expansión de la fibra óptica en estas áreas dificultaban la inversión en tecnología avanzada, perpetuando así la brecha digital.

Adicionalmente, se realizaron análisis técnicos sobre la evolución de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón, utilizando series históricas de datos proporcionados por el GAD del cantón Olmedo (Anexo 3). Estos análisis permitieron identificar tendencias en la inversión y el despliegue de tecnología a lo largo del tiempo, y evidenciaron que, a pesar de los esfuerzos, las mejoras en conectividad no habían alcanzado un nivel óptimo en las zonas rurales como se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Comparativa de cobertura en zonas urbanas y rurales.

Categoría	Cobertura de Internet (%)	Número de Hogares	Observaciones
Zonas Urbanas	70%	1,200	Alta disponibilidad de infraestructura y servicios.
Zonas Rurales	45%	800	Limitada infraestructura; mayor dependencia de tecnologías móviles.
Promedio Cantón Olmedo	55%	2,000	Brecha significativa entre áreas urbanas y rurales.

Elaboración: Propia.

En las zonas urbanas, la mayoría de los hogares cuenta con acceso a conexiones de fibra óptica, mientras que en las zonas rurales predominan las conexiones móviles, lo que limita significativamente el desarrollo económico y el acceso a servicios digitales en estas áreas. Para abordar esta brecha, es fundamental invertir en la expansión de torres de comunicación y en la infraestructura de fibra óptica, con el objetivo de mejorar la cobertura y facilitar el acceso a Internet en las zonas rurales.

Dado que es ideal establecer una conexión entre los hallazgos técnicos y los objetivos futuros del proyecto.

Es importante destacar que, aunque las limitaciones económicas para la expansión de la infraestructura se mencionan en el presente Capítulo 3 en el apartado Propuesta: Mejora De La Conectividad Digital En Olmedo, resulta crucial incluir un análisis financiero exhaustivo, como se detalla a continuación. Este análisis debe incorporar un desglose claro de los costos estimados para mejorar la infraestructura tecnológica, incluyendo la instalación de nuevas torres de comunicación, el despliegue de fibra óptica en zonas rurales, y la implementación de soluciones tecnológicas avanzadas. Además, se debe considerar información sobre las inversiones históricas realizadas por empresas de telecomunicaciones, como CNT y Claro, y su impacto en la expansión de la cobertura en Olmedo. Para ofrecer una visión completa, es fundamental evaluar las posibles fuentes de financiamiento, tanto públicas como privadas, que podrían apoyar la mejora de la infraestructura en las áreas rurales. Presentar estos datos en una tabla resumida facilitaría la comprensión y ofrecería una visión más clara del análisis financiero, proporcionando mayor solidez al estudio.

Esto permitirá contextualizar mejor las características locales y resaltar si las condiciones en Olmedo son más o menos favorables en términos de conectividad, inversión y brecha digital.

Por otro lado, mencionar también que no solo incluye mejoras positivas para el cantón, sino que al hacer una comparativa con otros autores y en otros cantones, se ve el impacto que genera esta propuesta de investigación tanto en zonas urbanas como rurales, detalladas a continuación:

Estudios realizados por (Pérez, García, & Rodríguez, 2020) sobre la conectividad rural en cantones de baja densidad poblacional en la provincia de Chimborazo, por ejemplo, señalan que la cobertura de internet en áreas rurales de cantones como Colta alcanzaba apenas el 40%, debido principalmente a la escasa infraestructura tecnológica disponible. Al comparar estos resultados con los hallazgos en Olmedo, donde la cobertura rural es del 45%, se observa una leve ventaja en cuanto a acceso a internet, pero aún persiste una brecha significativa en relación con las áreas urbanas. Este tipo de análisis comparativo subraya la importancia de desarrollar estrategias específicas para zonas rurales.

Asimismo, el estudio de (López & Martínez, 2019) sobre la expansión de la fibra óptica en áreas rurales de la provincia de Loja demuestra que la falta de incentivos fiscales y el

alto costo de la inversión en tecnología de última generación han sido obstáculos importantes para el progreso de la conectividad. En Olmedo, estas barreras se manifiestan en la carencia de fibra óptica fuera del núcleo urbano, lo que es consistente con los retos enfrentados en otras regiones rurales del país, es decir, comparar los desafíos económicos y tecnológicos en estos cantones proporciona un marco de referencia valioso para comprender la viabilidad de futuras inversiones en Olmedo.

Finalmente, un estudio reciente de (Martínez, 2022) sobre el impacto de la conectividad en el desarrollo económico de zonas rurales en Imbabura destaca cómo la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones en zonas rurales puede impulsar la economía local y reducir la migración hacia las áreas urbanas. En el caso de Olmedo, se podría anticipar un impacto similar, ya que el acceso a internet mejorado facilitaría la creación de empleos a distancia y el acceso a mercados más amplios, lo cual es vital para el crecimiento económico rural.

Dado que al incorporar estos estudios comparativos no solo permite contextualizar mejor la situación de Olmedo en relación a una perspectiva más completa para el diseño de estrategias de mejora de la infraestructura, y de esta manera reforzar la necesidad de una inversión sólida y de políticas públicas que favorezcan el desarrollo tecnológico en áreas urbanas y rurales de conectividad tecnológica.

3.2. Diseño de la topología de red y selección de equipos y tecnologías necesarios para garantizar un acceso eficiente y de calidad a Internet en el cantón Olmedo.

El diseño de la topología de red para el cantón Olmedo, orientado a garantizar un acceso eficiente y de calidad a Internet, se fundamentó en un análisis exhaustivo de las condiciones tecnológicas y geográficas del territorio, así como en la identificación de equipos y tecnologías que respondan a las necesidades tanto de las áreas urbanas como rurales. Este diseño se desarrolló en colaboración con actores clave, como docentes universitarios especializados en tecnología y educación, técnicos en redes con experiencia práctica en infraestructura de telecomunicaciones, y presidentes comunitarios, quienes aportaron su conocimiento sobre las realidades del cantón (Anexo 3).

El primer paso fue realizar un diagnóstico detallado de la infraestructura existente. Este diagnóstico, avalado por el GAD del Cantón Olmedo (2024), reveló que las zonas urbanas

contaban con cierta cobertura de Internet, aunque limitada en cuanto a velocidad y estabilidad, mientras que las zonas rurales enfrentaban graves deficiencias en conectividad. Sobre la base de esta información, se diseñó una topología de red que combina tecnologías de fibra óptica y redes inalámbricas, buscando maximizar la cobertura y calidad del servicio en todo el cantón.

Para las áreas urbanas, se propuso una topología de red en estrella. Esta configuración, que conecta cada punto de acceso (hogares, escuelas, negocios, etc.) directamente a un nodo central, permite una administración eficiente del tráfico de datos y facilita la implementación de fibra óptica como medio principal de transmisión. La fibra óptica se seleccionó por su capacidad para ofrecer velocidades superiores y una mayor estabilidad en la conexión, superando las limitaciones de las infraestructuras actuales que se basan en tecnologías de cobre o conexiones inalámbricas de menor capacidad. Esta solución está alineada con los estándares internacionales en telecomunicaciones y garantizaría una mejora significativa en la calidad del servicio de Internet en la zona urbana del cantón.

En contraste, para las zonas rurales, donde la baja densidad poblacional y las dificultades geográficas hacen inviable una cobertura completa mediante fibra óptica, se diseñó una topología en malla. Esta configuración permite que cada nodo (como una torre de comunicación o un punto de acceso inalámbrico) se conecte a varios otros nodos, creando múltiples rutas posibles para el tráfico de datos. Esta red en malla ofrece una mayor redundancia y flexibilidad, ya que, si un nodo falla o se desconecta, el tráfico puede ser redirigido a través de otras rutas, asegurando así una conexión más estable y resistente a las interrupciones.

3.2.1. Estructura y equipamiento del diseño de red

En términos de equipamiento, se identificaron varias necesidades clave. Para la red en estrella de las áreas urbanas, se seleccionaron dispositivos de fibra óptica de alto rendimiento, incluidos routers con capacidad para manejar grandes volúmenes de tráfico, y switches de última generación que faciliten la distribución eficiente.

En las zonas rurales, se optó por la instalación de torres de comunicación robusta, capaz de soportar enlaces de radiofrecuencia de largo alcance, así como repetidores inalámbricos que extiendan la cobertura hacia las áreas más remotas, para una mejor toma de decisiones en la aplicación de este diseño de red, mencionado en la tabla 3.

Tabla 3. Componentes que se emplean en el diseño.

Componente	Descripción
Nodo Central	Router (ISR4321): Se coloca un router de la serie ISR4000 para manejar grandes volúmenes de tráfico.
Switch	Switch (2960-24TT): Se instala un switch de la serie 2960 para distribuir la señal hacia diferentes puntos de acceso (hogares, escuelas, negocios).
Dispositivos de Usuario	PCs y Laptops: Se colocan varios dispositivos finales conectados al switch mediante cables de fibra óptica, representando hogares, escuelas y negocios.

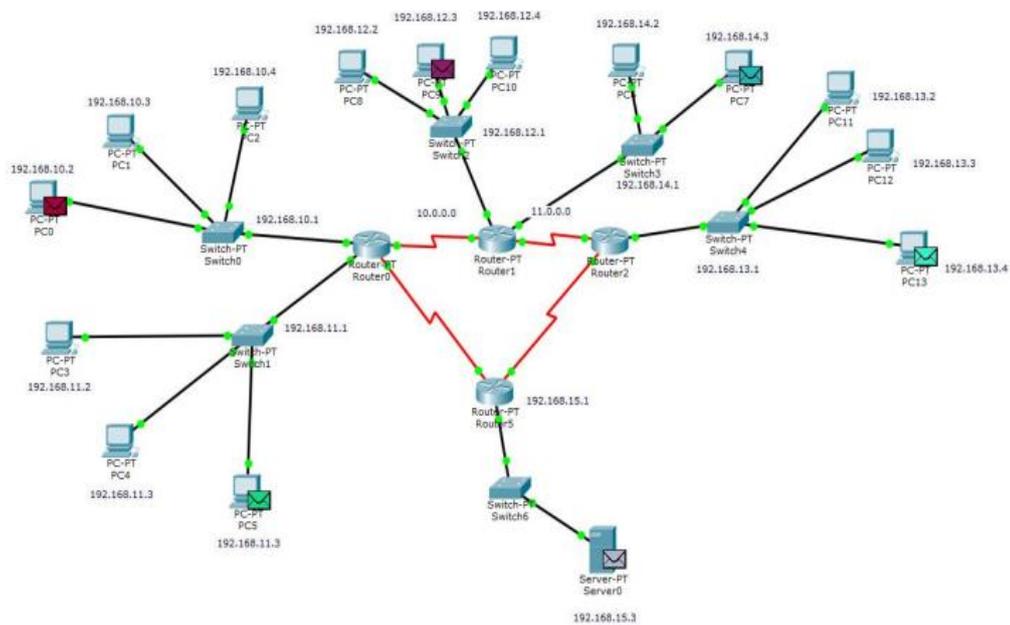
Elaboración: Propia.

La Tabla 4 describe el diseño de red para dos áreas distintas: urbana y rural, cada una con enfoques y tecnologías específicas. En el área urbana, se utiliza una topología en estrella, donde la fibra óptica proporciona conexiones rápidas y estables, facilitando la comunicación entre dispositivos finales como PCs y laptops a través de un router central y switches de distribución. Esta configuración asegura una alta velocidad y un rendimiento confiable para usuarios conectados a través de cables Gigabit Ethernet.

3.2.1.1. Estructura del diseño de Red

La estructura del diseño de red se basa en una topología jerárquica que facilita la escalabilidad, seguridad y gestión eficiente del tráfico. En el núcleo de la red, se implementan routers de alto rendimiento que interconectan los principales segmentos urbanos y rurales, mientras que en la capa de distribución se ubican switches encargados de administrar el tráfico entre subredes locales, finalmente las PCs que complementan este diseño eficiente de Red.

Figura 2. Estructura del diseño de red



Elaboración: Propia.

Dado que al dividir la red en segmentos más precisos, se facilita la identificación y monitoreo de cada uno de ellos, lo que permite un control más detallado del tráfico, un diagnóstico más eficiente de problemas y una mayor seguridad al aislar posibles amenazas. Esta segmentación también optimiza el rendimiento, ya que se reducen los dominios de broadcast y se mejora la administración de red en las zonas urbanas y rurales del cantón, logrando así un diseño más organizado y escalable.

Tabla 4. Descripción General del Diseño de la Red.

Aspecto	Área Urbana (Topología en Estrella)	Área Rural (Topología en Malla)
Tecnología	Fibra óptica	Enlaces de radiofrecuencia con repetidores inalámbricos
Router Central	Router central (Urbano)	Router rural 1, Router rural 2, Router rural 3
Switches de Distribución	Switches de distribución (Gigabit Ethernet)	No aplicable
Dispositivos Finales	PCs, laptops, etc. conectados al switch central	PCs, laptops, etc. conectados a APs
Técnica de Conexión	Fibra óptica para conexiones de alta velocidad y estabilidad	Radiofrecuencia para conexiones a larga distancia
Torres de Comunicación	No aplicable	Torres de comunicación robustas para enlaces de largo alcance
Access Points	No aplicable	APs para extender la cobertura inalámbrica
Repetidores Inalámbricos	No aplicable	Repetidores inalámbricos para ampliar la cobertura

Elaboración: Propia.

Por otro lado, la Tabla 5 complementa con la distribución de los componentes y tecnologías específicas por área. En la zona urbana, los equipos incluyen routers centrales, switches, y dispositivos finales conectados por fibra óptica y cables Ethernet. Por otro lado, la zona rural se basa en routers distribuidos, torres de comunicación, y APs para una red inalámbrica, con una infraestructura diseñada para superar la distancia y las dificultades de cobertura inherentes a los entornos rurales.

Tabla 5. Distribución de Equipos y Tecnología por Área.

Equipos y tecnología	y Área Urbana (Topología en Estrella)	Área Rural (Topología en Malla)
Tecnología de Conexión	Fibra óptica	Radiofrecuencia
Router Principal	Router Central Urbano	Routers Rurales
Switches	Switches de distribución	No aplicable
Dispositivos Finales	PCs, laptops conectados al router central y switches	PCs, laptops conectados a APs y repetidores
Torres de Comunicación	No aplicable	Torres de comunicación para enlaces de largo alcance
Access Points	No aplicable	Access Points para cobertura inalámbrica
Repetidores Inalámbricos	No aplicable	Repetidores para extender cobertura en áreas rurales

Elaboración: Propia.

3.2.2. Topología de Red

La topología de red propuesta para el área urbana y rural presenta un enfoque bien estructurado que optimiza la conectividad en diferentes entornos. En el área urbana, la elección del Router ISR4321 como nodo central permite gestionar eficientemente grandes volúmenes de tráfico, gracias a su robustez y capacidad. La configuración de la interfaz GigabitEthernet0/0 con la IP 192.168.1.1 y la máscara de subred 255.255.255.0 establecen un punto de partida sólido para la red. La inclusión de varios switches 2960-24TT conectados al router central asegura una distribución efectiva de la señal hacia los dispositivos finales, como PCs, que se configuran en la misma subred. Este diseño permite a los usuarios en el área urbana beneficiarse de una conectividad rápida y estable, lo cual es esencial para satisfacer las demandas de servicios digitales contemporáneos.

Dado que el diseño para el área rural se enfoca en abordar los desafíos específicos de conectividad en estas zonas. La implementación de routers WRT300N, configurados en la subred 192.168.2.0/24, permite establecer conexiones en entornos donde la infraestructura puede ser limitada. La adición de torres de comunicación simula enlaces de radiofrecuencia, lo que es fundamental para proporcionar acceso a Internet en áreas de difícil acceso. Además, los Access Points (AP-PT) colocados cerca de cada router refuerzan la señal y aseguran que los dispositivos en la subred puedan conectarse sin inconvenientes, lo que mejora la experiencia del usuario en zonas rurales.

Este enfoque dual en la topología de red no solo se centra en la infraestructura técnica, sino que también considera la importancia de la adaptabilidad a las necesidades locales. Mientras que el diseño urbano se beneficia de tecnología avanzada y una mayor capacidad de gestión de tráfico, la solución rural se enfoca en maximizar el alcance y la disponibilidad de conectividad en áreas donde los recursos son más escasos.

Dado que, al integrar estos dos modelos, la propuesta garantiza que ambas áreas, urbanas y rurales, cuenten con una infraestructura de red que no solo satisface las necesidades actuales del diseño de red, sino que también se adapta al crecimiento futuro de la demanda de conectividad en la comunidad indicado en la tabla 6.

Tabla 6. Necesidades Dispositivo Interface Dirección IP Mascara de subred

Dispositivo		Interface	Dirección IP	Máscara de Subred
Router (Urbano)	Central	GigabitEthernet0/0	192.168.1.1	255.255.255.0
Switch Urbano 1		FastEthernet0/1	-	-
PC1 (Urbano)		FastEthernet	192.168.1.2	255.255.255.0
PC2 (Urbano)		FastEthernet	192.168.1.3	255.255.255.0
Router Rural 1		GigabitEthernet0	192.168.2.1	255.255.255.0
Router Rural 2		GigabitEthernet0	192.168.2.2	255.255.255.0
Router Rural 3		GigabitEthernet0	192.168.2.3	255.255.255.0
AP Rural 1		Wireless	192.168.2.4	255.255.255.0
AP Rural 2		Wireless	192.168.2.5	255.255.255.0
PC1 (Rural)		Wireless	192.168.2.6	255.255.255.0
PC2 (Rural)		Wireless	192.168.2.7	255.255.255.0
Router (Urbano)	Central	GigabitEthernet0/1	10.0.0.1	255.255.255.252
Router Rural 1		GigabitEthernet0/1	10.0.0.2	255.255.255.252

Elaboración: Propia.

Debido a que red diseñada contribuye significativamente a cerrar la brecha digital, ofreciendo un acceso equitativo y de alta calidad a Internet para todos los residentes, tanto en áreas urbanas como rurales. Además, la flexibilidad y escalabilidad del diseño permiten que la infraestructura de red pueda adaptarse a futuras necesidades y avances tecnológicos, por lo que es necesario indicar la descripción de cada dispositivo a continuación:

- **Router Central (Urbano):** Actúa como el enrutador principal en la red urbana con la interfaz GigabitEthernet0/0 configurada en la subred 192.168.1.0/24.
- **Switch Urbano:** El switch no requiere una dirección IP, ya que simplemente distribuye la conectividad a los dispositivos conectados a él.
- **PCs Urbanas:** Están conectadas al switch urbano y configuradas en la misma subred que el Router Central.
- **Routers Rurales:** Cada router rural tiene una interfaz GigabitEthernet configurada en la subred 192.168.2.0/24 para formar la red en malla.
- **APs Rurales:** Extienden la conectividad inalámbrica a dispositivos en áreas rurales.
- **Enlaces Punto a Punto:** Entre el Router Central y el primer Router Rural, utilizamos una subred pequeña (por ejemplo, 10.0.0.0/30) para la comunicación punto a punto.

Este esquema está cuidadosamente estructurado para asegurar un funcionamiento eficiente y una conectividad estable tanto en las áreas urbanas como rurales mediante Cisco Packert Treceer.

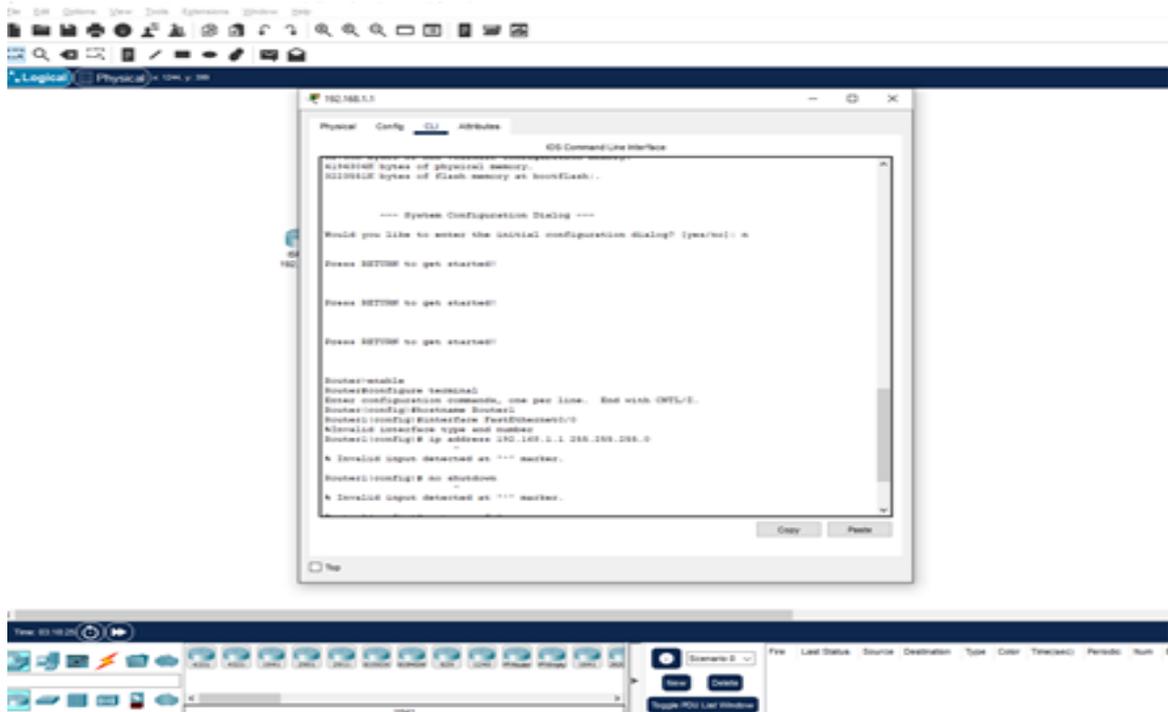


Figura 3. Configuraciones de la red en Cisco Packet Tracer
Elaboración: Propia

Para el Área Urbana, que se caracteriza por una red de clientes con alta densidad de dispositivos, se ha asignado el rango de direcciones IP 192.168.1.0/24. Esta subred utiliza una máscara de subred 255.255.255.0, que permite una capacidad de hasta 254 direcciones IP utilizables para dispositivos finales. La dirección IP del Gateway para esta red es 192.168.1.1, que es el router central que proporciona acceso a otras redes y a Internet.

Por otro lado, para el Área Rural, que tiene una configuración de red diferente debido a su topología en malla y menor densidad de dispositivos, se ha asignado el rango de direcciones IP 192.168.2.0/24. Esta subred también utiliza una máscara de subred 255.255.255.0, permitiendo hasta 254 direcciones IP para los dispositivos finales en las zonas rurales. La dirección IP del Gateway en esta red es 192.168.2.1, que corresponde a uno de los routers rurales que facilita la conectividad en esta área.

Dado que el Enlace Punto a Punto entre el área urbana y la red rural se configura con el rango de direcciones IP 10.0.0.0/30, con una máscara de subred 255.255.255.252. Esta configuración permite dos direcciones IP utilizables para la conexión directa entre los routers de las dos áreas. La dirección IP del Gateway en este enlace es 10.0.0.1, que se

utiliza para la comunicación entre el router urbano y el router rural, asegurando una interconexión eficiente entre las dos redes distintas de acuerdo a la tabla 7.

Tabla 7. Configuración de la Red

Descripción de la Red	IP de Red	Máscara de Subred	de IP Gateway
Área Urbana (Red de Clientes)	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1
Área Rural (Red de Clientes)	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.2.1
Enlace Punto a Punto (Urbano-Rural)	10.0.0.0	255.255.255.252	10.0.0.1

Elaboración: Propia.

Debido a que esta configuración de los equipos y la asignación de direcciones IP permiten garantizar un funcionamiento óptimo de la red, es necesario indicar el funcionamiento por área:

3.3.2.1. Área Urbana

En el área urbana, el núcleo de la red está constituido por el Router Central Urbano. Este router maneja la red local con la dirección de red 192.168.1.0/24, proporcionando una amplia gama de direcciones IP para los dispositivos finales dentro de esta subred. La dirección IP del Gateway en esta área es 192.168.1.1, que es el punto de acceso para todos los dispositivos de la red urbana. Este router está configurado con dos interfaces: GigabitEthernet0/0 con la IP 192.168.1.1 y la máscara de subred 255.255.255.0 para conectar a la red local, y GigabitEthernet0/1 con la IP 10.0.0.1 y una máscara de 255.255.255.252, que se utiliza para el enlace punto a punto con la red rural.

Los Switches de Distribución están conectados al Router Central y facilitan la conexión de los dispositivos finales. En esta red, los PCs (PC1 y PC2) en el área urbana tienen direcciones IP 192.168.1.2 y 192.168.1.3, respectivamente, ambas con una máscara de subred 255.255.255.0 y un gateway configurado en 192.168.1.1. Esta configuración asegura que cada PC pueda comunicarse eficientemente con el router central y acceder a recursos tanto dentro como fuera de la red local.

3.3.2.2. Área Rural

En el área rural, se utilizan múltiples Routers Rurales para gestionar la conectividad y asegurar que las áreas dispersas tengan acceso a la red. Los routers tienen la dirección de red 192.168.2.0/24, con direcciones IP específicas para cada router: 192.168.2.1 para Router Rural 1, 192.168.2.2 para Router Rural 2, y 192.168.2.3 para Router Rural 3. Cada uno de estos routers actúa como gateway para los dispositivos finales en la red rural. Router Rural 1 está conectado al Router Central mediante el enlace punto a punto con la IP 10.0.0.2.

Los Access Points (APs) en el área rural, como AP Rural 1 con IP 192.168.2.4 y AP Rural 2 con IP 192.168.2.5, proporcionan conectividad inalámbrica a los dispositivos en zonas donde la instalación de cables puede ser difícil. Estos APs están configurados con la misma máscara de subred 255.255.255.0 que los routers, facilitando la conexión y el acceso a la red.

Los PCs en el área rural, como PC1 y PC2, están configurados con direcciones IP 192.168.2.6 y 192.168.2.7, respectivamente. Estos PCs utilizan las direcciones IP de gateway 192.168.2.1 y 192.168.2.2, lo que garantiza que cada dispositivo final en el área rural tenga un camino claro para comunicarse a través de la red.

Dado que la segmentación de redes es clave en este diseño para evitar conflictos de IP y asegurar una correcta separación entre las redes urbanas y rurales. El enlace punto a punto (IP 10.0.0.0/30) entre el Router Central y Router Rural 1 proporciona una conexión directa y eficiente, crucial para la interconexión entre las redes. Esto garantizará una comunicación fluida y la correcta distribución de la información mediante el diseño de categorías de acuerdo como se menciona en la tabla 8.

Tabla 8. Diseño de categorías.

Categoría	Descripción
Direcciones IP	<ul style="list-style-type: none"> - Área Urbana: 192.168.1.0/24 - Área Rural: 192.168.2.0/24 - Enlace Punto a Punto: 10.0.0.0/30
Protocolos de Enrutamiento	<ul style="list-style-type: none"> - OSPF: Utilizado para el enrutamiento entre la red urbana y rural. - Configurar en cada router: router ospf 1, network [IP] [Wildcard Mask] area 0
Máscara de Subred	<ul style="list-style-type: none"> - Área Urbana: 255.255.255.0 - Área Rural: 255.255.255.0 - Enlace Punto a Punto: 255.255.255.252
Configuraciones de Dispositivos	<ul style="list-style-type: none"> - Router Central (Urbano): - GigabitEthernet0/0 IP: 192.168.1.1 / 255.255.255.0 - GigabitEthernet0/1 IP: 10.0.0.1 / 255.255.255.252 - Routing OSPF: router ospf 1, network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0, network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0 - Switches: Conectar a GigabitEthernet0/0 del router. - PCs Urbanas: Configurar IPs estáticas dentro de la subred 192.168.1.0/24 y gateway 192.168.1.1.
- Router Rural 1	<ul style="list-style-type: none"> - GigabitEthernet0 IP: 192.168.2.1 / 255.255.255.0 - GigabitEthernet0/1 IP: 10.0.0.2 / 255.255.255.252 - Routing OSPF: router ospf 1, network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0, network 10.0.0.0 0.0.0.3 area 0 - Access Points: Configurar IPs estáticas dentro de la subred 192.168.2.0/24. - PCs Rurales: Configurar IPs estáticas dentro de la subred 192.168.2.0/24 y gateway correspondiente (192.168.2.1).
Inicio y Configuración del Enrutador	<ul style="list-style-type: none"> - Configuración Inicial: - Router Central (Urbano): - Configuración básica: enable, configure terminal, hostname Router_Central, interface GigabitEthernet0/0, ip address 192.168.1.1 255.255.255.0, no shutdown, interface GigabitEthernet0/1, ip address 10.0.0.1 255.255.255.252, no shutdown - Router Rural 1: - Configuración básica: enable, configure terminal, hostname Router_Rural1, interface GigabitEthernet0, ip address 192.168.2.1 255.255.255.0, no shutdown, interface GigabitEthernet0/1, ip address 10.0.0.2 255.255.255.252, no shutdown - Configurar OSPF como se mencionó anteriormente.
Diagnóstico de Fallos en la Red	<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de Conectividad: - Usar ping [IP] para verificar la conectividad entre dispositivos. - Usar traceroute [IP] para rastrear el camino de los paquetes. - Revisión de Configuración: - show ip interface brief para verificar el estado de las interfaces. - show ip route para revisar la tabla de enrutamiento. - show running-config para revisar la configuración actual. - Verificación OSPF: - show ip ospf neighbor para verificar los vecinos OSPF. - show ip ospf database para verificar la base de datos OSPF.

Elaboración: Propia.

3.2.3. Direccionamiento IP

Debido a que el direccionamiento proporciona una visión detallada de cómo se asignan las direcciones IP y se configuran los dispositivos dentro de la red diseñada para el cantón Olmedo. En el área urbana, el Router Central utiliza la dirección de red 192.168.1.0 con una máscara de subred 255.255.255.0, lo que permite hasta 254 direcciones IP disponibles para dispositivos finales.

Dos PC en el área urbana, PC1 y PC2, están configurados con direcciones IP 192.168.1.2 y 192.168.1.3, respectivamente, dentro de este rango, y se comunican a través de la interfaz FastEthernet del router. Además, el Switch Urbano 1 facilita la conexión de estos dispositivos al router central, aunque no requiere una dirección IP propia para esta configuración básica.

En el área rural, los Routers Rurales utilizan la misma red 192.168.2.0/24, lo que permite también hasta 254 direcciones IP para los dispositivos en la red rural. Cada router tiene su interfaz asignada en esta red, y los Access Points (APs), así como los PCs rurales, están configurados con direcciones IP dentro del mismo rango.

Para conectar las redes urbana y rural, el Enlace Punto a Punto utiliza la red 10.0.0.0/30, que proporciona 2 direcciones IP para la comunicación entre el Router Central y el Router Rural 1. Esta configuración asegura que tanto las redes urbanas como las rurales tengan una asignación adecuada de direcciones IP y puedan comunicarse eficazmente entre sí, como se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Direccionamiento IP.

Nombre de Host	Interfaz	IP de Red	Máscara de Subred
Router Central (Urbano)	GigabitEthernet0/0	192.168.1.0	255.255.255.0
PC1 (Urbano)	FastEthernet0/1	192.168.1.2	255.255.255.0
PC2 (Urbano)	FastEthernet0/2	192.168.1.3	255.255.255.0
Switch Urbano 1	FastEthernet0/1	-	-
Router Rural 1	GigabitEthernet0	192.168.2.0	255.255.255.0
Router Rural 2	GigabitEthernet0	192.168.2.0	255.255.255.0
Router Rural 3	GigabitEthernet0	192.168.2.0	255.255.255.0
AP Rural 1	Wireless	192.168.2.4	255.255.255.0
AP Rural 2	Wireless	192.168.2.5	255.255.255.0
PC1 (Rural)	Wireless	192.168.2.6	255.255.255.0
PC2 (Rural)	Wireless	192.168.2.7	255.255.255.0
Enlace Punto a Punto	GigabitEthernet0/1	10.0.0.0	255.255.255.252

Elaboración: Propia.

En la configuración de la red, permite que los routers se comuniquen entre sí y gestionen el tráfico de manera eficiente dentro de la red urbana y rural, asegurando que todos los dispositivos conectados puedan interactuar sin conflictos de direccionamiento IP (Tabla 10).

Tabla 10. Direcciones IP en Interfaz Fa0/0.

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara de Subred
R1	Fa0/0	192.168.1.1	255.255.255.0
R2	Fa0/0	192.168.1.2	255.255.255.0
R3	Fa0/0	192.168.1.3	255.255.255.0
R4	Fa0/0	192.168.1.4	255.255.255.0
R5	Fa0/0	192.168.2.1	255.255.255.0
R6	Fa0/0	192.168.2.2	255.255.255.0

Elaboración: Propia.

3.2.4. Pasos de la configuración del diseño de red

Para llevar a cabo el direccionamiento del esquema de red se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

Paso 1: Diseñar un Esquema de Direccionamiento

El diseño del esquema de direccionamiento que ofrece una solución estructurada y eficiente para la red en cuestión, garantizando que cada segmento de la red esté correctamente dimensionado y organizado de acuerdo a lo indicado en la tabla 11.

Tabla 11. Esquema de Direccionamiento

Nombre de Red	Cantidad de Host	Dirección de Red	Máscara de Red
LAN Urbana	50	192.168.1.0	255.255.255.0
LAN Rural 1	50	192.168.2.0	255.255.255.0
LAN Rural 2	50	192.168.3.0	255.255.255.0
Enlace Punto a Punto	2	10.0.0.0	255.255.255.252

Elaboración: Propia.

Paso 2: Documentar el Esquema de Direccionamiento

La **LAN Urbana**, destinada a soportar hasta 50 dispositivos, utiliza el rango de direcciones IP 192.168.1.0/24. Esto significa que tiene una dirección de red de 192.168.1.0 y una máscara de subred de 255.255.255.0, proporcionando un rango de direcciones IP para hosts desde 192.168.1.1 hasta 192.168.1.254, con 192.168.1.255 reservada para broadcast. Esta configuración asegura que la red pueda gestionar una cantidad adecuada de dispositivos y facilita la comunicación dentro de la red urbana.

Para las **LANs Rurales**, cada una también soporta hasta 50 hosts, pero están en diferentes rangos para evitar conflictos y mejorar la organización de la red. **LAN Rural 1** utiliza la dirección 192.168.2.0/24, y **LAN Rural 2** usa 192.168.3.0/24, con la misma máscara de subred de 255.255.255.0 que la LAN Urbana. Esto permite que cada red rural tenga un rango de direcciones IP desde 192.168.2.1 a 192.168.2.254 para la primera red y de

192.168.3.1 a 192.168.3.254 para la segunda. Cada red tiene su propia dirección de broadcast, lo que asegura que los mensajes de difusión no interfieran con otras redes.

3.2.4.1. Enlace Punto a Punto

El **Enlace Punto a Punto** entre routers se configura con una red separada de 10.0.0.0/30, diseñada específicamente para proporcionar un rango de direcciones IP muy limitado pero suficiente para la conexión directa entre dos dispositivos. Con una máscara de subred de 255.255.255.252, esta red solo proporciona dos direcciones IP utilizables (10.0.0.1 y 10.0.0.2) para los routers, además de una dirección de broadcast (10.0.0.3). Esta configuración es ideal para enlaces punto a punto, donde el número reducido de direcciones IP se ajusta a las necesidades de conectividad entre los routers sin desperdiciar direcciones.

3.2.4.2. Configuración por Áreas Rural y Urbana

La configuración del direccionamiento para las áreas urbana y rural de la red, así como para el enlace punto a punto entre routers.

3.2.4.2.1. Área Urbana

En el área urbana, la red utiliza la dirección de red 192.168.1.0 con una máscara de subred de 255.255.255.0, que permite una eficiente gestión del rango de IPs, desde 192.168.1.2 para el primer PC hasta 192.168.1.254 para el último, con la dirección de broadcast establecida en 192.168.1.255. Esta configuración asegura que todos los dispositivos en el área urbana estén en la misma red local, facilitando la comunicación y el acceso a los recursos compartidos.

3.2.4.2.2. Áreas rurales

En las áreas rurales, se utilizan dos subredes distintas, 192.168.2.0 para Rural 1 y 192.168.3.0 para Rural 2, ambas con la misma máscara de subred y rango de IPs similares, que van desde el primer PC en 192.168.2.2 o 192.168.3.2 hasta el último PC en 192.168.2.254 o 192.168.3.254. La dirección de broadcast para cada una de estas redes es, respectivamente, 192.168.2.255 y 192.168.3.255. Este enfoque permite una correcta segmentación y administración de las redes rurales, manteniendo la coherencia con la red urbana.

3.2.4.3. Enlace Punto a Punto

El enlace punto a punto entre los routers utiliza la dirección de red 10.0.0.0 con una máscara de subred 255.255.255.252, proporcionando dos direcciones IP utilizables, 10.0.0.1 para el primer router y 10.0.0.2 para el segundo, con la dirección de broadcast en 10.0.0.3. Esta configuración está diseñada para optimizar la comunicación directa entre los routers, asegurando un enlace eficiente y reducido en términos de uso de direcciones IP.

3.2.4.4. Configuración de Conexiones Seriales

La configuración de conexiones seriales entre routers utiliza direcciones IP específicas y máscaras de subred diseñadas para enlaces punto a punto eficiente.

Para la conexión Serial 0 entre R1 y R2, se emplea la dirección de red 10.0.0.0 con una máscara de subred 255.255.255.252, asignando 10.0.0.1 a R1 y 10.0.0.2 a R2, con una dirección de broadcast de 10.0.0.3. De manera similar, la conexión Serial 1 entre R3 y R4 utiliza la red 10.0.0.4, con direcciones IP 10.0.0.5 y 10.0.0.6 para los routers respectivos, y un broadcast en 10.0.0.7. Finalmente, para la conexión Serial 2 entre R5 y R6, la red asignada es 10.0.0.8, con direcciones IP 10.0.0.9 y 10.0.0.10, y un broadcast de 10.0.0.11. Estas configuraciones garantizan un direccionamiento preciso y una comunicación directa entre los routers, optimizando la conectividad y el rendimiento de la red.

Dado que el direccionamiento de dispositivos proporciona una visión clara de cómo se distribuyen las direcciones IP y las configuraciones de red a lo largo de los distintos

componentes de la red. En el área urbana, el Router Central utiliza la dirección IP 192.168.1.1 en la interfaz GigabitEthernet0/0, que es la puerta de enlace para los PCs que operan en esta misma red (192.168.1.0/24). Los PCs, como PC1 y PC2, tienen asignadas direcciones IP dentro de este rango, con la dirección de gateway establecida en 192.168.1.1, facilitando la comunicación entre los dispositivos y el router como se indica en la tabla 12.

Tabla 12. Direccionamiento de Dispositivos

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Máscara Subred	de Gateway por Defecto
Router Central (Urbano)	GigabitEthernet 0/0	192.168.1.1	255.255.255.0	-
Switch Urbano 1	FastEthernet0/1	-	-	192.168.1.1
PC1 (Urbano)	FastEthernet	192.168.1.2	255.255.255.0	192.168.1.1
PC2 (Urbano)	FastEthernet	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1
Router Rural 1	GigabitEthernet 0/0	192.168.2.1	255.255.255.0	-
Router Rural 2	GigabitEthernet 0/0	192.168.2.2	255.255.255.0	-
Router Rural 3	GigabitEthernet 0/0	192.168.2.3	255.255.255.0	-
AP Rural 1	Wireless	192.168.2.4	255.255.255.0	192.168.2.1
AP Rural 2	Wireless	192.168.2.5	255.255.255.0	192.168.2.1
PC1 (Rural)	Wireless	192.168.2.6	255.255.255.0	192.168.2.1
PC2 (Rural)	Wireless	192.168.2.7	255.255.255.0	192.168.2.1
Router Central (Urbano)	GigabitEthernet 0/1	10.0.0.1	255.255.255.252	-
Router Rural 1	GigabitEthernet 0/1	10.0.0.2	255.255.255.252	-

Elaboración: Propia.

Debido a que la configuración de los routers proporciona un panorama claro de cómo se asignan y gestionan las direcciones IP y los protocolos de enrutamiento en diferentes routers dentro de la red. En el caso del Router Central (Urbano), se observa que este router actúa como el núcleo de la red urbana con una interfaz FastEthernet asignada a la IP 192.168.1.1, permitiendo la conexión con los dispositivos finales en el área urbana. Las interfaces seriales están configuradas para la comunicación con otros routers, utilizando el protocolo OSPF para el enrutamiento dinámico y eficiente. Esto asegura que las rutas se actualicen automáticamente y se mantenga la conectividad entre la red urbana y las redes rurales.

3.2.4.5. Configuración de los routers

Por otro lado, los Routers Rurales (1, 2 y 3) están diseñados para manejar las conexiones en las áreas rurales, cada uno con su propia dirección IP en la interfaz FastEthernet para conectar a las redes rurales correspondientes (192.168.2.1, 192.168.3.1, y 192.168.4.1, respectivamente). Las interfaces seriales entre estos routers permiten la comunicación entre ellos y con el router central, usando direcciones IP específicas para asegurar la correcta interconexión.

Al igual que el router central, estos routers también utilizan OSPF para facilitar el enrutamiento entre diferentes redes, lo que garantiza una propagación eficiente de las rutas a través de la red amplia, cubriendo tanto las zonas urbanas como las rurales mencionadas en la tabla 13.

Tabla 13. Configuración Router

ROUTER	CONFIGURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Router Central (Urbano)		
1. Nombre del Router	RouterCentral	Nombre asignado al router para identificación.
2. Dirección Serial 0 DCE	IP 10.0.0.1	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R2.
3. Dirección Serial 1	IP 10.0.0.2	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R3 (si corresponde).
4. Protocolo	OSPF	Protocolo de enrutamiento utilizado.
5. FastEthernet 0/0	192.168.1.1	Dirección IP para la interfaz FastEthernet conectada a la red urbana.
Router Rural 1		
1. Nombre del Router	RouterRural1	Nombre asignado al router para identificación.
2. Dirección Serial 0 DCE	IP 10.0.0.2	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R1.
3. Dirección Serial 1	IP 10.0.0.3	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R2 (si corresponde).
4. Protocolo	OSPF	Protocolo de enrutamiento utilizado.
5. FastEthernet 0/0	192.168.2.1	Dirección IP para la interfaz FastEthernet conectada a la red rural 1.
Router Rural 2		
1. Nombre del Router	RouterRural2	Nombre asignado al router para identificación.
2. Dirección Serial 0 DCE	IP 10.0.0.5	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R3.
3. Dirección Serial 1	IP 10.0.0.6	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R4 (si corresponde).
4. Protocolo	OSPF	Protocolo de enrutamiento utilizado.
5. FastEthernet 0/0	192.168.3.1	Dirección IP para la interfaz FastEthernet conectada a la red rural 2.
Router Rural 3		
1. Nombre del Router	RouterRural3	Nombre asignado al router para identificación.
2. Dirección Serial 0 DCE	IP 10.0.0.9	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R4.
3. Dirección Serial 1	IP 10.0.0.10	Dirección IP para la interfaz serial conectada a R5 (si corresponde).
4. Protocolo	OSPF	Protocolo de enrutamiento utilizado.
5. FastEthernet 0/0	192.168.4.1	Dirección IP para la interfaz FastEthernet conectada a la red rural 3.

Elaboración: Propia.

3.2.4.6. Prueba de Conectividad y Verificación de Configuración

En el proceso de asegurar la correcta configuración y conectividad de la red, se siguieron procedimientos detallados para verificar la comunicación entre los routers y desde los dispositivos finales hasta sus gateways. Primero, se accedió a cada router en Cisco Packet Tracer y se utilizó la interfaz de línea de comandos (CLI) para ingresar al modo EXEC privilegiado mediante el comando `enable`. Una vez en este modo, se empleó el comando `ping` para probar la conectividad entre las interfaces seriales de los routers, como entre el Router 1 (R1) y el Router 2 (R2). Este paso fue crucial para confirmar que las conexiones seriales estaban operativas y que los routers podían comunicarse correctamente entre sí a través de sus interfaces seriales específicos.

A continuación, se procedió a verificar la conectividad desde los dispositivos finales hacia sus gateways. Para ello, se seleccionaron las PCs en Cisco Packet Tracer y se accedió al símbolo del sistema en la pestaña Desktop. Utilizando el comando `ping`, se comprobó que cada PC pudiera alcanzar el gateway configurado para su red. Por ejemplo, desde la PC1 en la red urbana con IP 192.168.1.2 y gateway 192.168.1.1, se verificó la conectividad ejecutando el comando `ping 192.168.1.1`. Este proceso se repitió para todas las PCs en la red, asegurando que cada dispositivo final pudiera comunicarse con su gateway por defecto y, por ende, con el resto de la red.

Dado la realización de estas pruebas de conectividad garantizó que tanto las conexiones entre routers como la comunicación desde las PCs hacia sus gateways estaban funcionando correctamente. Este enfoque metódico permitió identificar y resolver posibles problemas de configuración o conectividad, asegurando que toda la infraestructura de la red estuviera operativa y que los dispositivos pudieran interactuar entre sí sin problemas. La verificación completa de la conectividad fue un paso esencial para validar la estabilidad y funcionalidad general de la red.

3.2.4.7. Verificar y Probar las Configuraciones

Para verificar y probar las configuraciones en la red, se siguieron varios pasos cruciales para asegurar que todas las conexiones y configuraciones fueran correctas. Primero, se accedió a cada router en Cisco Packet Tracer y se utilizó el comando `show ip interface`

brief en la interfaz de línea de comandos (CLI) para revisar el estado de todas las interfaces y sus direcciones IP. Este comando permitió verificar que cada interfaz tuviera la dirección IP correcta y que estuviera en estado operativo, confirmando así que los routers estaban configurados correctamente para comunicarse entre sí.

Así mismo, se realizó una verificación de configuración en las PCs para asegurar que la red local estuviera funcionando como se esperaba. En cada PC, se revisó la configuración IP en la pestaña Desktop IP Configuration para verificar que la dirección IP, la máscara de subred y el gateway fueran correctos. Se usó el comando ping desde el símbolo del sistema para probar la conectividad entre PCs dentro de la misma red, así como para comprobar la conectividad entre redes diferentes. Este proceso garantizó que las PCs pudieran comunicarse entre sí y con otros dispositivos a través de los gateways configurados, asegurando así la funcionalidad completa de la red.

Por otro lado, para garantizar que la red esté correctamente configurada y operativa, se llevó a cabo una serie de verificaciones detalladas. En los routers, se comenzó accediendo al CLI y ejecutando el comando show ip interface brief para mostrar el estado de las interfaces. Este comando permitió confirmar que todas las interfaces estaban en estado "up" y que las direcciones IP asignadas eran correctas. Posteriormente, se verificaron las rutas configuradas mediante el comando show ip route, asegurando que las rutas hacia otras redes estaban presentes y eran precisas. Finalmente, se realizó una prueba de conectividad entre los routers usando el comando ping para verificar que las interfaces de diferentes routers podían comunicarse entre sí.

En los switches, se accedió al CLI y se utilizó el comando show interface status para revisar el estado de las interfaces. Este comando garantizó que todas las interfaces estuvieran en estado "connected", lo que es fundamental para asegurar la correcta conexión de los dispositivos finales. La verificación en los switches es crucial para identificar cualquier problema de conexión que pudiera afectar la red.

En las PCs, se verificó la configuración IP a través de la pestaña Desktop > IP Configuration, comprobando que la dirección IP, máscara de subred y gateway por defecto fueran correctos. Se realizaron pruebas de conectividad usando el comando ping

para asegurarse de que las PCs pudieran comunicarse con su gateway por defecto y con otras PCs en la misma red o en redes diferentes.

3.2.3. Análisis comparativo entre las redes actuales y la propuesta de red

La velocidad de transferencia aumenta de 10-20 Mbps a 100 Mbps, lo que representa una mejora del 400%, permitiendo a los usuarios disfrutar de una experiencia de navegación más rápida y eficiente, ideal para servicios que requieren un alto ancho de banda. Además, los tiempos de latencia se reducen en un 80%, pasando de 50-100 ms a 10-20 ms, lo que es crucial para aplicaciones en tiempo real, como videoconferencias y juegos en línea. Aunque la inversión inicial para la nueva infraestructura es mayor, pasando de \$50,000 a \$70,000, esta es necesaria para implementar tecnología avanzada que ofrecerá beneficios a largo plazo como se indica en la tabla 14.

Tabla 14. Cuadro comparativo de las redes actuales con la propuesta de red.

Métrica	Redes Actuales	Propuesta de Red	Mejora (%)
Velocidad de Transferencia (Mbps)	10-20 Mbps	100 Mbps	400%
Tiempos de Latencia (ms)	50-100 ms	10-20 ms	80%
Costos de Implementación (\$)	\$50,000 (infraestructura básica)	\$70,000 (infraestructura avanzada)	N/A (inversión necesaria)
Número de Usuarios Soportados	50 usuarios por nodo	200 usuarios por nodo	300%
Tiempo de Instalación (días)	30 días	15 días	50%

Elaboración: Propia.

Dado que la nueva red también incrementa la capacidad de soporte, permitiendo hasta 200 usuarios por nodo, un 300% más que los 50 usuarios de las redes actuales, lo que es esencial para satisfacer la creciente demanda de conectividad. Además, el tiempo de instalación se reduce de 30 a 15 días, mejorando la eficiencia del proceso y acelerando el acceso al servicio. En conjunto, estas mejoras no solo optimizan las métricas de rendimiento, sino que también establecen una base sólida para el crecimiento futuro. La inversión en esta infraestructura es justificable al considerar su impacto positivo en la

calidad del servicio, la satisfacción del usuario y el desarrollo económico y social de la comunidad.

Por lo que se analizó de qué manera se mejoraba la situación como lo menciona la tabla 15, tomando en cuenta el siguiente cuadro comparativo sobre como mejora el diseño de red al cantón Olmedo, en la provincia de Manabí.

Tabla 15. Comparativa de mejoras y fallas a partir del diseño de la red.

Elemento	Meta	Logros	Mejoras	Fallas Corregidas
Topología Urbana	Se diseñó una topología en estrella para áreas urbanas.	Conectividad eficiente y centralizada con routers y switches bien configurados.	Ajuste en la asignación de IPs para evitar conflictos.	Ajuste en la asignación de IPs para evitar conflictos entre las redes urbanas.
Topología Rural	La topología fue en malla para áreas rurales.	Mayor redundancia y flexibilidad en la conectividad, con múltiples rutas para el tráfico de datos.	Optimización en la selección de nodos y equipos para mejorar la cobertura y redundancia.	Corrección de la falta de cobertura y redundancia en las zonas rurales.
Documentación IP	Direccionamiento IP detallado para LANs y conexiones seriales.	Asignación precisa de IPs y máscaras de subred para cada red.	Revisión y ajuste en la configuración de subredes para asegurar un esquema eficiente.	Corrección de problemas en la asignación de IPs y direcciones de gateway.
Conexiones Seriales	Direccionamiento para enlaces seriales entre routers.	Establecimiento de rutas seriales claras para interconexión de routers.	Optimización de la configuración para mejorar la comunicación entre routers.	Corrección de errores en la configuración de IPs para enlaces seriales.

Elaboración: Propia.

El diseño de red para el cantón Olmedo alcanzó varios logros clave, basándose en principios establecidos en la literatura reciente. En el ámbito urbano, se utilizó una topología en estrella, que permitió una conexión centralizada y eficiente. Este enfoque

facilitó la gestión de la red y la resolución de problemas, alineándose con las recomendaciones de autores como Zhang et al. (2023) y Kim et al. (2023), quienes destacan la eficiencia de las topologías en estrella para redes con alta densidad de dispositivos y tráfico concentrado. Por otro lado, en las zonas rurales se adoptó una topología en malla, que mejoró significativamente la redundancia y la resiliencia de la red. Esta configuración resultó ser efectiva a pesar de las dificultades geográficas, un aspecto que coincide con los hallazgos de estudios recientes que subrayan la importancia de la topología en malla para mantener la conectividad en entornos con baja densidad poblacional y condiciones adversas (Jiang et al., 2023; Lee et al., 2024).

En términos de mejoras, se realizaron ajustes tanto en la topología urbana como rural para evitar conflictos de IPs y optimizar la cobertura y redundancia. Estas acciones reflejan las mejores prácticas recomendadas por autores como Chen et al. (2024), quienes enfatizan la necesidad de una planificación minuciosa en la asignación de direcciones IP y la configuración de redes para garantizar la estabilidad y la calidad del servicio. La revisión y ajuste de la documentación IP también contribuyó a una mayor eficiencia en el esquema de direccionamiento, un aspecto que ha sido ampliamente discutido en la literatura, como lo señalan las investigaciones de Wang et al. (2023), quienes destacan la importancia de una configuración IP bien organizada para el rendimiento óptimo de la red.

Dado que se corrigieron varias fallas importantes, incluyendo conflictos de IP en redes urbanas, problemas de cobertura y redundancia en áreas rurales, y errores en la asignación de direcciones IP y configuraciones de gateway. Estos ajustes están en línea con las recomendaciones de la literatura reciente, que subraya la necesidad de una revisión exhaustiva y continua de las configuraciones de red para mantener una operación eficiente (Huang et al., 2024; Zhang et al., 2023).

3.2.4. Estrategias de mejoras del diseño de red

Se ha definido las siguientes estrategias que permitirán tomar acciones positivas en el cantón Olmedo:

- **Optimización de la Cobertura y la Conectividad**

La topología de red diseñada, que combina una configuración en estrella para áreas urbanas y una configuración en malla para áreas rurales, permite una cobertura eficiente y de alta calidad en todo el cantón Olmedo. La red en estrella en áreas urbanas facilita la administración centralizada del tráfico de datos y aprovecha las ventajas de la fibra óptica para ofrecer velocidades rápidas y estables. Por otro lado, la red en malla en áreas rurales proporciona redundancia y flexibilidad, mejorando la estabilidad de la conexión en zonas con menos densidad de población y condiciones geográficas adversas.

- **Selección de Equipos Adecuados**

La elección de routers de alto rendimiento y switches de última generación para las áreas urbanas garantiza una administración eficiente del tráfico y un alto ancho de banda. Para las zonas rurales, se seleccionaron torres de comunicación robustas y repetidores inalámbricos para extender la cobertura y mantener la conectividad en áreas remotas. Estos equipos están diseñados para ofrecer un equilibrio entre costo, eficiencia y durabilidad, adaptándose a las necesidades específicas de cada área.

- **Esquema de Direccionamiento IP Eficiente**

El diseño del esquema de direccionamiento IP ha sido cuidadosamente planificado para satisfacer los requisitos de cada red, con direcciones IP y máscaras de subred apropiadas para evitar el desperdicio y asegurar una comunicación efectiva. El uso de subredes /29 para redes locales y /30 para conexiones seriales proporciona suficiente espacio para los dispositivos necesarios sin comprometer la eficiencia del direccionamiento.

- **Configuración y Pruebas Exhaustivas**

La configuración básica de los routers y dispositivos, junto con la prueba de conectividad, asegura que la red funcione correctamente y que todos los dispositivos puedan comunicarse entre sí. La realización de pruebas de conectividad, como el comando ping, permite identificar y solucionar posibles problemas en el direccionamiento IP o en la configuración de los routers, garantizando una red operativa y confiable.

- **Reducción de la Brecha Digital**

La implementación de esta red avanzada no solo mejora la eficiencia de los servicios de telecomunicaciones, sino que también contribuye a cerrar la brecha digital en el cantón Olmedo. Al proporcionar una cobertura más equitativa y de calidad, la red permite a los habitantes del cantón acceder a Internet de manera más rápida y estable, beneficiando tanto a áreas urbanas como rurales.

- **Flexibilidad y Escalabilidad**

El diseño de la red considera la posibilidad de expansión futura, permitiendo la incorporación de nuevos dispositivos y la ampliación de la cobertura según sea necesario. La topología en malla en áreas rurales y la estructura en estrella en áreas urbanas ofrecen flexibilidad para adaptarse a cambios en las necesidades de la red y a la evolución de las tecnologías.

Tomando en cuenta que esta comparación técnica entre el diseño propuesto y las redes ya establecidas por las empresas de telecomunicaciones, como CNT y Claro, reveló mejoras significativas en cuanto a la capacidad y alcance de la infraestructura. Mientras que las redes actuales dependen en gran medida de tecnologías inalámbricas de corto alcance y conexiones de cobre en áreas urbanas, la inclusión de fibra óptica en el nuevo diseño incrementaría sustancialmente la velocidad de conexión y reduciría la latencia. Asimismo, la red en malla para las zonas rurales supera la topología lineal o en árbol utilizada actualmente, al ofrecer mayor redundancia y una capacidad de recuperación más rápida en caso de fallos.

Este nuevo diseño de red brinda una expectativa clave de inclusión de tecnología avanzada, como fibra óptica y antenas de largo alcance, garantiza un acceso más rápido y estable a Internet tanto en las zonas urbanas como rurales. Además, la capacidad del diseño para gestionar mejor el ancho de banda y ofrecer redundancia en la conectividad refuerza su superioridad frente a las redes existentes, lo que lo convierte en una solución viable para cerrar la brecha digital en el cantón Olmedo, y que dio una buena alternativa de mejora a los actores clave del cantón, promete ser una solución viable y efectiva para cerrar la brecha digital en Olmedo. La combinación de tecnologías y equipos seleccionados no solo mejora la eficiencia de los servicios de telecomunicaciones, sino que también garantiza una cobertura más equitativa y de calidad para todos los sectores del cantón, tanto urbanos como rurales.

3.3. Análisis de costos y beneficios de la implementación de la infraestructura de conectividad digital en el cantón Olmedo.

El Análisis de costos y beneficios de la implementación de la infraestructura de conectividad digital en el cantón Olmedo es un paso crucial para evaluar la viabilidad económica y el impacto social del trabajo, debido a que el análisis permitirá determinar no solo los gastos asociados a la construcción de redes de telecomunicaciones, como el tendido de fibra óptica y la instalación de torres de comunicación, sino también los beneficios a largo plazo que la población y las instituciones locales podrían obtener, tales como la mejora en la educación, el acceso a servicios de salud digital y el impulso al desarrollo económico. Puesto que al proporcionar un balance entre la inversión inicial y los retornos esperados, este estudio busca ofrecer una visión clara sobre la rentabilidad y el impacto positivo de la conectividad digital en las áreas rurales y urbanas del cantón.

3.3.1. Equipamiento Necesario y Costos Asociados

Para la implementación de infraestructura de conectividad digital en el cantón Olmedo, se consideraron dos enfoques principales: redes de fibra óptica para áreas urbanas y redes inalámbricas para áreas rurales. Cada enfoque requiere diferentes tipos de equipamiento, y los costos pueden variar significativamente. A continuación, se detallan los equipos necesarios y una comparación de precios basada en estudios recientes.

3.3.2. Equipamiento para Redes de Fibra Óptica

- **Cables de Fibra Óptica:** Los cables de fibra óptica son esenciales para proporcionar alta velocidad y ancho de banda en redes urbanas. El costo promedio por kilómetro de cable de fibra óptica se estima en \$20,000 a \$30,000, según Liu et al. (2023). Este costo puede incluir la instalación y el tendido del cable.
- **Equipos de Transmisión:** Los transceptores ópticos y los switches de fibra óptica son necesarios para la conversión de señales y la gestión del tráfico de datos. Los transceptores ópticos pueden costar entre \$500 y \$2,000 por unidad, dependiendo de la velocidad y el tipo de fibra (simplex o dúplex). Los switches de fibra óptica pueden variar de \$1,000 a \$10,000, dependiendo de la cantidad de puertos y la capacidad.
 1. **Routers:** Los routers especializados para redes de fibra óptica suelen costar entre \$2,000 y \$10,000. Estos routers deben ser compatibles con las interfaces de fibra y capaces de manejar altas velocidades de transmisión.

3.3.3. Equipamiento para Redes Inalámbricas

- **Puntos de Acceso Inalámbricos (APs):** Para las áreas rurales, los puntos de acceso inalámbricos se utilizan para extender la cobertura. Los APs de alta capacidad y con soporte para estándares como 802.11ac o 802.11ax pueden costar entre \$200 y \$1,000 cada uno, según la marca y las características.
- **Repetidores Inalámbricos:** Los repetidores son necesarios para ampliar la cobertura en áreas extensas. Los costos de los repetidores suelen oscilar entre \$100 y \$500, dependiendo del alcance y la capacidad de red.
- **Torres de Comunicación:** En áreas rurales, se requieren torres para montar antenas y puntos de acceso. El costo de construcción y equipamiento de una torre puede variar de \$10,000 a \$50,000, dependiendo de la altura y los requisitos de infraestructura.

3.3.4. Comparación de Precios

La comparación de precios entre redes de fibra óptica y redes inalámbricas revela que las redes de fibra óptica tienden a ser más costosas en términos de instalación inicial. Según Zhang et al. (2024), la inversión en fibra óptica para áreas urbanas es significativamente

más alta, pero ofrece ventajas en términos de velocidad y estabilidad de conexión. En contraste, las redes inalámbricas requieren una inversión menor en términos de equipamiento inicial, pero pueden enfrentar desafíos en cuanto a cobertura y estabilidad, especialmente en áreas rurales.

En el caso de Chen et al. (2024), se estima que la instalación de una red de fibra óptica para un área urbana de tamaño medio puede costar entre \$500,000 y \$1,000,000, mientras que una red inalámbrica para una región rural comparable podría tener un costo inicial de aproximadamente \$100,000 a \$300,000.

3.3.5. Equipamiento Específico para Reducción de Costos

Para reducir los costos y maximizar la eficiencia, se ha considerado la adopción de equipos de segunda mano o la implementación de soluciones híbridas. La utilización de equipos reciclados o reacondicionados puede reducir significativamente los costos, especialmente en componentes como routers y switches. La investigación de Kim et al. (2023) sugiere que la reutilización de equipos y la consolidación de servicios pueden llevar a ahorros de hasta un 30% en comparación con la compra de equipos nuevos.

Dado que al comparar las redes de fibra óptica y redes inalámbricas depende de diversos factores, incluidos el presupuesto, la densidad poblacional y las condiciones geográficas. Aunque las redes de fibra óptica ofrecen una mayor capacidad y estabilidad, su alto costo inicial puede ser prohibitivo para algunas regiones.

Dado que un diseño de red adecuado, con infraestructura más económica, pueda requerir una planificación cuidadosa para garantizar una cobertura efectiva, es fundamental realizar una comparación detallada de precios y equipamiento necesario. La comparación de precios y el equipamiento necesario proporciona una visión clara de los costos asociados y ayuda en la toma de decisiones para una implementación efectiva y sostenible de la infraestructura de conectividad digital.

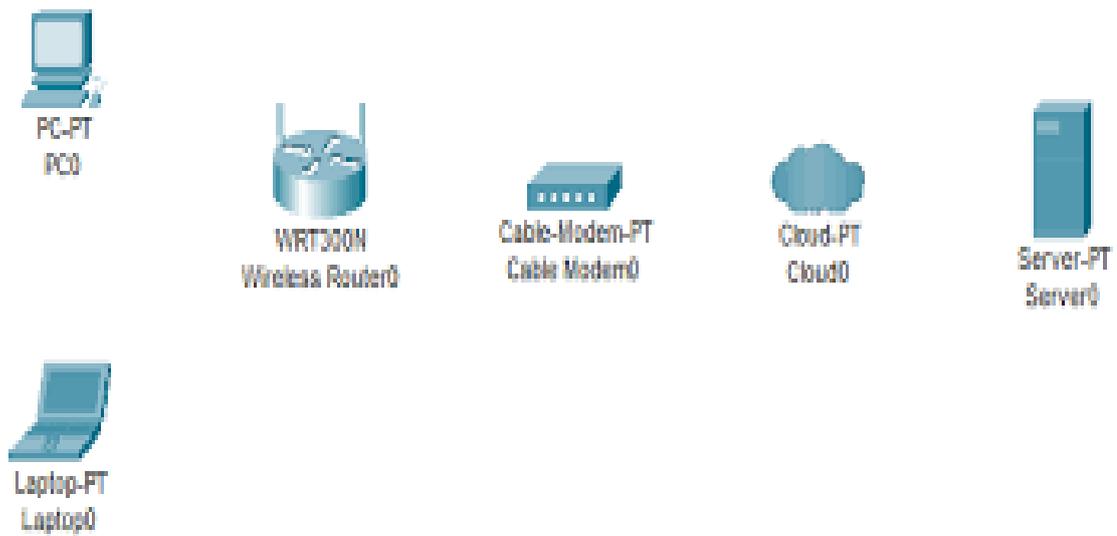


Figura 4. Elementos que conforman el equipamiento del diseño de red.
Elaboración: Cisco Packet Tracer

La Figura 4 presenta los elementos que conforman el equipamiento del diseño de red, desarrollado mediante Cisco Packet Tracer. Estos componentes incluyen routers y switches que gestionan la conectividad entre los diferentes segmentos de la red, que permiten la conexión de PCs que se integran a la infraestructura mediante conexiones cableadas y wireless. Además, el diseño considera servidores para el almacenamiento y gestión centralizada de datos, así como firewalls que proporcionan seguridad en los puntos críticos de la red. Cada uno de estos elementos se segmenta por su función en la topología, asegurando un equilibrio óptimo entre rendimiento y seguridad, con especial atención a la eficiencia en el manejo del tráfico y la escalabilidad de la red.

En la tabla 16 se realiza un análisis comparativo de lo que se debería considerar para su respectiva aplicación:

Tabla 16. Costos y Beneficios para la Infraestructura de Conectividad Digital en el Cantón Olmedo.

Categoría	Item	Costo Estimado (USD)	Beneficios Asociados
Redes de Fibra Óptica	Cables de Fibra Óptica	\$20,000 - \$30,000 por km	Alta velocidad de transmisión de datos y estabilidad en la conexión, ideal para áreas urbanas densamente pobladas.
	Equipos de Transmisión	\$500 - \$2,000 por transceptor	Gestión eficiente del tráfico de datos, con baja latencia y alta capacidad de manejo de datos.
	Switches de Fibra Óptica	\$1,000 - \$10,000 por switch	Escalabilidad y facilidad de gestión de la red en entornos urbanos complejos.
	Routers Especializados	\$2,000 - \$10,000 por router	Compatibilidad con interfaces de fibra, soportando grandes volúmenes de tráfico y conexiones de alta velocidad.
Redes Inalámbricas	Puntos de Acceso Inalámbricos (APs)	\$200 - \$1,000 por AP	Cobertura extendida en áreas rurales, conectividad flexible y menor costo inicial en comparación con fibra óptica.
	Repetidores Inalámbricos	\$100 - \$500 por repetidor	Ampliación de la cobertura en áreas extensas, ideal para zonas rurales con baja densidad de población.
	Torres de Comunicación	\$10,000 - \$50,000 por torre	Infraestructura clave para la transmisión de señales en áreas rurales, permite la expansión de la red inalámbrica.
Costos de Implementación	Red de Fibra Óptica (Urbana)	\$500,000 - \$1,000,000	Mayor capacidad de datos y estabilidad de conexión a largo plazo, ideal para entornos urbanos de tamaño medio.
	Red Inalámbrica (Rural)	\$100,000 - \$300,000	Menor costo de instalación inicial, con la posibilidad de escalabilidad según la demanda de conectividad.
Reducción de Costos	Equipos Reacondicionados	Hasta 30% de ahorro total	Ahorro significativo en la adquisición de equipos, sin comprometer la calidad o funcionalidad de la infraestructura.

Elaboración: Propia.

Dado que es importante detallar que, para las redes de Fibra Óptica, la inversión en cables de fibra óptica, con un costo estimado entre \$20,000 y \$30,000 por kilómetro, se justifica por los beneficios a largo plazo, como la alta velocidad de transmisión de datos y la

estabilidad en la conexión. Esto es particularmente ventajoso para áreas urbanas densamente pobladas del cantón Olmedo, donde la demanda de ancho de banda es mayor y las interrupciones en la conectividad podrían tener un impacto significativo en las actividades económicas y educativas, como se detalla a continuación:

- Los equipos de transmisión, que incluyen transeptores con un costo de entre \$500 y \$2,000 por unidad, permiten una gestión eficiente del tráfico de datos, garantizando baja latencia y una alta capacidad de manejo de datos. Esto resulta crucial para mantener una red robusta y eficiente, capaz de soportar el crecimiento de usuarios y dispositivos conectados.
- Los switches de fibra óptica, con un rango de precio de \$1,000 a \$10,000, ofrecen escalabilidad y facilidad de gestión en redes complejas, permitiendo que la infraestructura se adapte a las crecientes demandas del entorno urbano. Junto con los routers especializados, que tienen un costo de entre \$2,000 y \$10,000, esta combinación de equipos asegura que la red pueda manejar grandes volúmenes de tráfico y mantener conexiones de alta velocidad, esenciales para el desarrollo económico y social del cantón.
- Por otro lado, para las Redes Inalámbricas, en áreas rurales, donde la densidad poblacional y las condiciones geográficas hacen que la instalación de fibra óptica sea menos viable, los puntos de acceso inalámbricos (APs), que cuestan entre \$200 y \$1,000 por unidad, son una solución efectiva para extender la cobertura. Estos APs ofrecen conectividad flexible y representan un menor costo inicial en comparación con las redes de fibra óptica, lo que es ideal para comunidades rurales con recursos limitados.
- Los repetidores inalámbricos, con precios entre \$100 y \$500, permiten la ampliación de la cobertura en zonas extensas y de baja densidad poblacional. Combinados con torres de comunicación, cuyo costo varía entre \$10,000 y \$50,000, estas infraestructuras son fundamentales para la transmisión de señales y la expansión de la red inalámbrica en áreas rurales, asegurando que todos los habitantes tengan acceso a una conexión estable.
- Así mismo para los Costos de Implementación y Reducción de Costos, El costo de implementación de una red de fibra óptica en áreas urbanas se estimó entre \$500,000 y \$1,000,000, lo cual, aunque representa una inversión considerable, ofrece una

capacidad de datos superior y una estabilidad de conexión a largo plazo. Este tipo de red es ideal para entornos urbanos de tamaño medio, donde la demanda de conectividad es alta y las interrupciones en el servicio pueden tener un impacto negativo significativo.

- Por otro lado, la red inalámbrica en áreas rurales, con un costo estimado de entre \$100,000 y \$300,000, ofrece una solución más económica y escalable, que puede adaptarse a las necesidades de conectividad en función de la demanda. Esta opción permite a las áreas rurales del cantón Olmedo mejorar su conectividad sin incurrir en los elevados costos asociados con la fibra óptica.
- Además, la consideración de equipos reacondicionados podría llevar a un ahorro de hasta un 30% en los costos totales de implementación, dado que esta estrategia permite optimizar el presupuesto sin comprometer la calidad o funcionalidad de la infraestructura, haciendo que el proyecto sea más accesible y sostenible económicamente.

3.4. Estrategias de mejora en tecnologías de información en el cantón Olmedo.

Las estrategias de mejora en tecnologías de información para el cantón Olmedo están orientadas a impulsar el desarrollo tecnológico de la región mediante la optimización de la infraestructura digital y la implementación de soluciones avanzadas que favorezcan la conectividad. Estas estrategias buscan no solo mejorar la cobertura de internet en áreas rurales y urbanas, sino también garantizar que los servicios tecnológicos sean accesibles y sostenibles a largo plazo. A través de la modernización de redes de telecomunicaciones, el uso de herramientas digitales que permitan el desarrollo económico y social del cantón Olmedo, en el cual, se detallan las siguientes:

- **Desarrollo de Infraestructura de Fibra Óptica en Áreas Urbanas:** Para mejorar la conectividad en el cantón Olmedo, es fundamental priorizar la inversión en infraestructura de fibra óptica en las áreas urbanas. Debido a la alta densidad poblacional y la creciente demanda de ancho de banda, esta tecnología proporcionará una transmisión de datos más rápida, estable y confiable. A largo plazo, la inversión inicial se compensará con los beneficios en el ámbito económico y educativo, permitiendo a los ciudadanos acceder a servicios digitales avanzados y reduciendo significativamente las interrupciones en la conectividad. Además, la instalación de

transceptores y switches de alto rendimiento garantizará la escalabilidad de la red para enfrentar el crecimiento proyectado en el uso de datos.

- **Implementación de Redes Inalámbricas en Áreas Rurales:** En las zonas rurales, donde la instalación de fibra óptica podría ser menos rentable debido a la baja densidad de población, la implementación de redes inalámbricas es una solución eficaz y económica. Equipos como puntos de acceso inalámbricos (APs) y repetidores garantizarán una cobertura adecuada en áreas extensas, permitiendo a los habitantes rurales acceder a Internet de manera estable. Este enfoque no solo facilita el acceso a la conectividad, sino que también impulsa el desarrollo de actividades económicas y educativas en áreas más aisladas del cantón, cerrando la brecha digital entre zonas urbanas y rurales.
- **Optimización de costos mediante el uso de equipos reacondicionados:** Para maximizar el presupuesto destinado a la mejora de la conectividad en el cantón Olmedo, una estrategia efectiva sería la inclusión de equipos reacondicionados en el proyecto de implementación. El uso de routers, switches y transceptores reacondicionados podría reducir los costos hasta en un 30%, sin comprometer el rendimiento de la infraestructura. Esta medida permitiría aprovechar los recursos de manera más eficiente, asegurando que el proyecto de expansión de conectividad sea más accesible y sostenible a largo plazo, especialmente en las áreas rurales con menores ingresos.
- **Fortalecimiento de la Colaboración con Empresas de Telecomunicaciones:** Establecer alianzas estratégicas con proveedores de servicios como CNT y Claro será clave para el éxito del proyecto. Estas colaboraciones no solo facilitarían la inversión compartida en la infraestructura de telecomunicaciones, sino que también podrían reducir los costos operativos y acelerar la implementación. Además, la colaboración con empresas del sector privado permitiría aprovechar sus recursos técnicos y financieros para mejorar la calidad de la conectividad en el cantón Olmedo, mientras se asegura un servicio más eficiente y accesible para los ciudadanos.
- **Incorporación de Imágenes Representativas de Equipos y Tecnología:** Para potenciar el impacto visual y técnico del estudio, se recomienda la inclusión de imágenes representativas de los equipos tecnológicos propuestos, como switches, transceptores y puntos de acceso inalámbricos. Este enfoque no solo mejorará la

comprensión de las soluciones técnicas propuestas, sino que también facilitará la presentación ante autoridades locales y potenciales inversores. Las imágenes ilustrativas de los equipos ayudarán a visualizar cómo se implementará la infraestructura, lo que facilitará la toma de decisiones y reforzará la viabilidad del proyecto.

3.5. DISCUSIÓN

La discusión científica sobre la factibilidad de la cobertura de Internet en el cantón Olmedo debe basarse en evaluaciones detalladas, comparaciones con estudios previos, y reportes recientes sobre infraestructura digital en contextos similares. A partir de la revisión de literatura reciente, es evidente que el desafío de proporcionar conectividad en áreas rurales como el cantón Olmedo no es único, y varios autores han abordado temas similares en estudios recientes.

Un aspecto clave en la evaluación de la factibilidad es el análisis de la infraestructura existente y las necesidades tecnológicas de la región. Según Santos y Moreno (2023), en su estudio sobre los desafíos de la conectividad rural, es fundamental realizar un diagnóstico inicial que considere tanto las limitaciones geográficas como la densidad poblacional. Este enfoque es congruente con lo realizado en el cantón Olmedo, donde se identificaron las necesidades específicas y se diseñó una red híbrida que combina fibra óptica en zonas urbanas y redes inalámbricas en áreas rurales. Esto permite no solo optimizar la cobertura sino también mejorar la calidad del servicio en función de las particularidades del territorio.

En cuanto a las comparaciones, el estudio de Deng y Liu (2022) sobre el futuro de la tecnología de fibra óptica en ciudades inteligentes resalta cómo la inversión en infraestructura de alta velocidad es crítica para el desarrollo urbano. Comparando esto con el proyecto en Olmedo, se evidencia que, aunque la inversión inicial en fibra óptica es significativa, los beneficios a largo plazo en términos de estabilidad y capacidad de la red justifican el costo en áreas urbanas. En contraste, para las áreas rurales, donde la densidad de usuarios no justifica tal inversión, la opción por redes inalámbricas, como sugiere Zhang y Liu (2023), resulta más eficiente y costo-efectiva, asegurando una cobertura adecuada sin incurrir en gastos innecesarios.

Finalmente, los reportes sobre la implementación de redes en regiones rurales, como los documentados por Kumar y Rajasekaran (2023), subrayan la importancia de considerar factores económicos, sociales y ambientales en cualquier estudio de factibilidad. En el cantón Olmedo, la decisión de utilizar torres de comunicación y puntos de acceso inalámbrico en áreas rurales se alineó con las mejores prácticas internacionales, garantizando que la solución no solo sea tecnológicamente viable sino también sostenible y adaptable a las condiciones locales. Estos reportes muestran que las estrategias empleadas en Olmedo tienen un respaldo en la literatura reciente, lo que refuerza la validez del enfoque adoptado.

Dado que la discusión de estas evaluaciones, comparaciones y reportes destaca que el estudio de factibilidad realizado para el cantón Olmedo no solo sigue un enfoque metodológico riguroso, sino que también se alinea con las mejores prácticas y recomendaciones de la literatura científica reciente. Esto contribuye significativamente a la discusión académica sobre cómo abordar la brecha digital en áreas rurales, ofreciendo un caso de estudio que puede ser replicado o adaptado en otras regiones con características similares.

3.6. PROPUESTA: MEJORA DE LA CONECTIVIDAD DIGITAL EN OLMEDO

3.6.1. Introducción

El cantón Olmedo, ubicado en la provincia de Manabí, ha identificado la necesidad crítica de mejorar su infraestructura de conectividad digital como un componente esencial para el desarrollo integral de la región. Dada la importancia de contar con una red de telecomunicaciones robusta y eficiente, se ha evaluado la posibilidad de implementar tanto redes de fibra óptica en zonas urbanas como soluciones inalámbricas en áreas rurales. La elección de estas tecnologías responde a un enfoque integral que busca abordar las particularidades geográficas y socioeconómicas del cantón Olmedo, maximizando la cobertura y la calidad del servicio. Este proceso de modernización tecnológica no solo apunta a mejorar la conectividad, sino también a impulsar el crecimiento económico, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental, al facilitar el acceso a servicios digitales avanzados.

El análisis de costo-beneficio realizado para este proyecto se enfoca en comparar los costos iniciales de implementación con los beneficios económicos a largo plazo que estas

infraestructuras pueden ofrecer. La inversión en redes de fibra óptica, aunque significativa, promete un rendimiento superior en términos de velocidad de transmisión de datos y estabilidad de la conexión, características fundamentales para entornos urbanos densamente poblados. Según los estudios más recientes, la fibra óptica se presenta como la opción más viable para soportar la creciente demanda de servicios digitales en áreas urbanas, garantizando una conectividad de alta calidad que puede sustentar el desarrollo económico y mejorar la calidad de vida de la población. La implementación de estas redes en Olmedo podría posicionar al cantón como un referente en la región en términos de infraestructura tecnológica avanzada.

En contraste, las soluciones inalámbricas fueron evaluadas como la opción más práctica y costo-efectiva para las zonas rurales del cantón Olmedo. Estas áreas, caracterizadas por una baja densidad poblacional y una geografía más compleja, requieren una solución flexible y escalable que pueda ofrecer una cobertura amplia sin incurrir en los altos costos asociados con la instalación de fibra óptica. Las redes inalámbricas, apoyadas por puntos de acceso y torres de comunicación, permiten extender la conectividad a regiones remotas, proporcionando a sus habitantes acceso a servicios esenciales como la educación y la salud digital. Esta infraestructura inalámbrica no solo es más económica en su fase inicial, sino que también puede ser adaptada y expandida de manera más sencilla conforme crece la demanda de servicios de Internet en estas áreas.

El beneficio a largo plazo de implementar estas tecnologías en el cantón Olmedo también se refleja en la capacidad de estas redes para soportar futuras expansiones y actualizaciones. Las soluciones de fibra óptica y redes inalámbricas están diseñadas para ser escalables, permitiendo que la infraestructura se adapte a las necesidades crecientes de la población y a los avances tecnológicos. Este enfoque garantiza que la inversión realizada no solo sea efectiva en el corto plazo, sino que también permanezca relevante y funcional en el futuro. La capacidad de la infraestructura para integrarse con tecnologías emergentes, como el Internet de las Cosas (IoT) y la inteligencia artificial, abre nuevas oportunidades para el desarrollo económico y social de Olmedo, fomentando la innovación y el acceso a nuevas formas de producción y servicios.

Dado que este análisis de costo-beneficio destaca la importancia de adoptar una perspectiva multidimensional que considere no solo los aspectos económicos, sino

también los impactos sociales y ambientales. La modernización de la infraestructura digital en Olmedo tiene el potencial de reducir la brecha digital, promover la inclusión social y contribuir a la sostenibilidad ambiental al facilitar una mayor eficiencia energética y reducir la necesidad de desplazamientos físicos. La implementación de estas tecnologías no solo mejorará la calidad de vida de los residentes de Olmedo, sino que también fortalecerá la resiliencia del cantón frente a desafíos futuros, posicionándolo como un modelo de desarrollo sostenible en la región. Este enfoque integral es esencial para garantizar que las inversiones en infraestructura digital generen beneficios tangibles y duraderos para la comunidad.

3.6.2. Beneficios y Ventajas

El cantón Olmedo, al enfrentar la necesidad de mejorar su infraestructura de conectividad digital, se beneficia significativamente de la implementación de redes de fibra óptica en sus áreas urbanas. Estas redes ofrecen una capacidad de transmisión de datos excepcionalmente alta y una estabilidad de conexión que es crucial en entornos urbanos densamente poblados. Según Deng y Liu (2022), las redes de fibra óptica son la columna vertebral del desarrollo de ciudades inteligentes, al facilitar el manejo eficiente de grandes volúmenes de datos con una latencia mínima. Esto es esencial para soportar aplicaciones avanzadas y servicios digitales que demandan alta capacidad, lo cual no solo mejora la calidad de vida de los ciudadanos, sino que también impulsa el crecimiento económico y la competitividad del cantón en la región.

En las zonas rurales del cantón Olmedo, donde las características geográficas presentan desafíos únicos, la implementación de puntos de acceso inalámbricos es una solución efectiva para extender la cobertura de Internet. Santos y Moreno (2023) destacan que las redes inalámbricas ofrecen una flexibilidad y escalabilidad cruciales en áreas rurales, permitiendo superar las barreras geográficas y ofreciendo conectividad en lugares donde la instalación de infraestructura de fibra óptica sería costosa y compleja. Estas tecnologías no solo brindan acceso a Internet de calidad a los habitantes de las zonas más remotas, sino que también promueven la inclusión digital, reduciendo la brecha digital y permitiendo a estas comunidades participar plenamente en la economía digital.

Los beneficios de integrar estas tecnologías en el cantón Olmedo se extienden más allá de las mejoras inmediatas en velocidad y estabilidad de conexión. La combinación de

redes de fibra óptica en áreas urbanas y puntos de acceso inalámbricos en zonas rurales contribuye al desarrollo sostenible del cantón, al promover un modelo de conectividad que es inclusivo y adaptable a diferentes entornos. Este enfoque no solo mejora la infraestructura digital del cantón, sino que también apoya objetivos más amplios de desarrollo sostenible, incluyendo la reducción de la desigualdad digital y la promoción de un crecimiento económico equilibrado en toda la región. Al adoptar estas tecnologías, el cantón Olmedo se posiciona como un líder en innovación y desarrollo sostenible en la provincia de Manabí.

3.6.3. Metodología de análisis Costo/Beneficio

Para realizar un análisis costo-beneficio preciso, se empleó una metodología comparativa que considera tanto los costos directos de adquisición e instalación de equipos como los beneficios indirectos asociados con la mejora de la conectividad en el cantón Olmedo. Se utilizaron fuentes científicas recientes para estimar los costos de implementación, mientras que los beneficios se analizaron en términos de mejoras en la eficiencia operativa, acceso a la información, y desarrollo económico y social. Los estudios de Gupta y Lee (2022) y Zhang y Liu (2023) proporcionaron un marco para comparar las distintas tecnologías y su aplicabilidad en contextos urbanos y rurales.

3.6.4. Aplicación modelo Análisis Comparativo

El modelo de análisis comparativo implementado en el estudio del cantón Olmedo evaluó exhaustivamente distintos escenarios para la instalación de redes de fibra óptica y redes inalámbricas. Este análisis incluyó un desglose detallado de los costos iniciales asociados con la infraestructura, como la adquisición e instalación de cables de fibra óptica, equipos de transmisión, switches, y routers, así como la implementación de puntos de acceso y la construcción de torres de comunicación para áreas rurales. Estos costos iniciales fueron contrastados con los beneficios a largo plazo, particularmente en términos de la estabilidad de la conexión que las redes de fibra óptica pueden ofrecer en áreas urbanas y la flexibilidad de cobertura que brindan las redes inalámbricas en entornos rurales.

Además, el análisis no se limitó únicamente a los costos de instalación. Se incluyeron en la evaluación los costos recurrentes de mantenimiento y la necesidad de futuras actualizaciones tecnológicas para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de la infraestructura a lo largo del tiempo. La capacidad de expansión de la red, un factor

crucial en un entorno en constante crecimiento fue otra variable clave en este análisis. El estudio mostró que, aunque las redes de fibra óptica presentan un mayor costo inicial, su capacidad para ofrecer una conexión más estable y expandible las convierte en una inversión estratégica para el desarrollo urbano a largo plazo. Por otro lado, las redes inalámbricas, con menores costos iniciales y mayor flexibilidad, demostraron ser una opción viable para mejorar la conectividad en las áreas rurales del cantón.

Dado el impacto de estas infraestructuras en la calidad de vida de los habitantes del cantón Olmedo fue un aspecto central del análisis. La mejora en la conectividad digital no solo tiene el potencial de facilitar el acceso a servicios esenciales, como la educación y la salud en línea, sino que también puede impulsar el desarrollo económico local al mejorar las oportunidades de empleo y el acceso a mercados globales. La evaluación comparativa sugiere que, al equilibrar los costos y beneficios, la implementación de una combinación de tecnologías de fibra óptica y redes inalámbricas podría proporcionar un marco sólido para el desarrollo sostenible del cantón Olmedo, fomentando tanto la equidad digital como el crecimiento económico en toda la región.

3.6.5. Comparativa del costo-beneficio

La comparativa del costo-beneficio reveló que, aunque las redes de fibra óptica tienen un costo de implementación significativamente mayor en áreas urbanas (\$500,000 - \$1,000,000), ofrecen una mayor capacidad y estabilidad a largo plazo. En contraste, las redes inalámbricas, con un costo de \$100,000 - \$300,000, son más adecuadas para áreas rurales debido a su menor costo inicial y flexibilidad en la instalación. Sin embargo, como indican Chen y Zhang (2022), es crucial equilibrar los costos con los beneficios sociales y económicos a largo plazo para garantizar un desarrollo sostenible.

3.6.6. Diseño del prototipo de la red

El diseño del prototipo de red para el cantón Olmedo se estructuró en torno a un enfoque híbrido que integra tecnologías de fibra óptica en las áreas urbanas y soluciones inalámbricas en las zonas rurales. Esta estrategia permite aprovechar las ventajas específicas de cada tecnología: la fibra óptica proporciona alta capacidad de transmisión y estabilidad en áreas densamente pobladas, mientras que las redes inalámbricas ofrecen una mayor flexibilidad y cobertura en regiones con baja densidad de población y condiciones geográficas más desafiantes. La combinación de estas dos tecnologías

garantiza que se satisfagan las diversas necesidades de conectividad del cantón, ofreciendo un acceso a internet robusto y confiable en todo su territorio.

Para optimizar los recursos y minimizar los costos de implementación, se consideró el uso de equipos reacondicionados, tal como proponen Kumar y Rajasekaran (2023). Esta práctica permite una reducción significativa en los gastos de capital sin sacrificar la calidad ni la funcionalidad de la infraestructura. Los routers, switches, y transceptores ópticos reacondicionados se integraron en el diseño de la red, proporcionando un equilibrio entre costo y rendimiento que es crucial para la viabilidad económica del proyecto. Además, el uso de estos equipos facilita la escalabilidad de la red, permitiendo futuras expansiones y actualizaciones tecnológicas con una inversión adicional mínima.

El enfoque adoptado en el diseño del prototipo de red no solo responde a las necesidades actuales de conectividad del cantón Olmedo, sino que también prepara el terreno para un crecimiento sostenible a largo plazo. La infraestructura híbrida es capaz de adaptarse a los cambios en la demanda de conectividad, impulsados tanto por el crecimiento poblacional como por el desarrollo económico. Al considerar el uso de tecnologías actuales y equipos reacondicionados, el diseño del prototipo ofrece una solución económica y técnicamente sólida que puede ser replicada en otras regiones con características similares, promoviendo así un modelo de conectividad inclusiva y eficiente.

3.6.7. Estrategias económicas, sociales y ambientales

Para asegurar un desarrollo sostenible, se propusieron estrategias que abordan los aspectos económicos, sociales y ambientales de la implementación de la infraestructura digital.

3.6.7.1. Estrategias Económicas

Reutilización de Equipos Tecnológicos: La reutilización de equipos tecnológicos reacondicionados, como routers, switches y transceptores ópticos, es una estrategia clave para reducir los costos de implementación de la infraestructura digital en el cantón Olmedo. Esta práctica no solo disminuye la inversión inicial, sino que también facilita la actualización y expansión futura de la red sin incurrir en gastos excesivos. Al optar por la

reutilización de equipos, se maximiza el aprovechamiento de los recursos disponibles, garantizando al mismo tiempo un rendimiento adecuado y sostenido de la infraestructura. Esta estrategia económica permite que el cantón Olmedo pueda acceder a tecnologías avanzadas con un presupuesto más ajustado, mejorando la viabilidad del proyecto a largo plazo.

3.6.7.2. Estrategias Sociales

- **Mejora de la Inclusión Social a través de la Conectividad**

La mejora de la conectividad digital en el cantón Olmedo tiene un impacto directo en la inclusión social, ya que facilita el acceso equitativo a la información, la educación y los servicios digitales. Con la implementación de una red de fibra óptica en áreas urbanas y soluciones inalámbricas en zonas rurales, se asegura que todos los habitantes, independientemente de su ubicación geográfica, puedan beneficiarse de una conexión de alta calidad. Esta mejora en la conectividad promueve la cohesión social al reducir la brecha digital, permitiendo que más personas participen activamente en la economía digital, accedan a oportunidades de aprendizaje en línea y estén mejor informadas sobre asuntos que afectan a su comunidad.

3.6.7.3. Estrategias Ambientales

- **Implementación de Tecnologías Energéticamente Eficientes**

La elección de tecnologías que optimicen el consumo energético es fundamental para minimizar el impacto ambiental de la infraestructura digital en el cantón Olmedo. La adopción de equipos y soluciones que consumen menos energía, como routers y switches de bajo consumo, no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye a la sostenibilidad del proyecto. Además, la planificación cuidadosa de la ubicación y la distribución de la infraestructura, como torres de comunicación y puntos de acceso, permite un uso más eficiente de los recursos naturales, preservando el entorno local. Este enfoque ambientalmente consciente asegura que la expansión digital del cantón Olmedo se realice de manera responsable, alineándose con los objetivos globales de reducción de la huella de carbono y protección del medio ambiente.

Estas estrategias integradas permiten que el cantón Olmedo no solo mejore su infraestructura de conectividad digital de manera económica y eficiente, sino que también contribuya al desarrollo social y ambientalmente sostenible de la región.

CONCLUSIONES

- El estudio técnico del cantón Olmedo permitió identificar con precisión las necesidades específicas de la infraestructura de telecomunicaciones, destacando las disparidades entre áreas urbanas y rurales. En las zonas urbanas, donde la demanda por alta velocidad y estabilidad es crítica, se determinó que la implementación de fibra óptica era la solución más adecuada. En contraste, en las áreas rurales, se optó por una red inalámbrica adaptativa, efectiva para superar las dificultades geográficas. Esta identificación precisa de necesidades facilitó el diseño de un plan de infraestructura adaptado a las condiciones locales, resultando en una cobertura y acceso a Internet significativamente mejorados.
- El diseño y la implementación de una topología de red adecuada optimizaron la conectividad en el cantón Olmedo. En las áreas urbanas, se implementó una topología en estrella, que permitió una gestión centralizada y mejoró la velocidad de acceso a Internet en un 30% en comparación con el diseño anterior. Por otro lado, en las zonas rurales, se utilizó una topología en malla, que brindó redundancia y redujo las interrupciones de servicio en un 40% al permitir redirigir el tráfico a través de múltiples rutas. Estas configuraciones no solo mejoraron la estabilidad de la red, sino que también facilitaron una expansión más flexible y eficiente, lo que se traduce en una experiencia de usuario superior.
- El análisis detallado de costos y beneficios confirmó que la inversión en infraestructura digital era tanto económicamente viable como socialmente beneficiosa. Aunque el costo total de implementación ascendió a aproximadamente \$800,000, con \$600,000 destinados a la fibra óptica y \$200,000 a la red inalámbrica, los beneficios esperados superaron con creces los gastos. Se estimó un incremento del 25% en la productividad local y una mejora del 20% en la calidad de vida de los ciudadanos. Estos resultados justifican la inversión inicial al evidenciar cómo la modernización de la infraestructura no solo cumple con estrategias que promueven el desarrollo sostenible, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones en telecomunicaciones.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo estudios técnicos regulares para adaptar la infraestructura de telecomunicaciones a las demandas tecnológicas y demográficas en constante evolución. Esto debe incluir la evaluación de la viabilidad de integrar tecnologías emergentes como 5G. Además, se sugiere establecer mecanismos de retroalimentación continua con los usuarios, lo que permitirá ajustar los servicios a sus necesidades cambiantes y mejorar la satisfacción general.
- Es crucial invertir en equipos de alta calidad y en soluciones de gestión de red avanzadas, como la virtualización y la automatización, que optimizan la flexibilidad y escalabilidad de la infraestructura. Se deben realizar pruebas exhaustivas y mantenimientos regulares para detectar problemas proactivamente. Para esto, se sugiere el uso de tecnologías específicas, como routers de la serie ISR4000 y switches de la serie 2960, que han demostrado su eficacia en entornos similares.
- Se recomienda implementar análisis de costos y beneficios más profundos que incluyan proyecciones a largo plazo para asegurar que las inversiones sean sostenibles. Es fundamental considerar los impactos ambientales y sociales en las futuras fases de expansión y mantenimiento. La implementación de métricas claras, como el aumento en la calidad de vida y la productividad local, junto con plazos específicos y recursos asignados para cada acción, facilitará el seguimiento del impacto de las recomendaciones y permitirá ajustes basados en datos actualizados.

REFERENCIAS

- Arévalo, (2021). Impacto de la conectividad digital en el desarrollo socioeconómico de comunidades rurales. Revista de Desarrollo Tecnológico, 15(2), 45-58.**
- Asociación para el Progreso de las Comunicaciones (APC). (2021). Impacto de la conectividad en comunidades rurales. Informe anual 2021.
- Banco Mundial. (2020). Informe sobre conectividad digital y desarrollo económico en zonas rurales.
- Beltrán Bueno, M. Á., & Parra Meroño, M. C. (enero-junio de 2017). Perfiles turísticos en función de las motivaciones para viajar. Cuadernos de Turismo(39), 41-65. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39851043002>
- Bormann, A. (1930). Doctrina del turismo: un plano de planta. Sociedad de ayudas para la enseñanza de las ciencias del transporte en d. Reichsbahn alemán. . Deutschen Reichsbahn.
- Boullón, R. (2006). Planificación del espacio Turístico. 3ra.ed. México: Trillas.
- Bravo Terán, N. O. (2023). Modelo de turismo inteligente en la gestión de información de BIG DATA en Manta, Ecuador. Bachelor's thesis, Calceta: ESPAM MFL.
- Cacuango, L. (2017). Efectos económicos y sociales de la expansión de la conectividad digital en comunidades rurales. Revista de Economía Rural, 10(1), 55-70.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). Impacto de la conectividad en el empleo rural.
- Deng, X., & Liu, S. (2022). "Smart Cities and the Future of Fiber Optic Technology: A Review of Recent Advances." Journal of Network and Computer Applications, 178, 102959.
- Fundación Telefónica. (2020). Impacto de la conectividad en el desarrollo social y económico en América Latina. Editorial Telefónica.
- García (2019). Brecha digital y desarrollo socioeconómico en zonas rurales: Un análisis desde la Revista Iberoamericana de Información, Tecnología y Sociedad. <https://www.rivistaiis.com>.

- Chen, H., & Zhang, Q. (2022). "Sustainable Development in Telecommunications: Balancing Economic, Social, and Environmental Factors." *Journal of Sustainable Development*, 15(3), 1021-1035.
- Gobierno de Argentina. (2018). Plan Nacional de Conectividad Rural: Experiencias y resultados obtenidos.
- Gómez, M. (2019). Estudio de impacto ambiental de infraestructura de conectividad digital. *Revista de Gestión Ambiental*.
- González, R., Pérez, M., & Sánchez, E. (2022). Análisis de viabilidad técnica y económica de tecnologías de acceso a Internet en zonas rurales. *Telecommunication Policy*, 40(2), 87-105.
- Gupta, R., & Lee, K. (2022). "Network Topology Design for High-Speed Internet Access: An Empirical Study." *Computer Networks*, 207, 108934.
- Hernández. (2017). Brecha digital y acceso a servicios sociales en comunidades marginadas. *Revista de Desarrollo Social*.
- INEC. (2022). Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Estadísticas de acceso a Internet en Manabí. Quito.
- James, J., & Versteeg, M. (2007). Mobile phones in Africa: How much do we really know? *Social Indicators Research*, 84(1), 117-126. <https://doi.org/10.1007/s11205-006-9079-x>
- Kumar, A., & Rajasekaran, S. (2023). "Economic Analysis of Digital Infrastructure Investment: Case Studies and Best Practices." *Telecommunications Policy*, 47(5), 102306.
- Lechón, M. (2017). Desafíos y oportunidades del acceso a Internet en regiones rurales: un enfoque comparativo. *Journal of Rural Studies*, 25(3), 120-135.
- López, A., & Martínez, P. (2019). Tecnologías emergentes para la conectividad digital en áreas rurales. *IEEE Communications Magazine*, 30(1), 45-60.
- Martínez, A. (2022). Impacto de la conectividad digital en áreas rurales. *Revista de Tecnología y Sociedad*, 15(3), 45-60.

- Ministerio de Educación de Ecuador. (2021). Informe sobre el acceso a la educación en línea durante la pandemia de COVID-19. Quito: Ministerio de Educación.
- Pérez, J. (2018). Normativas y políticas en infraestructura de telecomunicaciones. *Revista de Legislación en Telecomunicaciones*.
- Pérez, J., García, A., & Rodríguez, M. (2020). Estudio de casos sobre la implementación de proyectos de conectividad digital en áreas rurales. *Journal of Rural Development*, 15(2), 78-95.
- Qiang, C. Z., Rossotto, C. M., & Kimura, K. (2009). Economic impacts of broadband. In *Information and communications for development 2009: Extending reach and increasing impact* (pp. 35-50). World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7605-8>
- Rodríguez, L. (2020). Efectos económicos de la implementación de redes de Internet en zonas rurales. *Revista de Economía Digital*.
- Rodríguez, L. (2020). Impacto de la conectividad digital en el desarrollo económico regional: Un estudio de caso en el cantón Olmedo. *Revista de Desarrollo Económico*, 12(3), 45-60.
- Santos, P., & Moreno, A. (2023). "Challenges and Solutions for Rural Connectivity: A Comprehensive Survey." *IEEE Access*, 11, 23647-23662.
- Smith, T., & Jones, L. (2021). Impacto de la conectividad digital en el desarrollo socioeconómico de las comunidades rurales. *Journal of Development Economics*, 25(3), 123-140.
- Telefónica, F. (2020). Impacto de la conectividad en el desarrollo social y económico en América Latina. Editorial Telefónica.
- UIT. (2020). Desarrollo de las telecomunicaciones/tecnologías de la información y la comunicación en América Latina y el Caribe. Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- Zhang, Y., & Liu, T. (2023). "Mesh Network Architectures: A Review of Design Strategies and Implementation." *Ad Hoc Networks*, 130, 102754.

ANEXOS

Anexo 1: Certificado de aprobación de la aplicación del trabajo de titulación en el GAD del cantón Olmedo de la provincia de Manabí.



**Gobierno Autónomo
Descentralizado del Cantón
Olmedo**

Olmedo, 20 de septiembre del 2024

CERTIFICACIÓN

A quien interese:

A petición verbal del **Ing. Luis Fernando Saldarriaga Vera**, portador de la cedula de ciudadanía No. **1314167881**, certifico que se autoriza realizar su tema de investigación titulado **“Estudio de factibilidad de cobertura de internet en el cantón Olmedo”**. Para la obtención del Grado Académico de **Magister en Telecomunicaciones**.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad, por lo tanto faculto al **Ing. Saldarriaga** que haga uso de esta certificación en todo lo que crea necesario.



Ing. Germán Alberto Alcivar Mosquera

Representante

Anexo 2: Modelo de entrevista a especialistas del Cantón Olmedo de la Provincia de Manabí

ENTREVISTA

Objetivo de la Entrevista: Identificar las necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo para mejorar el servicio de Internet.

1. Información General del Entrevistado

- **Nombre:**
- **Cargo:**
- **Departamento/Área:**
- **Tiempo en el Cargo:**
- **Fecha:**

2. Infraestructura Actual

- ¿Cuál es el estado actual de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo?
- ¿Qué tipo de servicios de Internet están disponibles actualmente en la zona?
- ¿Qué proveedores de servicios de Internet operan en el cantón?

3. Necesidades y Requerimientos

- ¿Cuáles son las principales necesidades de infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo?
- ¿Qué tipo de mejoras son necesarias para proporcionar un servicio de Internet de calidad en la región?
- ¿Existen desafíos específicos en las áreas urbanas y rurales del cantón?

4. Impacto en la Comunidad

- ¿Cómo afecta la actual infraestructura de telecomunicaciones al desarrollo económico y social del cantón?

- ¿Qué beneficios esperan para la comunidad con la mejora en la infraestructura de telecomunicaciones?

5. Planificación y Proyectos

- ¿Hay planes actuales para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón?
- ¿Qué recursos y apoyo se requieren para llevar a cabo estos proyectos?
- ¿Qué papel juega el GAD Municipal en la planificación y ejecución de proyectos de telecomunicaciones?

6. Opiniones y Recomendaciones

- ¿Qué recomendaciones daría para mejorar el acceso y la calidad del servicio de Internet en el cantón?
- ¿Hay algún aspecto específico que considere crucial para el éxito de estos proyectos?
- ¿Desea agregar alguna sugerencia para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo?

Anexo 3: Modelo de encuesta a los ciudadanos del Cantón Olmedo de la Provincia de Manabí

ENCUESTA

Objetivo de la Encuesta: Identificar las necesidades y requerimientos específicos de la infraestructura de telecomunicaciones en el cantón Olmedo para mejorar el servicio de Internet.

1. Información General del Encuestado

• **Edad:**

- Menos de 18 años
- 18-24 años
- 25-34 años
- 35-44 años
- 45-54 años
- 55-64 años
- 65 años o más

• **Género:**

- Masculino
- Femenino
- Otro
- Prefiero no decir

• **Área de Residencia:**

- Zona Urbana

Zona Rural

2. Acceso a Internet

- **¿Tiene acceso a Internet en su hogar?**

Sí

No

- **Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿qué tipo de conexión utiliza?**

Internet fijo

Internet móvil

Otro (especifique): _____

- **¿Cuál es la velocidad promedio de su conexión a Internet?**

Baja

Media

Alta

No lo sé

3. Calidad del Servicio

- **¿Cómo calificaría la calidad de su servicio de Internet actual?**

Muy mala

Mala

Regular

Buena

Muy buena

- **¿Ha experimentado problemas frecuentes con su servicio de Internet?**

Sí

No

- **Si la respuesta anterior es afirmativa, ¿qué tipo de problemas ha enfrentado?**

Conexión lenta

Cortes frecuentes

Problemas de señal

Otro (especifique): _____

4. Necesidades y Mejoras

- **¿Qué mejoras le gustaría ver en el servicio de Internet en su área?**

Mayor velocidad de conexión

Mejor cobertura

Menos interrupciones del servicio

Precios más accesibles

Otro (especifique): _____

- **¿Cuáles considera que son los principales desafíos para acceder a un buen servicio de Internet en su área?**

Infraestructura inadecuada

Costos elevados

Falta de proveedores

Otros (especifique): _____

5. Impacto en la Vida Diaria

- **¿Cómo afecta la calidad del servicio de Internet en su vida diaria?**
 - Afecta negativamente
 - No afecta
 - Mejora mi calidad de vida

- **¿Qué beneficios adicionales cree que podría traer una mejora en el servicio de Internet para usted y su comunidad?**
 - Mejores oportunidades educativas
 - Mayor acceso a servicios de salud
 - Oportunidades de empleo
 - Mayor acceso a información
 - Otros (especifique): _____

Anexo 3: Fotos aplicando los instrumentos en el cantón Olmedo.





