



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

NOMBRE DEL PROYECTO

IMPLEMENTACION DE RED DE FIBRA ÓPTICA PARA LA CONECTIVIDAD INTEGRAL
EN CAPULAC, TETLA DE LA SOLIDARIDAD, TLAXCALA. (FASE 1)

OPCIÓN QUE CORRESPONDA

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

PRESENTA:

DIEGO YAMIR SOSA PERIAÑEZ

NOMBRE DEL ASESOR:

LAURO CARLOS PAYAN REYES



APIZACO, TLAX., MAYO 2025



Instituto Tecnológico de Apizaco

Sistemas y Computación

Tzompantepec,, Tlaxcala, 17/febrero /2025

OFICIO No: SC/OPV/0005/25

ASUNTO: Liberación de proyecto
para titulación integral

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFA DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

POR ESTE MEDIO LE INFORMO QUE HA SIDO LIBERADO EL SIGUIENTE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL.

NOMBRE DEL EGRESADO:	SOSA PERIAÑEZ DIEGO YAMIR
CARRERA:	INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES
NO. DE CONTROL:	19371068
NOMBRE DEL PROYECTO:	Implementación de Red de Fibra Óptica para la conectividad integral en Capulac, Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala. Fase I
PRODUCTO U OPCIÓN:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

AGRADEZCO DE ANTEMANO SU VALIOSO APOYO EN ESTA IMPORTANTE ACTIVIDAD PARA LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE NUESTROS EGRESADOS.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.*

MIQUELINA SÁNCHEZ PULIDO
JEFA DEL DEPTO. DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

c.c.p. División de Estudios Profesionales
c.c.p. Depto. de Servicios Escolares
c.c.p. Archivo
MSP/mrol*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

LAURO CARLOS PAYAN REYES
ASESOR INTERNO





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, 11/abril/2025

SOSA PERIAÑEZ DIEGO YAMIR
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES.
CON NÚMERO DE CONTROL 19371068
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **IMPLEMENTACIÓN DE RED DE FIBRA ÓPTICA PARA LA CONECTIVIDAD INTEGRAL EN CAPULAC, TETLA DE LA SOLIDARIDAD, TLAXCALA. (FASE 1)**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ccp. Archivo
ijss/Gsc*



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



Agradecimientos

Este proyecto no habría sido posible sin el apoyo y la colaboración de diversas personas e instituciones que, con su conocimiento, esfuerzo y dedicación, contribuyeron de manera significativa a su desarrollo.

Agradecimiento a mi familia

En primer lugar, agradezco profundamente a mi familia, cuyo constante aliento y respaldo incondicional fueron esenciales durante cada etapa de este trabajo. Con todo mi corazón, dedico este proyecto como un reflejo de su amor, apoyo y fe inquebrantable en mí. Gracias por ser mi mayor fortaleza y mi refugio en los momentos de incertidumbre cuya dedicación y sacrificio han sido la base de todo lo que soy. Ustedes me enseñaron el valor del esfuerzo, la disciplina y la perseverancia. Sus palabras de aliento y su ejemplo diario me inspiraron a seguir adelante, incluso cuando el camino parecía difícil.

A los profesores y asesores involucrados, mi gratitud por su guía, paciencia y disposición para compartir su experiencia y conocimientos técnicos, que enriquecieron enormemente este proyecto.

A mis compañeros y amigos, gracias por su apoyo moral, sus consejos y por ser una fuente de motivación constante.

Finalmente, reconozco el papel de las instituciones educativas y las plataformas tecnológicas que facilitan las herramientas necesarias para la investigación, diseño y planificación de este proyecto.

Índice

Agradecimientos	4
Resumen	7
Introducción	8
Generalidades de la empresa	9
Logotipo de la empresa	10
GS Mobile	11
Misión	11
Visión	11
Valores	11
Organigrama.....	12
Objetivos	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
Problemas por resolver	13
Justificación del proyecto	16
Marco teórico	18
Historia y Evolución de la Fibra Óptica	18
Funcionamiento de la Fibra Óptica	19
Ventajas de la fibra óptica	19
Tipos de fibra óptica.....	19
Componentes de fibra óptica	21
Desafíos en la implementación de fibra óptica	23
Descripción del proyecto	25
Resultados.....	28
Diseño De La Red De Fibra Óptica	28
Evaluación del Terreno y Análisis Topográfico	28
Diseño y planificación de la Ruta de Instalación	28
Elección de la Tecnología Óptima de Fibra para la Red	29
Diseño De La Red Troncal	29

Materiales utilizados en el diseño de la red de fibra óptica	31
Elección de Tecnología y Equipamiento	33
Construcción de red de fibra óptica en Capulac Tetla de la solidaridad, Tlaxcala.....	36
Herramientas utilizadas para la estructura de la red de fibra óptica	37
Como fusionar y empalmar fibra óptica.....	42
Técnicas de Fusión de Fibra Óptica.....	43
Herramientas utilizadas	44
Pruebas y Verificación de la Conexión en Redes de Fibra Óptica	48
Iluminación y Pruebas de Desempeño	50
Conclusión	53
Conclusión personal	53
Referencias.....	55

Resumen

Este proyecto de residencias profesionales tiene como objetivo implementar una red de fibra óptica para mejorar la conectividad y reducir la latencia en la transmisión de datos en Capulac, Tetla de la solidaridad, Tlaxcala. Mediante una infraestructura de fibra óptica con el fin de mejorar la capacidad de transmisión a los servicios de internet y telecomunicaciones.

Y la necesidad de expandir la conectividad y promover el acceso a internet de alta velocidad en pueblos rurales. Al asumir este proyecto, la empresa demuestra su compromiso con la responsabilidad social corporativa y su capacidad para generar un impacto positivo en las comunidades en las que opera.

Esta red de fibra óptica conlleva una serie de etapas, desafíos técnicos y logísticos únicos, como la topografía del terreno, los permisos regulatorios y la coordinación con otros servicios públicos, seleccionar las rutas donde se tendera la fibra óptica hasta la instalación de cable.

Ya tendida la estructura de la fibra óptica en sus debidas rutas se procede con la fusión de hilos de acuerdo con el color designado para cada ruta, que implica la unión de segmentos individuales de fibra óptica para formar conexiones continuas y funcionales, ya que para esta etapa se necesita conocimiento y equipo especializado para garantizar la conexión integral y la eficiencia de la red.

Este proyecto no solo se enfocará en los aspectos técnicos de la instalación de fibra óptica, sino también en examinar cómo una mejor conexión a internet podría transformar la vida cotidiana en la comunidad de Capulac, Tetla de la solidaridad, Tlaxcala. La implementación de internet de alta velocidad abriría nuevas oportunidades para que los residentes accedan a servicios clave, como educación a distancia, atención médica a través de tele consultas y la posibilidad de participar en el comercio electrónico. Estos cambios podrían fomentar el crecimiento económico en la zona y contribuir a una mejor calidad de vida para los habitantes locales.

Introducción

Una red de fibra óptica es un sistema de comunicación avanzado que utiliza filamentos de vidrio o plástico para transmitir datos a velocidades extremadamente altas mediante pulsos de luz. A diferencia de los cables tradicionales de cobre, la fibra óptica ofrece una capacidad mucho mayor para el envío de información, con una menor pérdida de señal a largas distancias y mayor resistencia a las interferencias electromagnéticas. Este tipo de tecnología es clave en la infraestructura moderna de telecomunicaciones, permitiendo el acceso a internet de alta velocidad, la transmisión de grandes volúmenes de datos y la interconexión eficiente de dispositivos y sistemas a nivel global. Las redes de fibra óptica son esenciales para soportar el crecimiento de la demanda de ancho de banda en sectores como el comercio, la educación, la salud y el entretenimiento, impulsando el desarrollo económico y la conectividad global.

Este proyecto tiene como objetivo la instalación de una red de fibra óptica en Capulac, una localidad de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, con el fin de mejorar sustancialmente la conectividad y el acceso a internet de alta velocidad para sus habitantes. Esta red no solo proporcionará una infraestructura tecnológica avanzada, sino que también ofrecerá una plataforma que facilitará la inclusión digital en áreas clave como la educación, la salud y el comercio. Al dotar a la comunidad de Capulac con esta tecnología, se espera crear un entorno más propicio para el desarrollo social y económico, mejorando la calidad de vida de sus residentes y promoviendo su integración en la economía digital global. La implementación de esta red es fundamental para reducir la brecha tecnológica, permitiendo a la comunidad acceder a las oportunidades que la conectividad moderna ofrece. Más adelante se estará mencionando detalladamente desde la planificación inicial a la integración de la infraestructura de la fibra ópticas, la fusión de los hilos, desafíos técnicos los beneficios que obtendrá la comunidad rural, se espera que este proyecto de tesis proporcione una visión integral y detallada de la transformación de

las telecomunicaciones en esta área rural, y sirva como un recurso valioso para futuras iniciativas de mejora de la conectividad en comunidades similares.

Generalidades de la empresa

Empresa: TELESTREAM S.A DE C.V

Ubicación: Calle Venustiano Carranza 2309. Colonia San Rafael Atlixac, Apizaco, Tlaxcala

Código Postal: 90350

Teléfono: (241) 187-00-12

Web: www.gsmobile.mx

Correo: info@gsmobile.mx

Ubicación geográfica de la empresa

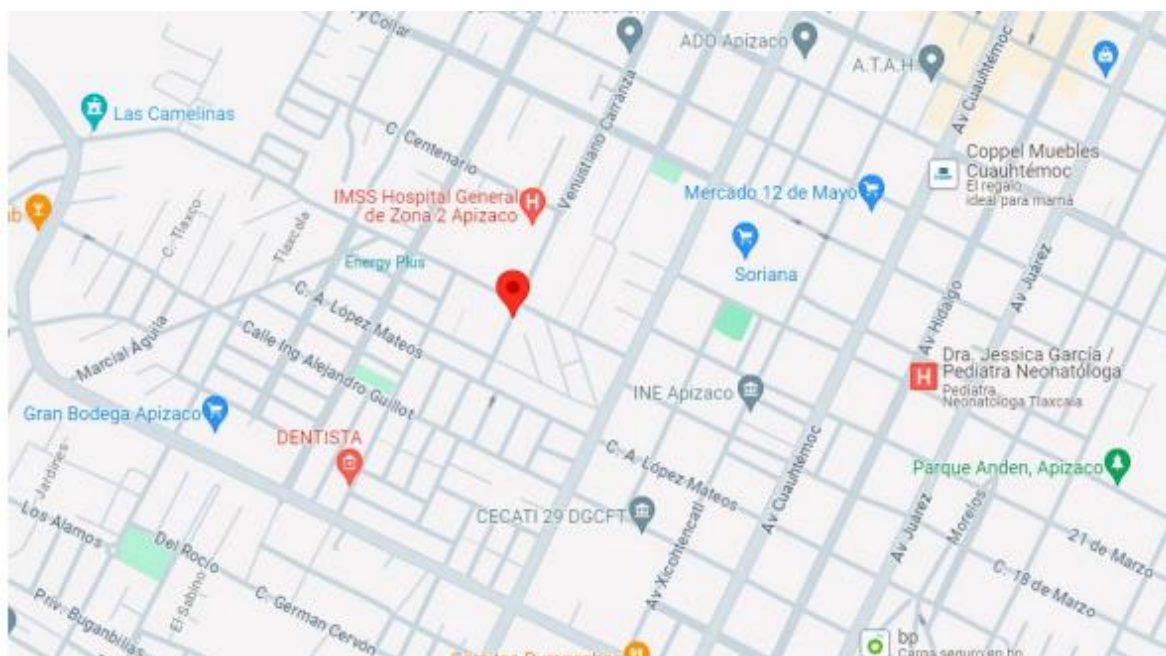


Ilustración 1. Ubicación geográfica de la empresa. Fuente: (s. f.). Google Maps.
<https://www.google.com.mx/maps/@19.4082581,-98.1497413,18z?entry=ttu>

Logotipo de la empresa



Ilustración 2. Logotipo de la empresa, Fuente: (GS Mobile | Tlaxcala México, s. f.)

GS Mobile

Es una empresa de telecomunicaciones orgullosamente Tlaxcalteca, que está en constante evolución, para ofrecer lo mejor a nuestros clientes con soluciones robustas, precisas y confiables.

Misión

Disminuir la brecha digital que actual mente existe en las poblaciones rurales de nuestro estado, siendo una empresa con iniciativa y mejoras constantes para proporcionar servicios de Telecomunicaciones de alta calidad a nuestros clientes.

Visión

Ser una empresa de Telecomunicaciones que colabore con nuestros clientes apoyándolos en sus proyectos de conectividad, con el mejor equipo Humano, soporte técnico real, garantizando alta calidad, disponibilidad, rapidez, honestidad, confiabilidad, alta excelencia y el mejor trato humano.

Valores

- Puntualidad
- Responsabilidad
- Honestidad
- Respeto
- Orden
- Trabajo en equipo

Organigrama

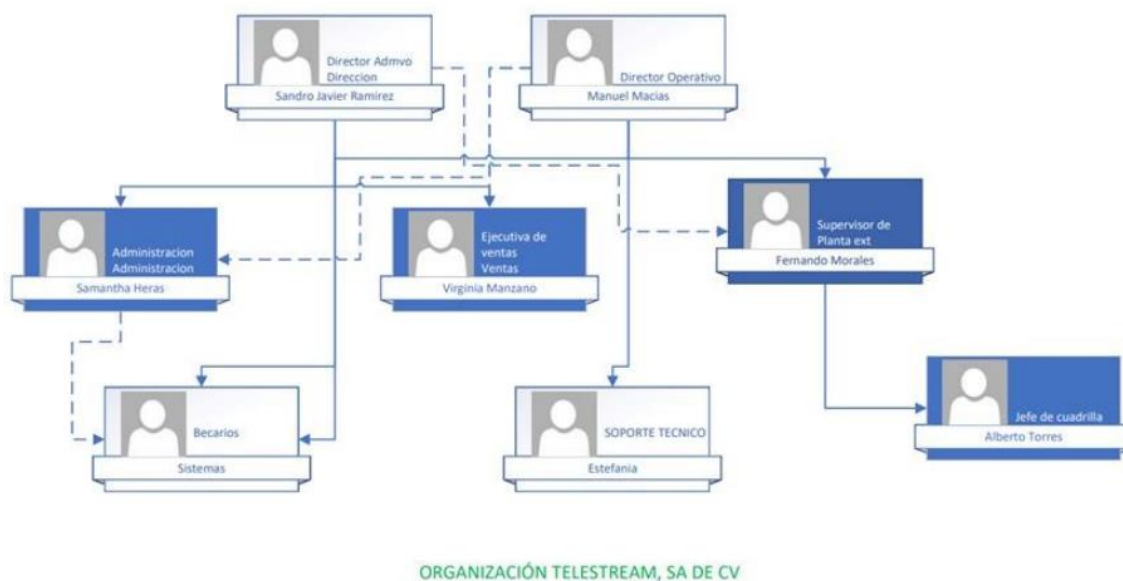


Ilustración 3. Organigrama de la empresa, Fuente: Propia

Objetivos

Objetivo general

El objetivo de mi proyecto es implementar una red de fibra óptica para mejorar la conectividad y reducir la latencia en la transmisión de datos en Capulac, mediante una infraestructura de fibra óptica con el fin de mejorar la capacidad de transmisión a los servicios de internet y telecomunicaciones.

Objetivos específicos

1. **Diseñar y planificar la infraestructura** necesaria para la instalación de la red de fibra óptica, considerando las condiciones geográficas y técnicas del área de Capulac.
2. **Diseñar un plan detallado** para el despliegue de la red de fibra óptica que incluya las rutas seleccionadas, la infraestructura a utilizar.
3. **Instalar y desplegar el cableado de fibra óptica** en las principales rutas identificadas, asegurando la cobertura de las áreas clave de la comunidad.
4. **Conectar a usuarios finales** (hogares, empresas y centros comunitarios) a la red de fibra óptica con configuraciones adecuadas para garantizar el acceso a internet de alta velocidad y baja latencia.
5. **Implementar tecnología de última generación** en los nodos de la red para optimizar el rendimiento de la conexión y garantizar su escalabilidad en el futuro.

Problemas por resolver

1. Conectividad limitada o inexistente

Descripción: Actualmente, la comunidad puede tener acceso limitado a internet o depender de conexiones lentas y poco confiables (como ADSL o redes inalámbricas). La fibra óptica ofrecerá velocidades de conexión mucho más rápidas y estables, mejorando significativamente el acceso a la información y la comunicación.

Prioridad: Alta

Justificación: La falta de conectividad es uno de los problemas más críticos en áreas rurales. Mejorar la velocidad y estabilidad de internet es esencial para cualquier otra mejora en la comunidad, ya que afecta a múltiples sectores como educación, salud, comercio, y comunicación personal.

2. Desigualdad digital

Descripción: Muchas comunidades rurales como Capulac sufren de una brecha digital en comparación con las áreas urbanas. Este proyecto reducirá esta brecha, proporcionando a la población acceso a servicios digitales de calidad, facilitando la educación en línea y otras actividades digitales.

Prioridad: Alta

Justificación: Reducir la brecha digital es crucial para evitar que la comunidad quede rezagada frente a otras zonas más urbanizadas. Con la tecnología actual, la conectividad digital no es solo un lujo, sino una necesidad para acceder a oportunidades laborales, educación y otros servicios.

3. Inseguridad o dificultades de comunicación en emergencias:

Descripción: Una red de fibra óptica permitirá mejorar los sistemas de comunicación en situaciones de emergencia, facilitando el acceso a información crítica y mejorando la coordinación con servicios de respuesta rápida.

Prioridad: Alta

Justificación: La comunicación efectiva en situaciones de emergencia es fundamental. Una red de fibra óptica fiable puede mejorar significativamente la capacidad de respuesta y coordinación en casos de desastre o emergencias, salvando vidas y protegiendo a la comunidad.

4. Aislamiento social

Descripción: El acceso a internet de alta velocidad permitirá a los habitantes de Capulac conectarse más fácilmente con familiares y amigos en otras regiones, reduciendo el aislamiento social que a menudo afecta a las comunidades rurales.

Prioridad: Media

Justificación: Reducir el aislamiento social es importante para mejorar la calidad de vida de los habitantes, pero no es tan crítico como resolver problemas más básicos como la conectividad y el acceso a servicios esenciales. Sin embargo, es un efecto positivo que se dará a corto plazo.

5. Falta de oportunidades laborales remotas

Descripción: Al contar con una red de alta velocidad, los residentes de Capulac podrán acceder a oportunidades de empleo remoto en diversos sectores, permitiendo a más personas trabajar desde casa o conectarse con mercados globales.

Prioridad: Alta

Justificación: La capacidad de trabajar de forma remota puede ser una solución clave para combatir el desempleo o subempleo en áreas rurales como Capulac. Dado que la tendencia laboral a nivel global está mirando hacia el trabajo a distancia, proporcionar esta opción a los habitantes tendrá un impacto rápido y directo en la economía familiar.

Justificación del proyecto

La justificación se basa en la necesidad de expandir la conectividad y promover el acceso a internet de alta velocidad en pueblos rurales. Al asumir este proyecto, la empresa demuestra su compromiso con la responsabilidad social corporativa y su capacidad para generar un impacto positivo en las comunidades en las que opera.

El desarrollo e implementación de una red de fibra óptica en Capulac, municipio de Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, surge como una solución estratégica y necesaria para abordar las limitaciones tecnológicas y de conectividad que actualmente enfrenta la comunidad. En un mundo cada vez más interconectado, el acceso a internet de alta velocidad no es solo un servicio, sino una herramienta fundamental para el progreso social, educativo y económico.

Problemática Actual

Capulac enfrenta desafíos significativos debido a la falta de infraestructura de telecomunicaciones robusta. Las conexiones existentes, basadas principalmente en tecnologías de banda ancha limitadas, no satisfacen las crecientes demandas de velocidad, estabilidad y capacidad que exige la sociedad moderna. Esto afecta negativamente sectores clave como:

Educación: La falta de conectividad confiable limita el acceso a plataformas digitales, recursos educativos en línea y herramientas de aprendizaje remoto, esenciales para estudiantes y docentes.

Economía: Los pequeños negocios y actividades comerciales locales no pueden competir eficazmente ni aprovechar las oportunidades de comercio electrónico o servicios digitales.

Calidad de Vida: Los ciudadanos carecen de acceso a servicios digitales básicos, como comunicación, entretenimiento en línea y telemedicina, afectando su bienestar y desarrollo personal.

Impacto del Proyecto

La implementación de una red de fibra óptica transformará el panorama tecnológico de Capulac al ofrecer una conectividad de alta velocidad, baja latencia y confiabilidad incomparable. Esta red no solo atenderá las necesidades actuales, sino que estará diseñada para soportar el crecimiento futuro, impulsando el desarrollo integral de la comunidad.

Educación Potenciada: Los estudiantes tendrán acceso a herramientas de aprendizaje modernas, clases en línea y bibliotecas digitales, cerrando la brecha educativa.

Impulso Económico: Los emprendedores locales podrán expandir sus negocios, accediendo a mercados más amplios y aprovechando tecnologías emergentes.

Inclusión Digital: Toda la comunidad podrá disfrutar de servicios esenciales como teletrabajo, trámites en línea y comunicación global.

Sostenibilidad y Escalabilidad

El diseño de la red garantiza una infraestructura robusta y preparada para futuras expansiones, lo que asegura su viabilidad a largo plazo. Además, la red permitirá integrar servicios adicionales, como videovigilancia comunitaria y soporte para el internet de las cosas (IoT), contribuyendo a convertir a Capulac en una comunidad digitalmente avanzada.

Relevancia del Proyecto

En un contexto donde la digitalización marca la pauta del desarrollo global, este proyecto responde a la necesidad urgente de garantizar igualdad de oportunidades y cerrar la brecha digital en comunidades marginadas. Al proporcionar acceso a tecnologías de vanguardia, se promueve la inclusión, la equidad y el progreso sostenible de Capulac y sus habitantes.

Marco teórico

Fibra Óptica

La fibra óptica es una tecnología de transmisión de datos que utiliza filamentos delgados y flexibles de vidrio o plástico para enviar información en forma de pulsos de luz. A diferencia de los cables de cobre tradicionales, que utilizan señales eléctricas, la fibra óptica emplea la luz como medio de transmisión, lo que le permite alcanzar velocidades significativamente mayores y cubrir distancias mucho más largas sin degradación de la señal.

El núcleo de la fibra óptica, donde viaja la luz, está rodeado por una capa reflectante que mantiene los pulsos de luz dentro del cable, permitiendo que los datos viajen con poca pérdida de calidad. Esta capacidad la convierte en una opción ideal para la transmisión de grandes cantidades de información, como el internet de alta velocidad, las telecomunicaciones y la televisión por cable.

Historia y Evolución de la Fibra Óptica

La fibra óptica, fundamental en la transmisión de datos hoy en día, tiene una evolución que abarca más de un siglo de avances científicos y tecnológicos.

Inicios de la Óptica (1790-1930)

El principio de la fibra óptica se remonta al siglo XIX, cuando los científicos empezaron a investigar cómo la luz podía ser guiada o redirigida. A finales de este siglo, se realizaron experimentos que demostraron cómo la luz podía viajar a través de medios curvados, sentando las bases para la tecnología óptica moderna. En 1854, el físico británico John Tyndall demostró cómo la luz podía ser dirigida a través de un medio curvado, lo cual fue esencial para el desarrollo posterior de la fibra óptica.

Primeras Aplicaciones (1930-1950)

Durante las décadas de 1930 y 1940, comenzaron a surgir aplicaciones prácticas de las guías de luz. Se idearon los primeros tubos y guías ópticas para la transmisión de imágenes, especialmente en el ámbito médico. En 1954, Harold Hopkins y Narinder Kapany desarrollaron las primeras guías de fibra de vidrio que podían transmitir imágenes, sentando un precedente para la fibra óptica moderna.

Desarrollo de la Fibra Óptica Moderna (1960-1970)

El avance decisivo en la fibra óptica moderna llegó en la década de 1960, cuando los problemas de atenuación de la señal (pérdida de calidad) comenzaron a

resolverse. En 1966, el científico Charles Kao propuso que la fibra óptica podía ser utilizada en telecomunicaciones si se lograba reducir la atenuación. Kao demostró que la clave estaba en mejorar la pureza del vidrio utilizado en las fibras, lo que permitiría que la luz viajara largas distancias sin pérdida significativa de señal. Este descubrimiento fue fundamental para el desarrollo comercial de la fibra óptica.

En 1970, la empresa Corning Glass fabricó las primeras fibras ópticas con bajo nivel de pérdida, logrando una transmisión efectiva a largas distancias. Este avance permitió que la fibra óptica se comenzara a utilizar en telecomunicaciones.

Funcionamiento de la Fibra Óptica

La fibra óptica transmite datos a través de pulsos de luz que viajan por un núcleo de vidrio o plástico utilizando el principio de reflexión interna total, donde la luz rebota dentro del núcleo sin escapar. Esta tecnología permite transmitir grandes cantidades de información a alta velocidad y largas distancias, sin interferencias ni pérdidas significativas de señal. La luz es generada por láseres o LEDs, y la pureza del núcleo y el revestimiento asegura que la transmisión sea eficiente y confiable.

Ventajas de la fibra óptica

Las principales ventajas de la fibra óptica son:

Alta velocidad: Permite transmitir datos a velocidades extremadamente rápidas.

Mayor capacidad: Puede manejar grandes cantidades de datos simultáneamente.

Baja interferencia: No es afectada por interferencias electromagnéticas.

Larga distancia: Los datos pueden viajar distancias mayores sin pérdida significativa de señal.

Mayor seguridad: Es difícil de interceptar, lo que la hace más segura para transmitir información.

Tipos de fibra óptica

1. Fibra Óptica Monomodo (SMF - Single-Mode Fiber)

La fibra óptica monomodo es un tipo de fibra que tiene un núcleo muy pequeño (8-10 micrómetros de diámetro) y está diseñada para transmitir un solo modo de luz, lo que minimiza la dispersión y permite que la señal viaje a grandes distancias con alta velocidad y baja atenuación. Es ideal para aplicaciones de telecomunicaciones de larga distancia y redes de alta capacidad, como los cables submarinos y las redes troncales de Internet.

Características:

- Tiene un núcleo muy pequeño, de aproximadamente 8-10 micrómetros de diámetro.
- Transmite un solo haz de luz (un solo modo) a la vez, lo que reduce la interferencia y la dispersión.
- Utiliza láseres como fuente de luz.

Aplicaciones:

- Ideal para telecomunicaciones de larga distancia.
- Usada en redes troncales de Internet y conexiones de alta velocidad.
- Aplicaciones que requieren transmisión de datos a largas distancias sin amplificación, como cables submarinos.

Ventajas:

Mayor alcance: Puede transmitir datos a distancias muy largas (hasta cientos de kilómetros) sin necesidad de repetidores.

Menor dispersión: Debido a que solo viaja un modo de luz, hay menos pérdida de señal y distorsión.

Mayor velocidad: Es ideal para transmisiones de alta velocidad, alcanzando velocidades de hasta 100 Gbps o más.

Desventajas:

Mayor costo: El equipo y el cableado de fibra monomodo son más costosos debido a su complejidad.

Dificultad de instalación: Requiere precisión en su instalación y empalme, lo que aumenta los costos de implementación.

2. Fibra Óptica Multimodo (MMF - Multi-Mode Fiber)

La fibra óptica multimodo tiene un núcleo más amplio (50-62.5 micrómetros de diámetro) que permite que múltiples modos de luz viajen simultáneamente. Está diseñada para aplicaciones de corta distancia, como redes locales y centros de datos, debido a su capacidad de transmisión en distancias más cortas. Es más económica y fácil de instalar que la monomodo, pero sufre más dispersión de la señal en distancias largas.

Características:

- Tiene un núcleo más amplio, de aproximadamente 50-62.5 micrómetros de diámetro.
- Permite que múltiples modos o haces de luz viajen simultáneamente por la fibra.
- Utiliza LEDs como fuente de luz.

Aplicaciones:

- Utilizada en redes locales (LAN) y centros de datos.
- Adecuada para aplicaciones de corta distancia, como la interconexión de equipos dentro de un edificio.
- Se emplea en redes de campus y en entornos industriales.

Ventajas:

Menor costo: Tanto los cables multimodo como los emisores de luz (LEDs) son menos costosos que en las fibras monomodo.

Fácil de instalar: Es más fácil de empalmar y conectar, lo que reduce el costo de instalación.

Ideal para distancias cortas: Funciona eficientemente en distancias cortas (hasta 500 metros).

Desventajas:

Menor alcance: La dispersión modal hace que la señal se degrade más rápido, lo que limita la distancia de transmisión.

Menor velocidad: Generalmente admite velocidades más bajas que la fibra monomodo, alcanzando hasta 10 Gbps en distancias cortas.

Mayor dispersión: Como transporta varios modos de luz, es más susceptible a la distorsión y la interferencia, especialmente en distancias largas.

Componentes de fibra óptica

Una red de fibra óptica se compone de varios elementos clave que permiten la transmisión de datos mediante pulsos de luz. A continuación, se detallan los principales componentes de una red de fibra óptica:

1. Cable de Fibra Óptica

El cable de fibra óptica es el medio físico que transporta los pulsos de luz. Está compuesto por tres partes principales:

Núcleo: Parte central donde viaja la luz. Hecho de vidrio o plástico extremadamente puro.

Revestimiento (cladding): Capa que rodea el núcleo, con un índice de refracción más bajo, que mantiene la luz confinada dentro del núcleo mediante reflexión interna total.

Revestimiento protector: Capa exterior de material plástico que protege la fibra contra daños físicos y ambientales.

2. Transmisor Óptico

El transmisor convierte las señales eléctricas en señales ópticas (luz) que viajan a través del cable de fibra. Los componentes principales son:

Láseres o LEDs: Emisores de luz que generan los pulsos ópticos que representan los datos.

Modulador: Dispositivo que convierte la información eléctrica en pulsos de luz en un formato que pueda viajar por la fibra óptica.

3. Receptores Ópticos

El receptor óptico convierte las señales de luz recibidas de nuevo en señales eléctricas para su procesamiento. Está compuesto por:

Fotodiodo: Dispositivo que detecta los pulsos de luz y los convierte en señales eléctricas.

Amplificador: Refuerza la señal eléctrica convertida para su procesamiento o retransmisión.

4. Multiplexores (MUX) y Demultiplexores (DEMUX)

Multiplexor (MUX): Combina varias señales ópticas en diferentes longitudes de onda en un solo cable de fibra. Esto aumenta la capacidad de transmisión.

Demultiplexor (DEMUX): Separa las señales ópticas en diferentes canales en el extremo receptor, permitiendo la decodificación individual de cada flujo de datos.

5. Amplificadores Ópticos

Los amplificadores ópticos refuerzan la señal de luz sin necesidad de convertirla en señal eléctrica. Se utilizan para cubrir largas distancias y evitar la atenuación de la señal.

6. Conectores Ópticos

Los conectores son los puntos de unión entre diferentes segmentos de la red de fibra óptica. Permiten conectar las fibras a dispositivos como transmisores, receptores, amplificadores, etc. Algunos conectores comunes son:

ST, SC, LC: Tipos de conectores estándar utilizados en redes de fibra óptica.

7. Empalmes de Fibra Óptica

Los empalmes conectan permanentemente dos segmentos de cable de fibra óptica. Existen dos tipos:

Empalmes por fusión: Utilizan calor para fusionar dos fibras en una conexión continua.

Empalmes mecánicos: Usan dispositivos de alineación y geles para unir temporalmente las fibras.

8. Distribuidores Ópticos (ODF - Optical Distribution Frame)

Es un panel que organiza y gestiona la distribución de los cables de fibra óptica, facilitando su conexión y mantenimiento en el punto de terminación de la red.

9. Divisores de Fibra (Splitters)

Son dispositivos pasivos que dividen una señal óptica en múltiples señales. Son esenciales en redes de acceso como las FTTH (Fibra hasta el Hogar), donde una señal debe distribuirse a muchos usuarios.

10. Regeneradores de Señal

En largas distancias, los regeneradores captan la señal óptica, la convierten en eléctrica, la regeneran y la vuelven a convertir en señal óptica para retransmitirla. Se usan cuando la distancia es tan larga que la señal necesita refuerzo, aunque hoy en día los amplificadores ópticos han reemplazado en gran parte esta función.

Desafíos en la implementación de fibra óptica

La implementación de una red de fibra óptica presenta diversos desafíos técnicos, económicos y logísticos que deben ser superados para garantizar un despliegue exitoso.

Uno de los principales retos es el alto costo inicial. La infraestructura de fibra óptica requiere una inversión considerable en términos de adquisición de equipos y materiales, como cables, conectores y transmisores ópticos. Además, la instalación

de esta red, que implica cavar zanjas, colocar ductos y realizar conexiones precisas, puede ser costosa y requiere personal especializado. Este proceso es particularmente desafiante en áreas rurales o de difícil acceso, donde los costos de instalación aumentan debido a la geografía o la falta de infraestructura existente.

Otro desafío importante es el mantenimiento y reparación. Aunque las redes de fibra óptica son duraderas y resistentes a las interferencias electromagnéticas, las fibras son frágiles y pueden dañarse fácilmente durante la instalación o por causas externas, como obras civiles o desastres naturales. Identificar el punto exacto de falla en un cable subterráneo o aéreo puede ser complicado y costoso, ya que requiere equipos especializados de detección.

Además, está el reto de la disponibilidad de mano de obra calificada. La instalación y mantenimiento de redes de fibra óptica requiere técnicos con conocimientos específicos en empalmes, conexiones y medición de pérdidas ópticas. En algunas regiones, puede haber una falta de personal capacitado, lo que ralentiza el proceso de implementación.

Un desafío adicional es la compatibilidad tecnológica con la infraestructura existente. En muchas áreas, las redes actuales están basadas en tecnologías más antiguas, como el cobre. La transición a la fibra óptica implica garantizar la integración con los sistemas preexistentes, lo que puede requerir adaptadores o la coexistencia de tecnologías por un período prolongado, aumentando la complejidad del proyecto.

Uno de ellos es la planificación urbana y la regulación gubernamental. La instalación de cables de fibra óptica, especialmente en zonas urbanas, requiere permisos de las autoridades locales. Este proceso puede ser burocrático y demorado, afectando los tiempos de implementación. Las regulaciones varían entre regiones, lo que puede generar complicaciones adicionales, especialmente en proyectos que abarcan múltiples jurisdicciones. Además, en algunos casos, los gobiernos pueden imponer restricciones sobre las zonas donde se pueden realizar excavaciones o colocar cables, limitando las rutas disponibles para la red.

La seguridad física de los cables también es un desafío importante, especialmente en regiones donde los cables de fibra óptica pasan por áreas públicas o de fácil acceso. Los cables pueden ser vulnerables a actos vandálicos, robos o daños accidentales durante la construcción o por maquinaria pesada. Reparar estos daños puede ser costoso y requerir tiempo, interrumpiendo el servicio.

Finalmente, otro desafío relevante es la distribución geográfica desigual de la demanda. En áreas urbanas densamente pobladas, es más fácil justificar la inversión debido a la alta demanda de servicios de banda ancha, pero en áreas rurales o menos pobladas, la baja densidad de usuarios hace que sea difícil alcanzar una rentabilidad en el corto plazo. Esto requiere que los gobiernos o las empresas realicen análisis de costos y beneficios para garantizar que la implementación de fibra óptica sea viable económicamente en dichas áreas, y a menudo se necesitan subsidios o incentivos para cubrir esta brecha.

Fuente:

Hecht, J. (2004). City of Light: The Story of Fiber Optics. Oxford University Press.

Este libro ofrece una visión general sobre los orígenes y el desarrollo de la tecnología de fibra óptica, desde sus descubrimientos iniciales hasta su aplicación en telecomunicaciones.

Descripción del proyecto

Situación actual de telecomunicaciones en Capulac Tetla de la solidaridad,
Tlaxcala

Capulac es una comunidad perteneciente al municipio de Tetla de la Solidaridad, en el estado de Tlaxcala, México. Como muchas localidades rurales, enfrenta retos en infraestructura tecnológica, limitando el acceso de sus habitantes a servicios de comunicación avanzados y a las oportunidades que la conectividad digital puede ofrecer. La comunidad cuenta con una población que en su mayoría se dedica a actividades agrícolas, comerciales y de servicios, y se caracteriza por un ambiente de cooperación local y un interés creciente en el desarrollo económico y educativo de su población joven.

Infraestructura de telecomunicaciones en Capulac

La infraestructura de telecomunicaciones en Capulac, como en muchas comunidades rurales de México, presenta limitaciones que afectan la calidad y disponibilidad de los servicios de comunicación. Actualmente, la mayoría de las conexiones se basan en tecnologías de transmisión de datos más tradicionales, como el cable de cobre, que ofrece velocidades más bajas y es más susceptible a interferencias y pérdida de señal. También es común encontrar redes de telefonía móvil de cobertura limitada o inestable, lo que dificulta el acceso constante a servicios de internet y comunicación de alta calidad.

Acceso a internet

El acceso a internet en Capulac son limitados en las áreas públicas tienen internet muy limitado en ancho de banda. Como el programa "Internet para Todos" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se ha logrado llevar a Capulac. Este programa tiene como objetivo garantizar el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, proporcionando internet gratuito en sitios públicos.

Desarrollo económico

En Capulac afecta directamente su desarrollo económico al limitar las oportunidades para los negocios, el comercio y el emprendimiento. Sin una conexión de alta velocidad y confiable, los negocios locales no pueden competir eficazmente en mercados digitales, ya que no tienen acceso adecuado a plataformas de comercio en línea, gestión en la nube, o herramientas de comunicación modernas. Esto limita sus posibilidades de expandirse y llegar a clientes fuera de la localidad, reduciendo su competitividad y crecimiento.

El impacto en la educación

En Capulac tiene un impacto significativo en la educación, ya que limita el acceso de estudiantes y profesores a los recursos digitales que hoy en día son fundamentales para el aprendizaje. Sin una conexión rápida y estable, es difícil para los estudiantes acceder a plataformas de aprendizaje en línea, bibliotecas digitales, y recursos multimedia que complementan su educación. Esto reduce sus posibilidades de desarrollar habilidades tecnológicas y limita el acceso a conocimientos actualizados, lo que los pone en desventaja respecto a estudiantes de áreas urbanas con mejor conectividad.

Perspectivas futuras

Las perspectivas futuras en Capulac son muy prometedoras, ya que la implementación de esta tecnología puede transformar profundamente el desarrollo de la comunidad a mediano y largo plazo. Con una red de fibra óptica establecida, Capulac podría experimentar un crecimiento económico, social y educativo sostenido, generando un entorno más competitivo y atractivo tanto para los habitantes actuales como para posibles inversores y empresas.

Análisis de necesidades y requerimientos

El análisis de necesidades y requerimientos para la implementación de una red de fibra óptica en Capulac implica evaluar diversos aspectos técnicos, económicos y sociales.

En primer lugar, es esencial identificar la necesidad de acceso a internet de alta velocidad, lo que permitirá a la comunidad realizar actividades como la educación en línea, el teletrabajo y la comunicación digital de manera efectiva. También es fundamental garantizar que la red de fibra óptica cubra tanto el centro de Capulac como las zonas rurales y perimetrales, asegurando que todos los habitantes tengan acceso a los servicios de internet.

La fiabilidad y estabilidad de la red son igualmente importantes, ya que se debe ofrecer un servicio estable con un tiempo de actividad alto. Incluidas herramientas digitales y plataformas educativas. Por último, es necesario establecer un servicio de soporte técnico local para resolver problemas de conectividad y mantenimiento de la red de manera eficiente.

En cuanto a los requerimientos técnicos, se necesita una infraestructura de fibra óptica que incluya cables de fibra adecuados, y equipos de conexión, como conectores y accesorios para garantizar conexiones óptimas. También es importante adquirir routers y switches que gestionen el tráfico de datos. Implementar medidas de seguridad cibernética es crucial para proteger la red, así como establecer un sistema de monitoreo que permita supervisar el rendimiento y optimizar el servicio.

Desde el punto de vista económico, se debe evaluar la disponibilidad de fuentes de financiamiento para la implementación, que pueden incluir inversiones privadas, subsidios gubernamentales o asociaciones con empresas de telecomunicaciones. Es necesario estimar los costos totales de instalación, que abarcan materiales, equipos, mano de obra y gastos operativos, además de definir un modelo de negocio sostenible que permita recuperar la inversión a través de tarifas de suscripción o financiamiento gubernamental.

Resultados

Diseño De La Red De Fibra Óptica

Tras realizar un análisis detallado de las necesidades de conectividad de la comunidad, se desarrolló un diseño de red de fibra óptica que garantiza alta robustez y escalabilidad. Este diseño está optimizado para soportar no solo las demandas actuales, sino también la expansión futura de la infraestructura sin necesidad de reconfiguraciones extensivas. La red está estructurada para admitir una transmisión de datos de alta velocidad, minimizando latencia y maximizando la estabilidad de la conexión. La arquitectura implementada permite integrar nuevos nodos y servicios en el futuro, manteniendo la eficiencia y durabilidad de la infraestructura, lo que asegura una solución de telecomunicaciones resiliente y de larga vida útil.

Evaluación del Terreno y Análisis Topográfico

El primer paso en el diseño de la red consiste en realizar un análisis exhaustivo del terreno y la topografía de la zona. Para llevar a cabo este análisis, se emplearon herramientas como Google Earth, que permitieron identificar tanto los obstáculos naturales, como ríos y colinas, como las estructuras artificiales, como caminos y edificaciones. Este estudio topográfico minucioso fue fundamental para determinar la trayectoria óptima para la instalación de la fibra óptica, lo que a su vez contribuyó a la minimización de costos y a la reducción de posibles complicaciones durante el proceso de instalación.

Diseño y planificación de la Ruta de Instalación

En esta fase de planificación, se establecieron las rutas específicas para el tendido de los cables de fibra óptica en las vías principales. Además, se diseñaron rutas secundarias para garantizar una cobertura completa en todo el municipio, abarcando áreas residenciales, comerciales e institucionales, lo cual asegura que la red llegue a todos los sectores de manera eficiente.

Se identificaron puntos estratégicos de distribución (hubs) que funcionarán como nodos de conexión para diferentes zonas del municipio. Estos puntos de distribución optimizan el alcance de la red y facilitan la gestión y expansión futura, permitiendo conectar múltiples sectores a través de una infraestructura centralizada y eficiente.

Elección de la Tecnología Óptima de Fibra para la Red

La selección de la tecnología de fibra óptica adecuada es esencial para asegurar un alto rendimiento y escalabilidad en la red. En este caso, se evaluaron dos tipos de fibra óptica:

La fibra monomodo (SMF), diseñada para cubrir largas distancias y proporcionar una alta capacidad de transmisión de datos. Este tipo de fibra se caracteriza por su baja atenuación y su amplio ancho de banda, lo que la hace ideal para trayectos extensos.

La fibra multimodo (MMF), por otro lado, es adecuada para distancias más cortas, como conexiones internas en edificios o zonas de alta densidad de conexiones, debido a su capacidad de manejar múltiples modos de luz a menores distancias.

Dado el recorrido y las distancias planeadas para el tendido de la fibra en este proyecto, se seleccionó la fibra monomodo (SMF) como la opción óptima. Esto garantiza un servicio de alta calidad en términos de velocidad y estabilidad, ajustándose a las necesidades de transmisión a larga distancia de la red diseñada.

Diseño De La Red Troncal

El diseño de la red troncal es fundamental para manejar el volumen de tráfico de datos de la comunidad. Este diseño se centra en las principales rutas de conexión, a través de las cuales se canalizará el flujo de datos de toda la comunidad. La red troncal ha sido estructurada para responder tanto a las necesidades actuales como a las futuras, garantizando una conectividad confiable y escalable a medida que la demanda de datos crezca.



Ilustración 4. Diseño de red troncal, Fuente: (Admin OLT, 2024)

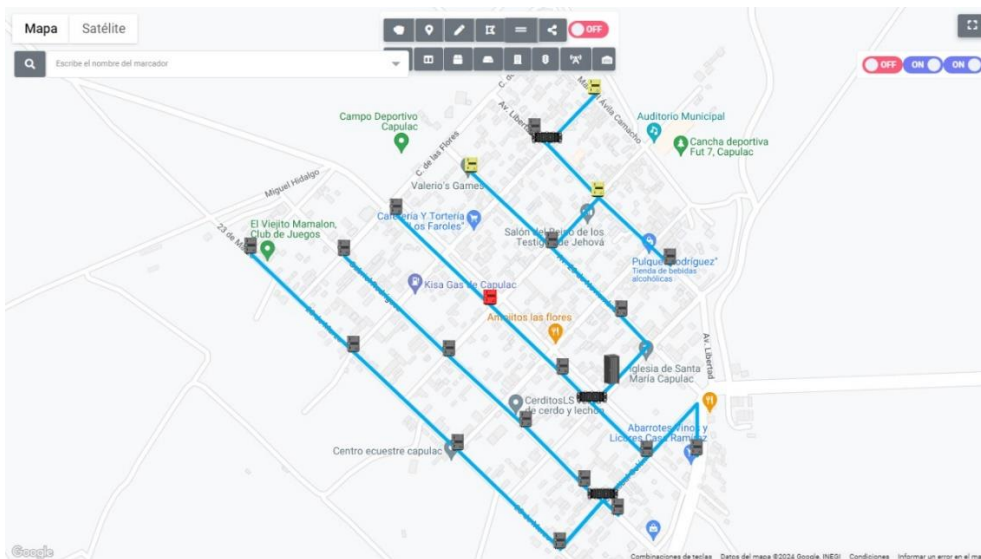


Ilustración 5. Rutas para la estructura de la red, Fuente: (Admin OLT, 2024)

Herramienta utilizada para el diseño de rutas Admin OLT

Funciones Principales de Admin OLT

Gestión de Rutas:

Permite visualizar y planificar las rutas desde el punto de distribución principal (OLT) hasta los usuarios finales.

Ayuda a identificar la topología ideal para maximizar la eficiencia de la red.

Configuración de Equipos:

Administra y configura los dispositivos OLT (Optical Line Terminal) para coordinar la distribución de señales hacia las ONTs (Optical Network Terminals).

Ajusta parámetros como asignación de ancho de banda y perfiles de usuario.

Optimización de Red:

Simula flujos de tráfico para prever posibles cuellos de botella.

Sugerencias para mejorar la disposición de divisores ópticos y puntos de acceso.

Monitoreo y Diagnóstico:

Proporciona una vista general del estado de la red en tiempo real.

Identifica fallas o puntos problemáticos en el diseño de las rutas.

Materiales utilizados en el diseño de la red de fibra óptica



Ilustración 6. Tipo de fibra utilizada, Fuente: (Fiber Home, 2024)

Un carrete de fibra óptica de 4 kilómetros de 24 hilos:

Tipo de Fibra:

Fibra Monomodo (SMF): Ideal para largas distancias, si es necesario mantener la señal sin pérdida significativa.

Número de Hilos: 24 hilos, lo que permite la transmisión simultánea de múltiples señales, facilitando la expansión de la red o múltiples conexiones.

Diámetro del Cable:

Diámetro externo típico de entre 8 a 12 mm, dependiendo de la construcción y los materiales de protección usados.

Distancia de Transmisión:

Fibra Monomodo: Permite transmisiones de hasta varios kilómetros sin necesidad de repetidores.

Temperatura de Operación:

Generalmente entre -40°C y +70°C, permitiendo el uso en diversas condiciones ambientales.

Peso del Carrete:

Un carrete de 4 km de fibra óptica puede pesar entre 150 a 300 kg, según el tipo de protección y el material de la cubierta.

Estas especificaciones permiten un uso robusto y adaptable de la fibra óptica, ideal para proyectos que requieren conectividad estable a lo largo de largas distancias y múltiples conexiones.

Los equipos de red incluyen:

Switches y Routers: Para manejar y dirigir el tráfico de datos dentro de la red.

Convertidores de Medios: Para convertir señales eléctricas en ópticas y viceversa.

Repetidores y Amplificadores: Para extender la señal óptica en largas distancias.

La instalación de la red debe realizarse por personal técnico calificado, cumpliendo con los estándares establecidos de calidad y seguridad. Es fundamental

implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo que garanticen la operatividad constante y el rendimiento óptimo de la infraestructura de fibra óptica.

Elección de Tecnología y Equipamiento

La elección de la tecnología y los equipos adecuados es fundamental para garantizar el éxito en la implementación de la red de fibra óptica en Capulac, municipio de Tetla, Tlaxcala. Este proceso debe enfocarse en satisfacer tanto las demandas actuales como las necesidades futuras de la comunidad, asegurando que la red sea sostenible y esté preparada para expandirse a medida que crezca la demanda. A continuación, se presenta una descripción de los componentes tecnológicos seleccionados y los criterios clave utilizados para elegir el equipamiento óptimo para esta infraestructura de telecomunicaciones.

Fibra monomodo (SMF):

fibra monomodo (SMF) es un tipo de fibra óptica que permite la transmisión de señales de luz a través de un único modo, lo que la hace ideal para aplicaciones de larga distancia y alta velocidad. Aquí te doy algunas de sus ventajas y aplicaciones más comunes:

Ventajas de la Fibra Mono modo

Menor Atenuación: La fibra monomodo tiene una baja pérdida de señal, lo que permite que las transmisiones cubran distancias largas sin necesidad de repetidores o amplificadores frecuentes.

Mayor Ancho de Banda: Esta fibra permite transmitir grandes cantidades de datos a altas velocidades, haciéndola ideal para aplicaciones que requieren una capacidad elevada.

Interferencia Reducida: Al transmitir un único modo de luz, la fibra monomodo reduce la dispersión y el ruido, lo que mejora la calidad de la señal y reduce la interferencia.

Aplicaciones de la Fibra Monomodo

Redes de Telecomunicaciones: Utilizada en redes de larga distancia, como redes metropolitanas (MAN), redes de área amplia (WAN) y redes troncales de telecomunicaciones.

Internet de Alta Velocidad: Ideal para proveer acceso a internet de banda ancha en áreas extensas, conectando nodos a distancias considerables sin pérdida significativa de señal.

Conexión entre Centros de Datos: Debido a su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos, se emplea en interconexiones de centros de datos.

Equipos de Red

Switches y Routers

Switches Ópticos:

- Función: Conmutan el tráfico de datos entre diferentes partes de la red.
- Características Clave: Capacidad de manejo de alto ancho de banda, soporte para Quality of Service (QoS), y capacidad de gestión remota.

Ejemplo: Switches de capa 2/3 con puertos Gigabit Ethernet y opciones de fibra óptica (e.g., Cisco Catalyst 9000 Series).



Ilustración 7. OLT (Optical Line Terminal), Fuente: (Wolon Fiber. 2024)

Routers:

- Función: Dirigen el tráfico de datos entre diferentes redes.
- Características Clave: Alta capacidad de procesamiento, soporte para múltiples protocolos de enrutamiento, y características de seguridad avanzadas.

Ejemplo:



Ilustración 8. Mikrotik Ethernet Enrutador, Fuente: 2024 (Fotografía)

Convertidores de Medios

- Descripción: Dispositivos que convierten señales eléctricas en ópticas y viceversa.
- Aplicación: Utilizados en puntos donde la fibra óptica debe conectarse a equipos de cobre existentes o a otros tipos de medios.
- Ejemplo: Convertidores de Ethernet a fibra (e.g., TP-Link MC200CM).



Ilustración 9. LODFIBER MA-SFP-1GB-LX10 Compatible 1000BASE-LX Transceptor, Fuente: Mercado libre 2024 (Fotografía)

Divisores Ópticos (Splitters)

- Descripción: Dispositivos que dividen una señal óptica en múltiples caminos.
- Aplicación: Utilizados en arquitecturas punto a multipunto (P2MP) para distribuir la señal a múltiples usuarios finales

Ejemplo: Divisores PLC (Planar Lightwave Circuit) que ofrecen alta precisión y bajas pérdidas.



Ilustración 10. Splitters, Fuente: Fibra Óptica. (2024). Prueba de splitter de 1x8.

Construcción de red de fibra óptica en Capulac Tetla de la solidaridad, Tlaxcala

La etapa de construcción de una red de fibra óptica es un proceso detallado que exige una planificación cuidadosa y la sincronización de diversas actividades. En Capulac, municipio de Tetla, Tlaxcala, esta fase implicará la instalación física de la infraestructura de fibra óptica, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y se respeten los tiempos estipulados. La implementación se llevará a cabo con un enfoque en la precisión técnica y la eficiencia, para garantizar que la red funcione de manera óptima y sea capaz de satisfacer las necesidades de conectividad de la comunidad.

Permisos y autorizaciones

Herramientas utilizadas para la estructura de la red de fibra óptica

El flejado para estructuras de fibra óptica es un método de sujeción y soporte que asegura el cable de fibra óptica en postes, torres, y otras infraestructuras. Es una parte esencial del proceso de instalación, especialmente en exteriores, ya que garantiza la seguridad y estabilidad de los cables frente a condiciones ambientales como viento, lluvia, y cambios de temperatura.

Características y Materiales Comunes del Flejado

Material Duradero: El fleje para fibra óptica suele estar hecho de acero inoxidable o polímeros de alta resistencia. Estos materiales son resistentes a la corrosión, lo que les permite soportar las condiciones climáticas y mantener su integridad estructural durante muchos años.

Cinta de Flejado: La cinta de flejado es la banda que rodea el cable de fibra óptica y la estructura de soporte. Puede variar en tamaño y espesor según el tipo de instalación y el diámetro de los cables. La cinta de acero inoxidable es una opción común debido a su resistencia y durabilidad.

Hebillas y Cierres de Flejado: Para asegurar el fleje, se utilizan hebillas y cierres específicos que mantienen el cable firmemente sujeto a la estructura. Las hebillas de acero inoxidable son populares, ya que brindan un ajuste seguro y duradero.

Tensores y Herramientas de Instalación: Los tensores se usan para ajustar y asegurar el fleje, asegurando que el cable quede firmemente sujeto sin riesgo de movimiento o desplazamiento. Las herramientas de instalación permiten aplicar la tensión adecuada y cortar el fleje en el punto deseado.

Ventajas del Flejado en Instalaciones de Fibra Óptica

Resistencia a las Inclemencias del Tiempo: El flejado asegura los cables de fibra óptica, evitando que se muevan o se dañen debido a vientos fuertes o cambios de temperatura.

Durabilidad: Los materiales utilizados en el flejado son resistentes y duraderos, permitiendo una vida útil prolongada y un mantenimiento mínimo.

Versatilidad: El flejado se puede utilizar en una variedad de estructuras (postes, torres, y edificios) y para diferentes tipos de cables.

Fácil Mantenimiento: En caso de que el cable necesite ser reemplazado o ajustado, el fleje permite un acceso fácil sin la necesidad de reconstruir la estructura de soporte.

Procedimiento Básico de Flejado

Colocación de la Cinta de Fleje: La cinta se rodea alrededor del cable y la estructura de soporte en el punto de sujeción.

Uso de Hebillas y Cierres: La hebilla se coloca en la cinta y se asegura con la herramienta de flejado.

Ajuste de Tensión: Se aplica la tensión adecuada usando un tensor, asegurando que el cable esté firmemente sujeto.

Corte y Asegurado Final: La cinta se corta y se asegura en la hebilla, completando el proceso de flejado.

Aplicaciones del Flejado en Fibra Óptica

Instalaciones Aéreas: Para sujetar cables de fibra óptica a postes y torres en instalaciones aéreas, como en zonas rurales o urbanas.



Ilustración 11. Flejadora, Fuente: Fibremex (2024)



Ilustración 12. Tensor de fibra, Fuente: Fibremex (2024)



Ilustración 13. Hebilla para fleje, Fuente: (Fibremex, 2024) fotografía



Ilustración 14. Herrajes tipo D, Fuente: Fibremex (2024) Fotografía



Ilustración 15. Preformados, Fuente: Fibremex (2024) Fotografía

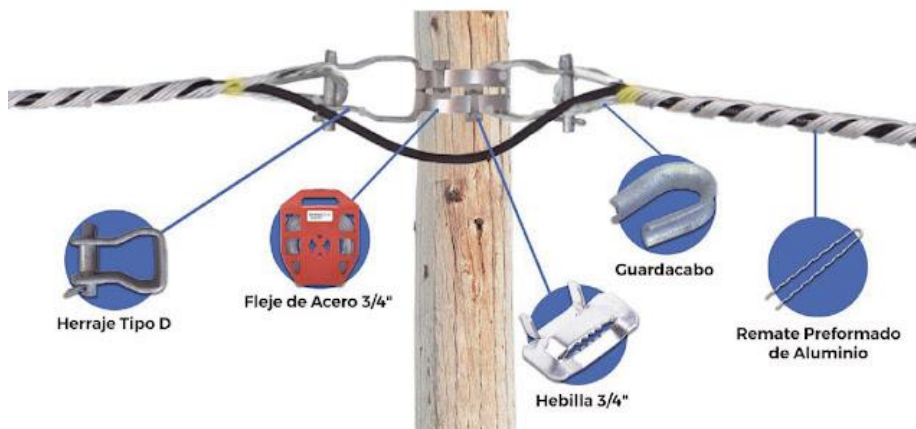


Ilustración 16. Ejemplo de estructura, Fuente: Fibremex (2024) fotografía

Resultados

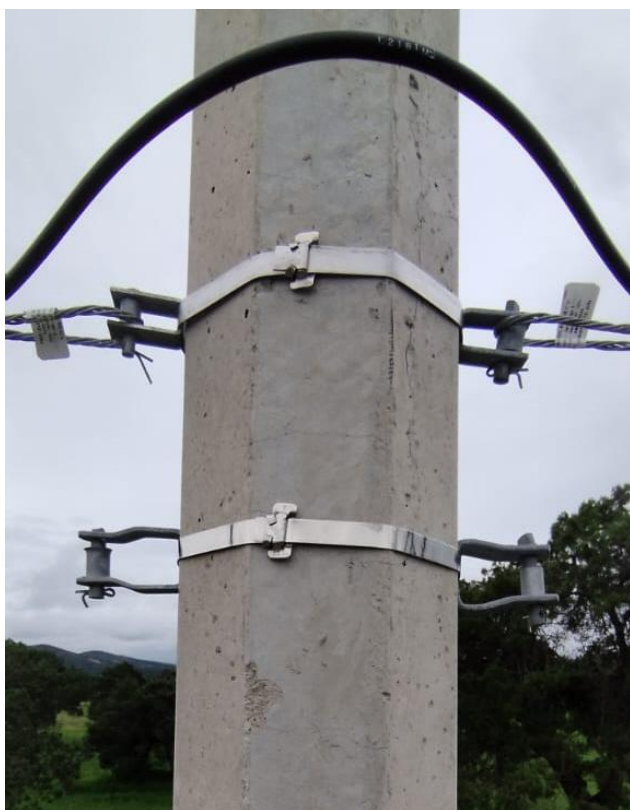


Ilustración 17. Resultados, Fuente: Archivo personal (2024) Fotografía



Ilustración 18. Resultados, Fuente: Archivo personal (2024) Fotografía



Ilustración 19. Resultados, Fuentes: Archivo Personal (2024) Fotografía



Ilustración 20. Resultados, Fuente: Archivo Personal (2024) Fotografía

Como fusionar y empalmar fibra óptica

El empalme por fusión es una técnica que permite unir dos fibras ópticas alineando sus extremos y aplicando calor o electricidad. Su objetivo es crear una conexión continua que minimice la dispersión o reflexión de la luz, asegurando una transmisión eficiente. Este método se utiliza comúnmente para extender redes o reparar fibras dañadas, proporcionando una unión duradera y de alta calidad.

Aunque también existe el empalme mecánico como alternativa para conectar fibras, el empalme por fusión ofrece un rendimiento superior en términos de estabilidad y durabilidad, especialmente en instalaciones de redes a largo plazo. Aquí exploramos el funcionamiento y las ventajas de este proceso.

Funcionamiento del Empalme por Fusión

Para realizar un empalme por fusión, se emplea una fusionadora, que es un equipo especializado en alinear con precisión los extremos de las fibras. Una vez alineados, el dispositivo genera un arco eléctrico de alta temperatura que funde y une las fibras, logrando una conexión firme e imperceptible. Durante la transmisión, la luz fluye sin reflectancia, manteniendo una pérdida de señal mínima, típicamente alrededor de 0.1 dB (dependiendo de la fusionadora, como la CORE 4S).

Características del Empalme por Fusión

El empalme por fusión destaca por la resistencia que ofrece a las conexiones, haciéndolo adecuado para instalaciones exteriores y redes de largo alcance. También permite la creación de redes complejas: a través de divisores ópticos, se pueden conectar cables de 48 fibras a cables de 24 fibras, permitiendo la distribución de la señal a múltiples usuarios y ubicaciones.

Principales Ventajas del Empalme por Fusión

Larga vida útil: Debido a la solidez de la unión creada, el empalme por fusión dura tanto como la red misma, siempre que la fibra se prepare y manipule correctamente antes de la fusión.

Mínima atenuación: Este tipo de empalme reduce significativamente la pérdida de señal. Para fibras multimodo, la pérdida puede estar entre 0.1-0.5 dB, con un promedio ideal de 0.3 dB. En fibras monomodo, la pérdida por fusión es menor a 0.05 dB.

Baja reflectancia y pérdida de potencia: La fusión crea una conexión de alta calidad, permitiendo que la luz atraviese la unión con mínima reflectancia y sin afectar la potencia de la señal.

Facilidad de uso: En aplicaciones de campo, el empalme por fusión resulta práctico, ya que la fusionadora automatiza el proceso una vez que la fibra está preparada. El técnico solo necesita cortar y pelar la fibra antes de insertarla en el equipo.

Eficiencia de costos: A largo plazo, el empalme por fusión resulta más rentable, ya que una buena fusionadora puede realizar miles de empalmes sin necesidad de mantenimiento frecuente, evitando el uso de empalmes mecánicos menos duraderos.

Estas ventajas hacen del empalme por fusión la opción preferida para construcciones de redes de fibra óptica confiables y de bajo mantenimiento. Para más información sobre fusionadoras y otros equipos esenciales en la creación de redes ópticas, no dudes en consultar con expertos.

Técnicas de Fusión de Fibra Óptica

Existen dos técnicas principales para el empalme de fibra óptica:

Empalme por Fusión: Esta técnica consiste en unir dos fibras ópticas mediante el uso de una fuente de calor o electricidad para fusionar los extremos. El proceso requiere una máquina de empalme (fusionadora) que primero alinea las fibras y luego utiliza un arco eléctrico para unir las. Es el método preferido para conexiones permanentes, ya que minimiza la pérdida de señal y la reflectancia.

Empalme Mecánico: Este método une dos fibras ópticas mediante un conector mecánico que sostiene los extremos en alineación sin fusionarlos. Aunque no es tan efectivo en términos de atenuación, es rápido y útil para reparaciones temporales o en aplicaciones donde el empalme por fusión no es viable.

Herramientas Utilizadas

Fusionadora de Fibra Óptica: La fusionadora es un equipo especializado que alinea las fibras con precisión y genera un arco eléctrico para unir las fibras, asegurando una baja pérdida de señal y una conexión duradera.

Cortadora de Fibra: Una herramienta de precisión que permite cortar los extremos de las fibras con un ángulo perfecto para facilitar el empalme.

Desburradora de Fibra: Utilizada para retirar el recubrimiento de la fibra antes del empalme.

Medidor de Potencia Óptica y Fuente de Luz: Se utilizan para verificar la calidad de la señal después del empalme.

Microscopio de Inspección: Permite revisar la calidad del corte de la fibra antes de realizar el empalme.

Fuente:

Martínez, L. (2020). Empalmes de fusión en redes de fibra óptica: fundamentos y aplicaciones. Revista de Ingeniería de Comunicaciones, 18(1), 78-92.

Herramientas utilizadas

Máquina de Empalme de Fusión:

Utilizada para fusionar los extremos de las fibras ópticas de manera precisa.



Ilustración 21. Empalmadora, Fuente: Redirect notice. (s. f.). (2024)
Fotografía

Medidor de Potencia Óptica:

Para medir la potencia óptica en las fibras ópticas y asegurar un rendimiento adecuado de la red.



Ilustración 22. Medidor de potencia, Fuente: Walmart mexico (2024) fotografía

Cortadora de Fibra: Una herramienta de precisión que permite cortar los extremos de las fibras con un ángulo perfecto para facilitar el empalme.



Ilustración 23. Cortadora de fibra, Fuente: SuperFiber.pe (2024) fotografía

Pelacables de Fibra Óptica

El pelacables de fibra óptica es una herramienta esencial en la instalación y mantenimiento de redes de fibra. Su función principal es retirar de forma precisa el recubrimiento o revestimiento plástico de la fibra sin dañar el núcleo ni el revestimiento óptico, los cuales son extremadamente delicados. Este proceso es crítico, ya que un pelado inadecuado puede causar daños que interfieren en la transmisión de luz a lo largo de la fibra.



Ilustración 24. Pelacables Fibra óptica, Fuente: Jonard tolos (2024)

Kit de Limpieza de Fibra Óptica

El kit de limpieza de fibra óptica es un conjunto de herramientas esenciales para mantener limpias las conexiones de fibra, garantizando una transmisión de señal óptima y minimizando pérdidas por suciedad. La limpieza es crucial, ya que incluso pequeñas partículas de polvo pueden afectar la eficiencia de la fibra, causando atenuación, dispersión de luz, y otros problemas que degradan la señal.



Ilustración 25. Kit de limpieza de fibra óptica, Fuente: Fibra óptica (2024)

Linternas de Inspección de Fibra Óptica

Las linternas de inspección de fibra óptica son herramientas esenciales para verificar la integridad y limpieza de las conexiones de fibra óptica. Permiten a los técnicos detectar y evaluar posibles problemas, como roturas, microcurvaturas, contaminantes o daños en los extremos de los conectores, que pueden causar atenuación, dispersión de luz, o pérdida de señal.



Ilustración 26. Linterna de inspección, Fuente: TMP equipos (2024)

Equipo de Seguridad Personal:

Incluyendo cascos, guantes, gafas de protección y botas de seguridad para garantizar la seguridad del personal durante la instalación.

Pruebas y Verificación de la Conexión en Redes de Fibra Óptica

La etapa de pruebas y verificación de la conexión es fundamental en la instalación de una red de fibra óptica, ya que permite confirmar que el sistema cumple con los estándares técnicos y operativos establecidos. Este proceso asegura una transmisión óptima de datos, minimizando pérdidas y problemas que puedan comprometer la eficiencia de la red.

Objetivos Principales

Garantizar la continuidad del enlace.

Verificar la calidad de la señal.

Detectar y corregir errores en conectores, empalmes, o segmentos dañados.

Validar la funcionalidad general de la red bajo condiciones de tráfico simuladas o reales.

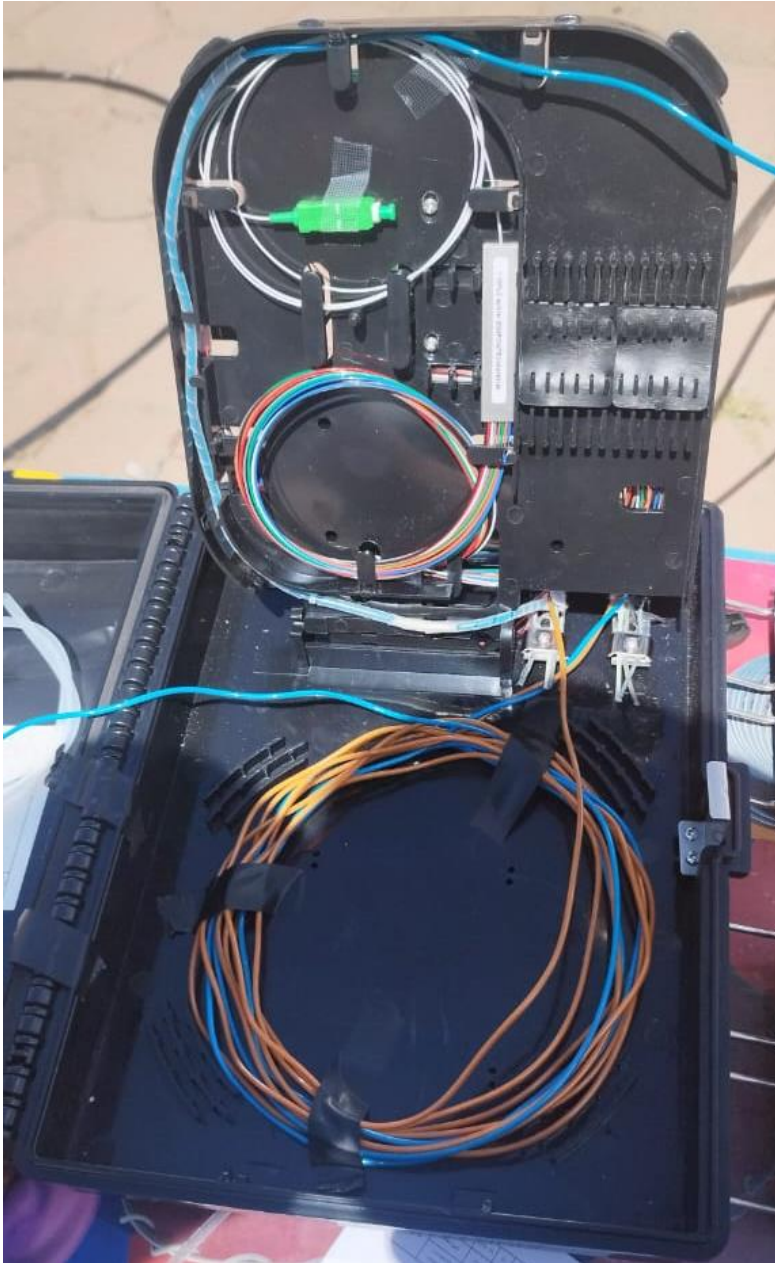


Ilustración 27. Resultados, Fuente: Archivo personal (2024) fotografía



Ilustración 28. Resultados, Fuente: Archivo personal (2024) fotografía

Iluminación y Pruebas de Desempeño

Iluminación de la Red:

Este proceso implica activar la red de fibra óptica por primera vez para validar su funcionalidad. Durante la iluminación, se introduce una señal luminosa a través de la red utilizando equipos de transmisión y recepción. Esto permite verificar que cada segmento de la red está operativo y que los datos se transmiten sin interrupciones ni pérdidas significativas.

Pruebas de Desempeño:

Se evalúa la capacidad de la red para manejar el tráfico de datos bajo condiciones simuladas o reales. Estas pruebas incluyen:

Medición de Ancho de Banda: Verifica que la red soporte las velocidades de transmisión prometidas.

Pruebas de Latencia: Evalúan el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar de un punto a otro dentro de la red.

Pruebas de Integridad de Señal: Aseguran que no haya distorsiones, interferencias o pérdidas críticas durante la transmisión.

Mantenimiento y Monitoreo Continuo

Mantenimiento Preventivo:

Este tipo de mantenimiento se realiza periódicamente para evitar fallas mayores. Incluye:

Limpieza de conectores para evitar acumulación de polvo o suciedad.

Verificación de los niveles de señal utilizando medidores ópticos.

Inspección de los cables y puntos de empalme para identificar desgaste o daño.

Mantenimiento Correctivo:

Cuando se identifican problemas, el mantenimiento correctivo se encarga de restaurar el funcionamiento de la red. Esto puede incluir reparaciones de cables dañados, reemplazo de conectores defectuosos o ajuste de equipos activos.

Monitoreo Continuo:

La red debe ser supervisada constantemente mediante sistemas automatizados que detectan irregularidades en tiempo real. Herramientas como sistemas de gestión de red permiten:

Identificar caídas de señal o interrupciones de servicio.

Analizar el desempeño del tráfico de datos.

Generar alertas ante posibles problemas.

Importancia de Estas Fases

La iluminación, las pruebas de desempeño, y el mantenimiento son esenciales para garantizar:

Calidad del Servicio: Una red confiable que cumpla con los estándares esperados.

Minimización de Interrupciones: Identificar y resolver problemas antes de que afecten a los usuarios.

Longevidad de la Infraestructura: Reducir costos a largo plazo mediante el cuidado adecuado de los componentes.

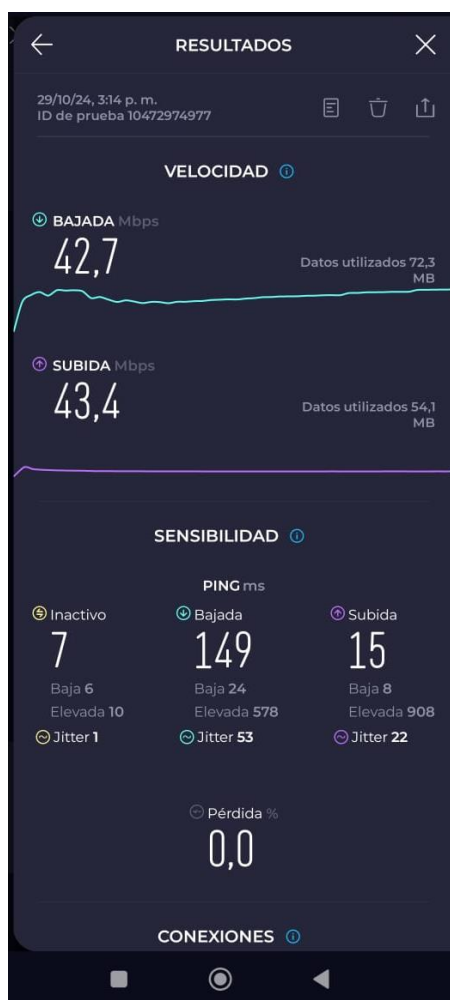


Ilustración 29. Prueba final de velocidad, Fuente: archivo personal (2024) fotografía

Conclusión

El proyecto de diseño e implementación de una red de fibra óptica en Capulac, Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala, representa un paso trascendental hacia el desarrollo tecnológico, social y económico de la comunidad. Este esfuerzo no solo busca cerrar la brecha digital que ha limitado el acceso a servicios de calidad, sino también proporcionar una infraestructura robusta, escalable y sostenible que satisfaga las necesidades actuales y futuras de conectividad.

A lo largo del proyecto, se realizaron análisis detallados de las necesidades de la población, la topografía y la infraestructura existente, lo que permitió diseñar una red troncal eficiente y rutas de distribución que garantizan la cobertura total del municipio. La selección de tecnología de fibra monomodo y equipos avanzados asegura una transmisión de datos de alta calidad, adecuada tanto para el entorno residencial como comercial e institucional.

Además, este proyecto destaca por su impacto directo en áreas clave como la educación, la economía y la calidad de vida de los habitantes. La red de fibra óptica abre nuevas oportunidades para la comunidad, facilitando el acceso a herramientas digitales, plataformas educativas, telemedicina y nuevos modelos de negocio, promoviendo así un desarrollo más equitativo y sostenible.

La implementación de esta red no solo resuelve problemas de conectividad, sino que también posiciona a Capulac como una comunidad preparada para afrontar los desafíos del mundo digital. Este proyecto es una muestra de cómo la tecnología puede ser un motor de progreso, transformando la vida de las personas y sentando las bases para un futuro más conectado e inclusivo.

Conclusión personal

Desarrollar este proyecto ha sido una de las experiencias más enriquecedoras en mi formación personal y profesional. Desde los primeros análisis hasta la propuesta final, enfrenté retos que me permitieron crecer, aprender y reafirmar mi compromiso con el desarrollo tecnológico y social de comunidades como Capulac.

La oportunidad de adentrarme en el diseño e implementación de una red de fibra óptica me brindó conocimientos valiosos sobre tecnologías avanzadas y sobre cómo estas pueden transformar realidades. Fue gratificante aplicar lo aprendido, no solo en términos técnicos, sino también al comprender las necesidades reales de la comunidad, lo que me ayudó a diseñar una solución efectiva y sostenible.

Más allá del conocimiento técnico, este proyecto me enseñó la importancia de la planificación, el trabajo en equipo y la perseverancia para superar desafíos. Cada etapa, desde el análisis inicial hasta la selección de tecnologías y el diseño de la red, me permitió consolidar habilidades clave, como la resolución de problemas, la toma de decisiones y la gestión de recursos.

Sin duda, este proyecto marcó un antes y un después en mi vida. Me voy con la satisfacción de haber contribuido a una iniciativa que tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de muchas personas, y con la certeza de que los conocimientos adquiridos serán la base para futuros desafíos. Esta experiencia no solo enriqueció mi aprendizaje, sino también mi perspectiva sobre el impacto positivo que la tecnología puede tener en la sociedad.

Y así es como finalizo la fase que me corresponde (fase 1) del proyecto Implementación de una red de fibra óptica para la conectividad integral en Capulac, Tetla de la solidaridad, Tlaxcala.

Referencias

FOA. (2021). The Fiber Optic Association Guide to Fiber Optic Installation. Fiber Optic Association.

Martínez, L. (2020). Empalmes de fusión en redes de fibra óptica: fundamentos y aplicaciones. Revista de Ingeniería de Comunicaciones, 18(1), 78-92.

Corning. (2019). Fusion Splicing vs. Mechanical Splicing in Fiber Optics. Corning Optical Communications. <https://www.corning.com/worldwide/en.html>

Hecht, J. (2004). City of Light: The Story of Fiber Optics. Oxford University Press.

Este libro ofrece una visión general sobre los orígenes y el desarrollo de la tecnología de fibra óptica, desde sus descubrimientos iniciales hasta su aplicación en telecomunicaciones.

López, M. (2021). Beneficios y desafíos de la fibra óptica en las telecomunicaciones modernas. Revista de Tecnología y Comunicaciones, 25(1), 45-60.