



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

CONSTANCIA DE ANTIPLAGIO

El que suscribe director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la UNICA, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento **TESIS** titulado:

Mejora de la Calidad de los Servicios de Telecomunicaciones a Través de la Supervisión y Mantenimiento Proactivo: Caso de Estudio en la Red de Fibra Óptica de Bandtel S.A.C en el 2023

Presentado por:

JHOSEP ANTHONY CURIÑAUPA SOTO

BACHILLER en **PREGRADO** de la facultad de Ingeniería de Sistemas; cuyo resultado obtenido es **porcentaje de similitud 13%**; por el cual se otorga el calificativo de: **APROBADO**, según el Reglamento de Evaluación de la Originalidad; adjuntando al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Se expide la presente conformidad para la continuación del trámite respectivo.

Ica, 14 de noviembre de 2025

Dr. LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS
Director de la Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería de Sistemas

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD INGENIERÍA DE SISTEMAS



Mejora de la Calidad de los Servicios de Telecomunicaciones a Través
de la Supervisión y Mantenimiento Proactivo: Caso de Estudio en la
Red de Fibra Óptica de Bandtel S.A.C en el 2023

Línea de investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO DE SISTEMAS

Autor: CURIÑAUPA SOTO Jhosep Anthony

Asesor: PEÑA CASAS Erwin Pablo

Ica, Perú

2025

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a mi madre por haber sido mi apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de toda mi vida. A mis familiares que me acompañaron en este proceso de desarrollo personal y profesional. A todos en conjunto por la claridad que me brindaron en mis enseñanzas, que sin importar el esfuerzo que les haya costado expresarse, todo se puede si de verdad se quiere.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fuerzas, guiarme por el buen camino, haberme permitido llegar a este punto y darme la salud para lograr mis objetivos.

A mi madre y familiares por ser el soporte emocional y darme el apoyo necesario para la ejecución de esta tesis.

A los docentes que contribuyeron con sus enseñanzas en mi aprendizaje durante mi carrera universitaria.

A mi asesor de tesis Dr. Erwin Peña Casas por encaminarme y apoyarme para seguir este trayecto de tesis y llegar a la culminación de la misma.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación de la investigación	8
1.4. Objetivos	9
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	10
2.1. Planteamiento estratégico	10
2.2. Proceso y equipamiento en la supervisión y mantenimiento	10
2.3. Sistemas de supervisión	18
2.4. Implementación de supervisión y mantenimiento	20
III. RESULTADOS	63
IV. DISCUSIÓN	65
V. CONCLUSIONES	67
VI. RECOMENDACIONES	69
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	73

Índice de tablas

TABLA I	: CARGA Y DESCARGA DE ARCHIVOS	POZUZO	47
TABLA II	: CARGA Y DESCARGA DE ARCHIVOS	ACOPALCA	60

Índice de figuras

Fig. 1. Arquitectura del RFTS	11
Fig. 2. Diagrama de prueba en fibra activa	12
Fig. 3. Diagrama Físico del Gabinete y equipamiento	18
Fig. 4. Acceso al ftp del sistema	20
Fig. 5. Acceso al servidor	21
Fig. 6. Carga de los archivos requeridos	21
Fig. 7. Descarga del archivo de 2MB	21
Fig. 8. Poner los OTDR	22
Fig. 9. Niveles de vulnerabilidad	22
Fig. 10. Pruebas con Reflectómetro	23
Fig. 11. Esquema de propuesta – Solución mixta (fibra óptica y microondas)	24
Fig. 12. Prevención de fallas por medio del mantenimiento preventivo	25
Fig. 13. Ingreso al Access Point	25
Fig. 14. configuration // internet configuration // internet access mode: Bridging // Apply	26
Fig. 15. Ingresar a la red WIFI	26
Fig. 16. Abrir PRONATEL-WIFI	27
Fig. 17. Activar las opciones	27
Fig. 18. Apply // Save	28
Fig. 19. Abrir el Service VLAN	28
Fig. 20. Modificación del SSID	29
Fig. 21. Configurando la información básica	29
Fig. 22. En el asistente de instalación, seleccionar el botón Next:	30
Fig. 23. Aceptar los términos del aplicativo, luego seleccionar el botón I Agree:	31
Fig. 24. El asistente validará la instalación antes de iniciar:	31
Fig. 25. Culminación de la instalación y seleccionar el botón Finish:	32
Fig. 26. Presionamos botón Inicio, seleccionamos el aplicativo “SecoClient”	32
Fig. 27. Nueva conexión	33
Fig. 28. En la siguiente ventana, seleccionamos la opción “ Connect ”:	33
Fig. 29. Procedemos a ingresar el user y password para el acceso VPN	34

Fig. 30. y seleccionamos la opción “Login” :	34
Fig. 31. En la siguiente ventana, seleccionamos la opción “Continue” :	35
Fig. 32. Conectar la laptop al DATA del PoE del equipo Huawei RTN510RT	38
Fig. 33. Acceso a la aplicación de configuración	39
Fig. 34. Configuración de valores	40
Fig. 35. Verificación de la capacidad de enlace	40
Fig. 36. Medición de conectividad	41
Fig. 37. Acceso Datacenter	42
Fig. 38. Transferencia de paquetes de ida y vuelta	43
Fig. 39. Puerto de conexión del equipo	44
Fig. 40. Ventana de comandos CDM	45
Fig. 41. Prueba de ftp	45
Fig. 42. Prueba de descarga de archivos	46
Fig. 43. Prueba de Carga	47
Fig. 44. Registro fotográfico Pozuzo	49
Fig. 45. Conexión en el puerto DATA del PoE del equipo Huawei RTN510RT	53
Fig. 46. Acceso a la aplicación web	53
Fig. 47. Configuración de valores	54
Fig. 48. Verificación de enlace	55
Fig. 49. Conexión al switch	55
Fig. 50. Ventana de comando CMD	56
Fig. 51. Pruebas de conectividad del Servidor	56
Fig. 52. Conector al puerto G0/3	57
Fig. 53. Ventana de comando para prueba ftp	58
Fig. 54. Conexión ftp satisfactoria	58
Fig. 55. Prueba de descarga desde ftp	59
Fig. 56. Prueba ftp de carga	60
Fig. 57. Capturas fotográficas de redes de Internet inestables	62

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la eficacia de las estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C. para mejorar la calidad de sus servicios de telecomunicaciones.

Método: Se realizó un estudio de caso con enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio. La metodología incluyó un análisis exhaustivo de registros de incidentes y desconexiones, la evaluación de herramientas y sistemas de supervisión como RFTS (OTDR y RTU), y un estudio detallado de casos específicos de inestabilidad de señal y desconexiones, utilizando medidores de potencia óptica.

Resultados: La red presentó alta pérdida de paquetes (62% al datacenter, 72% a DNS de Google) y latencias elevadas, indicando problemas críticos de conectividad y estabilidad. Se confirmó la efectividad de los sistemas RFTS para la detección temprana de fallas. Se identificaron la desconexión del clúster NETWORKING y la inestabilidad de la señal como problemas clave, cuya solución pasa por el monitoreo de los niveles de potencia según las clases ODN (B+, C+).

Conclusiones: La red de Bandtel S.A.C. tenía problemas significativos de conectividad. Las herramientas de supervisión son altamente eficaces para la detección temprana. El mantenimiento de los niveles de potencia es crucial para la estabilidad de la red. La supervisión y el mantenimiento proactivo son soluciones efectivas para mejorar la calidad del servicio.

Palabras Clave: Fibra Óptica, Supervisión, Mantenimiento Proactivo, Calidad de Servicio, Telecomunicaciones.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effectiveness of proactive supervision and maintenance strategies in Bandtel S.A.C.'s fiber optic network to improve the quality of its telecommunication services.

Method: A quantitative, descriptive, and exploratory case study was conducted. The methodology involved an exhaustive analysis of incident and disconnection records, evaluation of supervision tools and systems such as RFTS (OTDR and RTU), and a detailed study of specific cases of signal instability and disconnections, using optical power meters.

Results: The network exhibited high packet loss (62% to datacenter, 72% to Google DNS) and high latencies, indicating critical connectivity and stability issues. The effectiveness of RFTS systems for early fault detection was confirmed. Networking cluster disconnections and signal instability were identified as key problems, solvable through power level monitoring according to ODN classes (B+, C+).

Conclusions: Bandtel S.A.C.'s network had significant connectivity problems. Supervision tools are highly effective for early detection. Maintaining power levels is crucial for network stability. Proactive supervision and maintenance are effective solutions for improving service quality.

Keywords: Fiber Optic, Supervision, Proactive Maintenance, Service Quality, Telecommunications.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según [1] el término calidad, se aplica a productos y a servicios y son las personas de esta organización o entidad las que determinan si la función de la calidad se está llevando a cabo o no de forma aceptable. Sin embargo, existen algunos conceptos sobre la calidad, como “La calidad no es lo que se pone dentro de un servicio, es lo que el cliente obtiene de él y por lo que está dispuesto a pagar” establecida por Peter Drucker en 1990, reportada en el estudio de [2].

De estas afirmaciones de los autores podemos particularizar que la calidad en base a lo expresado por Peter Drucker sería Calidad del servicio de telecomunicaciones, es lo que el cliente está dispuesto a pagar por ese servicio.

Complementando la definición en relación con las telecomunicaciones, esta se define como “Servicio ofrecido por una entidad operadora a sus clientes con el fin de satisfacer una necesidad de telecomunicación específica” [3].

Bandtel S.A.C es una empresa que ofrece servicios de internet de calidad y es así como tiene mucha acogida hacia sus clientes. Bandtel S.A.C en su totalidad lleva a cabo sus servicios con fibra óptica la cual garantiza efectividad y rapidez en el amplio mundo de las telecomunicaciones.

Actualmente la empresa está contribuyendo en el proyecto de la Red dorsal Nacional de fibra óptica (consiste en el diseño, despliegue y operación de una red de fibra óptica) la cual conectara a Lima con 22 capitales de región y 180 capitales provincia.

Bandtel obtuvo la licitación del proyecto en las regiones de Huánuco y Pasco, siendo sus lugares de mayor operación. Sin embargo, la empresa presenta una serie de situaciones problemáticas en la prestación del servicio y que se resume en los siguientes puntos:

1. Desconexión del clúster NETWORKING: Uno de los problemas mencionados es la desconexión de un clúster NETWORKING. Esto puede deberse a varias razones, como la falta de energía eléctrica, pérdida de paquetes de datos, vulnerabilidad de los nodos debido a robos, etc. Esta desconexión puede causar interrupciones en los servicios de internet y telecomunicaciones, lo que afecta a los clientes y la calidad del servicio.
2. Inestabilidad de la señal: Otra problemática es la inestabilidad de la señal en algunos equipos. Esto puede deberse a diversas razones técnicas, como interferencias, problemas en la infraestructura, o configuraciones incorrectas. La señal inestable también afecta la calidad de los servicios de internet y telecomunicaciones.
3. Necesidad de mantenimiento y supervisión constante: El Ingeniero NOC (Network Operation Center) menciona que sus labores primarias incluyen mantener el sistema central de operaciones de red y monitorear, supervisar y gestionar los servicios de tecnología e infraestructura durante todo el día. Esto sugiere que la infraestructura y los servicios requieren una atención constante para garantizar su funcionamiento adecuado.
4. Participación en el proyecto de la Red dorsal Nacional de fibra óptica: Aunque no se mencionan problemas directos en relación con este proyecto, la participación de la empresa en proyectos de gran envergadura como la Red dorsal Nacional de fibra óptica conlleva desafíos significativos en términos de diseño, despliegue y operación, lo que podría generar problemas o desafíos adicionales en el futuro.

En resumen, la problemática se centra en mantener la estabilidad de la red de telecomunicaciones, resolver problemas técnicos como desconexiones y señales inestables, y garantizar la calidad de los servicios de internet. Además, la participación en proyectos de gran escala agrega complejidad a las operaciones de la empresa.

Como parte del proceso de gestión de los servicios de telecomunicaciones al encontrar estos problemas en la gestión del servicio, se presenta una oportunidad para poder contribuir con la empresa en la mejora de los servicios debido a mis actividades como encargado de estas actividades.

Esta oportunidad me llevó a plantear la interrogante ¿Cuál es el impacto real de las estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo implementadas en Bandtel SAC en términos de reducción de desconexiones y mejora de la estabilidad de la red de fibra óptica?

1.2. Antecedentes

Respaldaron la investigación una serie de artículos y tesis de investigación sobre el tema los mismos que fueron seleccionados como a continuación se detallan:

Internacional

En el presente trabajo de investigación relacionada con el análisis de la gestión del servicio en una empresa de telecomunicaciones para determinar su desempeño en la provincia de Manabí. En este estudio tuvo un marco metodológico cuya investigación del nivel descriptivo de campo, con un enfoque mixto. Se realizó el análisis de la información relacionada con el servicio, y la información del desempeño de la empresa, dicha información se canalizó de las áreas comercial y técnica de la empresa. Para recolectar la información se diseñó una encuesta y entrevista como fuentes primarias del tipo cuantitativo, para la encuesta se eligió a una población de 20 directivos compuestos por jefes, supervisores y personal de la atención. La encuesta se realizó por medio de Google Drive, y los datos obtenidos fueron procesados en un archivo de Excel por medio de un cuadro de mando integral (CMI). Con relación a la entrevista se preparó una guía de entrevista semiestructurada para el gerente de la compañía. Con los resultados obtenidos se analizó la incidencia de la gestión del servicio de la empresa. Los resultados arrojaron la necesidad de mejorar la gestión del servicio, en vista de no haberse cumplido con los objetivos empresariales para el periodo en estudio correspondiente al primer semestre del 2022. La estructura de la empresa debe mantenerse, no se requiere más personal del ya existente, pero deben de ser capacitados y motivados, se debe innovar los productos y servicios que se ofrecen, para lograr una mejor experiencia del cliente y la sostenibilidad de la empresa [4].

En el siguiente estudio estructurado para una empresa de telecomunicaciones con más de 22 años de funcionamiento en el mercado colombiano, con la finalidad de satisfacer las necesidades para empresas o corporaciones con soluciones de voz. En el presente proyecto se busca herramientas que puedan mejorar el proceso de recojo de información del área técnica, con la finalidad de reducir los reprocesos, y altos costos que estos generan, además de establecer las directivas para minimizar las multas cargadas a una licitación por desconocimiento del personal sobre proceso que realizan el personal técnico. Para el desarrollo del proyecto se utilizó el método analítico, que por el tipo de investigación de deben establecer para validar los datos estadísticos, con los datos históricos. Con ello se logra evaluar los niveles de servicios para conocer los requerimientos que se atienden, los que no se han atendido, o con alguna particularidad, como también para los requerimientos fuera de las ANS. Una de las limitaciones más relevantes encontradas fue la disponibilidad del tiempo, debido a que estos están relacionados con los tiempos de las licitaciones donde cada proyecto tiene sus características muy particulares [5].

En relación con el estudio sobre la evaluación de la calidad interna del servicio de un Carrier para la empresa de telecomunicaciones que proveen de transporte de datos y acceso a internet de alto tránsito. En el estudio cuya línea de investigación se centra en profundizar las relaciones entre la calidad del servicio interno y externo. El propósito de la investigación se basa en sentar las bases para iniciar a repensar las relaciones existentes con la calidad externa y una posterior evaluación. En este sentido al entender las variaciones de la calidad interna del servicio se pueda establecer como cambiará la satisfacción del cliente, al encontrar una baja satisfacción del usuario se puede comprender que características o atributos deben ser mejorados en la calidad interna de la empresa. En el estudio se empleó la estrategia GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation) y su adaptación con del modelo MCI-SERVQUAL para medir la calidad del servicio. El MCI-SERVQUAL, queda como antecedente para los Carriers y Proveedores de servicio de telecomunicaciones que consideren evaluar la calidad interna del servicio que prestan, de la misma manera poder reevaluar el impacto de los cambios al poner en práctica las mejoras determinadas o propuestas con base en nuestro estudio [6].

El nivel de competencia del mercado está llevando a las empresas a realizar cambios importantes en sus procesos y operaciones. Como tal el concepto de calidad tiene un valor preponderante por lo que la gestión de la calidad de todas las empresas es de vital importancia para competir en un mercado cada vez más cambiante. En tal sentido las empresas deben incorporar herramientas que ayuden a ejecutar una adecuada evaluación de la satisfacción de sus clientes y lograr incrementar la satisfacción de estos. El sector de las comunicaciones esto es de mucha relevancia, debido a la necesidad imperiosa de contar con un buen servicio de telecomunicaciones. En la división territorial de ETECSA, Holgín. En relación con los servicios prestado de telefonía y conectividad con una diversidad de clientes que formar parte del abanico de clientes potenciales de ETECA, se ubica la gestión de entidades no estatales, las mismas que han expresado su malestar por el mal servicio recibido, a la par la institución para dar respuesta estuvo limitada por no contar con la herramienta de la empresa prestadora que le permita expresar y evaluar el nivel de satisfacción. Con esta realidad se implementó el presente trabajo cuyo objetivo está orientado a diseñar un procedimiento para evaluar y mejorar la satisfacción de sus clientes no estatales, relacionados con los servicios ofertados por la empresa ETECSA, Holgín. Los métodos utilizados incluyeron análisis – síntesis, inductivo – deductivo, observaciones de campo, lluvia de ideas, gestión documental, el método de Delphi y encuestas [1].

En la investigación en la que fundamenta los aspectos teóricos encontrados en estudios anteriores aporta importante información que permitieron sentar las bases para la planeación estratégica, expansión comercial y mejora continua, para esto se utilizaron diversas fuentes secundarias por

medio de un análisis bibliográfico de documentos físicos y digitales de diversa naturaleza (libros, tesis, artículos y web relacionados con el tema estudiado). La metodología está enfocada en una investigación documental, incluyó la obtención de datos primarios por medio de una entrevista realizada al Gerente de Alternavisión Troncalteve S.A., como también a los posibles clientes de la zona de San Bartolo, lo que permitió determinar el estado actual de la empresa y conocer la percepción del Gerente con relación al plan de expansión a San Bartoolo, y al mismo tiempo comprender la percepción sobre el servicio de Internet de los habitantes de San Bartolo. Los resultados expresan la identificación del problema, las causas que lo originan y como consecuencia de ello las oportunidades que se pueden desprender de ello. Con los resultados el plan de mejora incorpora los conocimientos extraídos y que en conjunto forman el conocimiento y experiencia del autor relacionado con el servicio, permitiendo estructurar la planeación estratégica para una mayor eficiencia y optimizar los recursos, en base a la realidad estudiada, sentando las bases para una mejor gestión organizacional, permitiéndole a la empresa Alternavisión Troncalteve S.A. ser más competitiva en el mercado de las telecomunicaciones. Para validar la propuesta, esta fue puesta a especialistas, por lo cual se asegura su inmediata ejecución con lo cual la empresa se puede fortalecer internamente, sea más competitiva y preste un servicio de calidad y la posiciones como una empresa de prestación de servicios de Internet en el mercado Pichinchano [7].

En la presente investigación en la que se desea desarrollar un plan de mejora de la calidad y eficiencia del servicio del área de telecomunicaciones utilizando para ello la metodología Six Sigma, en la empresa representaciones Eurodent S.A.S. la metodología por su acrónimo DMAIC en concordancia con otras herramientas estadísticas y de mejora de procesos, permite obtener mejores resultados en el largo plazo relacionados con la eficacia de esta área de telecomunicaciones de la empresa. La metodología utilizada En el proyecto se basó en tres fases: La primera fase con una entrevista a la persona responsable del área de telecomunicaciones, entrevista cuya finalidad es tener el conocimiento sobre los factores internos que inciden en el proceso. En la segunda fase, la utilización de la metodología del Six Sigma al proceso de mejora en el área de telecomunicaciones, finalmente en la tercera fase se desarrolla un plan de mejora para esta área, en la que se incluyen diversas actividades y acciones para dar solución a la limitaciones y deficiencias detectadas [8].

El éxito de un proyecto se centra en el control y seguimiento de este, se trata de un proceso que se debe seguir a lo largo de la ejecución de un proyecto en el campo de la ingeniería. El proyecto cuyas fases (inicio, planificación, ejecución y cierre) todos sin excepción requieren ser comprobados y controlados. La persona encargada de la supervisión debe poseer conocimientos

sólidos sobre el sentido organizacional, ser coherente, sencillo, ágil, práctico y dinámico. El objetivo principal del estudio es lograr establecer una coordinación y supervisión del equipo técnico del desarrollo de las telecomunicaciones y electromecánicos. En este documento se resumen las actividades ejecutadas en las pruebas de práctica profesional durante el periodo de mayo a julio del 2020 en la compañía Servicios Eléctricos “SERVELEC”, empresa dedicada a realizar los mantenimientos preventivos y correctivos de las telecomunicaciones en el país de Honduras. En el presente documento se detallan las diversas actividades que se ejecutan en el proceso de mantenimiento de las torres de telecomunicaciones, esto se realiza con la finalidad de analizar la viabilidad del proyecto de almacenaje de energía para mejorar la producción y reducción de los costos. Como practicante de la empresa se creó un aspecto positivo en los proyectos de la empresa SERVELEC con lo que se obtuvo una eficiente y efectiva coordinación para la realización de los proyectos en las torres de telecomunicaciones para un buen mantenimiento [9].

En el ámbito nacional igualmente se encontraron antecedentes de respaldo a la investigación y que se detallan a continuación:

Nacional

En el ámbito nacional igualmente se han detectado algunos estudios relacionados con el tema de investigación y en la que resalta el trabajo sobre IMPLEMENTACION DE RED DORSAL DE FIBRA ÓPTICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SERVICIO DE INTERNET EN LA REGION LORETO- 2021. Este proyecto cuyo objetivo es la mejora del acceso a internet en esta región. El acceso a Internet en la Región Loreto con serias deficiencias en la calidad del servicio, debido a la ubicación geográfica se han realizado diversos proyectos para el despliegue de Fibra Óptica aérea que no han resultado viables debido a la poca accesibilidad de vías de comunicación en el trazo de la infraestructura de comunicaciones, a raíz de estos las únicas redes posibles han sido por medio de redes con tecnología inalámbrica, pero que son inestables debido a la condiciones climáticas de la zona, además de la reducida capacidad de transmisión. Estas limitaciones de conectividad la población en general desde estudiantes hasta profesionales no contaba con un servicio óptimo para desarrollar sus actividades virtuales como lo es en las demás zonas del país sobre todo de la costa. Debido a esta situación se motivó el desarrollo del presente proyecto para implementar una red dorsal de fibra óptica para mejorar el servicio que ofrecen las empresas locales y nacionales en esta región y tratar de reducir la brecha digital para tener igual condiciones de accesibilidad digital. La metodología se basa en 6 fases: la fase 1 en la que se recopila la información sobre la demanda actual y proyectada, en la que se definen los

requerimientos de la nueva red de telecomunicaciones. En la fase 2, se realiza el diseño lógico en base a los requerimientos de la primera fase. Se continua con la tercera fase con el diseño físico para tener la validación del diseño lógico, en la fase 4 corresponde a la implementación, es decir la instalación física de cada uno de los elementos componentes de la red dorsal (los nodos y la configuración de estos elementos). En la fase 5 se realizan las pruebas y correcciones para comprobar la validez de la red implementada, estas pruebas siguen el protocolo establecido para esta. Finalmente, en la fase 6 se realizan las correcciones derivadas de las observaciones que determinan esto. En el proceso de la implementación no se encontraron problemas con los presupuestos de los enlaces DWDM empelados en la red MPLS. Para la implementación se utilizaron equipos de marca ECI/Ribbon. La implementación planteada en el presente proyecto asegura contar con un servicio de acceso a internet con mayor estabilidad respaldada por el medio de transmisión instalada. Es importante recomendar que, para asegurar la sostenibilidad de la transmisión del acceso a internet, se debe contar con un plan de operación y mantenimiento debidamente presupuestada y asegurar la continuidad del servicio [10].

La calidad del servicio de cualquier naturaleza es lo primordial en todo servicio prestado por las empresas, por lo que en el presente estudio tuvo como problemática determinar si la calidad del servicio QoS está relacionado con la satisfacción de los usuarios de los servicios de telecomunicaciones en la ciudad de Trujillo en el 2022. El tipo de investigación fue aplicada, considerando un enfoque cuantitativo correlacional de estas variables. La recopilación de los datos se utilizó un cuestionario con la escala de Likert, para las 20 variables. El instrumento utilizado fue validado por especialistas, y con la aplicación de la prueba de Alfa de Cronbach con un resultado de 0,925 lo que determina su validez. La muestra estuvo conformada por 291 usuarios de una población de 1200 usuarios de la empresa de telecomunicaciones de Trujillo. Los resultados arrojados del procesamiento de los datos arrojó un coeficiente moderado entre la calidad del servicio y la satisfacción de los usuarios, lo que se comprueba con la prueba de correlación de Spearman de 0.503, siendo esta una correlación positiva directa entre estas dos variables [11].

En el mismo camino de la investigación anterior sobre la calidad del servicio en los servicios de telecomunicaciones en el Perú, relacionados con el servicio de Internet y telefonía móvil TM-BAM telefonía móvil y banda ancha móvil. En el estudio de tuvo como objetivo general Determinar el nivel de apreciación de la calidad de los servicios en telecomunicaciones en Perú, para lograr este objetivo se planteó la metodología con un enfoque cuantitativo correlacional, para un diseño no experimental transversal. El método seguido aplicó una encuesta y un cuestionario como instrumento en una muestra de 500 personas que hacen uso del servicio de

telecomunicaciones. Del procesamiento de los datos recogidos en el cuestionario se encontró una media de 40.82% entre muy satisfecho y algo satisfecho, lo que no indica que existen un nivel de insatisfacción de más del 50% y que por lo tanto debe ser un punto de partida para una mejor atención por las empresas de telefonía. Igualmente, en los resultados se observa que el usuario de TM-BAM no está satisfecho con los servicios adquiridos por las empresas prestadoras de estos servicios. El estudio concluye con el estudio de logró identificar el nivel de la calidad del servicio siendo este nivel bajo, lo que demuestra que estos servicios no están cubriendo las necesidades reales de los clientes, lo que deben obligarlas a trabajar en diversos frentes como el recurso humano, la infraestructura, la tecnología, y otros aspectos con la finalidad de mejorar el servicio que prestan. Por último, el aporte de nuestro estudio al campo teórico y práctico al mostrar teorías de las variables de estudio, y que los resultados analizados indican que los operadores deben realizar mejoras continuas al servicio para aumentar la calidad de estos para mejorar la percepción de los clientes [12].

1.3. Justificación de la investigación

La presente investigación se justificó en función de la necesidad crítica de abordar y resolver los desafíos que enfrenta la empresa Bandtel S.A.C, empresa dedicada a ofrecer servicios de internet de calidad en un entorno de telecomunicaciones altamente competitivo. Resolver la problemática identificada en el contexto proporcionó una base sólida para la realización de este estudio, que se centra en la gestión de la red y la resolución de problemas técnicos, específicamente desde la perspectiva de un Ingeniero NOC (Network Operation Center) en la empresa y cuya importancia radica en:

1. Mejora de la Calidad de los Servicios de Telecomunicaciones: La calidad de los servicios de telecomunicaciones es un factor crítico en la satisfacción del cliente y la competitividad de Bandtel S.A.C. Los problemas técnicos, como desconexiones y señales inestables, afectan negativamente la experiencia del cliente y pueden resultar en pérdida de clientes y daño a la reputación de la empresa. Este estudio busca abordar directamente estos problemas y proponer soluciones para mejorar la calidad de los servicios, lo que se traduce en una mayor retención de clientes y un aumento de la confianza en la empresa.
2. Eficiencia Operativa y Reducción de Costos: Una gestión eficiente de la red y una resolución rápida y efectiva de problemas técnicos no solo mejoran la calidad de los servicios, sino que también contribuyen a la eficiencia operativa de Bandtel S.A.C. La detección temprana de problemas y la respuesta ágil pueden reducir los tiempos de inactividad de la red, minimizar

los costos asociados a la resolución de incidentes y optimizar el uso de los recursos técnicos. Esto se traduce en un ahorro financiero significativo para la empresa y un aumento de su competitividad en el mercado.

3. Cumplimiento de Compromisos con Proyectos de Gran Envergadura: Bandtel S.A.C está involucrada en proyectos de gran envergadura, como la participación en la Red dorsal Nacional de fibra óptica. Estos proyectos tienen un impacto directo en el desarrollo de infraestructura de comunicaciones a nivel nacional. La capacidad de gestionar eficazmente la red y resolver problemas técnicos se convierte en un factor crítico para el éxito de estos proyectos y el cumplimiento de los compromisos adquiridos con entidades gubernamentales, como el Programa Nacional de Telecomunicaciones (PRONATEL). El estudio proporcionará recomendaciones para fortalecer la capacidad de la empresa en este sentido.
4. Contribución al Conocimiento en Ingeniería de Sistemas: Este estudio no solo tiene relevancia para Bandtel S.A.C, sino que también contribuye al conocimiento en el campo de la Ingeniería de Sistemas y las telecomunicaciones. La experiencia de un Ingeniero NOC en un entorno operativo real proporciona información valiosa que puede ser aplicada por otras empresas del sector. Además, las recomendaciones y soluciones propuestas en el estudio pueden servir como referencia para mejorar la gestión de la red y la resolución de problemas técnicos en diversas organizaciones.

1.4. Objetivos

Los objetivos que guiaron a la investigación fueron planteados en la orientación siguiente:

Objetivo General: Evaluar la eficacia de las estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C para mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones.

Objetivos específicos

1. Realizar un análisis exhaustivo de los registros de incidentes y desconexiones en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C durante un período determinado para identificar patrones y tendencias.
2. Evaluar el funcionamiento de las herramientas y sistemas de supervisión utilizados en Bandtel S.A.C y determinar su eficacia en la detección temprana de problemas en la red.
3. Realizar un estudio detallado de casos específicos de desconexiones y señales inestables en la red, investigando las causas subyacentes y proponiendo soluciones técnicas para prevenir futuros problemas.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Planteamiento estratégico

La estrategia utilizada en la investigación se planteó.

Tipo de Investigación: Investigación aplicada de enfoque cuantitativo

Nivel de Investigación: Descriptivo y Exploratorio

Diseño de Investigación: Estudio de Caso

Unidad de análisis: La unidad de análisis está relacionada con las incidencias reportadas por los usuarios del servicio de telecomunicaciones, por lo cual la unidad de análisis es una incidencia del servicio.

Población: La población está conformada por todas las incidencias reportadas y atendidas por los clientes.

Muestra: La muestra está conformada por las incidencias reportadas y atendidas en el mes junio del 2023, siendo el tipo de muestreo, el muestreo intencionado o dirigido.

2.2. Proceso y equipamiento en la supervisión y mantenimiento

1. RFTS (Remote Fiber Test System)

El RFTS es un sistema que permite una supervisión continua de la red física de fibra óptica. Utiliza un OTDR (Optical Time Domain Reflectometer) que son enviados a lugares específicos RTU (Remote Test Unit) para localizar los eventos. Emplea conmutadores para optimizar el número de fibras a monitorear por cada OTDR el cual inyecta una serie de pulsos ópticos en la fibra bajo prueba. También extrae, del mismo extremo de la fibra, la luz que se dispersa y se refleja detrás de puntos en los cuales el índice de refracción cambia (esto es equivalente a la manera que un TDR electrónico mide las reflexiones causadas por los cambios en la impedancia del cable bajo prueba), la intensidad de los pulsos de vuelta se mide y se integra en función de tiempo y se traza en función de longitud de la fibra. Es decir, un

OTDR es utilizado para estimar la longitud y la atenuación total de la fibra, incluyendo pérdidas del empalme, de los acopladores y conectadores, así como también ser utilizado para localizar averías, tales como roturas.

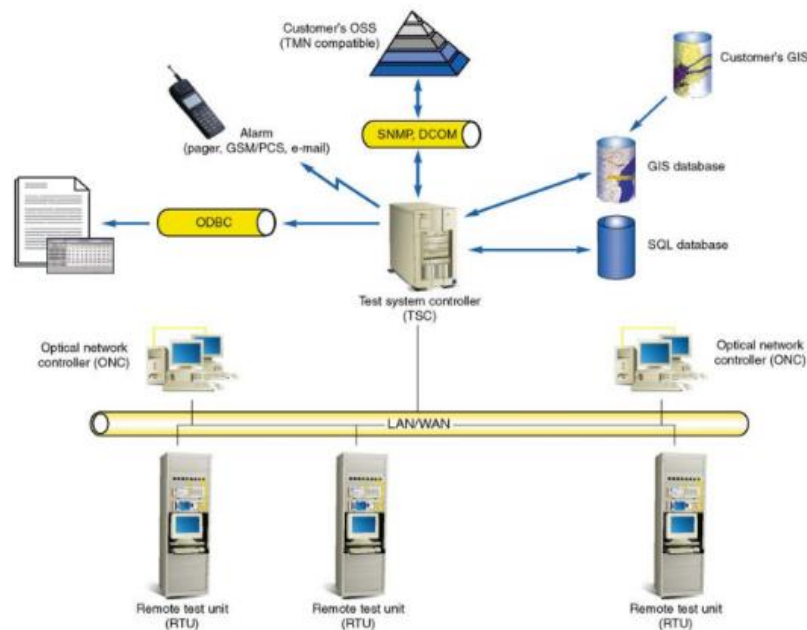


Fig. 1. Arquitectura del RFTS

2. Métodos de supervisión o monitoreo de fibras.

a. Pruebas en fibras oscuras o sin servicio

Este método consiste en probar una ruta de fibra óptica mediante el uso de un par de hilos de fibra que no se encuentran en servicio, de este modo poder determinar si es que no existe ningún problema en la línea de transmisión. Se utiliza un par de hilos de fibra óptica que no tiene servicio puesto que el equipo utilizado, que es el OTDR, como señalamos anteriormente trabaja enviando pulsos ópticos en la fibra bajo prueba, lo que llevaría a ocasionar una recepción de datos erróneos si se realizaran las pruebas en una línea en servicio puesto que viajaría la señal transmitida más la señal de pulso inyectado por el OTDR.

b. Pruebas en fibras activas o con servicio

Este método consiste en realizar las pruebas de una línea de transmisión en un par de fibras que se encuentran en servicio lo cual conlleva a introducir cierto grado de pérdida. Las

pruebas se realizan de forma similar a las pruebas en fibras oscuras, pero para poder realizarla se necesita adicionalmente de los siguientes elementos:

WDM (Wavelength Division Multiplexing)

Multicanalización por División de Longitud de Onda, la cual consiste en combinar varias longitudes de onda dentro de la misma fibra lo que permite el envío simultáneo de diferentes longitudes de onda a través de una sola fibra dentro de la banda espectral que abarca los 1300 y los 1600nm. Reúne diferentes longitudes de onda para formar la señal que se transmitirá. De manera similar a otras formas de multicanalización, WDM requiere que cada longitud de onda sea debidamente espaciada de las demás, con el objeto de evitar la interferencia intercanal.

Estos elementos son necesarios puesto que se tiene que combinar la señal transmitida desde un punto remoto con la introducida por el OTDR, para posteriormente, mediante los filtros dejar pasar solo la señal que debe llegar a otro terminal remoto en forma correcta.

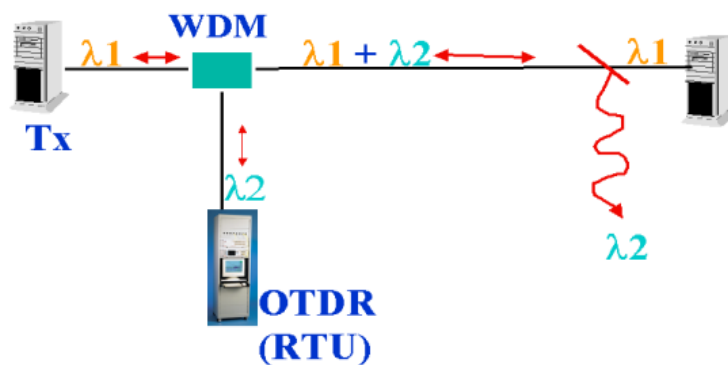


Fig. 2. Diagrama de prueba en fibra activa

3. Características de algunos Sistemas de Supervisión Remota

a. RTU 587 de Controles S.A

1. Cualidades Básicas:

Relevar, mantener actualizados, fechar y transmitir a niveles superiores estados y cambios sobre las entradas digitales y analógicas.

Ejecutar comandos provenientes de niveles superiores.

Sincronizar tiempos con niveles superiores, GPS o IRIG-B.

Almacenar información durante períodos de fallo de comunicaciones.

Verificar su funcionamiento interno, autodiagnóstico tomando acciones en caso de fallo.

Función: Gestionar las comunicaciones con los niveles superiores.

2. Cualidades Normales:

Entradas digitales aisladas simples, dobles, pulsos, contadores, asociadas.

Salidas digitales con relé intermediario, por pulso, por estados, unitarias o asociadas.

Medida de potencia, activa, reactiva, energía, frecuencia y armónicas.

Entradas analógicas para transductores con o sin aislamiento.

Entradas de medidas directas de corriente y tensión, desde los transformadores de medida.

Enlace simple o duplicado con el centro de control.

Puertos básicos: RS232, RS485 y Ethernet.

Medios de comunicación: línea directa, ethernet, modem, fibra óptica, onda portadora, radio punto a punto o multipunto, modem para red celular CDPD y GPRS.

3. Cualidades Avanzadas:

Sistema operativo estándar de tiempo real.

CPU totalmente de estado sólido sin partes móviles.

A cada centro de control se le adjudica un conjunto configurable de las variables de la base de datos interna.

Multiprotocolo puede comunicarse con cada centro de control un protocolo distinto.

Consola local o centro de control local.

Multiprotocolo con diversos equipos esclavos.

Master de RTU esclavas.

Gateway o nodo de comunicaciones, actúa como master de equipos esclavos como por ejemplo relés de protección y transfiere sus datos al centro de control.

Cualidad PLC, el usuario puede incorporar rutinas automáticas para agregar funciones no previstas o específicas.

Administración y configuración remota vía ethernet y TCP/IP.

Modularidad de hardware y software.

Montaje sobre bandejas sencillas y rápidas, permite que el armado inicial o las modificaciones puedan realizarse con insumos electromecánicos comunes y mínimo cableado interno.

Las entradas y salidas digitales no requieren borneras intermediarias.

Fuente duplicada.

b. RTU OTU8000 de JDSU

1. Cualidades Básicas:

Almacena reportes de performance de la red.

Genera reportes de servicio que proporcionan información relevante sobre el desempeño de la red.

El corazón del sistema ONMS es el servidor central, con una base de datos Oracle que almacena y gestiona toda la información del sistema.

Posee estaciones cliente las cuales se conectan al servidor central por una red IP o a través de una red conmutada.

Las estaciones cliente facilitan a los centros de ingeniería y gestión el acceso a todos los datos del sistema, soportan la configuración y documentación de la red e incluyen sistemas de alarmas y reportes de funcionalidad de la red.

El módulo WDM de las RTUs proporciona todas las facilidades de medida y análisis necesarios para evaluar la calidad de las redes DWDM.

Algunas de estas funciones son análisis de espectro óptico, medidas de canales individuales, medición de potencia y longitud de onda.

2. Cualidades Normales:

Posee una amplia gama de OTDR's.

La información de la red de fibra entra directamente en la base de datos del ONMS (Sistema de Monitoreo para Redes de Fibra Óptica) lo que hace más fácil disponibilidad para los operadores y los ingenieros responsables para su análisis.

Comprende una serie de unidades de pruebas ópticas (OTUs 9500), un servidor central y un número de estaciones cliente.

El sistema ONMS monitorea las capas física y óptica de la red a través de las unidades de prueba autónomas (JDSU OTU-9500).

El módulo OTDR de los OTU-9500 soporta todo tipo de redes desde las metropolitanas hasta redes de larga distancia. Las mediciones se comparan con un trazo de referencia y si exceden los límites establecidos por el usuario, el sistema envía automáticamente un mensaje de alerta al personal de mantenimiento.

Posee una base de datos constantemente actualizada ya que el sistema ONMS utiliza los datos obtenidos en campo, generando automáticamente un esquema detallado de la red. El acceso del ONMS se realiza a través de un navegador estándar, por lo que no hace falta algún software ni entrenamiento especial. Permite realizar análisis remotos del OTDR y/o estadísticas DWDM mediante páginas Web fáciles de usar con un formato sencillo y comprensible.

3. Cualidades Avanzadas:

Cuenta con una base de datos bastante robusta y precisa que incluye información geográfica para asegurar la localización y reporte de fallas.

Los niveles de potencia, atenuación, los parámetros de longitud de onda se pueden medir remotamente sin necesidad de que vayan al sitio los ingenieros de campo a validar los servicios.

Posee un sistema de información geográfica (GIS) para identificar y etiquetar cada una de las fibras, el catálogo GIS incluye información sobre el estado, año de instalación, lista de conductos o postes, detalles de localización de empalmes, de los equipos empleados, vista de punto a punto y longitud.

El módulo WDM de los OTU-9500 proporciona todas las funciones de medida necesarias para analizar la calidad de redes DWDM con separación de canales hasta de 12.5 GHz, alertando al operador en caso de que la potencia sea baja, algún canal se pierda o de que se produzca una degradación de señal superior a la permitida.

Los módulos OTDR y WDM del ONMS son compatibles e intercambiables con la familia MTS-5000e de analizadores ópticos de JDSU.

c. RTU NQMSfiber de EXFO

1. Cualidades Básicas:

Detección, localización y seguimiento de degradaciones de la fibra veinticuatro horas al día siete días de la semana.

Método único de ensayo RFTS (Sistema Remoto de Monitoreo de Fibra) para la gestión de datos de referencia.

Posee una amplia gama de funciones de gestión del sistema, la interfaz de usuario AW ofrece numerosas funciones como son:

- ✓ Definir las propiedades del usuario.
- ✓ Asignar a los usuarios sobre los horarios de servicio para el envío de alertas.

- ✓ Crear vistas de la topología de la red y establecer las imágenes de fondo.
- ✓ Localizar los sitios de falla en una ruta óptica, para una rápida localización de averías.
- ✓ Alertar de acuerdo a los parámetros establecidos mediante correo electrónico, SMS, etc.
- ✓ Realizar pruebas sobre demanda utilizando configuraciones predefinidas de prueba.
- ✓ Generar informes automáticamente.
- ✓ Ver estado del sistema y las rutas monitoreadas.

2. Cualidades Normales:

Bajo costo de propiedad, gracias a los reducidos costos de mantenimiento y alto nivel de automatización.

Altamente personalizable para realizar la administración del servidor (SME).

Operado local y remotamente a través de una interfaz de usuario basada en un Web browser del RTU.

La interfaz de usuario AW (Administrative Workstation) es la principal aplicación de software del NQMSfiber. Los administradores de sistemas, administradores de mantenimiento de la red y los operadores del NOC lo utilizan para administrar el sistema, realizar configuraciones de prueba, crear vistas esquemáticas de la red, documentar la red y las rutas óptica, localizar, ver y administrar las alarmas, buscar y analizar los resultados de las pruebas, y realizar diversas pruebas de operación del sistema y las diversas tareas de mantenimiento.

Acceso Web hacia los datos del servidor, el NQMSfiber permite a los clientes a través del navegador Web del AW accesos múltiples simultáneamente que permiten:

- ✓ Obtener el estado de la red óptica desde una perspectiva de calidad de servicio.
- ✓ Ver y gestionar las alarmas actuales e históricas.
- ✓ Posee acceso a través de una interfaz de usuario por medio de un navegador Web de cadaRTU.

3. Cualidades Avanzadas:

Posee beneficios plug and play como: auto descubrimiento y manejo de datos de referencia para gestión.

Desde el principio, cada NQMSfiber RTU crea un procedimiento básico de pruebas para cada ruta óptica detectada y selecciona los mejores parámetros de prueba por cada OTDR para cada configuración de prueba. Esto se traduce en Sistema de puesta inmediata tan pronto como se activan los RTUs.

Proporciona información sobre parámetros de operación y mantenimiento de los equipos a través de una imagen estadística de pérdida de estabilidad en la red óptica, permitiendo de esta forma perfeccionar el sistema de alarmas volviéndolo más sensible a futuras alarmas en la red.

Posee cuatro métodos de prueba, permitiendo así a los ingenieros de campo, operadores del NOC, directores del mantenimiento de la red, ingenieros de red, etc. con la flexibilidad de elegir el modo más apropiado de pruebas de acuerdo con diversas necesidades.

NQMSfiber monitorea los enlaces de fibra desde diferentes perspectivas:

- ✓ Caso de pérdida, el cual se mide para determinar si existe una rotura, degradación de empalme o si es que se encuentra curvada más allá de los límites la fibra.
- ✓ Pérdida de una sección, que puede ser una indicación de problemas ambientales, destaca sobre todo una sección de cable.
- ✓ Pérdida total, lo que ayuda a asegurar que la pérdida de presupuesto por el enlace se mantiene bajo control.

4. Diagramas y Equipos utilizados en la Supervisión Remota:

Para realizar el diseño del sistema de supervisión remota se contó con el siguiente equipamiento:

- a. RTU (Remote Test Unit) para 24 o 12 pares de fibra óptica.
- b. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer).
- c. Switch óptico.
- d. Tarjeta Ethernet de 10 Mb.
- e. Puerto serial (Uno con 9 y la otra con 3 puertos ópticos).
- f. 3 Lots de PC.
- g. ODF (Optical Distribution Frame).
- h. Modem.
- i. Cable RJ-11.
- j. Rack de montaje.

La disposición física de los equipos la podemos observar en la siguiente Figura:

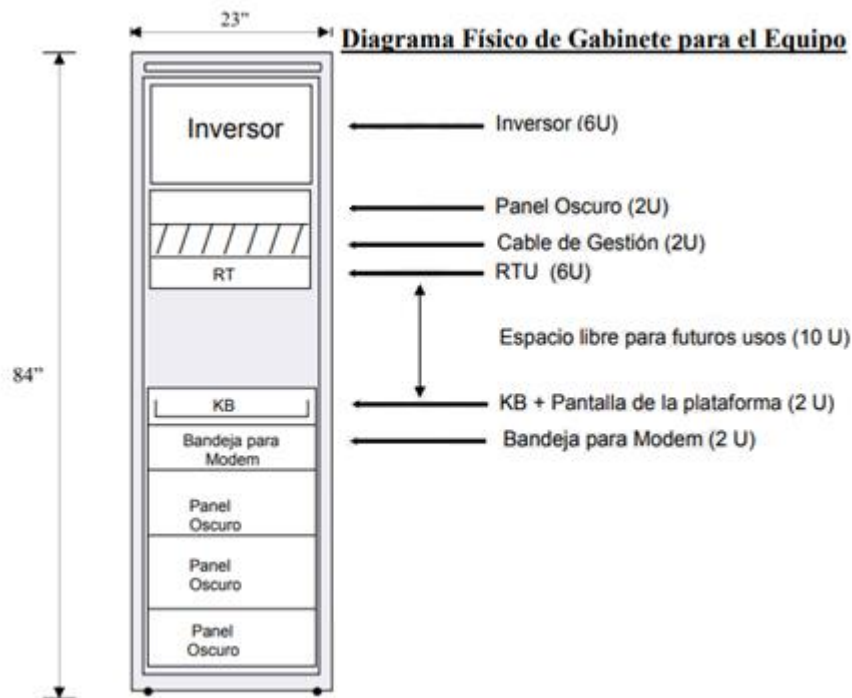


Fig. 3. Diagrama Físico del Gabinete y equipamiento

2.3. Sistemas de supervisión

En el contexto de las telecomunicaciones, la supervisión y el mantenimiento de redes, especialmente las basadas en fibra óptica son elementos clave para garantizar un servicio confiable y de alta calidad. Las tecnologías avanzadas aplicadas en este ámbito no solo permiten una mejor gestión de las infraestructuras, sino que también contribuyen a optimizar los recursos y aumentar la satisfacción de los usuarios. A continuación, se describen de manera detallada las principales ventajas de los sistemas de supervisión y mantenimiento de fibra óptica.

1. Rápida Identificación y Ubicación de Fallas

Una de las mayores fortalezas de los sistemas avanzados de supervisión es su capacidad para identificar y localizar fallas en la red de manera casi inmediata. Esto se logra mediante el uso de herramientas como OTDR (Reflectometría Óptica en el Dominio del Tiempo), que detectan interrupciones o anomalías en el recorrido de la señal óptica.

Esta característica es crucial porque minimiza los tiempos de inactividad del servicio, lo que resulta en una experiencia de usuario más fluida y confiable. Al reducir los tiempos necesarios para localizar una falla, se optimizan los recursos técnicos y se garantiza una rápida recuperación del servicio.

2. Detección, Localización y Seguimiento de Degradaciones de la Fibra Óptica

El monitoreo continuo y automatizado de la fibra óptica permite identificar degradaciones en el rendimiento antes de que estas se conviertan en fallas críticas. Los sistemas están diseñados para supervisar parámetros clave, como la atenuación, la pérdida de señal y el retorno óptico, durante las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Esta capacidad preventiva:

Evita interrupciones inesperadas.

Ofrece a los operadores datos históricos y en tiempo real para tomar decisiones informadas.

Asegura que el servicio mantenga altos estándares de calidad en todo momento.

3. Documentación de la Red de Fibra Óptica

Un aspecto fundamental para la gestión eficiente de una red de telecomunicaciones es contar con una documentación precisa y actualizada. Los sistemas de supervisión generan y almacenan mapas detallados de la infraestructura de fibra óptica, que incluyen:

Ubicación exacta de cables y puntos de empalme.

Detalles sobre componentes críticos, como conectores y divisores.

Historial de mantenimiento y registros de eventos.

Esta documentación no solo simplifica las tareas de mantenimiento y reparación, sino que también es esencial para la planificación de futuras expansiones o actualizaciones de la red.

4. Prevención de Fallas por Medio del Mantenimiento Preventivo

La supervisión constante y la recopilación de datos permiten implementar estrategias de mantenimiento preventivo, que son mucho más eficaces y económicas que el mantenimiento reactivo. Basándose en los datos recopilados, los operadores pueden:

Detectar componentes que están cerca de fallar y reemplazarlos antes de que se produzca una interrupción.

Realizar ajustes y calibraciones para optimizar el rendimiento de la red.

Reducir significativamente la probabilidad de fallas imprevistas, mejorando la continuidad del servicio.

El mantenimiento preventivo también contribuye a alargar la vida útil de los equipos, lo que a su vez reduce costos operativos a largo plazo.

5. Pruebas Centralizadas o Remotas

La capacidad de realizar pruebas centralizadas o remotas representa una revolución en la gestión de redes de telecomunicaciones. Con estas herramientas, los técnicos pueden realizar diagnósticos, verificar el rendimiento y resolver problemas desde un centro de control, sin necesidad de desplazarse físicamente a los sitios de falla.

Las principales ventajas de este enfoque incluyen:

Reducción de costos asociados al transporte y tiempo del personal técnico.

Mayor rapidez en la ejecución de pruebas y diagnósticos.

Posibilidad de realizar monitoreos periódicos sin interrumpir el servicio.

Esta funcionalidad también permite a los operadores gestionar redes geográficamente dispersas de manera más eficiente, garantizando una experiencia de usuario uniforme en todas las áreas cubiertas.

2.4. Implementación de supervisión y mantenimiento

Las Principales ventajas a resaltar de estos sistemas son los siguientes:

A. Rápida identificación y ubicación de fallas

Abrir el explorador de Windows y digitar en la barra de direcciones <ftp://10.174.0.22/>

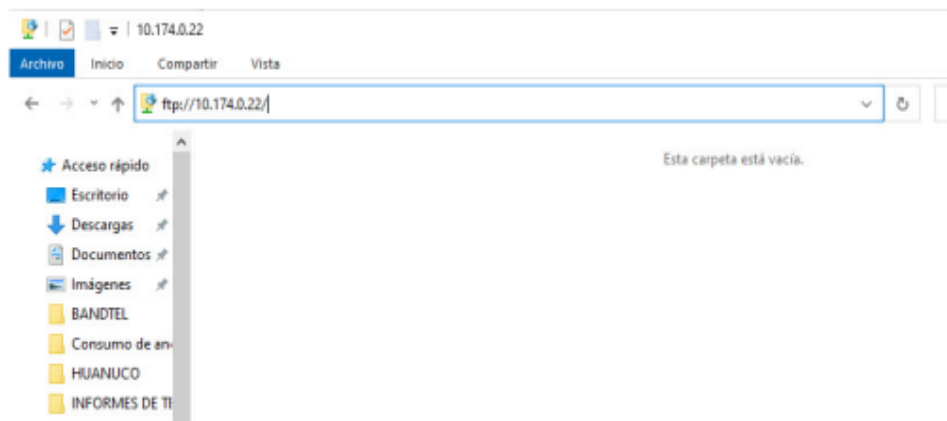


Fig. 4. Acceso al ftp del sistema

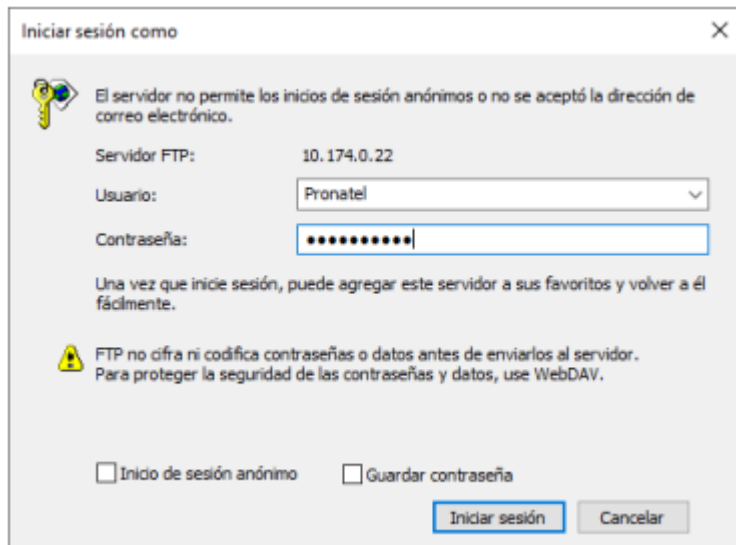


Fig. 5. Acceso al servidor

Credenciales de acceso: USER: Pronatel PASS: Pr0n@t3l

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ftp 10.174.0.22
C:\Users\Robert Monzon>ftp 10.174.0.22
Conectado a 10.174.0.22.
220 Microsoft FTP Service
200 OPTS UTF8 command successful - UTF8 encoding now ON.
Usuario (10.174.0.22:(none)): Pronatel
331 Password required
Contraseña:
230 User logged in.
```

Fig. 6. Carga de los archivos requeridos

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ftp 10.174.0.22
ftp> get "2MB".file
200 PORT command successful.
125 Data connection already open; Transfer starting.
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 bytes recibidos en 0.42segundos 4957.81a KB/s.
ftp>
ftp>
ftp>
```

Fig. 7. Descarga del archivo de 2MB

Descargar el archivo 2MB.file hacia la PC de la IAO

Cargar el archivo 2MB.file hacia el Servidor FTP

B. Detección, localización y seguimiento de degradaciones de la fibra óptica durante las veinticuatro horas del día y en todos los días del año

En las Redes Ópticas Pasivas (PON), la resolución efectiva de problemas en la capa física es esencial para mantener un rendimiento óptimo de la red. Para localizar y resolver problemas con precisión, y garantizar la integridad de la infraestructura óptica es crucial proporcionar los Reflectómetros Ópticos en el Dominio del Tiempo (OTDR) son indispensables para localizar fallas como cortes de fibra, problemas en conectores y atenuación de señales.

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - ftp 10.174.0.22
ftp> put "2MB".file
200 PORT command successful.
125 Data connection already open; Transfer starting.
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 bytes enviados en 0.60segundos 3512.82a KB/s.
ftp> ftp>
```

Fig. 8. Poner los OTDR.

Los OTDR permiten la identificación precisa de las ubicaciones de las fallas a lo largo de la fibra, facilitando reparaciones rápidas y específicas. Además, los medidores de potencia óptica y las fuentes de luz son herramientas críticas para verificar los niveles de potencia correctos y la calidad de la señal en varios puntos de la red.

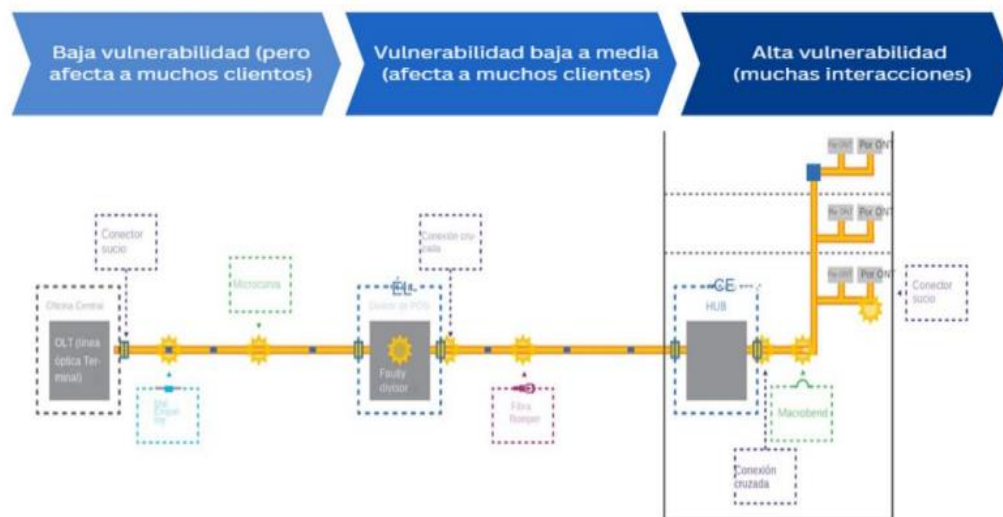


Fig. 9. Niveles de vulnerabilidad

El monitoreo activo y las técnicas avanzadas de resolución de problemas, como los Sistemas de Prueba Remota de Fibra, son resaltados por estas normas como esenciales para el mantenimiento proactivo. Estos sistemas monitorean continuamente la red, detectando y diagnosticando posibles problemas antes de que se conviertan en interrupciones del servicio. Al integrar estos instrumentos y técnicas en el mantenimiento y la resolución de problemas de rutina, los operadores de red pueden garantizar la fiabilidad y longevidad de las infraestructuras PON, minimizando el tiempo de inactividad y mejorando la satisfacción del cliente.

C. Seguimiento de degradaciones

Los medidores de potencia óptica deben usarse tanto en las ubicaciones del Terminal de Línea Óptica (OLT) como de la Unidad de Red Óptica (ONU) para medir los niveles de potencia de las señales de bajada y subida. Pues estas pruebas son esenciales para verificar que los niveles de potencia estén dentro del rango especificado para un funcionamiento correcto. En el OLT, las mediciones de potencia aseguran que la señal transmitida sea lo suficientemente fuerte como para llegar a las ONUs sin pérdidas excesivas. En la ONU, estas mediciones confirman que la potencia recibida es suficiente para que el dispositivo funcione correctamente. La importancia de estas pruebas radica en garantizar el cumplimiento de las clases adecuadas de la Red de Distribución Óptica (ODN), como B+ y C+. Cada clase ODN tiene requisitos específicos de presupuesto de pérdidas que deben cumplirse para mantener una red PON estable y confiable. La clase B+ permite un presupuesto de pérdidas de 23 dB, mientras que la clase C+ permite hasta 28 dB. Al medir y verificar con precisión los niveles de potencia tanto en el OLT como en la ONU, los operadores de red pueden asegurarse de que el presupuesto de pérdidas esté dentro del rango aceptable, evitando problemas como la degradación de la señal y la inestabilidad de la red.

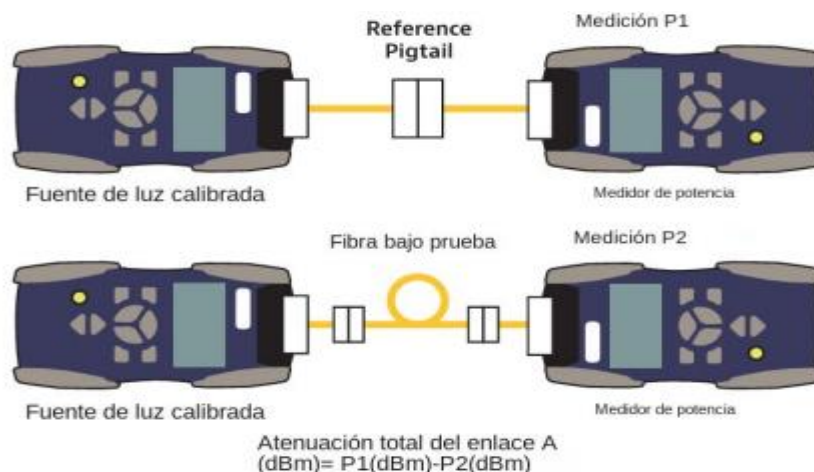


Fig. 10. Pruebas con Reflectómetro

En cuanto las Pruebas con Reflectómetro Óptico en el Dominio del Tiempo (OTDR) son vitales para evaluar la capa física de toda la red PON, desde el OLT hasta los divisores y las ONUs. El OTDR debe conectarse en el OLT o en un punto accesible en la red de distribución para realizar estas pruebas. El objetivo es identificar y localizar cualquier falla, como cortes, curvas excesivas, empalmes o pérdidas en conectores. El trazo del OTDR permite a los técnicos visualizar la condición de la fibra, prestando especial atención a las pérdidas en los divisores, que pueden ser más desafiantes debido a su división inherente de la señal.

D. Documentación de la red de fibra óptica

Esquema de propuesta de implementación – solución mixta (fibra óptica y microondas)

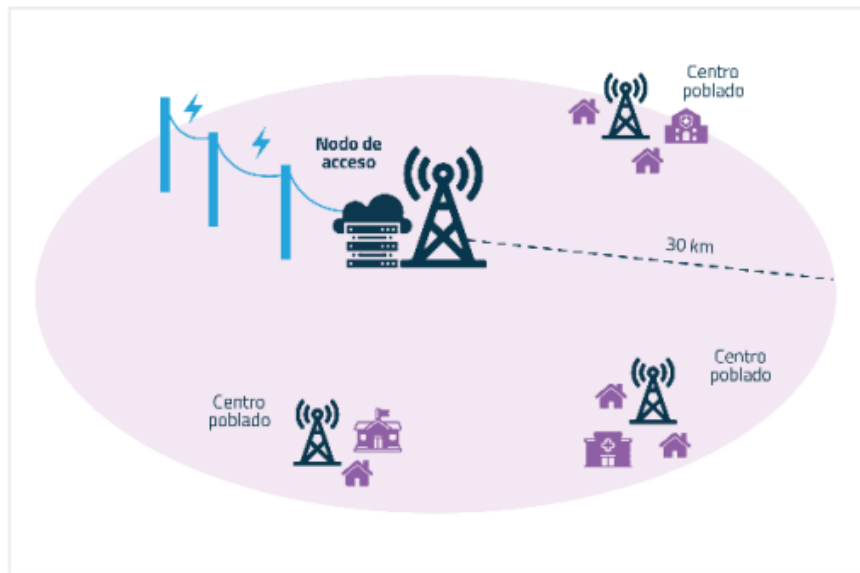


Fig. 11. Esquema de propuesta – Solución mixta (fibra óptica y microondas)

Red de Transporte sobre líneas de alta y media tensión



Fig. 12. Prevención de fallas por medio del mantenimiento preventivo

Es importante señalar que, durante todo el periodo de mantenimiento preventivo se debe tener el acceso y acreditar que las redes a ser desplegadas, en efecto, permitan la provisión de servicios de banda ancha. Dicho esto, se siguen estos pasos:

Usuario: admin

Contraseña: Bandtel_Huawei@123

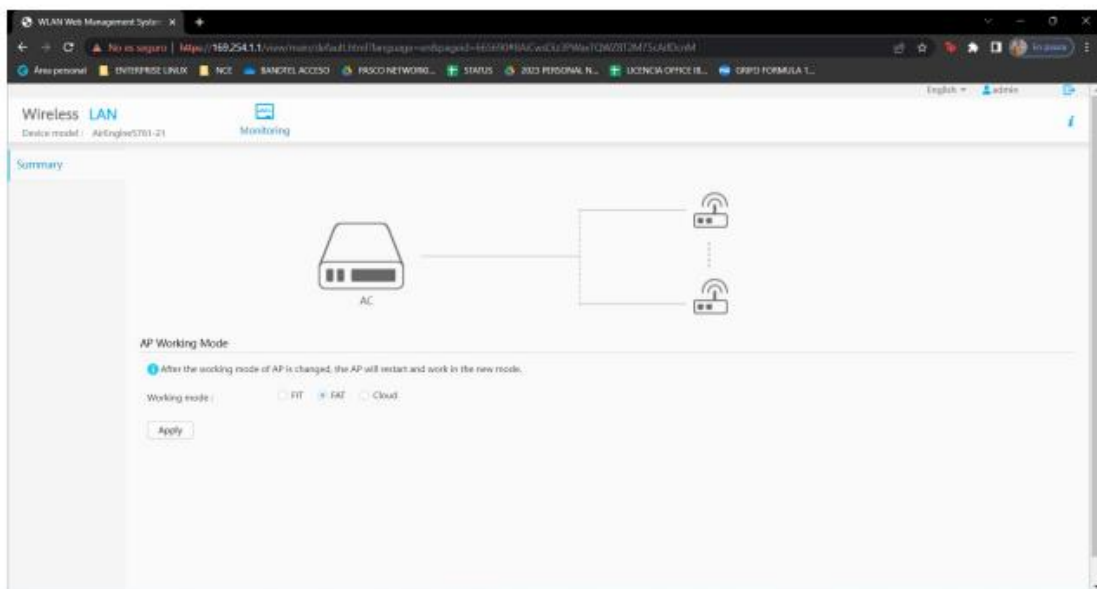


Fig. 13. Ingreso al Access Point

Se ingresa el usuario y configuramos modo FAT

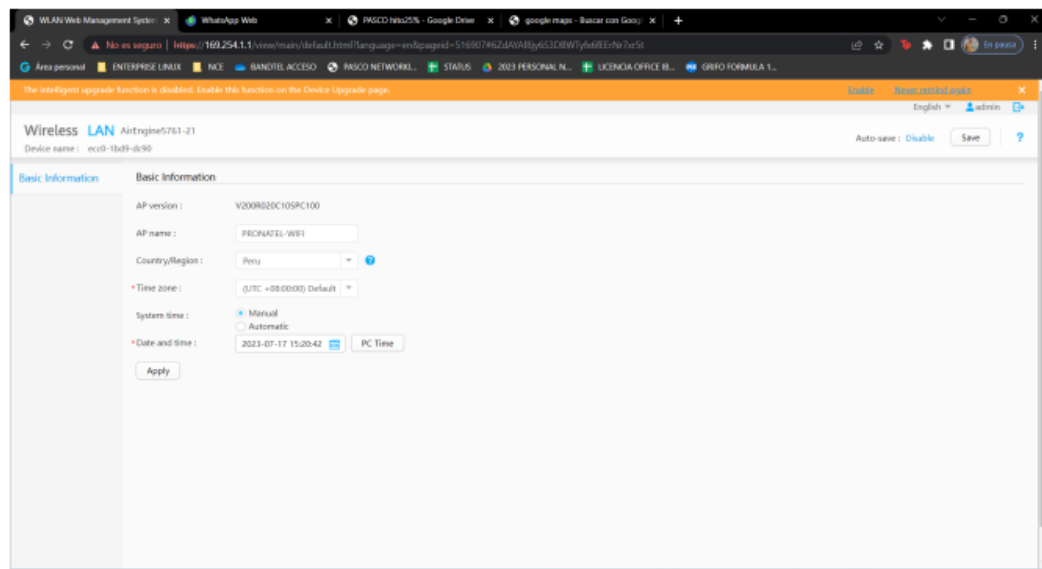


Fig. 14. configuration // internet configuration // internet access mode: Bridging // Apply

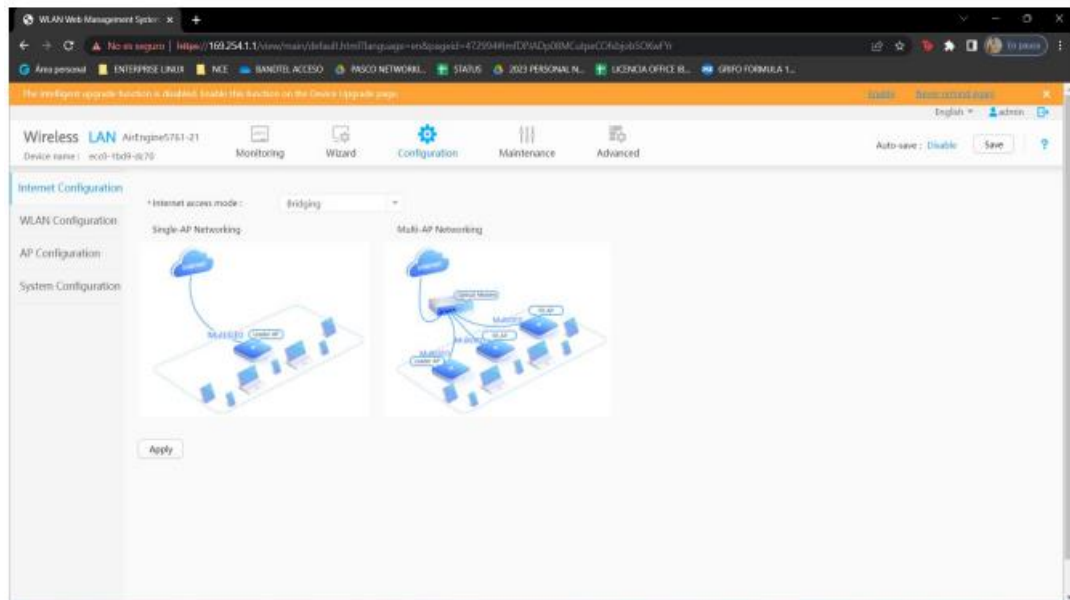


Fig. 15. Ingresar a la red WIFI

Acceso con el usuario: PRONATEL-WIFI

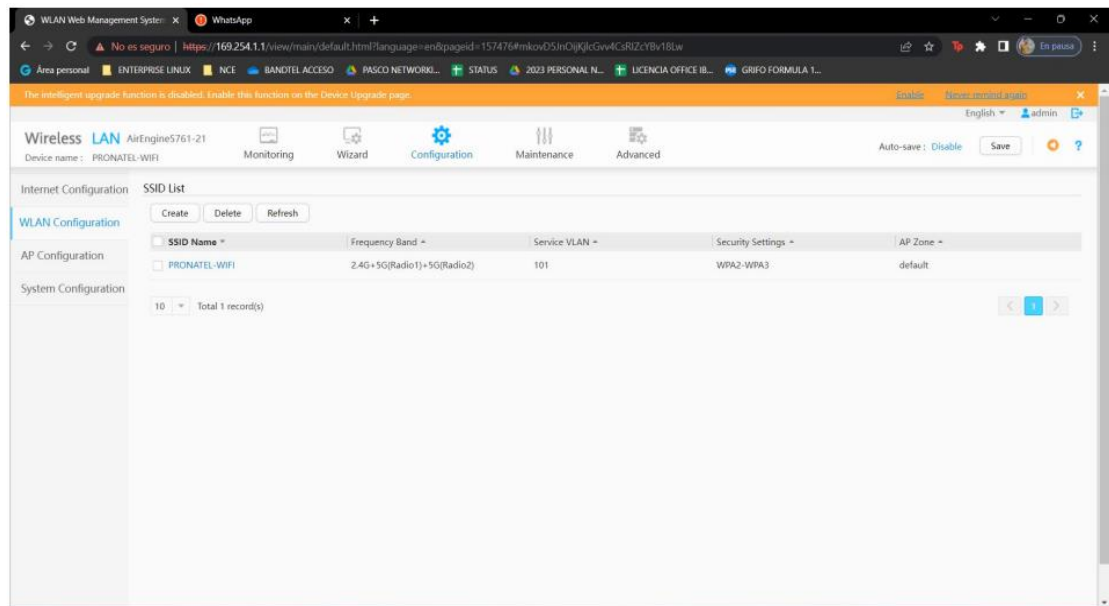


Fig. 16. Abrir PRONATEL-WIFI

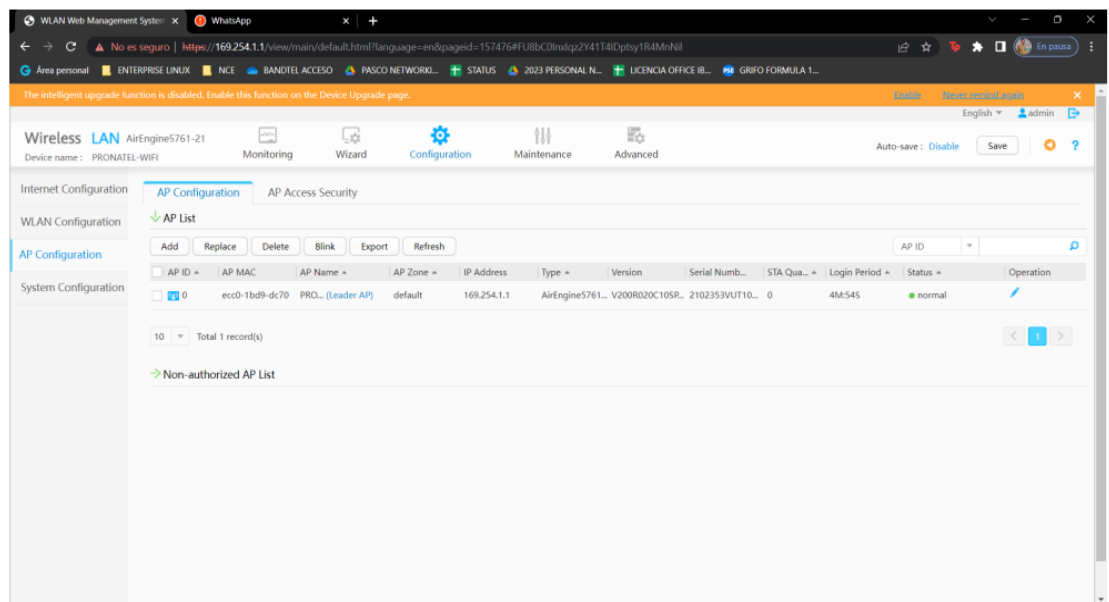


Fig. 17. Activar las opciones

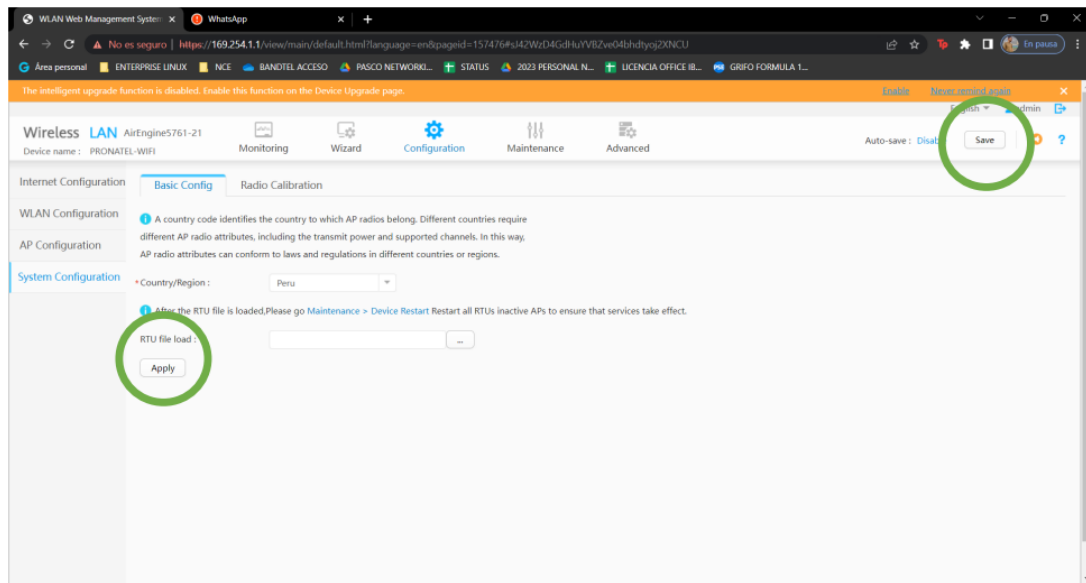


Fig. 18. Apply // Save

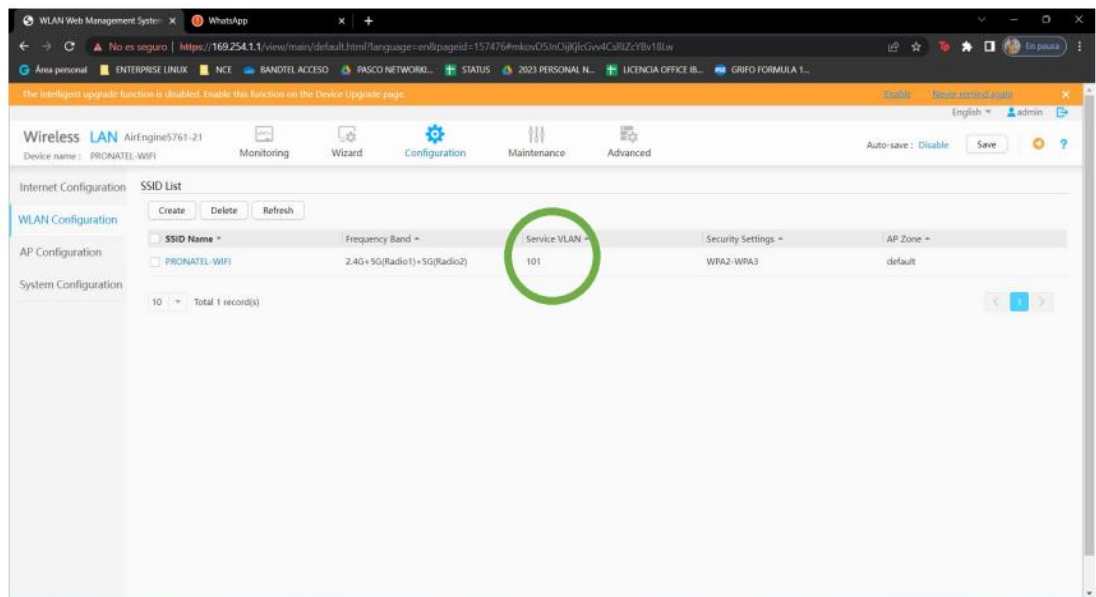


Fig. 19. Abrir el Service VLAN.

En la Fig. 19 se selecciona la vlan 1, y luego se ejecuta con OK

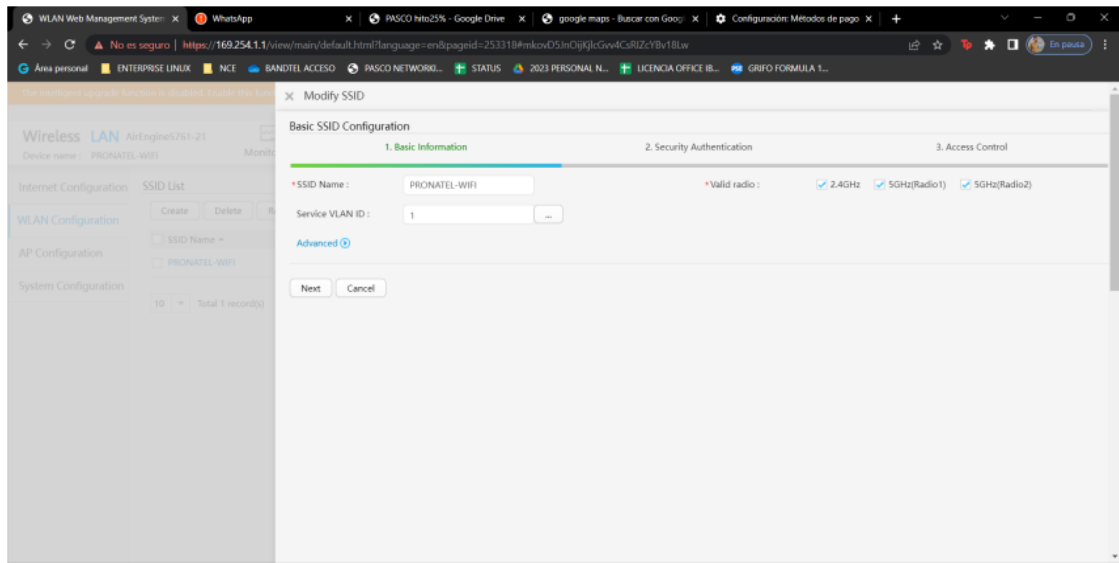


Fig. 20. Modificación del SSID

En la Fig. 20, Se modifica SSID, teniendo en cuenta información básica, autenticación de seguridad y el control de acceso

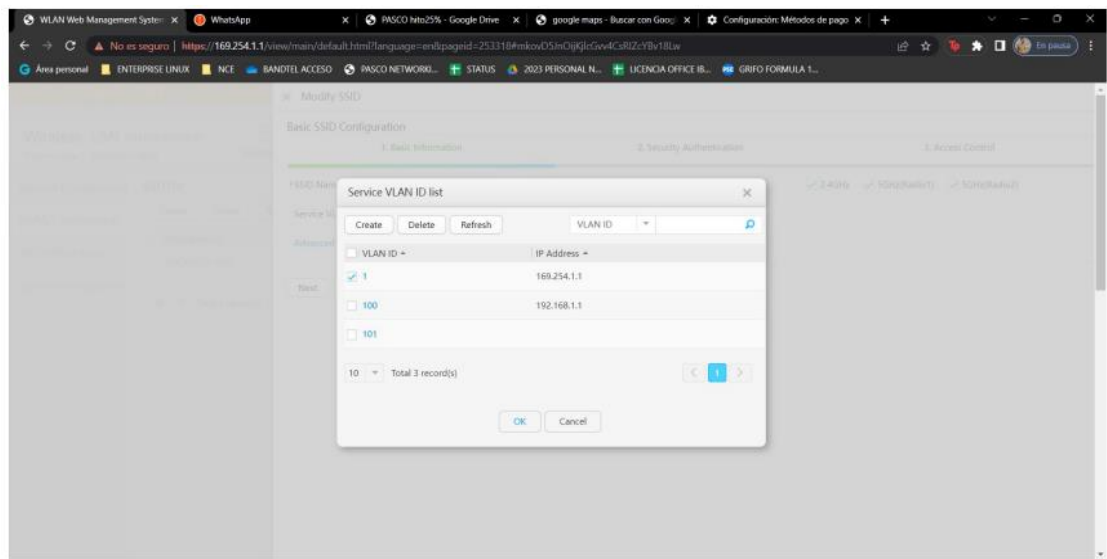


Fig. 21. Configurando la información básica

En la Fig. 21, nos adentramos en el ID del VLAN del servicio(editamos)

E. Pruebas centralizadas o remotas

Dentro de la red para llevar a cabo las pruebas centralizadas o remotas, se realiza utilizando el método de acceso a través del aplicativo SecoClient, a continuación, se describe el procedimiento a seguir para obtener el acceso a la red interna corporativa de BandTel desde cualquier parte del mundo (Internet).

1) Esperamos a que inicie el proceso de descarga y al finalizar nos dirigimos a la carpeta donde realizó la descarga y ejecute el instalador, presionar el botón ejecutar con privilegios de administrador.

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 secoclient-win-64-5.0.3.20	6/10/2020 18:16	Aplicación	15,879 KB

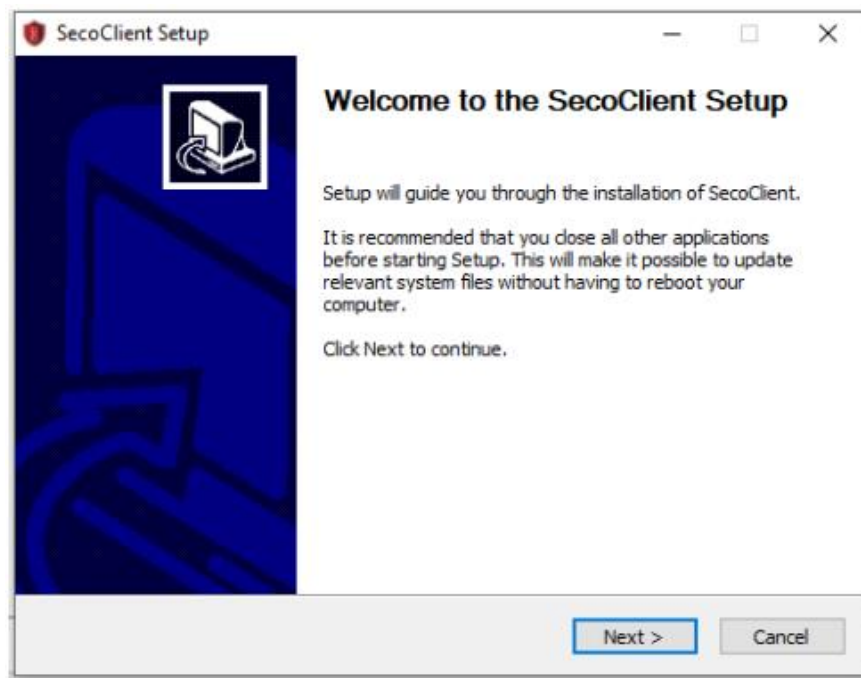


Fig. 22. En el asistente de instalación, seleccionar el botón Next:

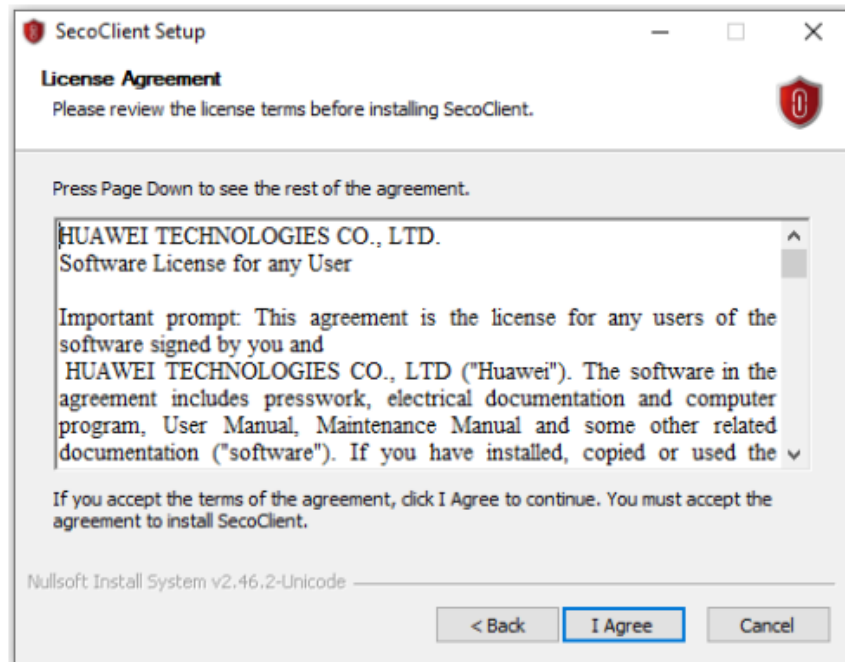


Fig. 23. Aceptar los términos del aplicativo, luego seleccionar el botón I Agree:

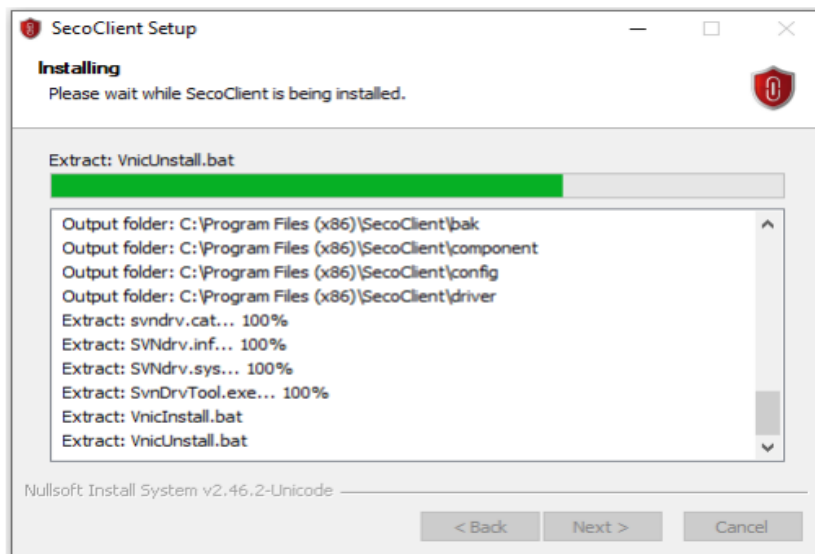


Fig. 24. El asistente validará la instalación antes de iniciar:

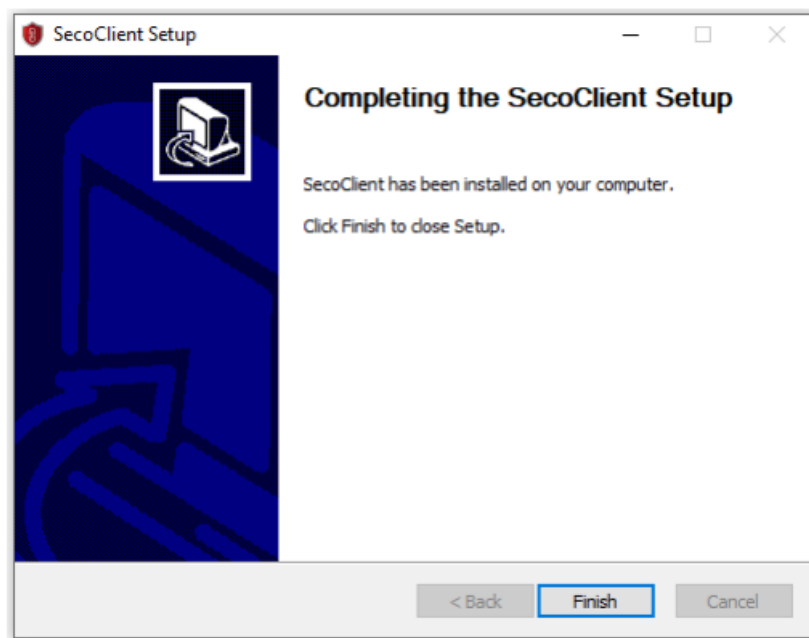


Fig. 25. Culminación de la instalación y seleccionar el botón Finish:

F. Configurar perfil de usuario VPN.

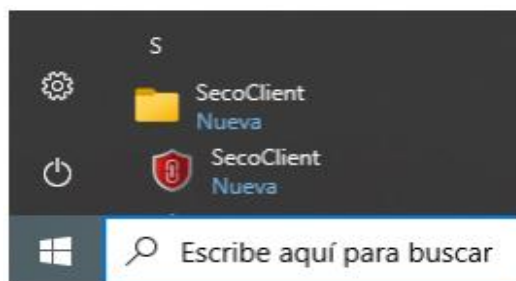


Fig. 26. Presionamos botón Inicio, seleccionamos el aplicativo "SecoClient"

:



Fig. 27. Nueva conexión

Nos muestra la siguiente ventana, seleccionamos la opción “<<New Connection>>”:

Seleccionamos en Nueva Conexión “<<New Connection>>”.

Luego completamos los siguientes campos: en nombre de conexión: VPN_BandTel, luego en el campo Descripción “BandTel”, luego en el campo Remote Gateway ingresar la IP 45.189.108.201, seleccionamos el campo de puertos personalizados con el puerto 10443, en la opción de Tunnel Mode seleccionamos la opción “Auto-sensing”, y por último “OK”.

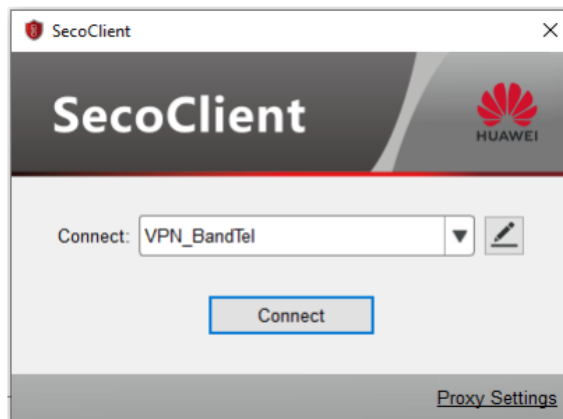


Fig. 28. En la siguiente ventana, seleccionamos la opción “Connect”:

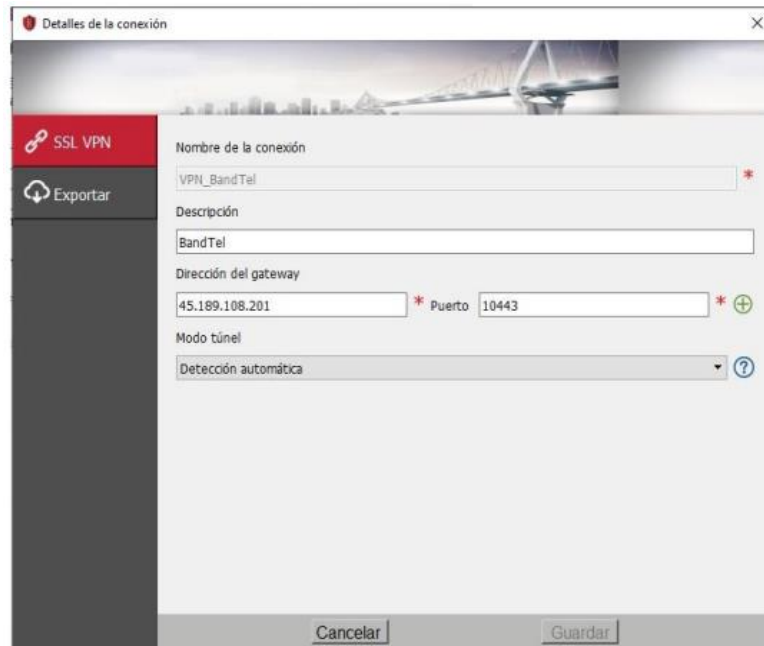


Fig. 29. Procedemos a ingresar el user y password para el acceso VPN



Fig. 30. y seleccionamos la opción “Login”:

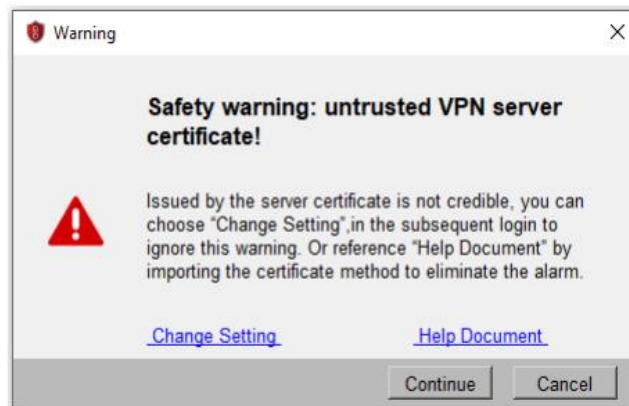


Fig. 31. En la siguiente ventana, seleccionamos la opción “Continue”:

G. Casos y ejemplos de Pruebas

Información de institución visitada

Región: Pasco

Provincia: Oxapampa

Distrito: Pozuzo

Localidad: Playa Grande

Tipo de Institución: Institución Educativa IE 34623

1. Verificación de equipos y accesorios

Se alcanzo a verificar los equipos instalados en los módulos de las IAO. Entre ellas:

- ✓ Suscriptor modelo HUAWEI/RTN510-RT
- ✓ PoE modelo HUAWEI/POE35-54A
- ✓ CPE (Router) modelo HUAWEI/USG6510E
- ✓ Switch de Comunicaciones modelo HUAWEI/S1720-10GWPWR-2P
- ✓ Access Point Indoor HUAWEI/AirEngine5761-21
- ✓ Computadora Personal 1 HP- ProOne-600-G6-22
- ✓ Impresora Multifuncional EPSON/WC-C5710
- ✓ UPS online 1KVA con Tarjeta de Red SNMP KAISE/KUE-RT01-WB-CH
- ✓ Gabinete de pared IP 51 KAISE/IE 10RU
- ✓ Rosetas o faceplates HORD
- ✓ Supresor de pico de 6 tomas HORD/H01-U8
- ✓ Tomacorriente doble con espiga a tierra HORD
- ✓ Interruptor termomagnético general (ITM) HORD

- ✓ Interruptor termomagnético computadoras y UPS (ITM) HORD
- ✓ Interruptor diferencial 10A (30mA) HORD
- ✓ SPD (Dispositivo de Protección contra Sobretensiones 40KA) KEMAEU-SP320
- ✓ Tablero PVC (08 polos) con barra de aterramiento SIN MARCA/HT 8 WAY

2. Verificación de conexiones

Cableado estructurado

Verificar la correcta instalación del cableado exterior y el cableado interior. Revisar de manera visual, el ordenamiento de los cables que conectan los elementos de comunicaciones. Este deberá de cumplir con lo siguiente:

- a. Cable UTP (cable para exteriores, con doble revestimiento) Cat5e exterior.
- b. Cableado UTP (cable para exteriores, con doble revestimiento) Cat5e exterior, no deberá presentar: i) estrangulamiento, torcedura o esfuerzo y ii) empalmes o signos de reutilización.
- c. Cableado UTP, deberá hacer uso de: i) etiquetado en sus extremos, ii) canaletas (deberán ser de uso exclusivo para el cable UTP del Proyecto) y iii) tomas fijas en caja o faceplates correctamente instaladas.

En el tipo y categoría de cable Outdoor: SFTP 5E

Se verifica

El cableado si presenta señales de estrangulamiento, torcedura o esfuerzo.

El cableado no presenta empalmes o signos de reutilización.

El cable y conector (en el suscriptor y PoE) es el adecuado para exteriores.

En el tipo y categoría de cable Indoor: UTP 5E

Verificación

El cableado si presenta señales de estrangulamiento, torcedura o esfuerzo.

El cableado no presenta empalmes o signos de reutilización.

No hacen uso de canaletas para distribución de cableado de red y se encuentran mal fijadas.

Las tomas de cable UTP no están fijadas en cajas o faceplates y no se encuentran correctamente instaladas.

3. Verificación de Operatividad de los servicios

Se verificará el funcionamiento de los equipos de cómputo, para lo cual se deberá de realizar lo siguiente:

- 1) Equipo PC apagado, se pulsará el botón de encendido del equipo. Al encender deberá mostrar la ventana de inicio de sesión de Windows.
- 2) Verificar los aplicativos de ofimática:
 - i) Procesador de textos (Word).
 - ii) Hojas de cálculo (Excel).
 - iii) Presentaciones (PowerPoint). Estos deben permitir: crear, abrir, modificar, guardar cualquier documento.
- 3) Se debe contar con antivirus (licencia mínimo 2 años desde su activación).
- 4) Verificar la operatividad de la impresora multifuncional: Encender el equipo, impresión, escaneo y fotocopia.
- 5) Equipo PC encendido, apagar el equipo usando la opción desde el menú principal de Windows.

Resultados

Verificación PC1-PC2-PC3-PC4-PC5

En la Prueba de Encendido/ Apagado bien.

En Aplicativos de Ofimática instalados bien: procesador de texto (Word), hojas de cálculo (Excel), presentaciones (PowerPoint). (verificar licencia)

Si cuenta con antivirus (verificar licencia)

Para la prueba de impresión, escaneo y fotocopia bien.

4. Operatividad y autonomía de UPS

Se verificará la correcta operatividad del UPS, considerando la autonomía y protección de este.

- 1) Si el UPS se encuentra apagado, encienda el UPS presionando el botón ON.
- 2) Registrar los valores de:
 - i) Salida AC
 - ii) Capacidad de carga de baterías
 - iii) Estado de consumo de la carga
- 3) Bajar la llave de energía y registrar el tiempo estimado de autonomía del UPS. Dejar el UPS en este estado por 10 minutos y luego reconectar la energía.

Nota: para hacer esta prueba, las baterías del UPS deben estar cargadas. Si encuentra el UPS descargado, se recomienda realizar la carga por al menos 2 horas.

Resultados

- ✓ Verificación Valor medido Cumplimiento.
- ✓ Si permanece el Voltaje Salida AC 222(V).
- ✓ Cuenta con porcentaje de capacidad de carga de baterías 100(%).
- ✓ Buen porcentaje de consumo de carga total en UPS según equipos conectados 40(%).
- ✓ Se obtuvo el tiempo de autonomía de UPS según nivel de consumo de carga conectada (10 minutos).

5. Establecimiento de enlace del Suscriptor - Medición de nivel de Recepción de señal radioeléctrica.

Verificar los niveles de recepción de la señal radioeléctrica en la IAO. Para verificar los valores de RSS y otros parámetros, se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Conectar con laptop

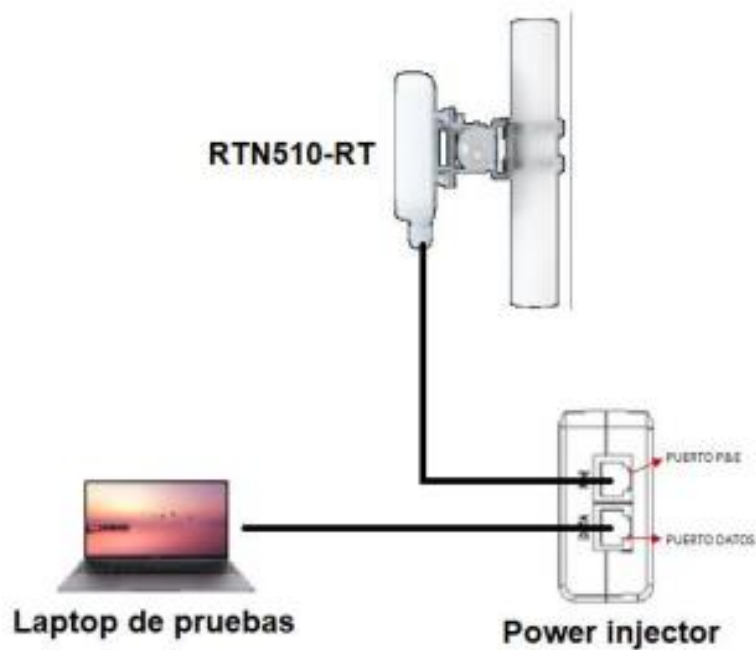


Fig. 32. Conectar la laptop al DATA del PoE del equipo Huawei RTN510RT.

2. En la Laptop configurar la IP: 192.168.102.2 máscara: 255.255.255.252

3. Usando un navegador para acceso a Internet (Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge, Internet Explorer u otro) escribir Ingresar a la dirección <https://192.168.102.1> en la barra de direcciones a fin de ingresar a la aplicación de gestión web.

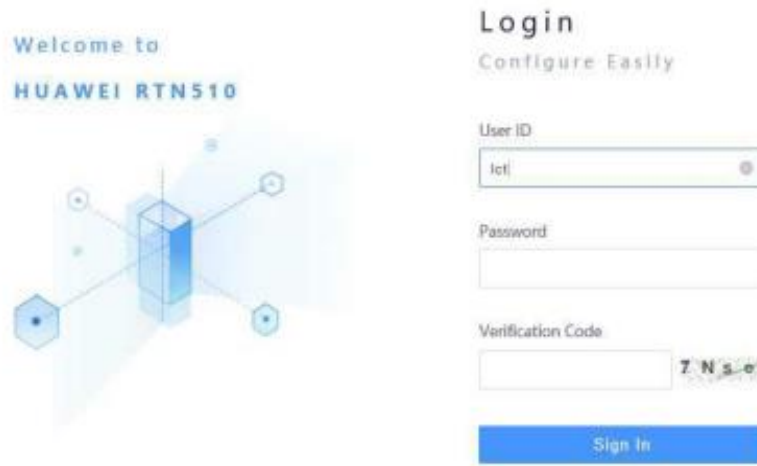


Fig. 33. Acceso a la aplicación de configuración

Anotar los valores de los siguientes parámetros establecidos en cada enlace:

- ✓ ID de sector del POP (SSID).
- ✓ Ancho de canal (MHz).
- ✓ Frecuencia (MHz).
- ✓ Nivel de Señal Recibida RSSI (dBm).

✓ Modulación - Rate.

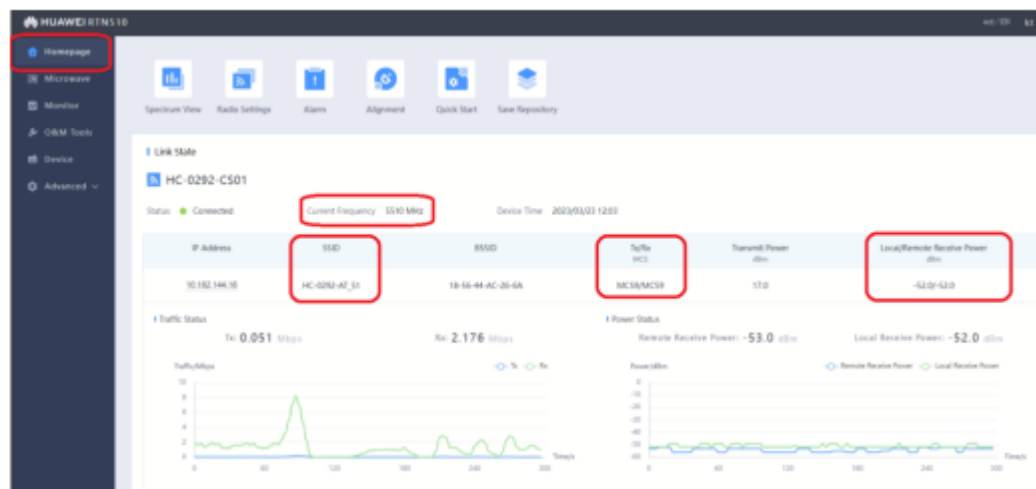


Fig. 34. Configuración de valores

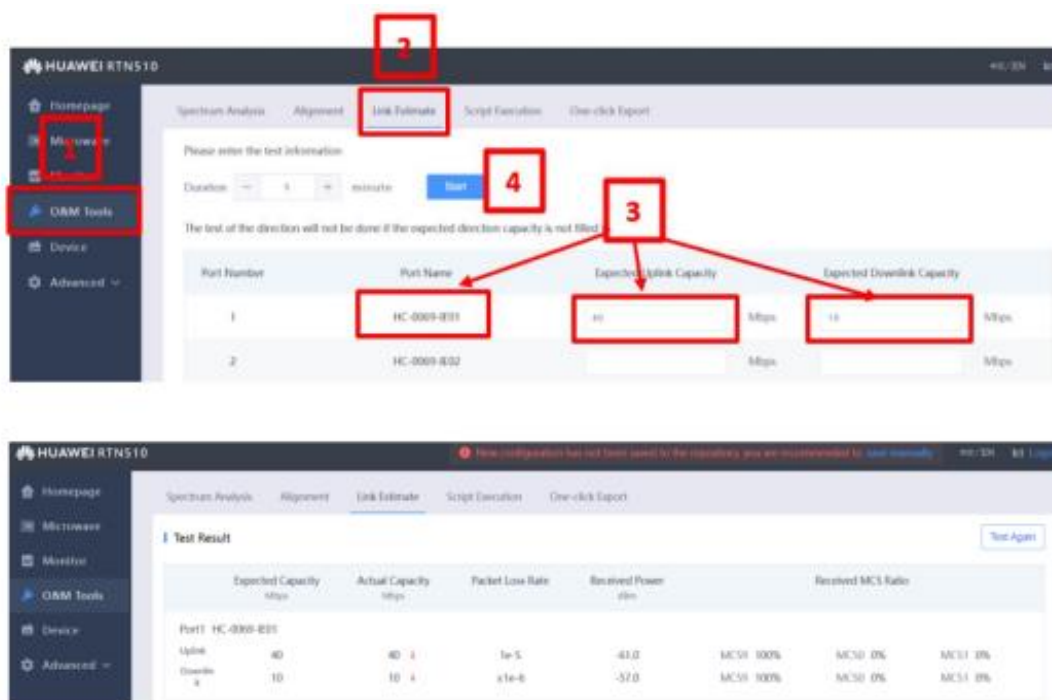


Fig. 35. Verificación de la capacidad de enlace

En la Fig. 35, se verifica la capacidad de 50Mbps del enlace AP-RT (uplink capacity, downlink capacity) configurado con test libre de instrumentos y anotar los resultados de la capacidad de

velocidad de descarga aire (downlink capacity) y capacidad de velocidad de subida aire (uplink capacity). Este test se debe realizar remotamente desde el AP.

Los resultados obtenidos de las pruebas, se realiza una captura de los valores:

Parámetro Técnico /Valor Presente

- ✓ El ID de Sector del POP es PA-0143-AI_S1
- ✓ Ancho de canal 40(MHz)
- ✓ Frecuencia 5510(MHz)
- ✓ Nivel de Señal Recibida RSS -72(dBm)
- ✓ Modulación MCS4
- ✓ Velocidad de descarga aire (downlink capacity) 40(Mbps)
- ✓ Velocidad de subida aire (uplink capacity) 10(Mbps)

6. Medición de conectividad con el NOC e internet.

Se verificará los tiempos de ida y vuelta de paquetes y pérdida de paquetes al NOC e internet.

Se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Tener un equipo de pruebas conectado directamente (vía cable de red) al switch instalado en la IAO. Conectar el equipo de pruebas al puerto G0/3 del switch.

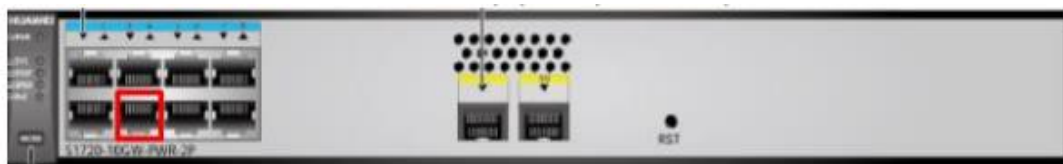


Fig. 36. Medición de conectividad

- ✓ El equipo de pruebas debe ser el único conectado durante todo el tiempo que duren las pruebas. Todos los demás equipos conectados al Switch (Access Point, UPS, Computadoras, Hubs o Switches adicionales) deben encontrarse desconectados.
- ✓ Configurar la tarjeta de red del equipo de pruebas para obtener IP automáticamente. En la ventana CMD, ejecutar el comando `ipconfig/all` para verificar la dirección IP, máscara de red y puerta de enlace. Las direcciones IP de las IAOs se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.

- ✓ Deshabilitar el Firewall y Antivirus, del equipo de pruebas, durante todo el tiempo que duren las pruebas.
- ✓ Desactivar cualquier actualización automática disponible en el equipo de pruebas.
- ✓ Desactivar cualquier cliente VPN que se encuentre conectado en el equipo de pruebas.
- ✓ Cerrar todas las aplicaciones o páginas web durante la ejecución de las pruebas.
- ✓ Ejecutar una prueba a la vez, no hacerlas en simultaneo.
- ✓ Para Datacenter Acceso: Abrir una ventana de comando CMD.

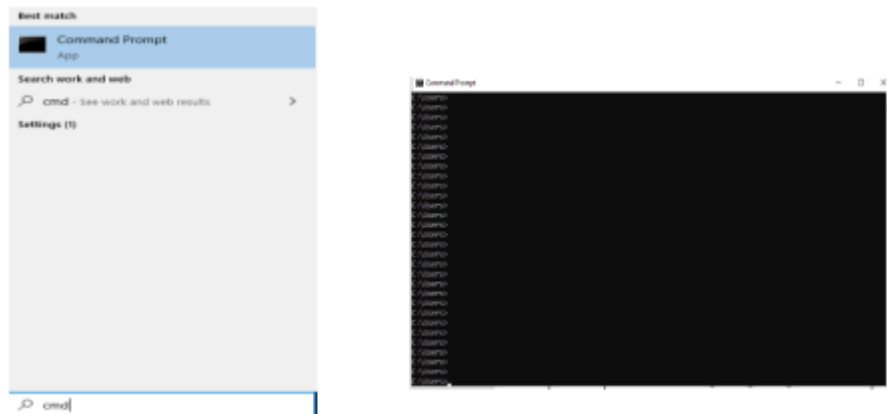
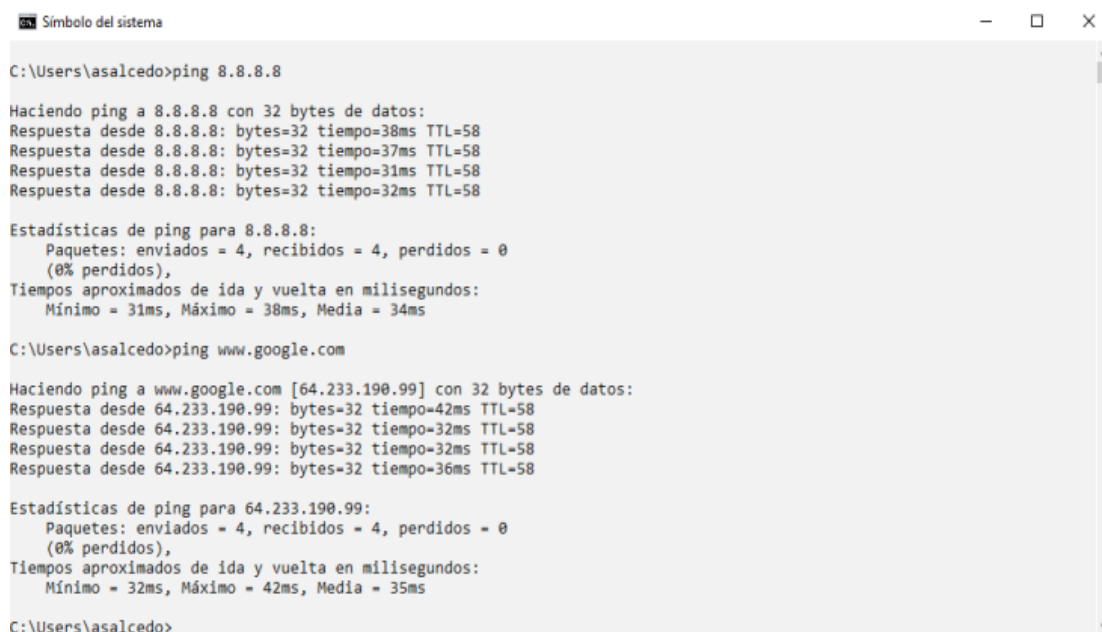


Fig. 37. Acceso Datacenter

- ✓ Ingresar comando ping “IP Servidor Datacenter”
PASCO 10.187.0.29
Para intranet: (IP Servidor Datacenter de Pasco)
Ingresar comando “ping 10.177.0.29 -n 60”
Para internet:

Ingresar comando “ping 8.8.8.8 -n 60”



```
Símbolo del sistema

C:\Users\asalcedo>ping 8.8.8.8

Haciendo ping a 8.8.8.8 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=38ms TTL=58
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=37ms TTL=58
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=31ms TTL=58
Respuesta desde 8.8.8.8: bytes=32 tiempo=32ms TTL=58

Estadísticas de ping para 8.8.8.8:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 31ms, Máximo = 38ms, Media = 34ms

C:\Users\asalcedo>ping www.google.com

Haciendo ping a www.google.com [64.233.190.99] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 64.233.190.99: bytes=32 tiempo=42ms TTL=58
Respuesta desde 64.233.190.99: bytes=32 tiempo=32ms TTL=58
Respuesta desde 64.233.190.99: bytes=32 tiempo=32ms TTL=58
Respuesta desde 64.233.190.99: bytes=32 tiempo=36ms TTL=58

Estadísticas de ping para 64.233.190.99:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 32ms, Máximo = 42ms, Media = 35ms

C:\Users\asalcedo>
```

Fig. 38. Transferencia de paquetes de ida y vuelta

- ✓ Para la prueba Servidor (Datacenter Acceso) se obtuvo 15ms con pérdida de paquetes del 62%
- ✓ Para la prueba de Internet (Servidor DNS Google) se obtuvo 145ms con pérdida de paquetes del 72%
- ✓ No cumple con la conectividad al Servidor del NOC
- ✓ No cumple con la conectividad a Internet

7. Medición de velocidad de acceso de subida y bajada, latencia, filtro de contenidos

Se verificará la velocidad garantizada de subida y bajada de los servicios de internet e intranet para cada IAO.

Se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Tener un equipo de pruebas conectado directamente (vía cable de red) al switch instalado en la IAO. Conectar el equipo de pruebas al puerto G0/3 del switch.

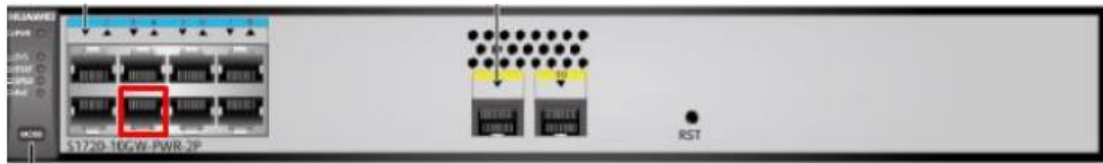


Fig. 39. Puerto de conexión del equipo

2. El equipo de pruebas debe ser el único conectado durante todo el tiempo que duren las pruebas. Todos los demás equipos conectados al Switch (Access Point, UPS, Computadoras, Hubs o Switches adicionales) deben encontrarse desconectados.
3. Configurar la tarjeta de red del equipo de pruebas para obtener IP automáticamente. En la ventana CMD, ejecutar el comando `ipconfig/all` para verificar la dirección IP, máscara de red y puerta de enlace. Las direcciones IP de las IAOs se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
4. Deshabilitar el Firewall y Antivirus durante todo el tiempo que duren las pruebas.
5. Desactivar cualquier actualización automática disponible en el equipo de pruebas.
6. Desactivar cualquier cliente VPN que se encuentre conectado en el equipo de pruebas.
7. Cerrar todas las aplicaciones o páginas web durante la ejecución de las pruebas.
8. Ejecutar una prueba a la vez (primero internet luego intranet), no hacerlas en simultaneo.
9. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Seguridad”, botón: “Nivel personalizado” y activar la opción “disable” en opción “ActiveX controls and plug-ins”.
10. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Privacidad” y activar la opción bloqueo de ventanas emergentes.
11. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Opciones avanzadas” y activar las opciones que involucren cookies Medición de velocidad de acceso a Internet vía web.
12. Ingresar al navegador de internet. y luego usar la URL correspondiente a la medición de velocidad. <http://bantelperu.speedtestcustom.com> La URL se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
13. Una vez cargada la página dar clic en el botón “empezar”.
14. Repetir la prueba de velocidad tres (03) veces y considerar el valor promedio.
15. Realizar una captura de pantalla de los resultados obtenidos en cada prueba.

Medición de velocidad a Intranet vía FTP :

16. Desde el equipo de prueba abrir la ventana de comando CMD

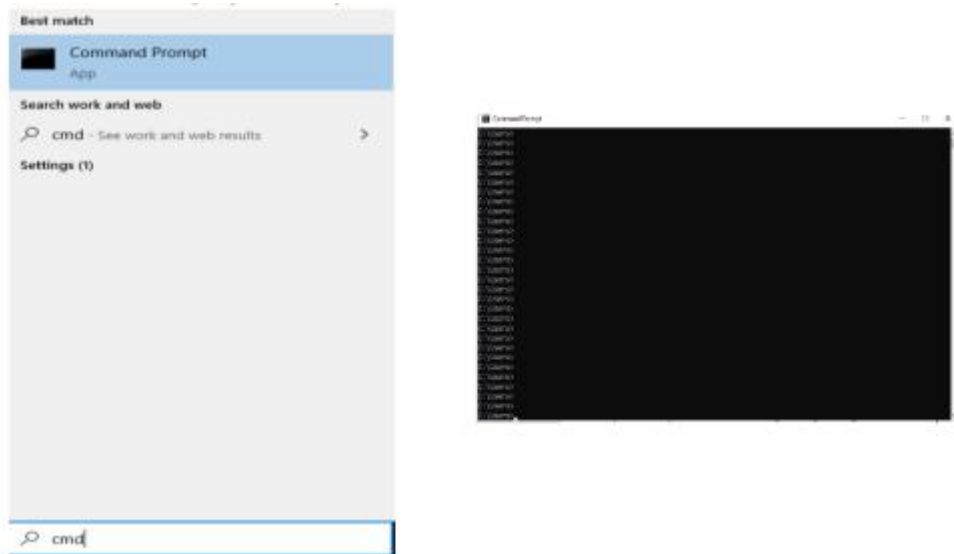


Fig. 40. Ventana de comandos CDM

17. Ingresar al servidor ubicado en el NOC de la región, digitando el comando:
ftp 10.175.0.21 (PASCO)

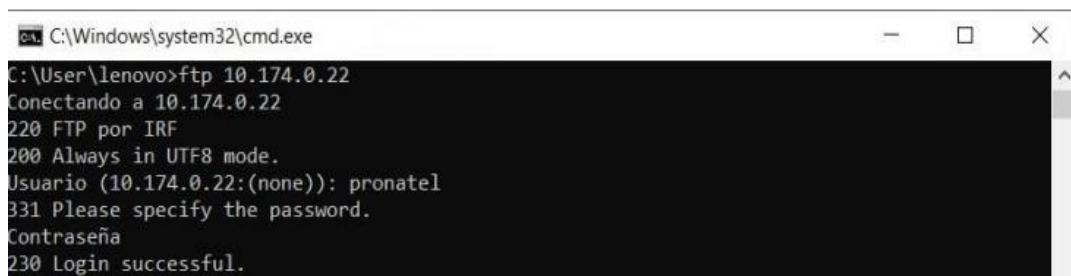


Fig. 41. Prueba de ftp

PASCO 10.175.0.21

Las credenciales de acceso son:

USUARIO FTP Ejemplo: Pronatel

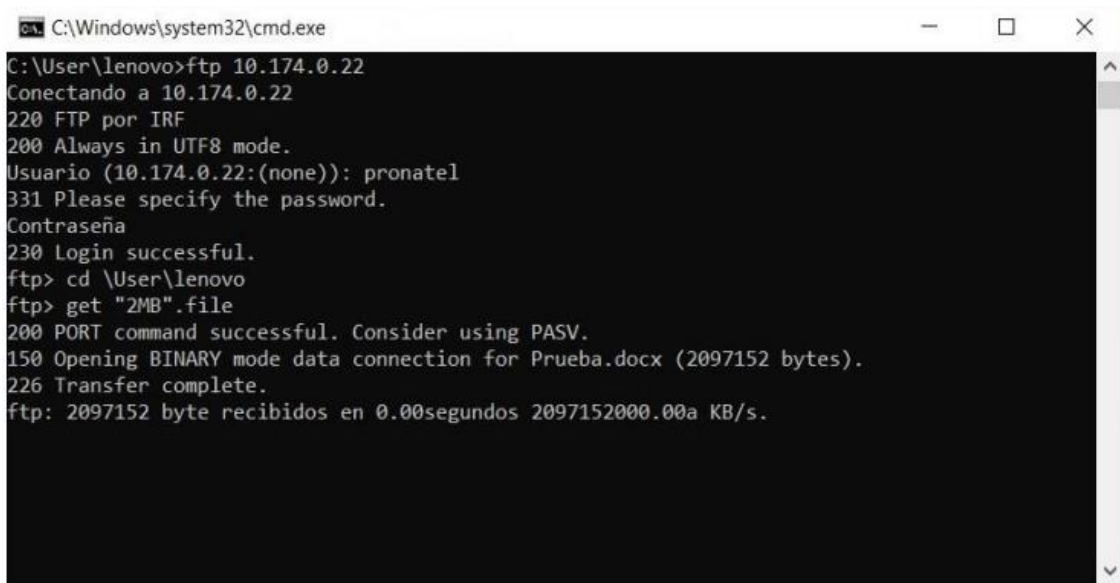
CONTRASEÑA FTP Ejemplo: Pr0n@t3l

Las credenciales se encuentran en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.

18. Una vez dentro del servidor digitaremos los comandos que correspondan para cada prueba (Descarga y Carga).

Prueba de Descarga (Get)

- get 2MB.file
- get 5MB.file
- get 10MB.file



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\User\lenovo>ftp 10.174.0.22
Conectando a 10.174.0.22
220 FTP por IRF
200 Always in UTF8 mode.
Usuario (10.174.0.22:(none)): pronatel
331 Please specify the password.
Contraseña
230 Login successful.
ftp> cd \User\lenovo
ftp> get "2MB".file
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Opening BINARY mode data connection for Prueba.docx (2097152 bytes).
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 byte recibidos en 0.00segundos 2097152000.00a KB/s.
```

Fig. 42. Prueba de descarga de archivos

Pruebas de Carga (Put)

- put 2MB.file
- put 5MB.file
- put 10MB.file

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
ftp> lcd C:\User\lenovo\Desktop
Directorio local ahora C:\User\lenovo\Desktop.
ftp> mget "2MB".file
200 Switching to ASCII mode.
ftp> mput "2MB".file
mput 2MB.file
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Ok to send data.
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 byte enviados en 0.11segundos 19009.44a KB/s.

```

Fig. 43. Prueba de Carga

El resultado deseado para cada prueba de Descarga (Get) y Carga (Put) se obtendrá de multiplicar el valor obtenido en “KBytes/sec” por 8. De esta forma tenemos la velocidad en “kbit/s”. Por ejemplo:

Resultado = (55.37x8) = 442.96 kbit/s

La cantidad de repeticiones por archivo y por prueba se realizarán de la siguiente manera:

TABLA I
CARGA Y DESCARGA DE ARCHIVOS POZUZO

Descarga (Get)		Carga (Put)	
Archivo	Repeticiones	Archivo	Repeticiones
2MB	01	2MB	01
5MB	01	5MB	01
10MB	01	10MB	01

Nota: Se debe tomar captura de pantalla de todos los resultados obtenidos

Finalmente, el resultado de cada prueba (Descarga y Carga) se obtendrá del promedio simple de todos los valores obtenidos (tres pruebas para Descarga y tres pruebas para Carga) en kbit/s.

19. Tener en consideración que las velocidades de acceso a intranet configuradas y/o contratadas para las Instituciones abonadas Obligatorias será la ofertada.

Verificación de filtro de contenidos

20. Seleccionar tres (03) páginas Web consideradas como de contenido pornográfico. Las páginas sugeridas de acuerdo con el ranking de Huawei se indican en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
21. Seleccionar tres (03) páginas Web consideradas como de contenido de violencia. Las páginas sugeridas de acuerdo con el ranking de Huawei se indican en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
22. Realizar una captura de pantalla y/o fotografía del resultado obtenido en cada caso.

Procedimiento

1. En el equipo con funcionalidad wifi conectarse a la red @ PRONATEL-WIFI e ingresar con la contraseña Huawei@123
2. Realizar la verificación de acceso y navegabilidad a internet, ingresando a la web de Google. Asimismo, navegar en YouTube.

Resultados

No cumple con la navegación, realizando la navegación por YouTube, también por las páginas del MTC, MINEDU.





Fig. 44. Registro fotográfico Pozuzo

En la Fig. 44 se presenta el registro fotográfico de incumplimiento en la navegación, con información técnica irrelevante para su configuración y conexión

Información de Centro visitado

Región: Pasco

Provincia: Pasco

Distrito: Paucartambo

Localidad: Acopalca

Tipo de Institución: Centro de Salud PA-0223

1. Verificación de equipos y accesorios

Se alcanzo a verificar los equipos instalados en los módulos de las IAO. Entre ellas:

- ✓ Suscriptor modelo HUAWEI/RTN510-RT
- ✓ PoE modelo HUAWEI/POE35-54A
- ✓ CPE (Router) modelo HUAWEI/USG6510E
- ✓ Switch de Comunicaciones modelo HUAWEI/S1720-10GWPWR-2P
- ✓ Access Point Indoor HUAWEI/AirEngine5761-21
- ✓ Computadora Personal 1 HP- ProOne-600-G6-22
- ✓ Impresora Multifuncional EPSON/WC-C5710
- ✓ UPS online 1KVA con Tarjeta de Red SNMP KAISE/KUE-RT01-WB-CH
- ✓ Gabinete de pared IP 51 KAISE/IE 10RU
- ✓ Rosetas o faceplates HORD
- ✓ Supresor de pico de 6 tomas HORD/H01-U8
- ✓ Tomacorriente doble con espiga a tierra HORD
- ✓ Interruptor termomagnético general (ITM) HORD
- ✓ Interruptor termomagnético computadoras y UPS (ITM) HORD
- ✓ Interruptor diferencial 10A (30mA) HORD
- ✓ SPD (Dispositivo de Protección contra Sobretensiones 40KA) KEMAEU-SP320
- ✓ Tablero PVC (08 polos) con barra de aterramiento SIN MARCA/HT 8 WAY

2.- Verificación de conexiones

Cableado estructurado

Verificar la correcta instalación del cableado exterior y el cableado interior. Revisar de manera visual, el ordenamiento de los cables que conectan los elementos de comunicaciones. Este deberá de cumplir con lo siguiente:

1. Cable UTP (cable para exteriores, con doble revestimiento) Cat5e exterior.
2. Cableado UTP (cable para exteriores, con doble revestimiento) Cat5e exterior, no deberá presentar: i) estrangulamiento, torcedura o esfuerzo y ii) empalmes o signos de reutilización.

3. Cableado UTP, deberá hacer uso de: i) etiquetado en sus extremos, ii) canaletas (deberán ser de uso exclusivo para el cable UTP del Proyecto) y iii) tomas fijas en caja o faceplates correctamente instaladas.

En el tipo y categoría de cable Outdoor: SFTP 5E

Se verifica

- ✓ El cableado si presenta señales de estrangulamiento, torcedura o esfuerzo.
- ✓ El cableado no presenta empalmes o signos de reutilización.
- ✓ El cable y conector (en el suscriptor y PoE) es el adecuado para exteriores.

En el tipo y categoría de cable Indoor: UTP 5E

Verificación

- ✓ El cableado si presenta señales de estrangulamiento, torcedura o esfuerzo.
- ✓ El cableado no presenta empalmes o signos de reutilización.
- ✓ No hacen uso de canaletas para distribución de cableado de red y se encuentran mal fijadas.
- ✓ Las tomas de cable UTP no están fijadas en cajas o faceplates y no se encuentran correctamente instaladas.

3. Verificación de Operatividad de los servicios

Se verificará el funcionamiento de los equipos de cómputo, para lo cual se deberá de realizar lo siguiente:

- 1) Equipo PC apagado, se pulsará el botón de encendido del equipo. Al encender deberá mostrar la ventana de inicio de sesión de Windows.
- 2) Verificar los aplicativos de ofimática:
 - i) Procesador de textos (Word).
 - ii) Hojas de cálculo (Excel).
 - iii) Presentaciones (PowerPoint). Estos deben permitir: crear, abrir, modificar, guardar cualquier documento.
- 3) Se debe contar con antivirus (licencia mínimo 2 años desde su activación).
- 4) Verificar la operatividad de la impresora multifuncional: Encender el equipo, impresión, escaneo y fotocopia.
- 5) Equipo PC encendido, apagar el equipo usando la opción desde el menú principal de Windows.

Resultados

Verificación PC1

En la Prueba de Encendido/ Apagado bien.

En Aplicativos de Ofimática instalados bien: procesador de texto (Word), hojas de cálculo (Excel), presentaciones (PowerPoint) (verificar licencia).

Si cuenta con antivirus (verificar licencia).

Para la prueba de impresión, escaneo y fotocopia bien.

4. Operatividad y autonomía de UPS

Se verificará la correcta operatividad del UPS, considerando la autonomía y protección de este.

1) Si el UPS se encuentra apagado, encienda el UPS presionando el botón ON.

2) Registrar los valores de:

i) Salida AC

ii) Capacidad de carga de baterías

iii) Estado de consumo de la carga

3) Bajar la llave de energía y registrar el tiempo estimado de autonomía del UPS. Dejar el UPS en este estado por 10 minutos y luego reconectar la energía.

Nota: para hacer esta prueba, las baterías del UPS deben estar cargadas. Si encuentra el UPS descargado, se recomienda realizar la carga por al menos 2 horas.

Resultados

- ✓ Verificación Valor medido Cumplimiento.
- ✓ Si permanece el Voltaje Salida AC 222(V).
- ✓ Cuenta con porcentaje de capacidad de carga de baterías 100(%)
- ✓ Buen porcentaje de consumo de carga total en UPS según equipos
- ✓ conectados 40(%)
- ✓ Se obtuvo el tiempo de autonomía de UPS según nivel de consumo de
- ✓ carga conectada (10 minutos).

5. Establecimiento de enlace del Suscriptor - Medición de nivel de Recepción de señal radioeléctrica.

1. Verificar los niveles de recepción de la señal radioeléctrica en la IAO. Para verificar los valores de RSS y otros parámetros, se deben de seguir los siguientes pasos:

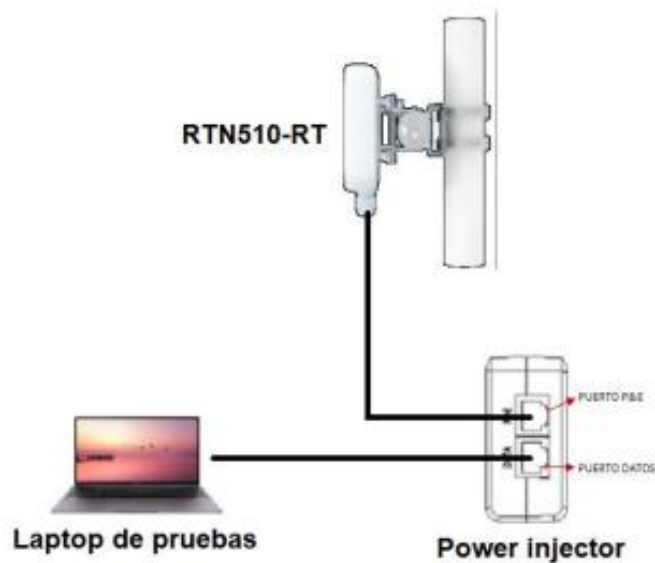


Fig. 45. Conexión en el puerto DATA del PoE del equipo Huawei RTN510RT

2. En la Laptop configurar la IP: 192.168.102.2 máscara: 255.255.255.252
3. Usando un navegador para acceso a Internet (Google Chrome, Firefox, Microsoft Edge, Internet Explorer u otro) escribir Ingresar a la dirección <https://192.168.102.1> en la barra de direcciones a fin de ingresar a la aplicación de gestión web.



Fig. 46. Acceso a la aplicación web

Anotar los valores de los siguientes parámetros establecidos en cada enlace:

- ✓ ID de sector del POP (SSID).
- ✓ Ancho de canal (MHz).
- ✓ Frecuencia (MHz).
- ✓ Nivel de Señal Recibida RSSI (dBm).
- ✓ Modulación - Rate.

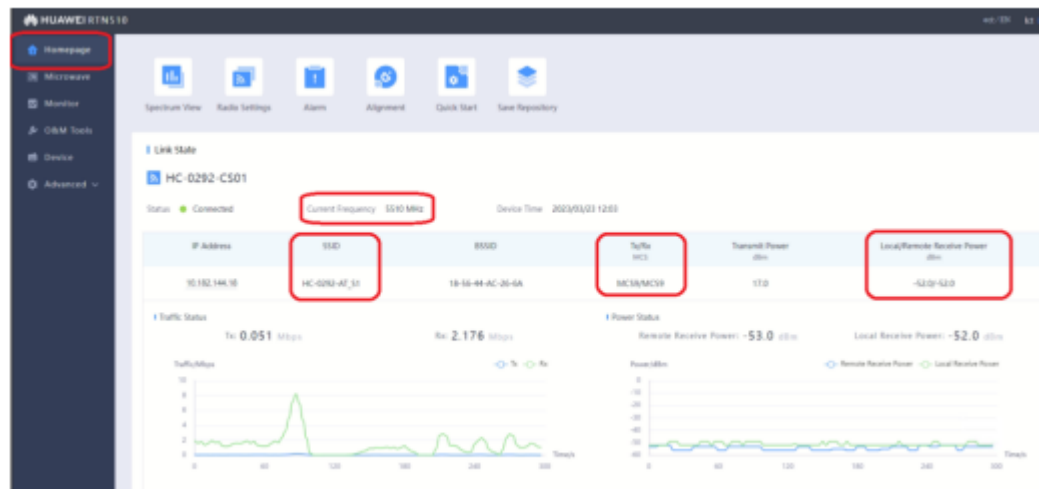


Fig. 47. Configuración de valores

4. Verificar una capacidad de 50Mbps del enlace AP-RT (uplink capacity, downlink capacity) configurado con test libre de instrumentos y anotar los resultados de la capacidad de velocidad de descarga aire (downlink capacity) y capacidad de velocidad de subida aire (uplink capacity). Este test se debe realizar remotamente desde el AP.

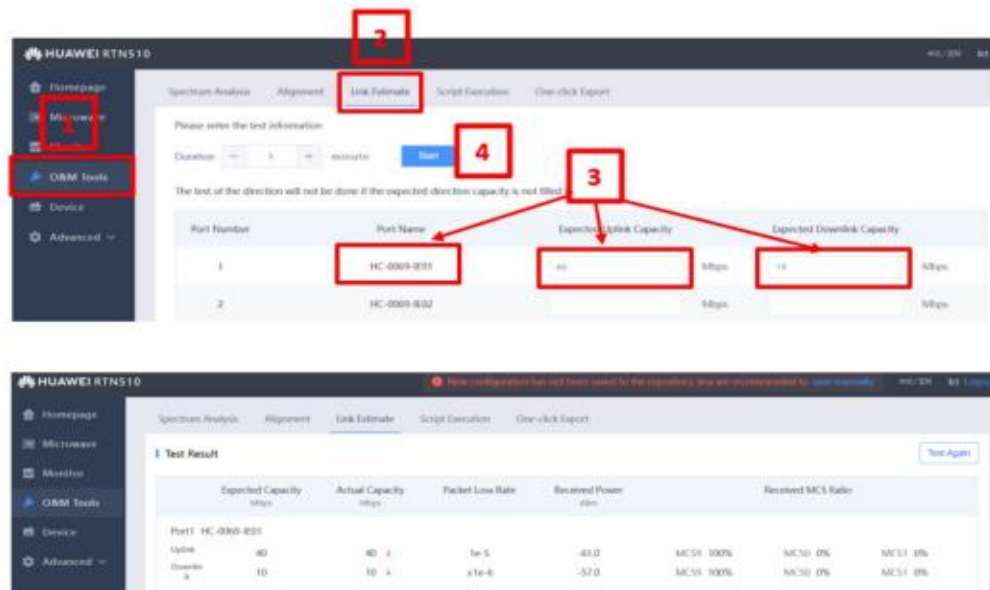


Fig. 48. Verificación de enlace

5. Realizar una captura de pantalla de los resultados obtenidos en cada prueba.

Parámetro Técnico /Valor Presente

- ✓ El ID de Sector del POP es PA-0143-AI_S1
- ✓ Ancho de canal 40(MHz)
- ✓ Frecuencia 5510(MHz)
- ✓ Nivel de Señal Recibida RSS -72(dBm)
- ✓ Modulación MCS4
- ✓ Velocidad de descarga aire (downlink capacity) 40(Mbps)
- ✓ Velocidad de subida aire (uplink capacity) 10(Mbps)

6. Medición de conectividad con el NOC e internet.

Se verificará los tiempos de ida y vuelta de paquetes y pérdida de paquetes al NOC e internet.

Se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Tener un equipo de pruebas conectado directamente (vía cable de red) al switch instalado en la IAO. Conectar el equipo de pruebas al puerto G0/3 del switch.

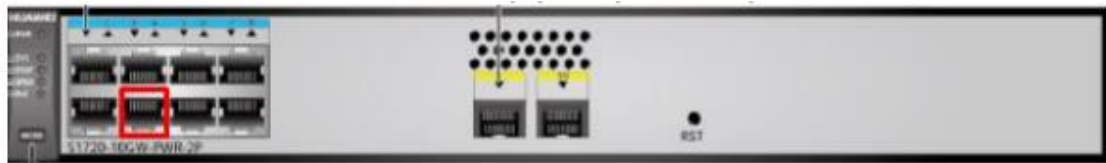


Fig. 49. Conexión al switch

2. El equipo de pruebas debe ser el único conectado durante todo el tiempo que duren las pruebas. Todos los demás equipos conectados al Switch (Access Point, UPS, Computadoras, Hubs o Switches adicionales) deben encontrarse desconectados.
3. Configurar la tarjeta de red del equipo de pruebas para obtener IP automáticamente. En la ventana CMD, ejecutar el comando ipconfig/all para verificar la dirección IP, máscara de red y puerta de enlace. Las direcciones IP de las IAOs se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
4. Deshabilitar el Firewall y Antivirus, del equipo de pruebas, durante todo el tiempo que duren las pruebas.
5. Desactivar cualquier actualización automática disponible en el equipo de pruebas.

6. Desactivar cualquier cliente VPN que se encuentre conectado en el equipo de pruebas.
7. Cerrar todas las aplicaciones o páginas web durante la ejecución de las pruebas.
8. Ejecutar una prueba a la vez, no hacerlas en simultaneo.
9. Para Datacenter Acceso: Abrir una ventana de comando CMD.

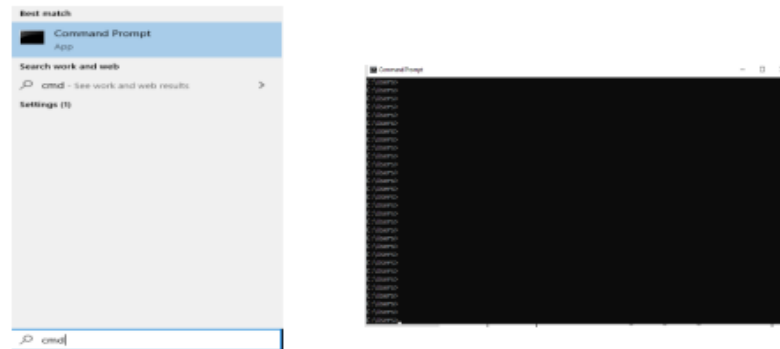


Fig. 50. Ventana de comando CMD

Ingresar comando ping “IP Servidor Datacenter”

PASCO 10.187.0.29

Para intranet: (IP Servidor Datacenter de Pasco)

Ingresar comando “ping 10.177.0.29 -n 60”

Para internet:

Ingresar comando “ping 8.8.8.8 -n 60”

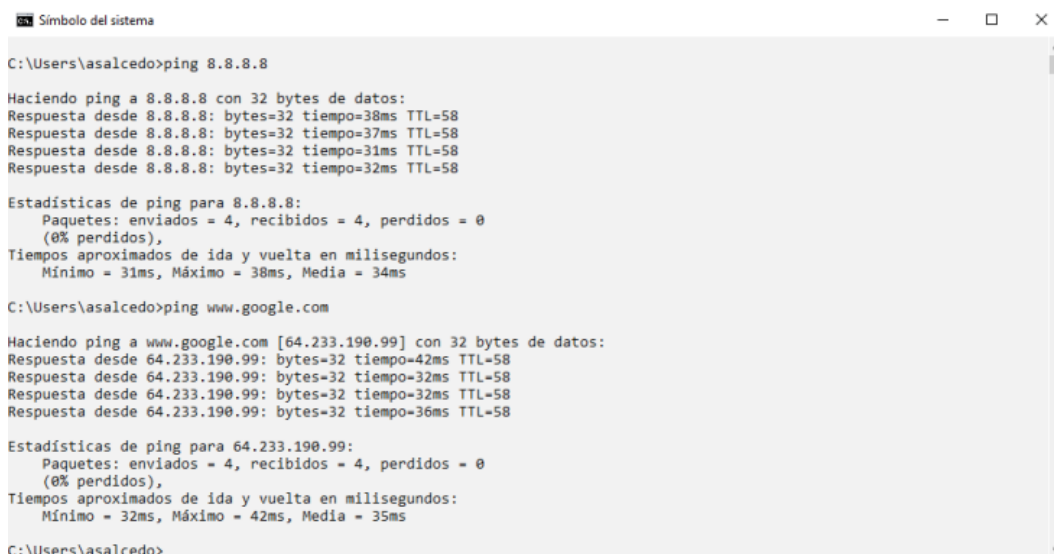


Fig. 51. Pruebas de conectividad del Servidor

Para la prueba Servidor (Datacenter Acceso) se obtuvo 15ms con pérdida de paquetes del 62%

Para la prueba de Internet (Servidor DNS Google) se obtuvo 145ms con pérdida de paquetes del 72%

No cumple con la conectividad al Servidor del NOC

No cumple con la conectividad a Internet

7. Medición de velocidad de acceso de subida y bajada, latencia, filtro de contenidos

Se verificará la velocidad garantizada de subida y bajada de los servicios de internet e intranet para cada IAO. Se deben de seguir los siguientes pasos:

1. Tener un equipo de pruebas conectado directamente (vía cable de red) al switch instalado en la IAO. Conectar el equipo de pruebas al puerto G0/3 del switch.



Fig. 52. Conector al puerto G0/3

2. El equipo de pruebas debe ser el único conectado durante todo el tiempo que duren las pruebas. Todos los demás equipos conectados al Switch (Access Point, UPS, Computadoras, Hubs o Switches adicionales) deben encontrarse desconectados.
3. Configurar la tarjeta de red del equipo de pruebas para obtener IP automáticamente. En la ventana CMD, ejecutar el comando `ipconfig/all` para verificar la dirección IP, máscara de red y puerta de enlace. Las direcciones IP de las IAOs se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
4. Deshabilitar el Firewall y Antivirus durante todo el tiempo que duren las pruebas.
5. Desactivar cualquier actualización automática disponible en el equipo de pruebas.
6. Desactivar cualquier cliente VPN que se encuentre conectado en el equipo de pruebas.
7. Cerrar todas las aplicaciones o páginas web durante la ejecución de las pruebas.
8. Ejecutar una prueba a la vez (primero internet luego intranet), no hacerlas en simultaneo.
9. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Seguridad”, botón: “Nivel personalizado” y activar la opción “disable” en opción “ActiveX controls and plug-ins”.
10. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Privacidad” y activar la opción bloqueo de ventanas emergentes.
11. Ingresar a Opciones de Internet, pestaña: “Opciones avanzadas” y activar las opciones que involucren cookies Medición de velocidad de acceso a Internet vía web.

12. Ingresar al navegador de internet. y luego usar la URL correspondiente a la medición de velocidad. <http://bantelperu.speedtestcustom.com> La URL se encuentra en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
13. Una vez cargada la página dar clic en el botón “empezar”.
14. Repetir la prueba de velocidad tres (03) veces y considerar el valor promedio.
15. Realizar una captura de pantalla de los resultados obtenidos en cada prueba.

Medición de velocidad a Intranet vía FTP:

16. Desde el equipo de prueba abrir la ventana de comando CMD

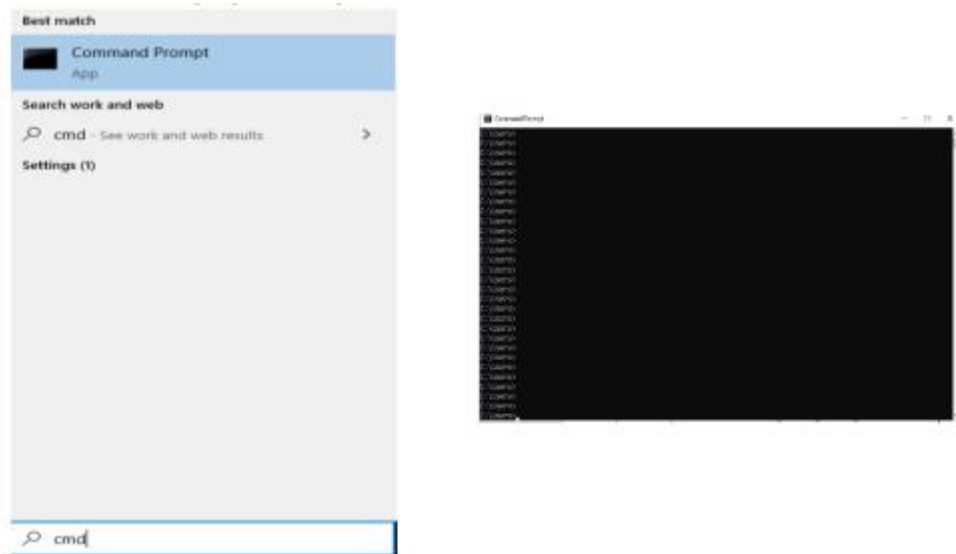


Fig. 53. Ventana de comando para prueba ftp

17. Ingresar al servidor ubicado en el NOC de la región, digitando el comando:
ftp 10.175.0.21 (PASCO)

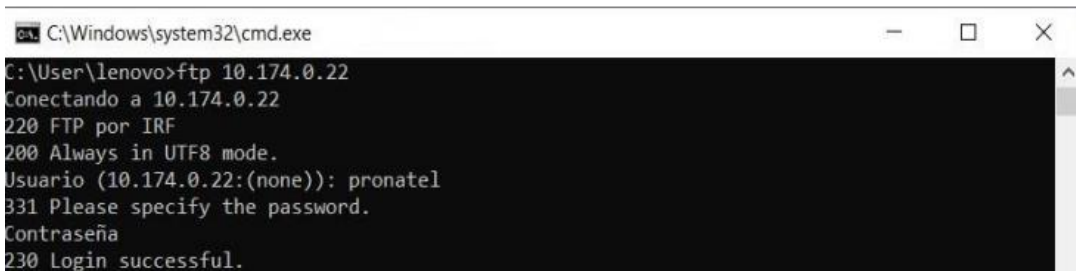


Fig. 54. Conexión ftp satisfactoria

Las credenciales de acceso son:

USUARIO FTP Ejemplo: Pronatel

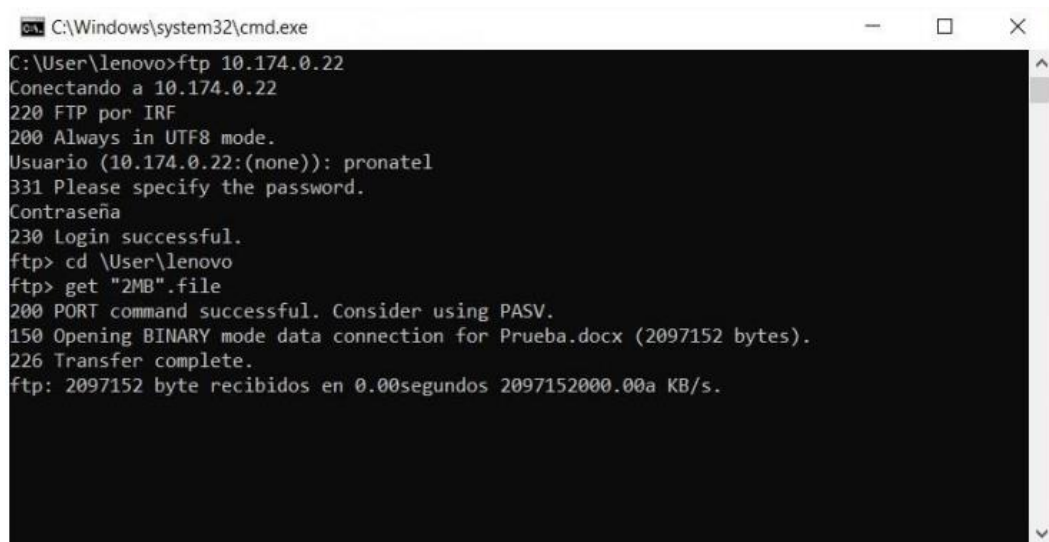
CONTRASEÑA FTP Ejemplo: Pr0n@t3l

Las credenciales se encuentran en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.

18. Una vez dentro del servidor digitaremos los comandos que correspondan para cada prueba (Descarga y Carga).

Prueba de Descarga (Get)

- ✓ get 2MB.file
- ✓ get 5MB.file
- ✓ get 10MB.file



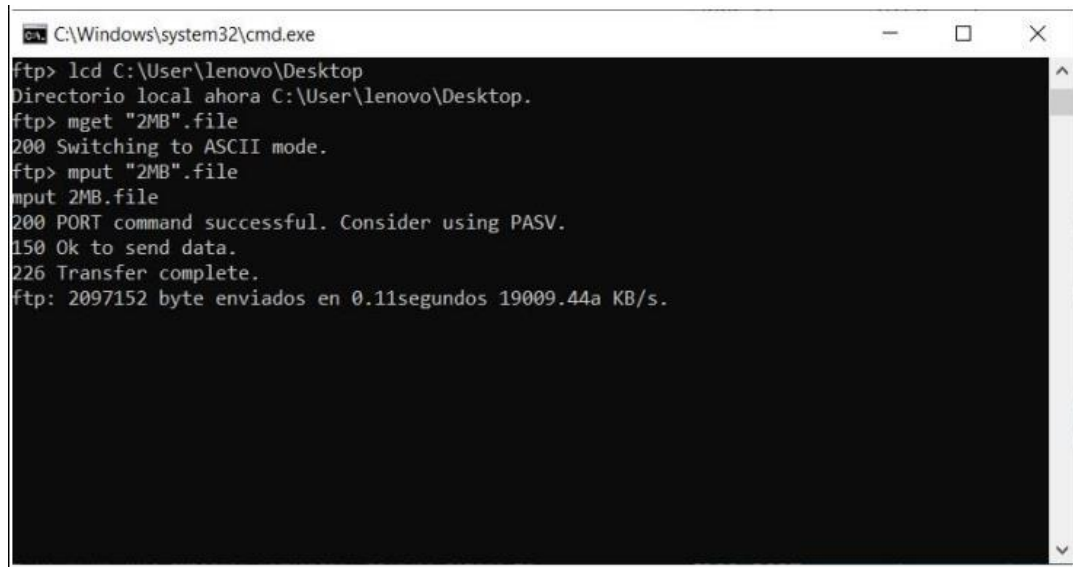
```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\User\lenovo>ftp 10.174.0.22
Conectando a 10.174.0.22
220 FTP por IRF
200 Always in UTF8 mode.
Usuario (10.174.0.22:(none)): pronatel
331 Please specify the password.
Contraseña
230 Login successful.
ftp> cd \User\lenovo
ftp> get "2MB".file
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Opening BINARY mode data connection for Prueba.docx (2097152 bytes).
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 byte recibidos en 0.00segundos 2097152000.00a KB/s.
```

Fig. 55. Prueba de descarga desde ftp

Prueba de Carga (Put)

- ✓ put 2MB.file
- ✓ put 5MB.file

✓ put 10MB.file



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
ftp> lcd C:\User\lenovo\Desktop
Directorio local ahora C:\User\lenovo\Desktop.
ftp> mget "2MB".file
200 Switching to ASCII mode.
ftp> mput "2MB".file
mput 2MB.file
200 PORT command successful. Consider using PASV.
150 Ok to send data.
226 Transfer complete.
ftp: 2097152 byte enviados en 0.11segundos 19009.44a KB/s.
```

Fig. 56. Prueba ftp de carga

El resultado deseado para cada prueba de Descarga (Get) y Carga (Put) se obtendrá de multiplicar el valor obtenido en “KBytes/sec” por 8. De esta forma tenemos la velocidad en “kbit/s”. Por ejemplo:

Resultado = (55.37x8) = 442.96 kbit/s

La cantidad de repeticiones por archivo y por prueba se realizarán de la siguiente manera:

TABLA II
CARGA Y DESCARGA DE ARCHIVOS ACOPALCA

Descarga (Get)		Carga (Put)	
Archivo	Repeticiones	Archivo	Repeticiones
2MB	01	2MB	01
5MB	01	5MB	01
10MB	01	10MB	01

Nota: Se debe tomar captura de pantalla de todos los resultados obtenidos

Finalmente, el resultado de cada prueba (Descarga y Carga) se obtendrá del promedio simple de todos los valores obtenidos (tres pruebas para Descarga y tres pruebas para Carga) en kbit/s.

19. Tener en consideración que las velocidades de acceso a intranet configuradas y/o contratadas para las Instituciones abonadas Obligatorias será la ofertada.

Verificación de filtro de contenidos

20. Seleccionar tres (03) páginas Web consideradas como de contenido pornográfico. Las páginas sugeridas de acuerdo con el ranking de Huawei se indican en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
21. Seleccionar tres (03) páginas Web consideradas como de contenido de violencia. Las páginas sugeridas de acuerdo con el ranking de Huawei se indican en el documento “Anexo 01-Lista de direccionamiento IP y URL”.
22. Realizar una captura de pantalla y/o fotografía del resultado obtenido en cada caso.

Procedimiento

1. En el equipo con funcionalidad wifi conectarse a la red @ PRONATEL-WIFI e ingresar con la contraseña Huawei@123
2. Realizar la verificación de acceso y navegabilidad a internet, ingresando a la web de Google. Asimismo, navegar en YouTube.

Resultados

No cumple con la navegación, realizando la navegación por YouTube, también por las páginas del MTC, MINEDU.



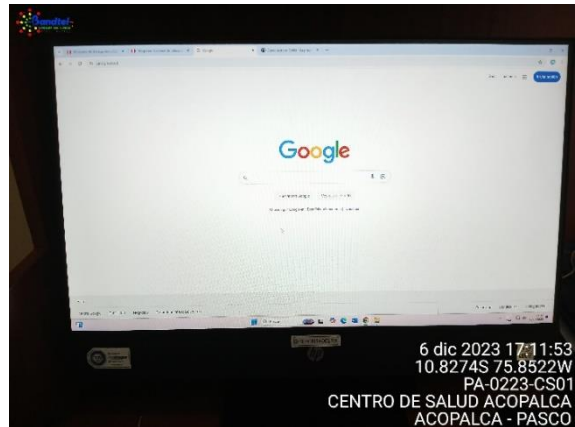


Fig. 57. Capturas fotográficas de redes de Internet inestables

En la Fig. 57, se muestra las tomas fotográficas donde el poste de conexión esta con faltas de implementación.

III. RESULTADOS

Culminado el desarrollo de la tesis, arribamos a los siguientes resultados, los mismos que están orientados a los objetivos planteados en el proyecto de tesis aprobado y que detallamos a continuación:

Objetivo General: Evaluar la eficacia de las estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C para mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones.

Los resultados obtenidos demuestran la necesidad y la eficacia de implementar estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo para mejorar la calidad de los servicios de telecomunicaciones. Se identificaron problemas significativos de conectividad y estabilidad en la red, los cuales pueden ser mitigados mediante el uso de herramientas y procedimientos adecuados. La implementación de sistemas de monitoreo continuo y la aplicación de métodos de prueba avanzados son cruciales para la detección temprana y resolución eficiente de las fallas, lo que se traduce en una mejora tangible en la experiencia del usuario y la operatividad de la red.

Objetivos Específicos:

OE1: Realizar un análisis exhaustivo de los registros de incidentes y desconexiones en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C durante un período determinado para identificar patrones y tendencias.

Resultados: El análisis de los registros de conectividad reveló una alta tasa de pérdida de paquetes y problemas de latencia. Específicamente, se obtuvieron 15 ms de latencia con un 62% de pérdida de paquetes para el servidor Datacenter Acceso, y 145 ms de latencia con un 72% de pérdida de paquetes para el servidor DNS de Google. Estos resultados indican una conectividad deficiente tanto con el servidor NOC como con Internet, lo que sugiere patrones de inestabilidad y desconexiones recurrentes en la red. Además, se observó que la navegación por sitios como YouTube, MTC y

MINEDU no se realizaba correctamente, confirmando las deficiencias en la calidad del servicio de Internet.

OE2: Evaluar el funcionamiento de las herramientas y sistemas de supervisión utilizados en Bandtel S.A.C y determinar su eficacia en la detección temprana de problemas en la red.

Resultados: Se identificaron y describieron diversos sistemas y herramientas de supervisión remota de fibra óptica que son fundamentales para la detección temprana de problemas. Entre ellos se destacan los Sistemas Remotos de Prueba de Fibra (RFTS) que utilizan OTDR (Reflectometría Óptica en el Dominio del Tiempo) y Unidades de Prueba Remota (RTU) para el monitoreo continuo de la red física. Se detallaron los métodos de prueba en fibras oscuras (sin servicio) y en fibras activas (con servicio), este último requiriendo el uso de WDM (Multiplexación por División de Longitud de Onda).

Se evaluaron las cualidades (básicas, normales y avanzadas) de sistemas como el RTU 587 de Controles S.A., el RTU OTU8000 de JDSU, y el RTU NQMSfiber de EXFO. Estos sistemas demuestran ser efectivos en la rápida identificación y ubicación de fallas, la detección y seguimiento de degradaciones de la fibra óptica las 24 horas del día, la documentación detallada de la red, la prevención de fallas mediante el mantenimiento preventivo, y la capacidad de realizar pruebas centralizadas o remotas.

OE3: Realizar un estudio detallado de casos específicos de desconexiones y señales inestables en la red, investigando las causas subyacentes y proponiendo soluciones técnicas para prevenir futuros problemas.

Resultados: Los casos específicos de problemas incluyen la desconexión del clúster NETWORKING y la inestabilidad de la señal en algunos equipos. Para abordar estas problemáticas, se destacó la importancia de utilizar Reflectómetros Ópticos en el Dominio del Tiempo (OTDR) para localizar fallas como cortes de fibra, problemas en conectores y atenuación de señales en las Redes Ópticas Pasivas (PON). Además, se enfatizó el uso de medidores de potencia óptica y fuentes de luz para verificar los niveles de potencia y la calidad de la señal en el Terminal de Línea Óptica (OLT) y la Unidad de Red Óptica (ONU). Es crucial asegurar que los niveles de potencia se mantengan dentro de los rangos especificados para las clases de Red de Distribución Óptica (ODN) (B+ con un presupuesto de pérdidas de 23 dB y C+ con hasta 28 dB), lo que previene la degradación de la señal y la inestabilidad de la red. La implementación de monitoreo activo y técnicas avanzadas de resolución de problemas es esencial para el mantenimiento proactivo y la fiabilidad de las infraestructuras PON.

IV. DISCUSIÓN

La presente investigación sobre la mejora de la calidad de los servicios de telecomunicaciones a través de la supervisión y el mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C. revela hallazgos significativos que coinciden o no con estudios previos en el campo de la ingeniería de sistemas y las telecomunicaciones. La alta tasa de pérdida de paquetes y la latencia observada en el servicio de Internet en Bandtel S.A.C. subraya la importancia crítica de una gestión robusta de la red, un aspecto consistente con la problemática abordada por otros investigadores.

1. **Necesidad de Mejora de la Gestión del Servicio:** El estudio de Llor y Valencia [7] sobre la gestión del servicio y su incidencia en el desempeño de una empresa de telecomunicaciones en Manabí coincide con nuestros hallazgos en la necesidad de mejorar la gestión del servicio para cumplir con los objetivos empresariales. Ambos estudios resaltan que una gestión ineficiente impacta directamente en la calidad percibida por el cliente y el desempeño general de la empresa. La identificación de la desconexión del clúster NETWORKING y la inestabilidad de la señal en Bandtel S.A.C. refuerza esta coincidencia, ya que son manifestaciones directas de una gestión que requiere optimización.
2. **Enfoque Metodológico, pero Coincidencia en el Objetivo de Optimización:** Beltrán, Garzón y Puertas [8] en su propuesta de un manual para el levantamiento de información técnica entre una Institución de Educación Superior y una Empresa de Telecomunicaciones se enfocan en la mejora de la recolección de datos técnicos para reducir reprocesos y costos, utilizando un método analítico con datos históricos. Aunque nuestra metodología se centra en un estudio de caso con un enfoque cuantitativo descriptivo y exploratorio y no en la creación de un manual, ambos trabajos coinciden en el objetivo subyacente de optimizar los procesos técnicos para mejorar la eficiencia y la calidad del servicio en el sector de las telecomunicaciones. La implementación de sistemas de supervisión como el RFTS en nuestro estudio es una herramienta para lograr esa optimización.

3. **Relevancia de la Calidad Interna del Servicio:** Waiman, Papa, Olsina y Furch [6] investigaron la relación entre la calidad del servicio interno y externo en un Carrier, proponiendo el modelo MCI-SERVQUAL para medir la calidad interna. Nuestro estudio, si bien no utiliza el mismo modelo, concuerda con la premisa de que la calidad interna de la red de fibra óptica —evaluada a través de parámetros como la pérdida de paquetes y la estabilidad de la señal— impacta directamente en la satisfacción del cliente. La eficacia de las herramientas de supervisión (RTU 587, OTU8000, NQMSfiber) en la detección temprana de problemas internos es un pilar de nuestra propuesta, lo que refuerza esta conexión entre la gestión interna y la calidad del servicio final.
4. **Necesidad de Detección Temprana y Prevención de Fallas:** Martínez [9] en su estudio sobre la supervisión y coordinación de cuadrillas de implementación de equipo de telecomunicaciones y electromecánico, destaca la importancia del control y seguimiento continuo en la ejecución de proyectos de ingeniería en telecomunicaciones para garantizar su éxito. Nuestro estudio coincide plenamente al enfatizar la "rápida identificación y ubicación de fallas" y la "detección, localización y seguimiento de degradaciones de la fibra óptica" mediante sistemas avanzados de supervisión. Ambos trabajos convergen en que la proactividad en la supervisión es clave para la prevención de interrupciones inesperadas y la optimización de recursos.
5. **Impacto de la Infraestructura de Fibra Óptica en la Calidad del Servicio:** Ávila Arteaga [10] abordó la implementación de una red dorsal de fibra óptica para mejorar la calidad del servicio de Internet en la Región Loreto, resaltando cómo las deficiencias en la infraestructura impactan la conectividad. Este antecedente se alinea directamente con nuestro estudio al abordar la mejora de la calidad de los servicios de telecomunicaciones a través de la supervisión y mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C. Ambos trabajos concuerdan en que una infraestructura de fibra óptica robusta y bien mantenida, respaldada por sistemas de monitoreo continuo, es fundamental para asegurar un servicio estable y reducir la brecha digital, especialmente en regiones con desafíos geográficos o climáticos.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la presente investigación se derivan directamente de los objetivos planteados y los resultados obtenidos:

1. **Respecto al análisis exhaustivo de incidentes y desconexiones:** Se concluye que la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C. presentaba problemas significativos de conectividad y estabilidad, manifestados por una alta pérdida de paquetes (62% al servidor Datacenter Acceso y 72% al DNS de Google) y latencias elevadas (15 ms y 145 ms respectivamente), lo que impedía una navegación web adecuada en servicios esenciales. Este análisis permitió identificar patrones de inestabilidad y la recurrencia de desconexiones que impactaban directamente la calidad del servicio.
2. **Respecto a la evaluación de herramientas y sistemas de supervisión:** Se concluye que los Sistemas Remotos de Prueba de Fibra (RFTS), que incluyen OTDR y RTU, junto con técnicas como WDM para pruebas en fibras activas, son herramientas altamente eficaces para la detección temprana y continua de problemas en la red de fibra óptica. La evaluación de sistemas como el RTU 587, RTU OTU8000 y RTU NQMSfiber demostró que estas tecnologías son fundamentales para una supervisión proactiva, permitiendo la rápida identificación de fallas, el seguimiento de degradaciones y la documentación precisa de la red.
3. **Respecto al estudio detallado de casos específicos de desconexiones y señales inestables:** Se concluye que la desconexión del clúster NETWORKING y la inestabilidad de la señal son problemáticas críticas en la red de Bandtel S.A.C. La aplicación de OTDR y medidores de potencia óptica es esencial para diagnosticar y prevenir fallas subyacentes, como cortes de fibra y atenuación de señales en las Redes Ópticas Pasivas (PON). Es crucial mantener los niveles de potencia dentro de los rangos establecidos (Clase B+ y C+) para asegurar la

estabilidad y fiabilidad de la red, validando la importancia de un monitoreo activo y técnicas avanzadas de resolución de problemas para el mantenimiento proactivo.

4. **Conclusión general pertinente:** La implementación de estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo en la red de fibra óptica de Bandtel S.A.C. no solo es necesaria, sino que es una solución efectiva para mitigar problemas de conectividad, garantizar la estabilidad de la red y, en última instancia, mejorar significativamente la calidad de los servicios de telecomunicaciones ofrecidos.

VI. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y conclusiones de este estudio, se formulan las siguientes recomendaciones:

1. **Implementar un sistema integral de monitoreo en tiempo real:** Se recomienda establecer un sistema de monitoreo RFTS con capacidades OTDR y RTU que opere 24/7 para supervisar continuamente la red de fibra óptica. Esto permitirá la detección inmediata de anomalías, degradaciones y fallas, facilitando una respuesta rápida y proactiva antes de que afecten la calidad del servicio.
2. **Establecer un programa de mantenimiento preventivo basado en datos:** Se sugiere desarrollar un programa de mantenimiento preventivo que utilice los datos históricos y en tiempo real recopilados por los sistemas de supervisión. Esto permitirá identificar tendencias de degradación, programar intervenciones antes de que ocurran fallas críticas y optimizar la vida útil de la infraestructura de fibra óptica.
3. **Capacitación continua del personal técnico:** Es fundamental invertir en la capacitación y especialización del personal encargado de la operación y el mantenimiento de la red. Esto incluye el manejo avanzado de los sistemas de supervisión (OTDR, RTU), la interpretación de métricas de rendimiento y la aplicación de protocolos de resolución de problemas para garantizar una gestión eficiente y efectiva.
4. **Optimizar el cableado estructurado y la instalación de equipos en las IAO:** A raíz de las deficiencias observadas en el cableado UTP (Indoor) y la falta de canaletas y tomas fijas en cajas, se recomienda revisar y estandarizar los procedimientos de instalación y verificación del cableado estructurado en las Instituciones Abonadas Obligatorias (IAO). Esto asegurará la integridad física de la red y reducirá las fuentes de inestabilidad de la señal.
5. **Realizar un estudio de impacto a largo plazo de la supervisión proactiva:** Se recomienda llevar a cabo un estudio de seguimiento longitudinal para cuantificar el impacto a largo plazo

de las estrategias de supervisión y mantenimiento proactivo implementadas en Bandtel S.A.C. Este estudio podría incluir la correlación entre la reducción de incidentes reportados, la mejora en la satisfacción del cliente y la optimización de los costos operativos, para validar de manera más robusta la inversión en estas tecnologías, así como explorar la aplicación de Inteligencia Artificial para la predicción de fallas en redes de fibra óptica basadas en datos históricos de supervisión.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] C. B. Velázquez González, «Procedimiento para la evaluación y mejora de la satisfacción de los clientes de las formas de gestión no estatal con los servicios de telecomunicaciones en ETECSA», bachelorThesis, Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales y Administración, Departamento de Ingeniería Industrial, Holguín, 2022. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repositorio.uho.edu.cu/xmlui/handle/uho/9621>
- [2] E. J. Duque Oliva, «Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición», *Innovar*, vol. 15, n.º 25, pp. 64-80, ene. 2005.
- [3] RAING(Real Academia de Ingeniería), «Diccionario RAING». Accedido: 21 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://diccionario.raing.es/es/lema/servicio-de-telecomunicaci%C3%B3n>
- [4] F. R. A. Loor y M. N. V. Valencia, «Gestión del Servicio y su Incidencia en el Desempeño de una Empresa de Telecomunicaciones de Manabí», *MQRInvestigar*, vol. 7, n.º 1, Art. n.º 1, mar. 2023, doi: 10.56048/MQR20225.7.1.2023.2487-2506.
- [5] J. C. Beltrán Mejía, A. J. Garzón Beltrán, y L. X. Puertas Ballén, «Propuesta de un manual para el levantamiento de información técnica entre una Institución de Educación Superior y una Empresa de Telecomunicaciones», Titulo Profesional, Universidad ECCI, Bogotá Colombia, 2023. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3497>
- [6] N. Waiman, F. Papa, L. Olsina, y R. Furch, «Hacia la Búsqueda de Relaciones entre Vistas de Calidad de Servicio: Caso de Estudio sobre Calidad Interna de un Carrier», ResearchGate, nov. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/364999903>
- [7] J. Veintimilla, M. Gomes Ney, y N. V. Mora Sanchez, «Enfoque basado en la teoría para la mejora administrativa: análisis del modelo y actividades en el desarrollo», *593 Digit. Publ. CEIT*, vol. 5, n.º 2, pp. 44-55, 2020, doi:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7383237>.
- [8] J. S. Millan Correa, «Diseño de un plan de mejora basado en la metodología Seis Sigma para el mejoramiento del área de telecomunicaciones de la empresa representaciones Eurodent S.A.S», Master Thesis, UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, 2022. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en:
<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/5662>

- [9] C. E. C. Martínez, «Supervisión y coordinación de cuadrillas de implementación de equipo de telecomunicaciones y electromecánico: Servicios Eléctricos SERVELEC S. de R.L.», Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA - TEGUCIGALPA -, 2020. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/9838>
- [10] D. E. Avila Arteaga, «Implementación de red dorsal de fibra óptica para mejorar la calidad del servicio de internet en la Región Loreto- 2021», Título Profesional, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú, 2023. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9021>
- [11] L. D. Sanchez Nuñez, «Calidad de servicio y satisfacción de usuarios en una empresa de telecomunicaciones de Trujillo, 2022», Master Thesis, UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA, Lima, Perú, 2022. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94243>
- [12] G. A. Perez Londoño, «Apreciación de la calidad de los servicios en telecomunicaciones en Perú, para los servicios de internet (datos), telefonía móvil», Master Thesis, UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO, Lima, Perú, 2022. Accedido: 19 de septiembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10256>

ANEXOS



Portal de la empresa BANTEPERU

Fuente: <https://www.bantelperu.com/>



Caracterización de la empresa BANTEPERU

Fuente: <https://www.bantelperu.com/nosotros>