



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica
Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones

**Diseño e implementación de enlace microondas
dedicado de configuración 1+0 en la banda licenciada
de 23 GHz para cliente mayorista Packing del Carmen
del operador Entel Perú**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Ronald Alexis ASCENCIO MATURRANO

ASESOR

MG. Carlos Alberto SOTELO LÓPEZ

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ascencio, R. (2025). *Diseño e implementación de enlace microondas dedicado de configuración 1+0 en la banda licenciada de 23 GHz para cliente mayorista Packing del Carmen del operador Entel Perú*. [Trabajo de Suficiencia Profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Ronald Alexis Ascencio Maturrano
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71455375
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Sotelo Lopez
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07017259
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8960-6567
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Roberto Florentino Unsihuay Tovar
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	19944586
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Manuel Francisco Bermeo Noriega
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08437735
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Ángel Orlando Sumoso Huaman
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06842634
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.3.5.
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica

Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Packing del Carmen País: Perú Departamento: Ica Provincia: Chincha Distrito: El Carmen Latitud: -13.57222222222223 Longitud: -76.17833333333334
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Diciembre 2022 – Febrero 2023
URL de disciplinas OCDE	Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05



ACTA DE SUSTENTACIÓN TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

ACTA N°013/FIEE-CTGT/2025

Los suscritos Miembros del Jurado, docentes permanentes de las Escuelas Profesionales de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha 16 de abril del 2025, como presidente de Jurado el **MG. UNSIHUAY TOVAR, ROBERTO FLORENTINO**, integrado por el Miembro de Jurado el **MG. BERMEO NORIEGA MANUEL FRANCISCO** el Miembro de Jurado **ING. SUMOSO HUAMAN, ÁNGEL ORLANDO** y Miembro Asesor **MG. SOTELO LOPEZ, CARLOS ALBERTO**.

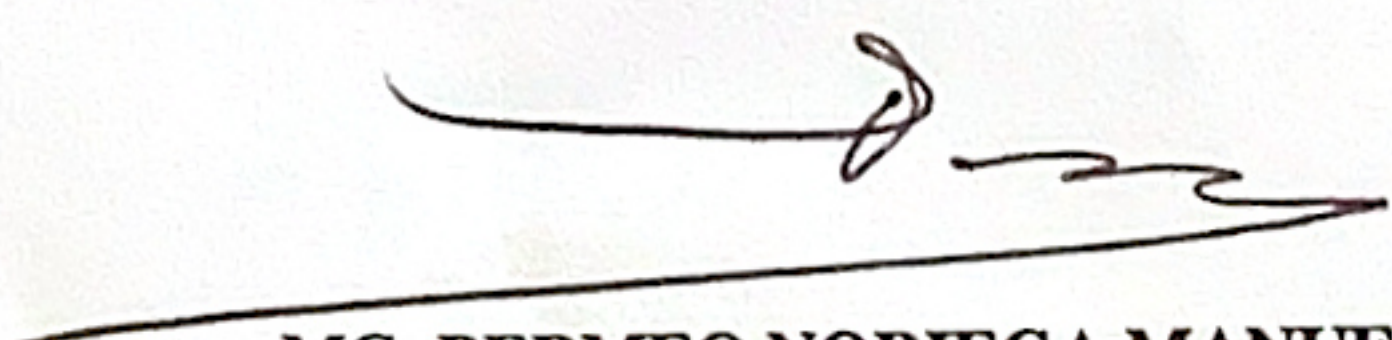
Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del Bachiller **RONALD ALEXIS ASCENCIO MATURRANO** con código N° **13190128** que para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACE MICROONDAS DEDICADO DE CONFIGURACIÓN 1+0 EN LA BANDA LICENCIADA DE 23 GHZ PARA CLIENTE MAYORISTA PACKING DEL CARMEN DEL OPERADOR ENTEL PERÚ**.

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo de *16. diez y seis*.

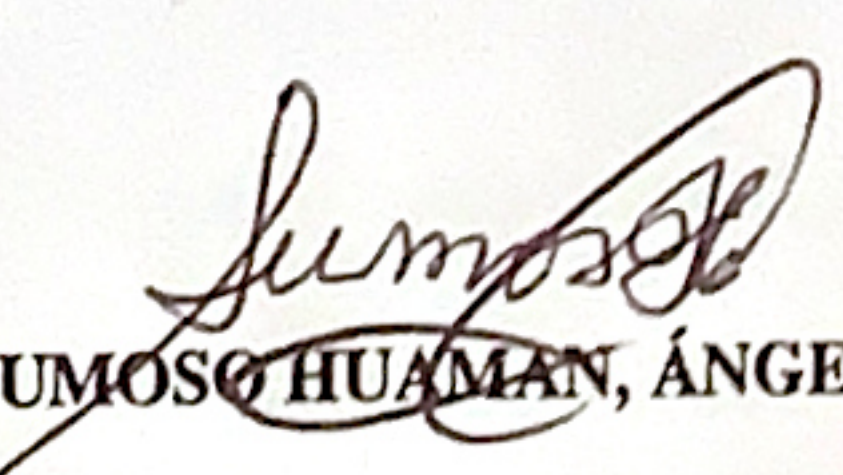
Ciudad Universitaria, 16 de abril del 2025


MG. UNSIHUAY TOVAR, ROBERTO FLORENTINO

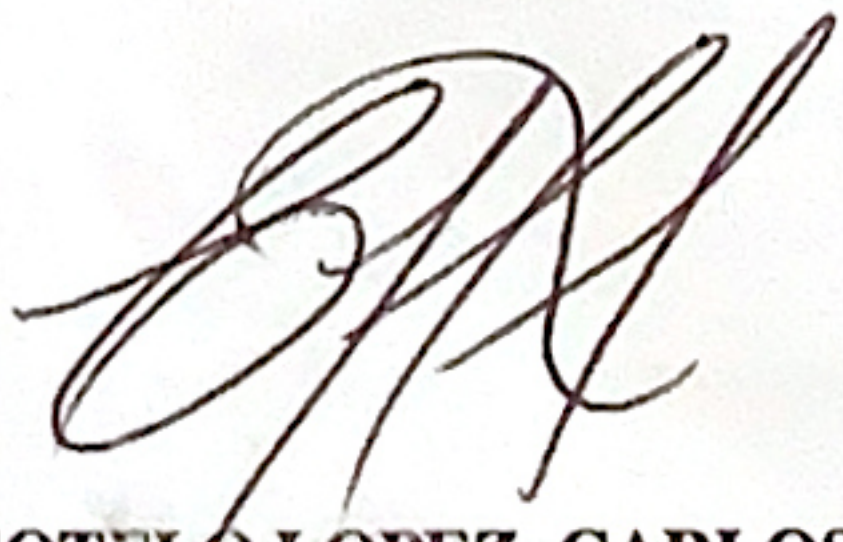
Presidente Jurado


MG. BERMEO NORIEGA MANUEL FRANCISCO

Miembro Jurado


ING. SUMOSO HUAMAN, ÁNGEL ORLANDO

Miembro Jurado


MG. SOTELO LOPEZ, CARLOS ALBERTO

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **MG. CARLOS ALBERTO SOTELO LOPEZ** mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACE MICROONDAS DEDICADO DE CONFIGURACIÓN 1+0 EN LA BANDA LICENCIADA DE 23 GHZ PARA CLIENTE MAYORISTA PACKING DEL CARMEN DEL OPERADOR ENTEL PERÚ**, presentado por el bachiller RONALD ALEXIS ASCENCIO MATURRANO, para optar al título profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones. CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante el software de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 4% de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional**. Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del grado correspondiente.

Firma del Asesor

DNI: 07017259

Nombres y apellidos del asesor: Carlos Alberto Sotelo Lopez

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis padres Nicanor Javier y Lizeth Maritza que desde pequeño me apoyaron e inculcaron la disciplina de estudiar y luchar por los sueños, a mi hermana Valery Lizeth por sus palabras de motivación, a mi asesor Mg. Carlos Sotelo por su asesoría permanente para lograr mis objetivos. Este proyecto también va dedicado para las personas que me apoyaron desinteresadamente y poder lograrlo con éxito.

AGRADECIMIENTOS

Agradecido con Dios por permitirme concluir este gran paso y disfrutarlo al lado de las personas que estuvieron día y noche dándome sus palabras de aliento, Asimismo agradecer a la compañía JPR Telecomunicaciones que me dio la oportunidad de pertenecer e iniciar mi experiencia profesional en el rubro de las telecomunicaciones.

RESUMEN

En la actualidad diversas compañías y organizaciones del rubro en general, están en búsqueda de diversos medios para contrarrestar la comunicación punto a punto debido a que se encuentran en zonas de difícil acceso, mayormente en zonas rurales, entre otros; sin embargo, Hoy en día existen diversos canales viables que permiten disminuir esta brecha digital. Para ello se pretende realizar un análisis previo a las zonas involucradas para tomar la mejor decisión que permita cumplir con el objetivo de establecer una comunicación óptima.

El presente proyecto se enfoca en un estudio de dos zonas involucradas, primero se realizará un análisis de campo en el cliente mayorista Packing del Carmen y posterior a ello un análisis en la estación del operador Entel; Ambos puntos ubicados en la provincia de Pisco, departamento de Ica. El objetivo del proyecto es proponer un modelo de red para brindar un servicio dedicado al cliente Packing del Carmen y otorgarle acceso a internet mediante un medio de transporte utilizando la tecnología de un enlace microondas de configuración 1+0 garantizando una confiabilidad y alta disponibilidad del 99,9% de paquetes enviados y recibidos que se basarán en una topología punto a punto.

Seguido a ello se muestra las consideraciones iniciales para su implementación del proyecto, equipos a utilizar y los beneficios que otorga la tecnología que se ha planteado. Finalmente se realizará una prueba demostrando que el servicio se encuentra disponible para su posterior operación en la red de Entel.

Palabras clave: Modelo de Red, Enlaces Microondas, Confiabilidad, Medios de transporte, topología, disponibilidad.

ABSTRACT

Currently, various companies and organizations in the sector in general are looking for different means to counter point-to-point communication because they are located in areas of difficult access, mostly in rural areas, among others; however, today there are various viable channels that allow reducing this digital gap. To do this, it is intended to carry out a prior analysis of the areas involved in order to make the best decision that allows meeting the objective of establishing optimal communication.

This project focuses on a study of the two areas involved, first a field analysis will be carried out at the wholesale client Packing del Carmen and then an analysis at the Entel operator station; both points located in the province of Pisco, department of Ica. The objective of the project is to propose a network model to provide a dedicated service to the Packing del Carmen client and grant them access to the Internet through a means of transport using the technology of a 1+0 configuration microwave link guaranteeing reliability and high availability of 99.9% of sent and received packages that will be based on a point-to-point topology.

This is followed by the initial considerations for the implementation of the project, the equipment to be used and the benefits provided by the proposed technology. Finally, a test will be carried out to demonstrate that the service is available for subsequent operation on the Entel network.

Keywords: Network Model, Microwave Links, Reliability, Means of transport, topology.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
TABLA DE CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD	14
1.1 Institución – Actividad que desarrolla	14
1.2 Periodo de duración de la actividad.....	14
1.3 Finalidad y objetivos de la entidad.....	14
1.4 Razón social	15
1.5 Dirección postal	15
1.6 Correo electrónico del profesional a cargo.	15
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	16
2.1 Organización de la actividad.....	16
2.2 Finalidad y objetivos de la Actividad	16
2.2.1 Finalidad	16
2.2.2 Objetivos	17
2.2.2.1 Objetivo Principal	17
2.2.2.2 Objetivos Específicos.....	17
2.3 Problemática.....	18
2.3.1 Problema General	18
2.3.2 Problemas Específicos	18
2.3.3 Justificación e importancia de la investigación	18
2.3.3.1 Justificación Práctica:	18

2.3.3.2	Justificación económica:	19
2.4	Metodología	19
2.4.1	Bases teóricas	19
2.4.2	Marco conceptual	21
2.5	Procedimiento	26
2.5.1	Estudio Técnico en sitio	27
2.5.2	Perfil de Radioenlace	37
2.5.3	Propuesta de radioenlace para su implementación	39
2.5.4	Topología de Red	40
2.6	Resultado de la actividad	40
CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		47
3.1	Descripción de la implementación	47
3.1.1	Consideraciones y recomendaciones iniciales	47
3.1.2	Implementación de Antena Microondas y ODU	51
3.1.3	Despliegue de cableado y conexión entre equipos	53
3.1.4	Configuración de equipos	55
3.1.5	Alineamiento de antenas	65
3.1.6	Complementos post – instalación de equipos	67
3.2	Evaluación económica	71
CAPITULO V: CONCLUSIONES		75
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES		76
CAPITULO VII: REFERENCIAS		77
CAPITULO VIII: ANEXOS		81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Organización de la empresa JPR Telecomunicaciones S.A.C.....	16
Figura 2 Representación de polarización de onda.	23
Figura 3 Zonas de Fresnel	24
Figura 4 Ubicación de monoposte existente y antena microondas de otro operador.	28
Figura 5 Línea de vista hacia estación base Alto Pisco - Fotografía sin Zoom.	29
Figura 6 Línea de vista hacia estación base Alto Pisco - Fotografía con Zoom.	29
Figura 7 Planteamiento del recorrido inicial del cableado	30
Figura 8 Planteamiento del recorrido final del cableado.	31
Figura 9 Alimentación AC disponibles.....	32
Figura 10 Torre Auto soportada Alto Pisco del operador Entel Perú.....	33
Figura 11 Planteamiento del recorrido vertical del cableado en planta externa en Alto Pisco	34
Figura 12 Planteamiento del recorrido horizontal de cableado en planta externa en Alto Pisco.	35
Figura 13 Planteamiento de recorrido horizontal del cableado en planta interna de Alto Pisco.	35
Figura 14 Vista de Gabinete de telecomunicaciones en Alto Pisco	36
Figura 15 Slots disponibles en radios existentes en Alto Pisco.....	37
Figura 16 Link Budget del Radio enlace.	38
Figura 17 Topología de red del radioenlace.....	40
Figura 18 Interfaz de renombramiento de equipo en Packing del Carmen.	42
Figura 19 Interfaz de nivel de recepción y frecuencias de operación en Packing del Carmen.....	42
Figura 20 Interfaz de nivel potencia de transmisión en Packing del Carmen.	43
Figura 21 Interfaz de renombramiento de equipo en Alto Pisco	43
Figura 22 Interfaz de nivel de recepción y frecuencias de operación en Alto Pisco	44
Figura 23 Interfaz de nivel potencia de transmisión en Alto Pisco.	44

Figura 24	Prueba de velocidad en enlace microondas	45
Figura 25	Banda de Frecuencia de operación en Antena Packing del Carmen.	48
Figura 26	Span Loss de ODU Packing del Carmen	49
Figura 27	Banda de Frecuencia de operación de antena Alto Pisco.....	50
Figura 28	Span Loss de ODU Alto Pisco.	51
Figura 29	Instalación de Antena y ODU en el Cliente Packing del Carmen	52
Figura 30	Instalación de Antena y ODU en Alto Pisco.	52
Figura 31	Conexión de equipos en Rack Packing del Carmen	53
Figura 32	Instalación de Transceiver o módulo eléctrico.	54
Figura 33	Conexión de equipos en planta interna Alto Pisco	54
Figura 34	Imagen referencial de Conexión ODU – Laptop con cableado Ethernet.	55
Figura 35	Interfaz de configuración de IP y máscara	56
Figura 36	Interfaz para acceder a equipo	56
Figura 37	Interfaz para activar la KEY.	57
Figura 38	Interfaz de configuración de frecuencias – Packing del Carmen	57
Figura 39	Interfaz de configuración de frecuencias – Alto Pisco.....	58
Figura 40	Imagen referencial de proceso para realizar descarte de interferencia.	59
Figura 41	Descarte de interferencia Packing del Carmen – Pantalla 1.	59
Figura 42	Descarte de interferencia Packing del Carmen – Pantalla 2.	60
Figura 43	Descarte de interferencia Alto Pisco – Pantalla 1.	60
Figura 44	Descarte de interferencia Alto Pisco – Pantalla 2.	61
Figura 45	Configuración de potencia de Transmisión	61
Figura 46	Configuración de Ancho de Banda	62
Figura 47	DF Transmisiones de Proyecto microondas	63
Figura 48	Asignación de nombre a Radio según DF en Packing del Carmen.	63
Figura 49	Asignación de nombre a Radio según DF en Alto Pisco.....	64
Figura 50	Asignación de nueva IP para equipo – Packing del Carmen. ...	64
Figura 51	Asignación de nueva IP para equipo – Alto Pisco.....	65

Figura 52 Alineamiento de antenas en Torre – Extremo Packing del Carmen.	66
Figura 53 Aterramiento de ODU y etiquetado - Packing del Carmen.....	67
Figura 54 Engrasado de pernería de soporte y ODU.....	68
Figura 55 Vulcanizado y siliconeado de conectores - Packing del Carmen.	68
Figura 56 Etiquetado - Packing del Carmen.	69
Figura 57 Aterramiento de ODU y etiquetado - Alto Pisco.	69
Figura 58 Engrasado de pernería de soporte y ODU en Alto Pisco.....	70
Figura 59 Vulcanizado y siliconeado de conectores - Alto Pisco.	70
Figura 60 Etiquetado - Alto Pisco.....	71

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Equipamiento Indoor y Outdoor Packing del Carmen	39
Tabla 2	Equipamiento Indoor y Outdoor Alto Pisco	39
Tabla 3	Costo de Implementación de Enlaces Microondas	72
Tabla 4	Detalles de Costo de instalación Ítem 02	73
Tabla 5	Detalles de Costo de instalación Ítem 03	73
Tabla 6	Detalles de Costo de instalación Ítem 06	74
Tabla 7	Detalles de Costo de instalación Ítem 07	74

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La tecnología Wireless o microondas es una de las tecnologías clave para la comunicación y prestación de servicios confiable, sin embargo, éste presenta un bajo costo de implementación y mantenimiento en comparación a sus competidoras. Por otro lado, se evidencia que en la actualidad las empresas tienen la necesidad de contar con un servicio de internet por los distintos fines que éste le permite, como la administración de información en tiempo real con sus proveedores o empresas aliadas. Ante esta situación la empresa Packing del Carmen se ha visto en la necesidad de contratar un servicio de datos dedicado que le permita beneficiarse y crecer como empresa. En ese sentido el operador Entel Perú a través de la empresa JPR Telecomunicaciones S.A.C. realizó la implementación de un radioenlace microondas punto a punto en la provincia de Pisco, departamento de ICA, con el propósito de tener acceso al servicio de internet a la velocidad, estabilidad y un buen performance solicitada por la empresa.

Por todo lo mencionado anteriormente la presente investigación tiene como objetivo principal proponer un modelo de red basada en la tecnología microondas para brindar los servicios de banda ancha a la compañía Packing del Carmen que se realizará por la JPR Telecomunicaciones S.A.C. que garantizará un servicio de confiabilidad y calidad para su uso que beneficiará en las gestiones y crecimiento de la empresa.

CAPITULO II: INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

1.1 Institución – Actividad que desarrolla

La institución responsable donde se desarrollaron las actividades de estudio e implementación fue en la compañía JPR Telecomunicaciones, empresa colabora del operador Entel Perú que se desempeña en el área de Telecomunicaciones, empresa que se encuentra enfocado en la capa de red de transporte y acceso, realizando estudios e implementaciones de enlaces microondas y fibra óptica dedicados.

1.2 Periodo de duración de la actividad.

El desarrollo de la actividad fue entre el 20 de diciembre del año 2022 hasta el 13 de febrero del 2023.

1.3 Finalidad y objetivos de la entidad

a) Finalidad:

Garantizar un correcto estudio y planeamiento de un enlace microondas o fibra óptica para una correcta implementación de equipos o accesorios de telecomunicaciones para brindar confiabilidad de los servicios de redes.

b) Objetivos:

- Realizar un correcto estudio de las zonas involucradas para una correcta implementación.
- Implementar enlaces microondas y/o despliegues de fibra óptica bajo los parámetros óptimos de confiabilidad.
- Garantizar un óptimo desempeño de sus implementaciones para una correcta conectividad entre puntos sin margen de error.

1.4 Razón social

La razón social de la empresa es JPR Telecomunicaciones S.A.C. con número de RUC 20546503705

1.5 Dirección postal

- Dirección Legal: Av. 1 de Mayo Nro. 343- P.J. Reynoso (2do Piso Costado Representación Reynoso)
- Distrito / Ciudad: Carmen de la Legua Reynoso
- Departamento: Prov. Const. del Callao, Perú

1.6 Correo electrónico del profesional a cargo.

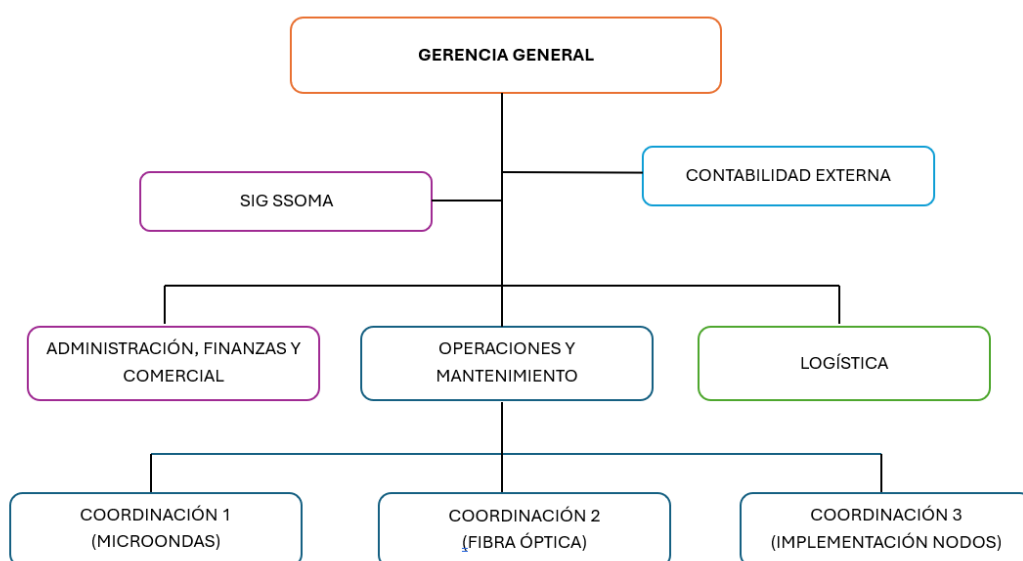
Correo electrónico corporativo: Edgar.jara@jprrtelecomunicaciones.com

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

2.1 Organización de la actividad

Figura 1

Organización de la empresa JPR Telecomunicaciones S.A.C.



Fuente: Extraído de compañía JPR Telecomunicaciones

2.2 Finalidad y objetivos de la Actividad

2.2.1 Finalidad

En el presente proyecto se propone una arquitectura de red de acceso que permitirá el envío y recepción de datos de la compañía Packing del Carmen S.A.C a través de la implementación de un enlace microondas de configuración 1+0.

2.2.2 Objetivos

2.2.2.1 Objetivo Principal

Implementar un enlace microondas de configuración 1+0 para brindar un servicio de datos de 50Mbps en la compañía Packing del Carmen en la provincia de Chincha, departamento de ICA.

2.2.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual de la arquitectura de red en la compañía Packing del Carmen en la provincia de Chincha, departamento de ICA.
- Realizar un diseño de red con parámetros óptimos para interconectar la compañía Packing del Carmen con la estación base del operador Entel Perú en la provincia de Chincha, departamento de ICA.
- Determinar qué tecnologías y equipos se requieren para poder implementar en la compañía Packing del Carmen y Alto Pisco en la provincia de Chincha, departamento de ICA.

2.3 Problemática

2.3.1 Problema General

¿En qué medida la implementación de un radioenlace microondas mejorará su servicio de datos a la compañía Packing de Carmen en la provincia de Chincha, departamento de Ica?

2.3.2 Problemas Específicos

- ¿En qué estado se encuentra el despliegue de red de la compañía Packing de Carmen en la provincia de Chincha, departamento de ICA?
- ¿Cuál sería el diseño y parámetros óptimos del radioenlace microondas para interconectar a la compañía Packing de Carmen con el operador Entel Perú en la provincia de Chincha, departamento de ICA?
- ¿Qué tecnologías y equipos se requieren para poder implementar un radioenlace microondas en la compañía Packing del Carmen ubicada en la provincia de Chincha, departamento de Ica?

2.3.3 Justificación e importancia de la investigación

2.3.3.1 Justificación Práctica:

La implementación de este proyecto se realiza porque existe la necesidad de contar con un servicio de internet dedicado y confiable

para mejorar el flujo de procesos administrativos y productivos a través de un enlace microondas en alianza con el operador Entel Perú. Además, la elaboración de este proyecto servirá para casos a futuro como una de las soluciones estratégicas que se le puede brindar a un cliente en las mismas condiciones.

2.3.3.2 Justificación económica:

Diseñar e implementar un radioenlace microondas en una zona que carece de conexiones de salida hacia internet se hace beneficioso debido al bajo costo de implementación en comparación a las tecnologías de Fibra óptica y enlaces satelitales competentes.

2.4 Metodología

2.4.1 Bases teóricas

Los medios de transmisión son un canal físico entre dos puntos o terminales denominados emisor o receptor, que permite transportar información a través de medios físicos. Cada medio de transmisión tendrá sus condiciones y limitaciones, es decir que puede condicionar su velocidad de transferencia, distancia, entre otros. Estos medios se pueden clasificar en medios guiados y no guiados, la diferencia entre ambos es que en el primero las ondas se dan por un canal físico alámbrico como el cable y el segundo las ondas se propagan a través de un canal inalámbrico como el aire. Según el autor Manuel (Barcell, 2014) entre los principales medios de transmisión vía alámbrica o guiados son el cobre, fibra óptica, coaxial y los medios de transmisión no guiados o inalámbricos son los radioenlaces y microondas.

Un sistema de enlace microondas permite transmitir diferentes servicios como voz, datos o video entre dos terminales por ondas electromagnéticas que presenten una línea de vista sin obstáculos. Este proceso va de la mano con uso del espectro radioeléctrico, recurso natural que hoy en día está siendo administrado por el MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). Según (OSIPTEL, 2013) el espectro se ha usado como una herramienta fundamental para reducir la brecha digital y permita masificar la banda ancha en el Perú. De lo mencionado se concluye que el uso de espectro radioeléctrico es importante porque permite a grandes empresas expandir su red a lugares remotos a través de medios de transmisión inalámbricos y masificar sus servicios siendo beneficiario el consumidor.

Respecto a las revisiones a nivel nacional se encontró que Ronal Angel (Camargo Cerron, 2023) de la Universidad Peruana de los Andes logró implementar un sistema de radio enlace dedicado para la transmisión de datos e internet a un establecimiento penitenciario de Concepción en la ciudad de Huancayo, departamento de Junín; sobre lo realizado se destaca que mediante esta tecnología logró alcanzar velocidades alrededor de 163Mbps de subida y bajada en comparación a su antecedente que estaban basados bajo un plan de un operador móvil con límite de datos. Se demuestra que la alternativa planteada genera satisfacción debido a su incremento de velocidad y estabilidad.

Por parte de Daniel (León Chaupin, 2023) en su proyecto logró incrementar la capacidad en la red de transporte o troncal de Claro entre las estaciones Marias y Llata en la región de Huánuco migrando equipos microondas de mayor capacidad mediante la tecnología 2+0 xpic que permitió cuadruplicar su capacidad, esto permitió que los abonados finales que se derivan de las EBCs que se retroalimentan por medio del enlace microondas presenten mejoras en la calidad de servicio disminuyendo considerablemente la latencia y la pérdida de paquetes.

En relación con investigaciones o tesis a nivel internacional se observó que Francisco Danilo (Molina Espinoza, 2022) logró brindar internet a un complejo

turístico Lagunas de Mojanda a través de un enlace microondas en Banda libre de 5GHz, es decir en una banda no licenciada; esto demuestra que estos enlaces pueden ofrecer las mismas capacidades de transmisión y satisfacer las necesidades del consumidor. Otro de los puntos resaltantes del autor es que aprovechó el clima cálido en la zona y usó la energía solar para la alimentación de equipos y reducir costos de implementación o mantenimiento. De lo mencionado se pudo comprobar que estos autores diseñan e implementan un enlace microondas en su mayoría en lugares remotos de difícil acceso, con el mismo propósito de mejorar la calidad de servicio en el consumidor o cliente final. Asimismo, se demostró que un enlace microondas puede trabajar en bandas licenciadas o no licenciadas y ofrecer los mismos beneficios a un costo rentable en comparación a las tecnologías competidoras.

2.4.2 Marco conceptual

A continuación, se mencionan conceptos referentes a un sistema de enlace microondas:

- 1. Estación Base:** Es un transceptor fijo que es el punto de interconexión principal para uno o varios dispositivos. Tiene la función de ser un punto de conexión central para que sus dispositivos se comuniquen mediante medios alámbricos y/o inalámbricos. Generalmente si los dispositivos cliente necesitan comunicación, primero deberán conectarse con la estación base y luego enrutar todo el tráfico a través de ella para su transmisión. (Wright, 2021)
- 2. Radioenlace:** Es un sistema que permite la comunicación mediante ondas electromagnéticas entre dos o más lugares distantes de manera rápida y confiable. Además, esto lo convierte en una

herramienta valiosa para conectar ubicaciones remotas o donde las instalaciones de cables son de alto costo o poco práctico. La velocidad de los radioenlaces dependerá de varios factores, entre algunos de ellos son: frecuencias de transmisión de datos, potencia de señal de los equipos transmisores, tipo de antena, etc. (Sistelec, 2023)

3. Antena: Una antena es un dispositivo que convierte señales electrónicas en ondas electromagnéticas y viceversa de manera óptima. Pueden clasificarse según su frecuencia, aperturas, polarización y radiación. Una antena que funciona en base a frecuencias se denomina antenas microondas en el cual se pueden tener de diferentes tipos y aplicaciones; entre los cuales se tiene Antena bocina, antena parabólica, antena MIMO, antena de tambor, etc (Lalith Dupathi¹, 2018)

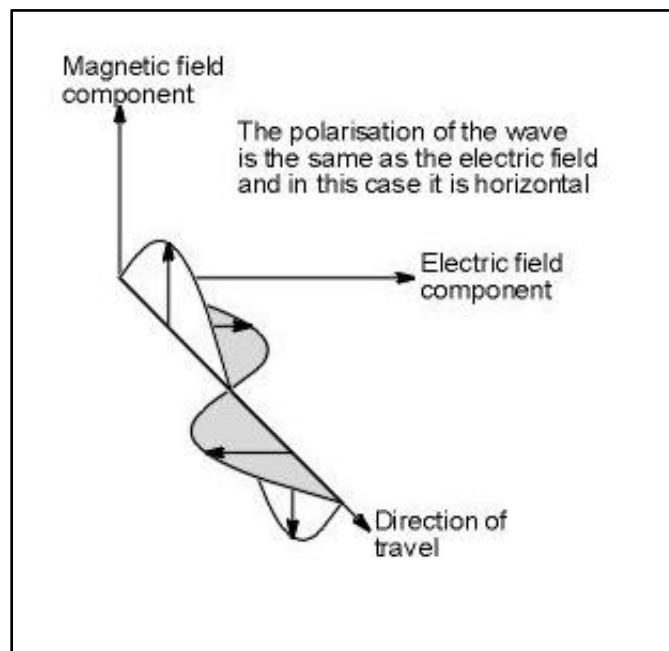
4. Espectro Radioeléctrico: Es considerado parte del espectro electromagnético en el rango de 1Hz a 3THz. Las ondas que se encuentran en este rango son llamadas ondas de radio, la cual han sido utilizadas en particularmente en las telecomunicaciones.

5. Polarización: La polarización de una onda electromagnética hace referencia a la orientación del componente del campo eléctrico de la onda. La polarización vertical y horizontal son las formas más simples de polarización las cuales pertenecen a la categoría de polarización lineal. Sin embargo, también es posible usar la polarización circular. Entre ambas polarizaciones, ésta última es más difícil de visualizar. Otra forma de polarización se conoce como polarización elíptica, la cuál es una combinación de la polarización lineal y circular. (Reddy & Panicker , 2020). Una antena polarizada verticalmente(lineal) es cuando su campo eléctrico es perpendicular a la superficie de la tierra, una de sus aplicaciones es una torre de transmisión AM o antena látigo que va en un automóvil. Las antenas con polarización horizontal (lineal) tiene el campo eléctrico paralelo a

la superficie de la tierra. Una de sus aplicaciones son las transmisiones de televisión en los EEUU. (Link Communications Systems, 2017)

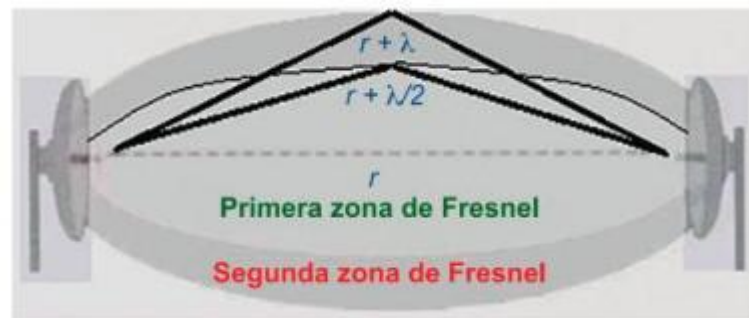
Figura 2

Representación de polarización de onda.



Nota: El proceso de polarización en una radiofusión se define de acuerdo a la dirección del vector eléctrico, es decir de sentido vertical u horizontal. Tomado de (Systems, 2017).

6. Zona de Fresnel: Es una serie de regiones elipsoidales entre el emisor y el receptor que deben estar libre para evitar que las ondas reflejadas degraden la señal. Este concepto es también usado para analizar las interferencias por obstáculos entre el emisor y receptor en su trayectoria, lo cual se recomienda tener un 20% de obstrucción permisible en la primera zona de Fresnel, y como máximo un 40% de obstrucción. (Martinez, 2018)

Figura 3*Zonas de Fresnel*

Nota. Representación de la primera y segunda zonal de Fresnel que ayuda a analizar las obstrucciones e interferencias de punto a punto. Tomado de (Ramírez Luz, 2015)

7. IDU Transmisor: El término IDU en un sistema de comunicación por microondas hace referencia a un equipo ubicado en el interior de un lugar, como un edificio o gabinete. Es un componente fundamental en diversos sistemas de comunicaciones, debido a que sirve como interfaz entre las instalaciones del usuario y la red de comunicación externa. Este equipo contiene la interfaz de datos, corrección de errores, modulación, demodulación, monitoreo del estado de alarmas. (TelcomTraining, 2024)

8. ODU Receptor: La ODU es parte del sistema de transmisión por enlaces microondas. Admite un servicio de radio punto a punto y funciona en conjunto con la IDU. Además, este dispositivo es responsable del procesamiento RF, incluida la conversión de señales IF en señales RF y la transmisión de esas señales a la antena. La ubicación de la ODU se encuentra en el exterior, unidades resistentes a la intemperie que se instalan en la parte superior de una torre o directamente conectadas a una antena microondas o conectadas mediante una guía de ondas. Están diseñadas para un funcionamiento dúplex completo, es decir con señales separadas de transmisión y recepción. (Microwave Networks and Technology, 2015)

9. Modos de Transmisión

- a) **Simplex:** Este método de transmisión se da de forma unidireccional, es decir desde el terminal que lo origina hacia el que lo recibe. Ejemplo: Emisoras de radio fusión. (Comunicaciones en redes , s.f.).
- b) **Semiduplex (Half – Dúplex):** Método que permite que ambos dispositivos puedan transmitir y recibir datos en el medio, pero no pueden realizarlo de manera simultánea. (Cisco Networking Academy, s.f.).
- c) **Dúplex (Full – Dúplex):** Método que permite transmitir y recibir datos de manera simultánea. (Cisco Networking Academy, s.f.).

10. Patchcord o Jumper óptico: El jumper es un cable relativamente corto, alrededor de 1 a 30 metros con diferentes tipos de conectores en los extremos, entre ellos tenemos los SC, FC, ST, LC, MTRJ, E2000 y MU. Suelen utilizarse mayormente en planta interna y de presentación dúplex, en algunos casos simplex. Se clasifican en fibra monomodo o multimodo, esto tendrá su uso de acuerdo a la aplicación que se requiera. (FibraMarket, 2018).

11. Atenuación: Es la reducción de la intensidad de señal o potencia óptica a través de un medio, las cuales pueden ser ocasionados por los medios de transmisión, conectores, distancia del tramo, empalmes eléctricos u ópticos, etc. (Juniper Network, 2024). Por lo tanto, podemos decir que un cable es eficiente y óptimo cuando presente una mínima atenuación en su tramo. (Huawei, 2021)

- 12. *Ruido:*** Es una perturbación eléctrica que limita o deteriora el funcionamiento de un sistema de radiocomunicación. Esto pueden ser provocados por ruidos externos e internos. Entre los ruidos externos se pueden producir por la lluvia, tierra, gases, radiaciones por actividades industriales, entre otros; Por otro lado los ruidos internos pueden ser producidos por los dispositivos electrónicos propios del sistema como amplificadores, osciladores, entre otros. (Vizqueira, 2023)
- 13. *Ancho de Banda:*** Es la cantidad máxima de datos que se pueden transmitir entre dos puntos en un determinado tiempo, además determinará la velocidad y calidad de la conexión. Se representan por bits (bps), Kilobits (kbps), MegaBits (Mbps), etc, que se transmitirán por un segundo. (Paessler, 2024) .

2.5 Procedimiento

El objetivo del proyecto se centra en habilitar un enlace de datos con un ancho de banda de 50Mbps a la compañía Packing del Carmen a través del operador Entel Perú. Esto será posible realizando un estudio técnico previo en sitio, por lo cual determinará los requerimientos y/o equipos necesarios para su implementación. Es por ello, que a continuación se detalla los procesos que se dieron en su etapa: Estudio técnico en sitio, perfil de radioenlace para su posterior implementación, configuración de equipos. Posterior a ello visualizaremos bajo otro enunciado los resultados de éste.

2.5.1 Estudio Técnico en sitio

Un radioenlace consta de dos terminales, el primero hace referencia al cliente beneficiario Packing del Carmen denominado o llamado NEAREND y el segundo es la estación base del operador Entel denominado como FAREND, responsable de brindarle capacidad. Esta estación o llamada también nodo de transmisión es propuesto de manera teórica con ayuda de software Google Earth, por lo que esta propuesta deberá ser verificada por el personal técnico en sitio y validar si es viable. A continuación, se muestra el proceso:

1. Packing del Carmen (NEAREND); ubicado en Chincha Baja a la altura del Km.204 de la Nueva Carretera Panamericana Sur. En sus instalaciones se dispone de un monoposte existente de 5mts de altura ubicado dentro de la compañía para la ubicación de la antena microondas.

Figura 4

Ubicación de monoposte existente y antena microondas de otro operador.



Nota. Fotografía tomada antes de la instalación de la antena microondas del operador Entel.

Seguido a ello, se procede a verificar a una altura de 5mts la línea de vista (LOS) desde el monoposte existente en dirección a la estación base propuesta por el operador Entel Perú.

Figura 5

Línea de vista hacia estación base Alto Pisco - Fotografía sin Zoom.



Nota. Fotografía tomada desde las instalaciones de la compañía Packing del Carmen

Figura 6

Línea de vista hacia estación base Alto Pisco - Fotografía con Zoom.



Nota. Fotografía tomada desde las instalaciones de la compañía Packing del Carmen

Después de realizar un correcto estudio en campo se verifica y valida línea de vista desde la compañía Packing del Carmen hacia la estación base del operador Entel Perú Alto Pisco con un azimuth de 118° . Posterior se procede con la inspección visual de planta interna y externa en las instalaciones del cliente. Se plantea el posible recorrido de cableado desde la ubicación de la antena microondas a proponer hacia el gabinete de telecomunicaciones del cliente (Véase Figura 8 y 9).

Figura 7

Planteamiento del recorrido inicial del cableado



Nota. Fotografías tomadas dentro de las instalaciones de la compañía Packing del Carmen, flechas muestran el recorrido del cableado.

Figura 8

Planteamiento del recorrido final del cableado.



Nota. Fotografías tomadas dentro de las instalaciones de la compañía Packing del Carmen, flechas muestran el recorrido del cableado culminando al ingreso de shellter.

Finalmente se valida espacio disponible en rack de telecomunicaciones para la instalación de equipos internos.

Figura 9

Alimentación AC disponibles



Nota. Fotografía tomada en la sala de equipos de la compañía Packing del Carmen.

Después de haberse realizado una inspección visual en planta interna y externa en las instalaciones del cliente Packing del Carmen se concluye que cuenta con las condiciones necesarias para su instalación que se detallan a continuación: línea de vista hacia la estación base Alto Pisco del operador Entel Perú, cuenta con espacio en soporte (monoposte existente) para la instalación de antena microondas, cuenta con espacio en rack para la instalación de equipos y alimentación AC de 220 Voltios.

Adicional a este proceso con el fin de proporcionar una correcta instalación se propone contar con 5 metros de Conduit para el recubrimiento del cable al ingreso de gabinete, 35 metros de tubo PVC para proteger el cableado en el recorrido externo y 55 metros de cableado RF desde la ubicación de la antena hacia la sala de datos donde se encuentra ubicado el gabinete.

2. Estación Alto Pisco (Operador Entel Perú); ubicado a la Altura del Km 217 Panamericana Sur - Cerro San Carlos - Túpac Amaru, Ica; en sus

instalaciones se cuenta con una torre auto soportada (Véase Figura 11) y un shelter para la ubicación de sus equipos.

Figura 10

Torre Auto soportada Alto Pisco del operador Entel Perú



Nota. Fotografía de vista panorámica tomada en la estación Alto Pisco del operador Entel.

Desde la parte inferior de la torre auto soportada se visualiza un soporte existente ubicado a 40 metros de altura para la instalación de la antena, sin embargo, se procede con el procedimiento operativo y se valida la línea de vista desde la estación base Alto Pisco del Operador Entel en dirección a la compañía Packing del Carmen con un azimuth de 298°.

Luego se procede con la inspección visual en planta externa de la estación Alto Pisco y se plantea el recorrido del cableado RF o Ethernet desde la antena microondas hacia el shelter o sala de datos donde será instalado nuestros equipos internos en caso se requiera, como una tarjeta ISV3, transceiver u otro equipo que el operador Entel lo amerite. A continuación, se visualiza el recorrido de planta externa e interna de la estación base Alto Pisco. (Véase Figura 11, 12 y 13).

Figura 11

Planteamiento del recorrido vertical del cableado en planta externa en Alto Pisco



Nota. Fotografía tomada desde la parte superior de la torre autosoportada de la estación del operador Entel.

Figura 12

Planteamiento del recorrido horizontal de cableado en planta externa en Alto Pisco.



Nota. Fotografía tomada desde la parte inferior de la torre autosoportada de la estación del operador Entel.

Figura 13

Planteamiento de recorrido horizontal del cableado en planta interna de Alto Pisco.



Nota. Fotografía tomada en los interiores de la sala de equipos del operador Entel.

De acuerdo con las ilustraciones previas se verificó que es viable la instalación de un cableado Ethernet o RF desde la ubicación de antena microondas hasta el ingreso a la sala de datos (Shelter). En la sala de datos se aprecia un gabinete de equipos de telecomunicaciones disponible con espacio para la instalación de equipos (IDU, POE, entre otros). (Véase Figura 14).

Figura 14

Vista de Gabinete de telecomunicaciones en Alto Pisco



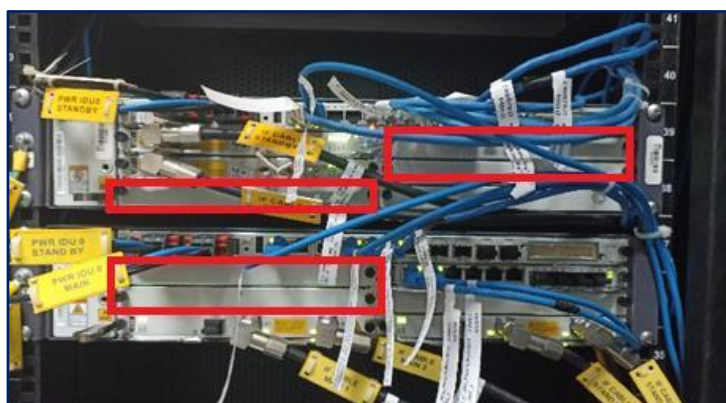
Nota. Fotografía tomada en sala de equipos de vista frontal que muestra las radios existentes y espacio disponible para una nueva instalación.

Una vez culminado con las verificaciones en sitio, se valida que en la radio 0100816_IC_Alto Pisco to El Carmen se tiene los slots disponibles (1-2-4-6); en la radio de nombre 0100816_IC_Alto Pisco to Pisco IDU2 se cuenta con slots (3-5) disponibles y también en la radio 0100816_IC_Alto Pisco to Jaguay, puerto 17 EG6-5 se tiene disponible (Véase Figura 15). En caso el ingeniero responsable del operador Entel solicite la instalación de una nueva radio, se valida espacio disponible para su instalación y alimentación DC del mismo.

Adicional es necesario que se cuente con 60 metros de cableado desde posición de antena en torre hasta posición de gabinete microondas.

Figura 15

Slots disponibles en radios existentes en Alto Pisco.



Nota. Fotografía tomada en sala de equipos de vista frontal donde se señala los slots disponibles.

2.5.2 Perfil de Radioenlace

De acuerdo a las validaciones en campo se procede a realizar con los parámetros obtenidos plasmarlos en el software Path Loss para generar el link Budget, el cual generará automáticamente algunos parámetros adicionales necesarios para tener un óptimo enlace. A continuación, se adjunta lo mencionado líneas arriba. (Véase Figura 16).

Figura 16

Link Budget del Radio enlace.

Pathloss

	0184175_IC_Packing_Carmen	0100816_IC_Alto_Pisco
Latitude	13 34 20.81 S	13 35 20.45 S
Longitude	076 10 42.05 W	076 08 47.76 W
True azimuth (°)	118.08	298.07
Vertical angle (°)	1.60	-1.62
Elevation (m)	5.00	99.43
Tower height (m)		70.00
Antenna model	VHLP1-23-HW1A (TR)	VHLP1-23-HW1A (TR)
Antenna file name	vhlp1-23-hw1a	vhlp1-23-hw1a
Antenna gain (dBi)	35.30	35.30
Antenna height (m)	5.00	40.00
Orientation loss (dB)	0.00	0.00
Connector loss (dB)	0.50	0.50
Circulator branching loss (dB)	1.00	1.00
Frequency (MHz)	22498.00	
Polarization	Vertical	
Path length (km)	3.90	
Free space loss (dB)	131.21	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.73	
Net path loss (dB)	64.35	64.35
Configuration	1+0	1+0
Radio model	IP20S-23-28-3_1504	IP20S-23-28-3_1504
Radio file name	ip20s-23-28-3	ip20s-23-28-3
TX power (dBm)	20.00	20.00
Emission designator	28M0D7W	28M0D7W
EIRP (dBm)	53.80	53.80
TX channel assignments	CH14L 23114.00V	CH14H 21882.00V
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-76.00	-76.00
Receive signal (dBm)	-44.35	-44.35
Thermal fade margin (dB)	31.65	31.65
XPD fade margin - multipath (dB)	18.98	18.98
Flat fade margin - multipath (dB)	18.75	18.75
Dispersive fade margin (dB)	65.70	65.70
Dispersive fade occurrence factor	1.00	
Effective fade margin (dB)	18.75	18.75
Geoclimatic factor	2.802E-006	
Path inclination (m)	28.09	
Average annual temperature (°C)	10.00	
Fade occurrence factor (Po)	5.281E-007	
Worst month multipath availability (%)	100.00000	100.00000
Worst month multipath unavailability (sec)	0.02	0.02
Annual multipath availability (%)	100.00000	100.00000
Annual multipath unavailability (sec)	0.06	0.06
Annual 2 way multipath availability (%)	100.00000	
Annual 2 way multipath unavailability (sec)	0.11	
Polarization	Vertical	
0.01% rain rate (mm/hr)	18.31	
Flat fade margin - rain (dB)	30.31	
Rain attenuation (dB)	30.31	
Annual rain availability (%)	100.00000	
Annual rain unavailability (min)	0.00	
Annual rain + multipath availability (%)	100.00000	
Annual rain + multipath unavailability (min)	0.00	

Nota. Extraído del Software Pathloss luego de introducir los parámetros principales del enlace microondas.

2.5.3 Propuesta de radioenlace para su implementación

De acuerdo al estudio inicial se debe instalar los siguientes equipamientos.

a) Packing del Carmen (Cliente)

Tabla 1

Equipamiento Indoor y Outdoor Packing del Carmen

N°	EQUIPO	MARCA - MODELO	SERIE
1	Antena	Shenglu - SLA0323	SLA0323S3S14A20N6000114
2	ODU	CERAGON - IP20S	E332824042
3	POE	SINPRO - CPU55A	C2137004125
4	Router	Cisco - ISR900	PSZ26211HG5

Nota. Detallado de equipamiento con modelo y serie utilizados en la implementación.

b) Alto Pisco (Entel Perú)

Tabla 2

Equipamiento Indoor y Outdoor Alto Pisco

N°	EQUIPO	MARCA - MODELO	SERIE
1	Antena	Shenglu - SLA0323	SLA0323S3S14A20N6000069
2	ODU	CERAGON - IP20S	E332424220
3	POE	NO APLICA	NO APLICA
4	Transceiver	YXFiber - Eléctrico	202108240034

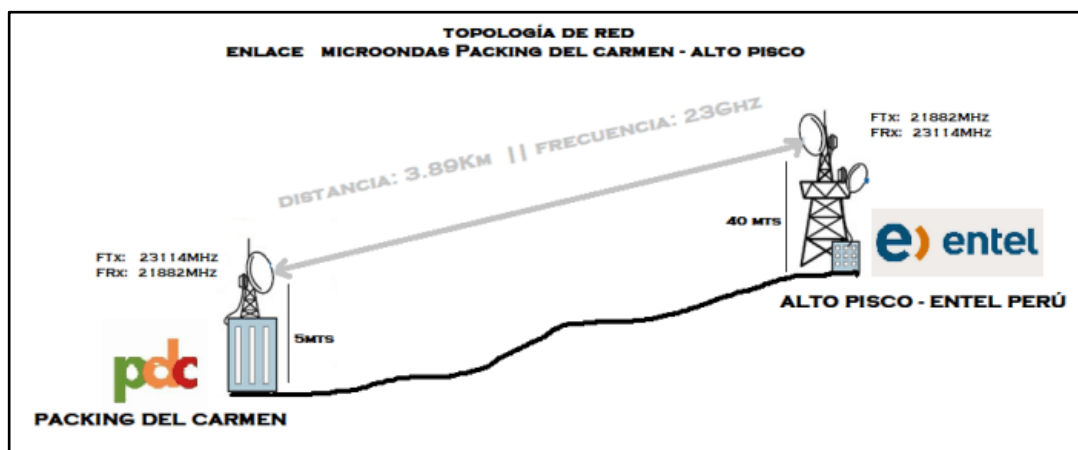
Nota. Detallado de equipamiento con modelo y serie utilizados en la implementación.

Se propone implementar los equipos mencionados en ambos extremos, principalmente Antena, ODU, POE, complementado con las conexiones por cableado ethernet entre ODU y POE; luego realizar el descarte de interferencia con las frecuencias asignadas descartando interferencia de señales y posterior a ello su alineamiento. Previo a ello se deberá configurar los equipos con los parámetros propuestos que se encuentran detallados en el link Budget (Véase Figura 16) y finalmente obtener niveles de recepción deseados, que para este proyecto deberá ser -44.35dBm.

2.5.4 Topología de Red

Figura 17

Topología de red del radioenlace



Nota. Enlaces microondas detallando sus frecuencias de operación y distancia entre las estaciones.

2.6 Resultado de la actividad

Los parámetros principales a considerar después de realizar la implementación del enlace microondas es verificar:

- a) **Potencia del Transmisor:** La potencia de transmisión emitida por el equipo debe ser configurada de acuerdo a las consideraciones del

diseño y requeridas por el fabricante. Para esta implementación se requiere de una potencia de 20dBm. (Véase Figura 20 y 23)

b) Frecuencias de Operación: Cada equipo ha sido diseñado para trabajar a una cierta frecuencia y en un rango de operación, Asimismo estos enlaces operan con transceptores de Banda Alta y Banda Baja ubicados en ambos extremos, es por ello que se debe validar que las frecuencias sean configuradas correctamente en cada extremo. (Véase Figura 19 y 22).

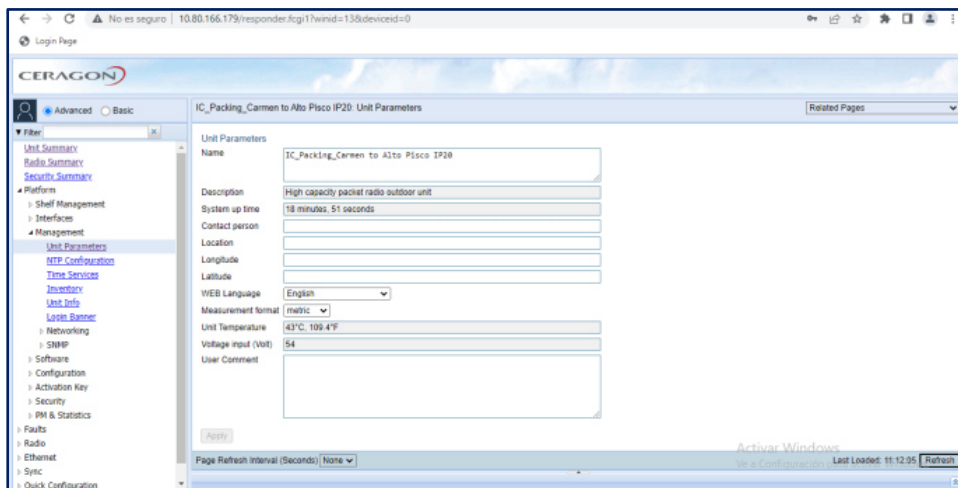
c) Niveles de recepción:

Los valores dependerán de diferentes factores: Frecuencia, distancia, interferencias, atenuaciones y entre otras consideraciones del diseño. Cada equipo tiene un límite máximo permitido de recepción de sobrecarga, por lo general es de -15dBm; si superan dichos valores pueden causar daños en los equipos irreversibles. Para este radio enlace los valores esperados son de -44.35dBm; Sin embargo, de acuerdo a los trabajos realizados en campo se tiene valores de -44dbm y -47dBm, valores que se encuentran dentro del rango permitido para su operación. (Véase Figura 19 y 22).

Pantallas registradas en equipo Packing del Carmen:

Figura 18

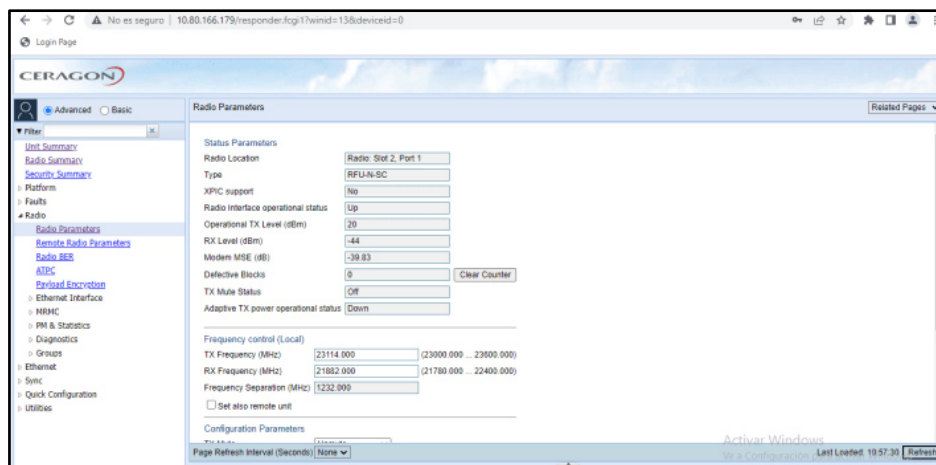
Interfaz de renombramiento de equipo en Packing del Carmen.



Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Figura 19

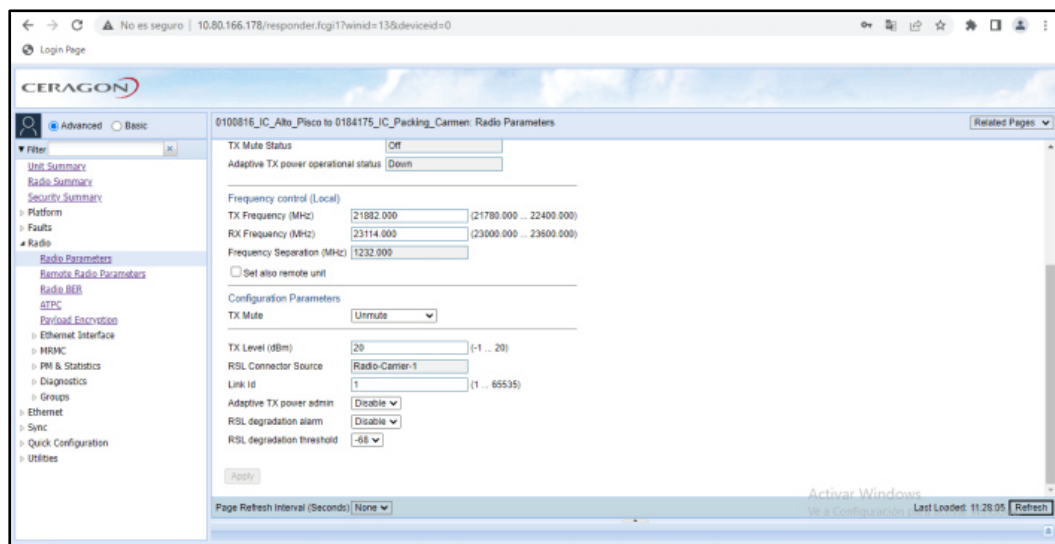
Interfaz de nivel de recepción y frecuencias de operación en Packing del Carmen.



Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Figura 20

Interfaz de nivel potencia de transmisión en Packing del Carmen.

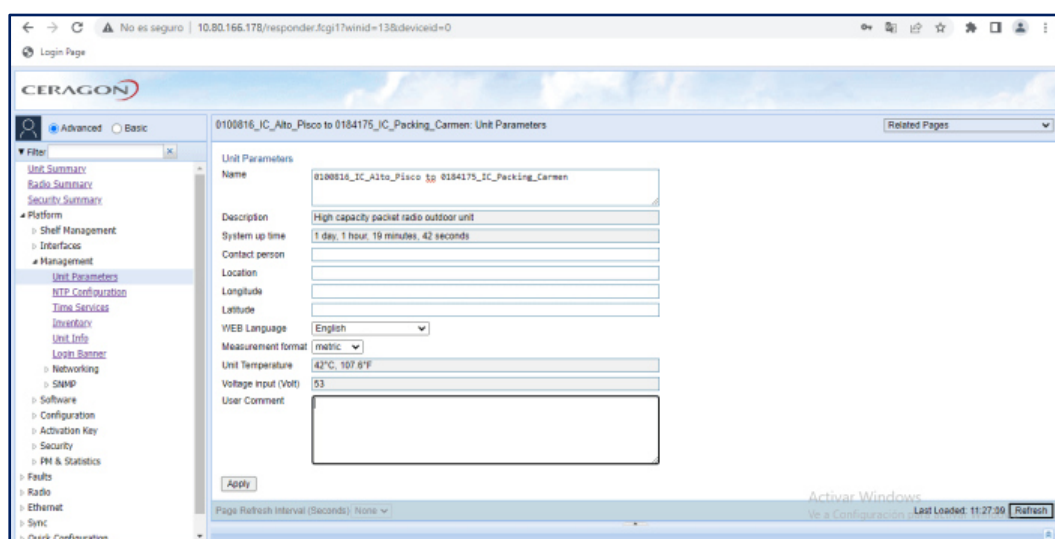


Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Pantallas registradas en equipo Alto Pisco:

Figura 21

Interfaz de renombramiento de equipo en Alto Pisco



Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Figura 22

Interfaz de nivel de recepción y frecuencias de operación en Alto Pisco

The screenshot shows the Ceragon FibeAir IP web interface. The left sidebar contains a navigation menu with options like 'Unit Summary', 'Radio Summary', 'Security Summary', 'Platform', 'Faults', 'Radio Parameters', 'Remote Radio Parameters', 'Radio MIB', 'ATIS', 'Evolved Encryption', 'Ethernet Interface', 'MRMC', 'PM & Statistics', 'Diagnostics', 'Groups', 'Ethernet', 'Sync', 'Quick Configuration', and 'Utilities'. The main content area is titled '0100816_IC_Alto_Pisco to 0184175_IC_Packing_Carmen: Radio Parameters'. It includes sections for 'Status Parameters' (Radio Location, Type, XPIC support, Radio interface operational status, Operational TX Level, RX Level, Modem MSE, Defective Blocks, TX Mute Status, Adaptive TX power operational status) and 'Frequency control (Local)' (TX Frequency, RX Frequency, Frequency Separation). There are also 'Configuration Parameters' and a 'Page Refresh Interval' dropdown at the bottom.

Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Figura 23

Interfaz de nivel potencia de transmisión en Alto Pisco.

This screenshot shows the same Ceragon FibeAir IP web interface, but with different configuration parameters visible. The 'Status Parameters' section now shows 'TX Mute Status' as 'Off' and 'Adaptive TX power operational status' as 'Down'. The 'Frequency control (Local)' section shows 'TX Frequency' as 21882.000 MHz, 'RX Frequency' as 23114.000 MHz, and 'Frequency Separation' as 1232.000 MHz. The 'Configuration Parameters' section includes 'TX Mute' set to 'Unmute', 'TX Level (dBm)' set to 20, 'RSL Connector Source' set to 'Radio-Carmen-1', 'Link Id' set to 1, 'Adaptive TX power admin' set to 'Disable', 'RSL degradation alarm' set to 'Disable', and 'RSL degradation threshold' set to -68. An 'Apply' button is visible at the bottom of the configuration section.

Nota. Captura de software Ceragon FibeAir IP después de realizar la configuración del radioenlace.

Una vez realizado las configuraciones y conexiones de acuerdo al DF (Data Field) proporcionados por el operador Entel, los equipos cuentan con gestión remota por lo que se procedieron a verificar las potencias de recepción del enlace que se mantengan estables, realizar pruebas de validación a nivel lógico, pruebas de ping verificando que no exista pérdida de paquetes o errores y por último realizar un monitoreo durante un determinado tiempo para que no se detecten alarmas en el radioenlace. Este procedimiento lo realiza un especialista de nivel 02 Entel para asegurar su correcto funcionamiento, asimismo esta información no se evidencia debido a que es propia del operador Entel Perú.

Finalmente se procede a validar lo requerido por el cliente final Packing del Carmen, un enlace de datos de 50Mbps, por lo que se procedió a realizar una prueba a nivel cliente con el software gratuito Speed Test comprobando su disponibilidad. A continuación, se adjunta la prueba realizada.

Figura 24

Prueba de velocidad en enlace microondas



Nota. Captura de software en línea SpeedTest comprobando velocidades de descarga y descarga

Finalizada la prueba se realiza la documentación o acta de conformidad de servicio detallando los equipos instalados con fecha y hora de entrega del servicio. (Véase anexo 6).

CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Descripción de la implementación

De acuerdo al estudio en sitio (TSS) para la implementación de un enlace microondas no se requiere de soportes de antena en ambos extremos debido a que actualmente cada uno de ellos ya lo contiene.

3.1.1 Consideraciones y recomendaciones iniciales

Antes de continuar con el proceso de instalación de equipos se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Inspeccionar que los equipos a implementar no cuenten con defectos de fábrica o piezas faltantes.
- Verificar que el equipamiento sea el correcto de acuerdo a las consideraciones del diseño. Ejemplo: Antena y ODU deben trabajar en el rango de frecuencia de 23GHz.
- Revisar el procedimiento de montaje de equipos de acuerdo a lo establecido por el fabricante (Evitar contacto con las conexiones entre ODU y antena; evitar contacto con la punta de los conectores, estas acciones generarán degradación y errores en el servicio posterior a su instalación).

- Personal técnico debe contar durante toda la actividad con sus EPPs de seguridad para la manipulación de equipos.

De acuerdo a lo mencionado líneas arriba se detalla la verificación de equipos en ambos extremos:

- **Packing del Carmen (Lado Cliente – Near end)**

De acuerdo al link Budget proporcionado por el operador Entel (Véase Figura 16) hace mención que la antena debe trabajar en la banda de 23GHz.

Figura 25

Banda de Frecuencia de operación en Antena Packing del Carmen.



Nota. Fotografía tomada mostrando etiqueta de especificaciones de antena, flecha indica el número 23, haciendo referencia a su banda de frecuencia que opera.

Se verifica que ODU en Packing del Carmen tiene un Span Loss de operación que permite trabajar entre las siguientes frecuencias (FTx 23114MHz; FRx 21882MHz) que van de acuerdo a las consideraciones del diseño.

Figura 26

Span Loss de ODU Packing del Carmen



Nota. Fotografía tomada mostrando etiqueta de especificaciones de ODU, flecha indica el rango de operación de frecuencias.

- **Estación Alto Pisco (Lado Entel - Far end)**

De acuerdo al link Budget proporcionado por el operador (Véase Figura 16) hace mención que la antena debe trabajar en la banda de 23GHz.

Figura 27

Banda de Frecuencia de operación de antena Alto Pisco

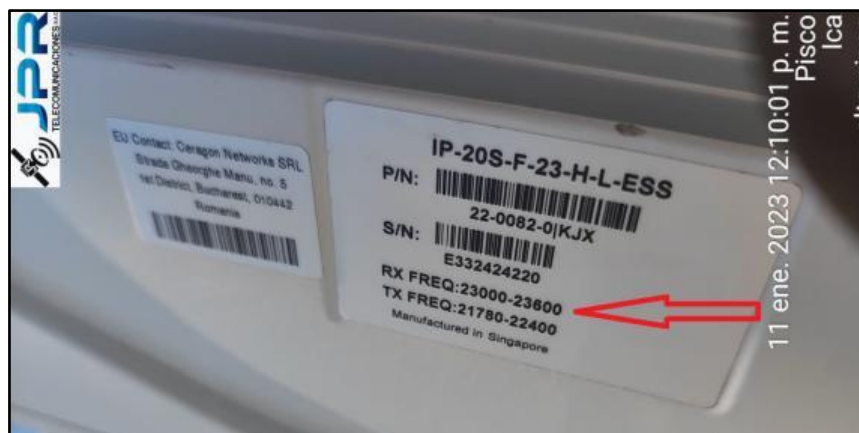


Nota. Fotografía tomada mostrando etiqueta de especificaciones de antena, flecha indica el número 23, haciendo referencia a su banda de frecuencia que opera.

Se verifica que ODU en Alto pisco tiene un Span Loss de operación que permite trabajar entre las siguientes frecuencias (FTx 21882MHz; FRx 23114MHz), que van de acuerdo a las consideraciones del diseño.

Figura 28

Span Loss de ODU Alto Pisco.



Nota. Fotografía tomada mostrando etiqueta de especificaciones de ODU, flecha indica el rango de operación de frecuencias

3.1.2 Implementación de Antena Microondas y ODU.

Se procede a la conexión de Antena y ODU a nivel del piso verificando que éstos estén acoplados en polarización vertical, luego se procede con el montaje de equipos a las alturas establecidas según el link Budget (véase Figura 16). A continuación, se adjuntan evidencias fotográficas de las instalaciones realizadas en ambos extremos.

Figura 29

Instalación de Antena y ODU en el Cliente Packing del Carmen



Nota. Fotografía tomada en monoposte.

Figura 30

Instalación de Antena y ODU en Alto Pisco.



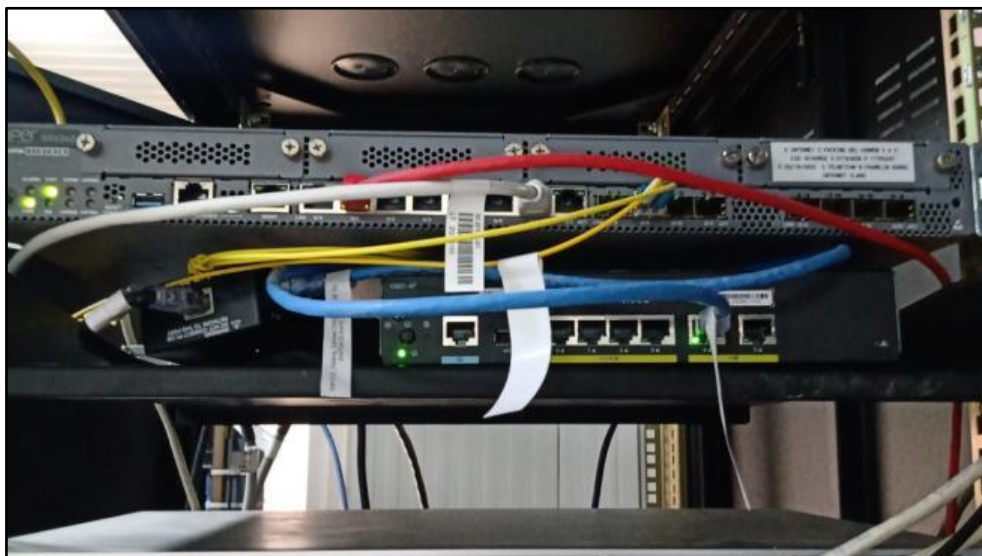
Nota. Fotografía tomada en torre autosoportada del operador Entel

3.1.3 Despliegue de cableado y conexión entre equipos

El equipamiento outdoor requiere de conexiones a nivel de planta interna en ambos extremos, es así que se detalla lo instalado. En lado cliente se instaló un POE que va como complementar al equipo ODU Ceragon para su alimentación DC y conectividad de Red. Asimismo, se instala un equipo router Cisco (previamente configurado por el operador Entel) para otorgar el servicio de red. Estos equipos mencionados se interconectan por cable UTP Categoría 6. (Transceiver – POE , Cisco – POE, POE – ODU).

Figura 31

Conexión de equipos en Rack Packing del Carmen



Nota. Vista frontal de interconexión de equipos con etiquetado de cada cableado instalado.

En el lado FAR END Alto Pisco se instaló en planta interna un transceiver eléctrico instalado en equipo Huawei RTN950A y energizado de -48V de la ODU Ceragon.

Figura 32

Instalación de Transceiver o módulo eléctrico.



Nota. Fotografía con vista frontal de conexión de módulo en puerto L/A5, muestra además en la parte superior sus especificaciones.

Figura 33

Conexión de equipos en planta interna Alto Pisco



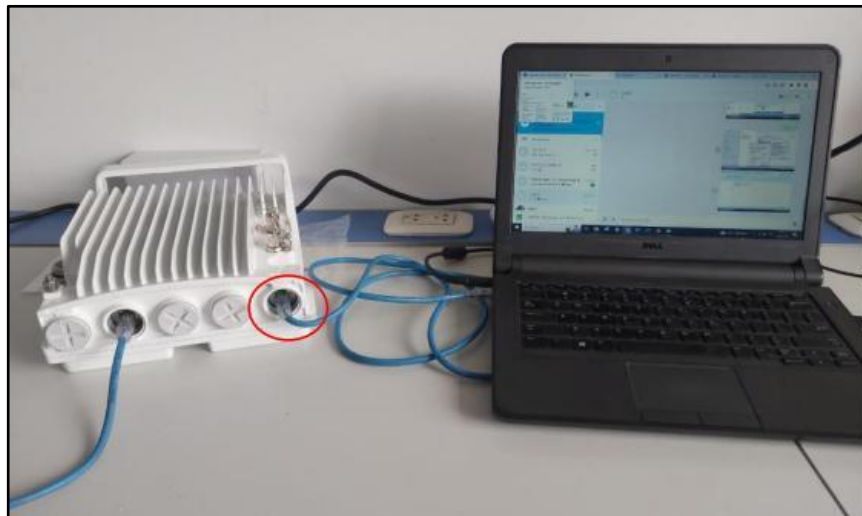
Nota. Sala de equipos del operador Entel, se muestra equipos existentes e instalación nueva.

3.1.4 Configuración de equipos

Para la configuración del enlace se debe conectar al puerto 5 MGMT de la ODU Ceragon a la laptop para empezar con la configuración.

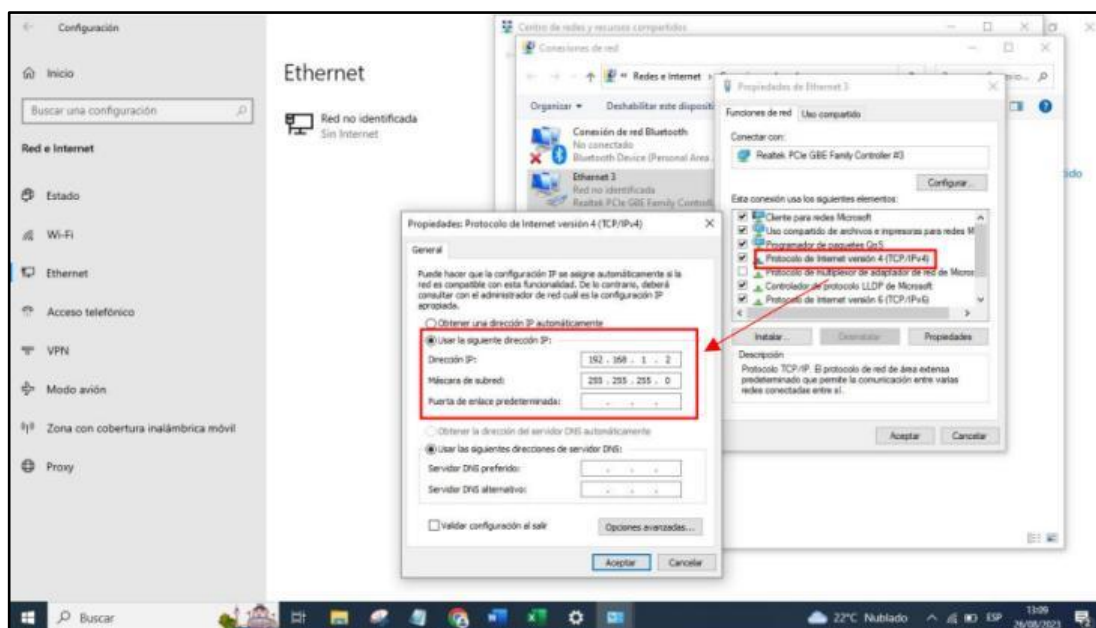
Figura 34

Imagen referencial de Conexión ODU – Laptop con cableado Ethernet.



Nota. Representación de conexiones entre equipo FibeAir IP y Laptop a través de la e interfaz de administración para su posterior configuración.

Ahora se coloca la IP y la máscara para ingresar al equipo Ceragon **(192.168.1.2 / Máscara: 255.255.255.0)**.

Figura 35*Interfaz de configuración de IP y máscara*

Nota. Captura de la interfaz de laptop que se usó durante la configuración del radioenlace.

Luego se ingresa a un explorador como internet explorer o Google Chrome con la **IP 192.168.1.1**, donde solicitará un usuario y contraseña. Para este equipo por defecto ambos campos deberán colocarse “admin”.

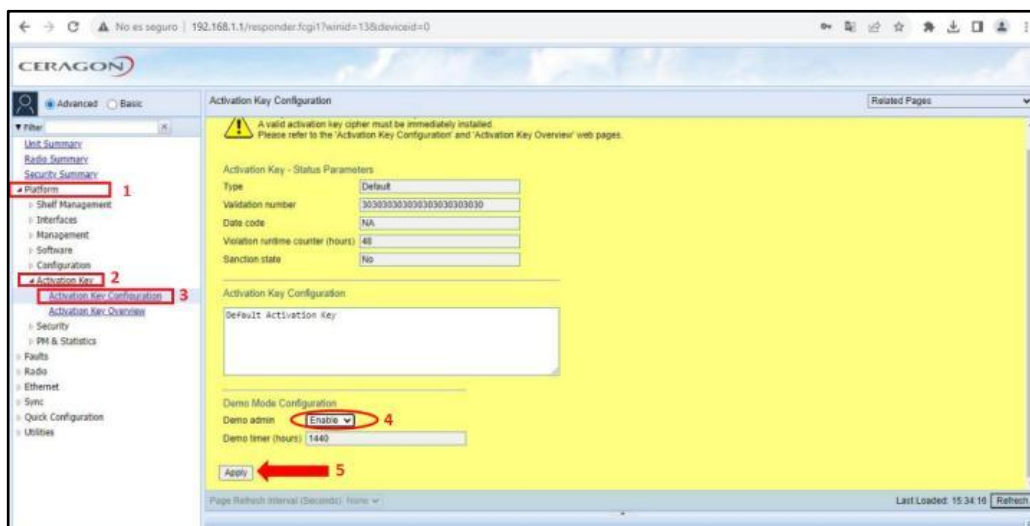
Figura 36*Interfaz para acceder a equipo*

Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Una vez ingresado a la interfaz del equipo e iniciar la configuración se debe activar la KEY. (Se adjunta procedimiento por numeración).

Figura 37

Interfaz para activar la KEY.

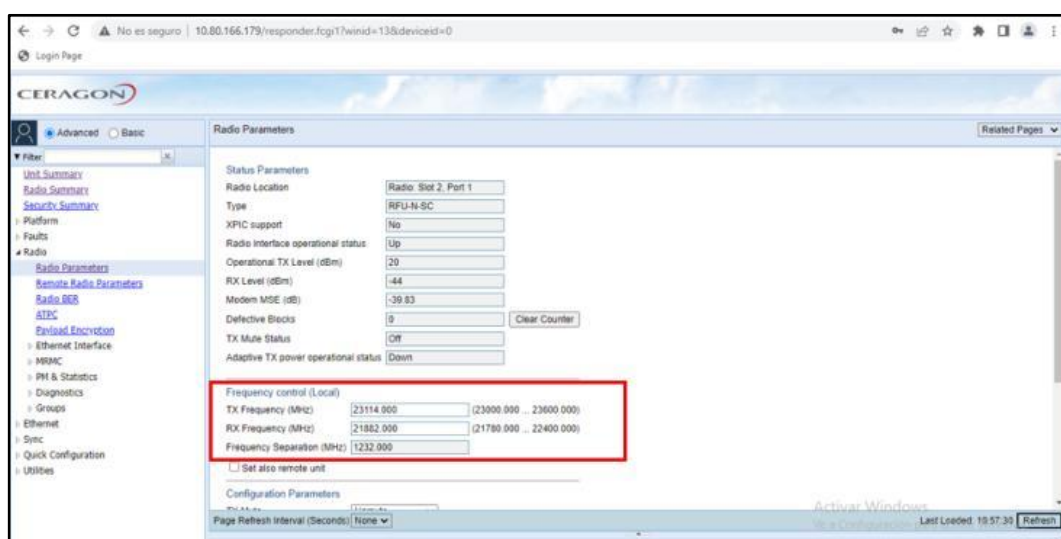


Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Ahora se procede a ingresar las frecuencias de transmisión y recepción otorgadas por el operador Entel.

Figura 38

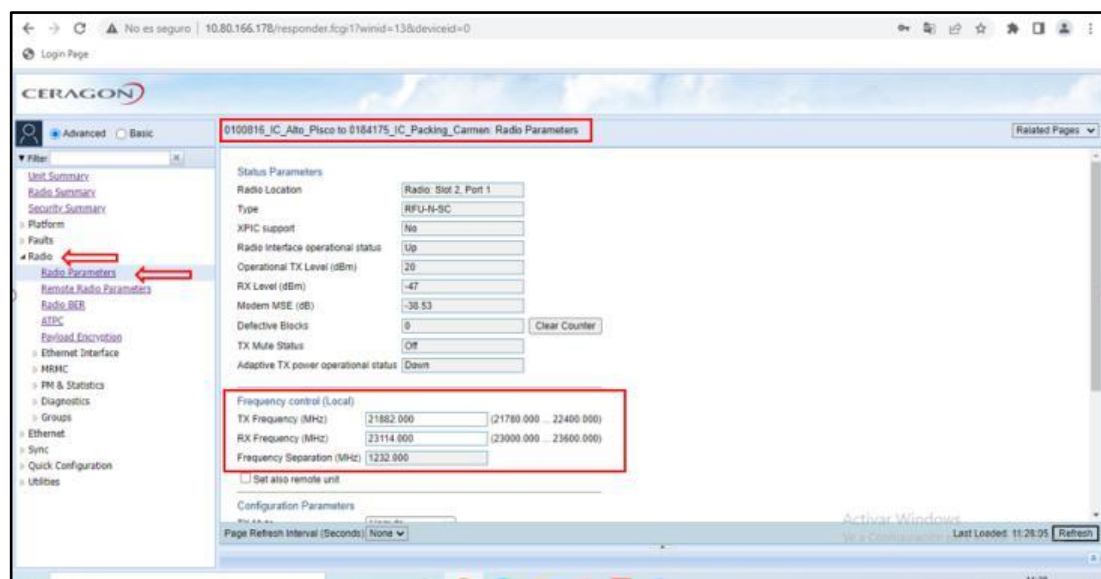
Interfaz de configuración de frecuencias – Packing del Carmen



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 39

Interfaz de configuración de frecuencias – Alto Pisco



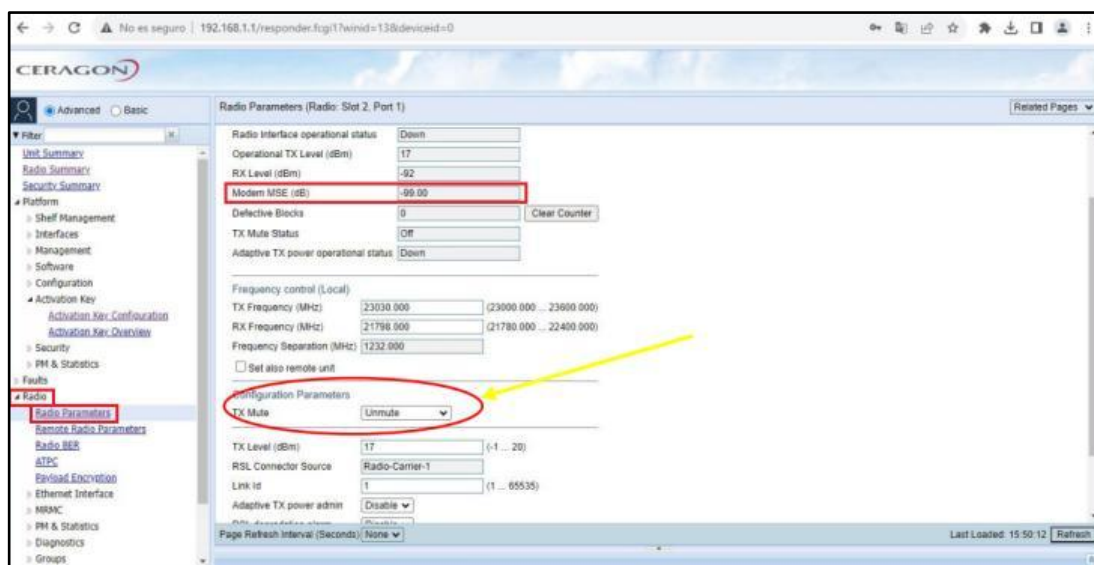
Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Antes de continuar con el proceso de configuración de los parámetros aún pendientes en el radioenlace debemos de descartar interferencias en el medio de transporte, es decir que las frecuencias asignadas por el operador Entel no tengan interferencias. Para ello se debe seguir el siguiente procedimiento.

Si realizamos el descarte en el extremo de Packing del Carmen ingresamos a Radio, luego a “Radio Parameters” y en el ítem “Configuration Parameters” deberemos modificar la “Tx Mute” (Se procede a cambiar de “Unmute” a “Mute” y) y en el extremo de Alto Pisco deberá estar activado la “Tx Mute” en “Unmute”. Validamos que no se tiene interferencia cuando se muestra en el ítem Modem MSE(dB) del equipo de Packing del Carmen el valor de -99dBm. (Véase Figura 41). Este proceso deberá realizarse desde ambos extremos para verificar que no se tenga interferencias.

Figura 40

Imagen referencial de proceso para realizar descarte de interferencia.

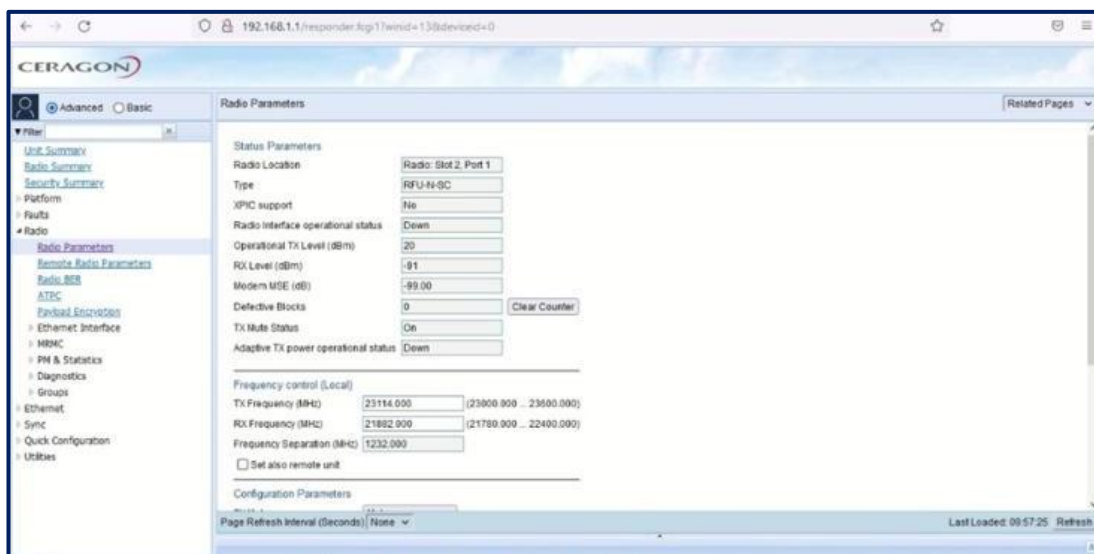


Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Durante las pruebas de este radioenlace no se presentaron interferencias, por lo cual es viable las operar con las frecuencias asignadas por el operador. A continuación, se evidencia lo indicado.

Figura 41

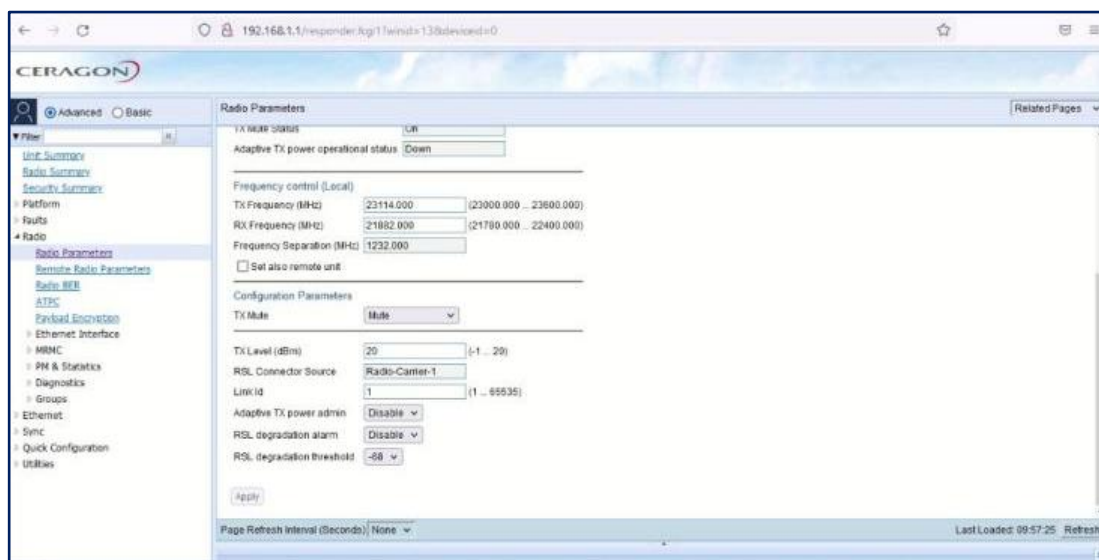
Descarte de interferencia Packing del Carmen – Pantalla 1.



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 42

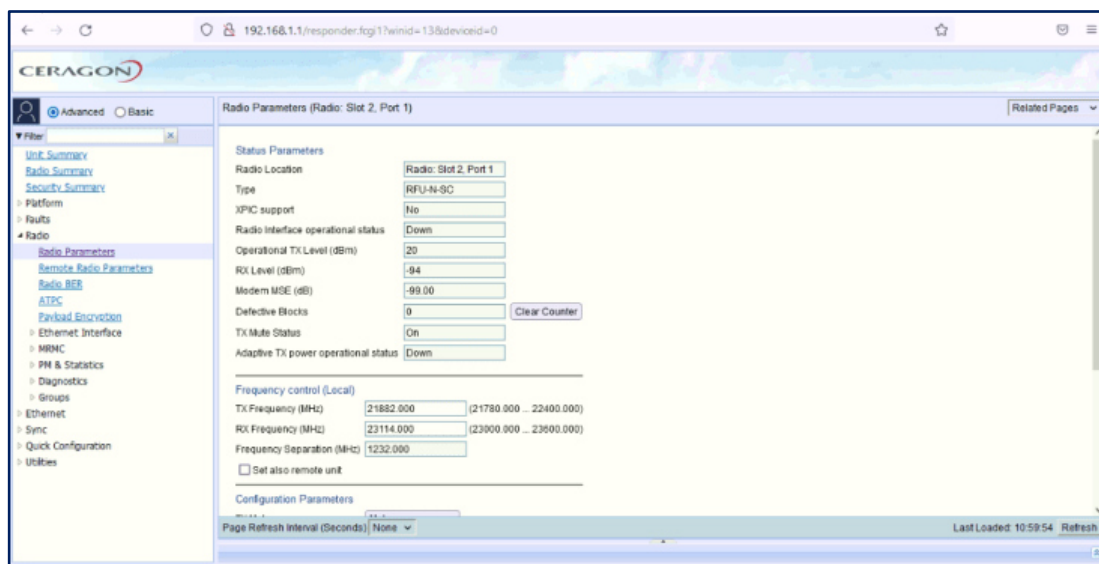
Descarte de interferencia Packing del Carmen – Pantalla 2.



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 43

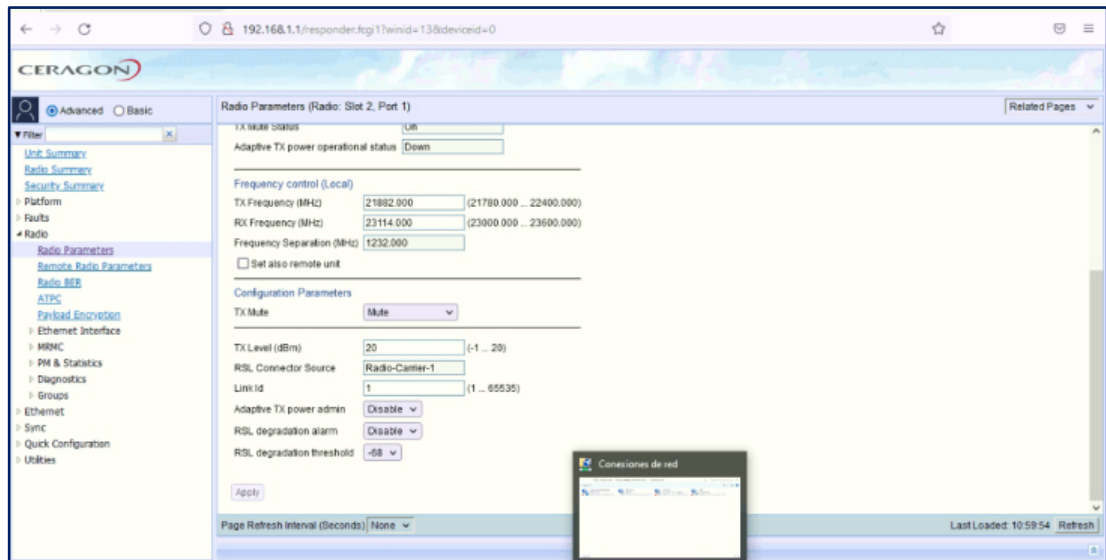
Descarte de interferencia Alto Pisco – Pantalla 1.



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 44

Descarte de interferencia Alto Pisco – Pantalla 2.

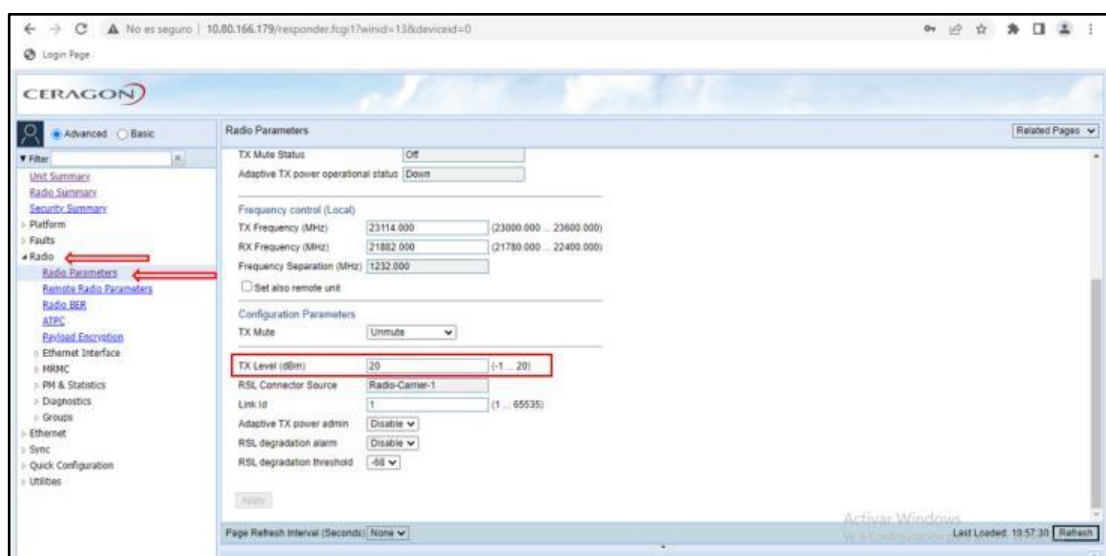


Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

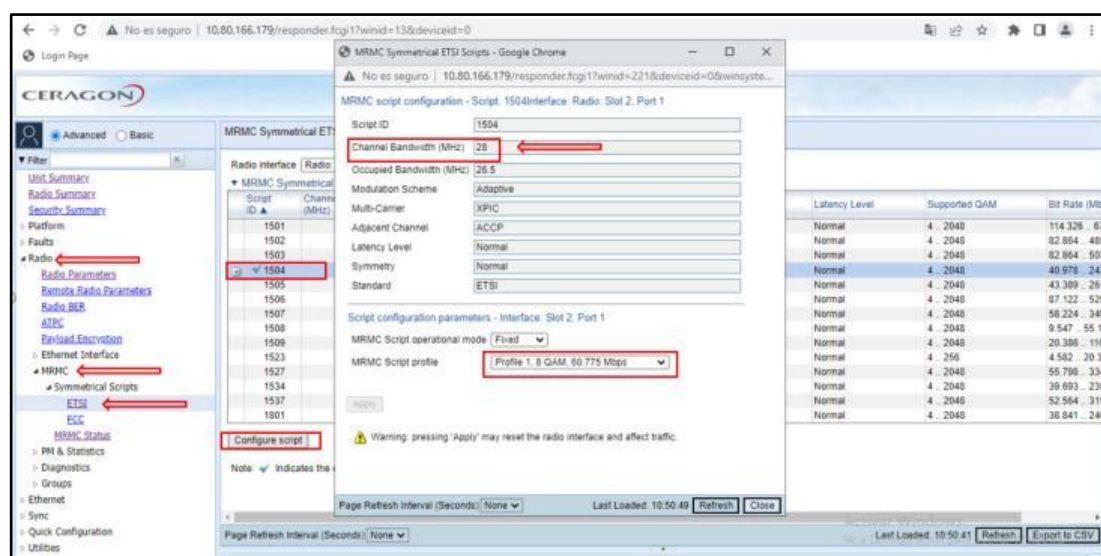
Continuamos con el proceso de configuración de potencia de transmisión, ancho de banda, nueva asignación de IP y renombrar el equipo.

Figura 45

Configuración de potencia de Transmisión



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 46*Configuración de Ancho de Banda*

Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Para renombrar el equipo e ingresar la nueva IP que tendrá el equipo, nos guiamos del documento elaborado por los ingenieros de Entel (DF - Data Field), la cual contiene información de la ruta de acceso, configuración de instancia y de la implementación. Para este caso, la información que se necesita estará dentro de la parte de implementación. (Véase figura 48).

Figura 47*DF Transmisiones de Proyecto microondas*

DF TRANSMISIONES - Proyecto de [AGREGAR NOMBRE DEL PROYECTO]							
#	NEAR END	Far End Site	MW 1	Port	MW/ Existente 2	Port	Observacion
1	0100816_IC_Alto_Pisco	0106134_IM_Junin_Pcs to Packing Carmen IP20	ETH3	0100816_IC_Alto_Pisco to Jaguay	17.608.6		Instalar radio Ceragon IP205 en ambos extremos y nombrar como se indica. Realizar conexión eléctrica entre los puertos indicados.
2	0184175_IC_Packing_Carmen	0184175_IC_Packing_Carmen to Alto Pisco IP20	ETH3	PINT_ROUTER_OIT_5422597_0184175_IC_Packing_Carmen_SOM	GE		Realizar conexión ETH

Notas: Información que comparte Entel para la configuración en los equipos y obtener gestión remota.

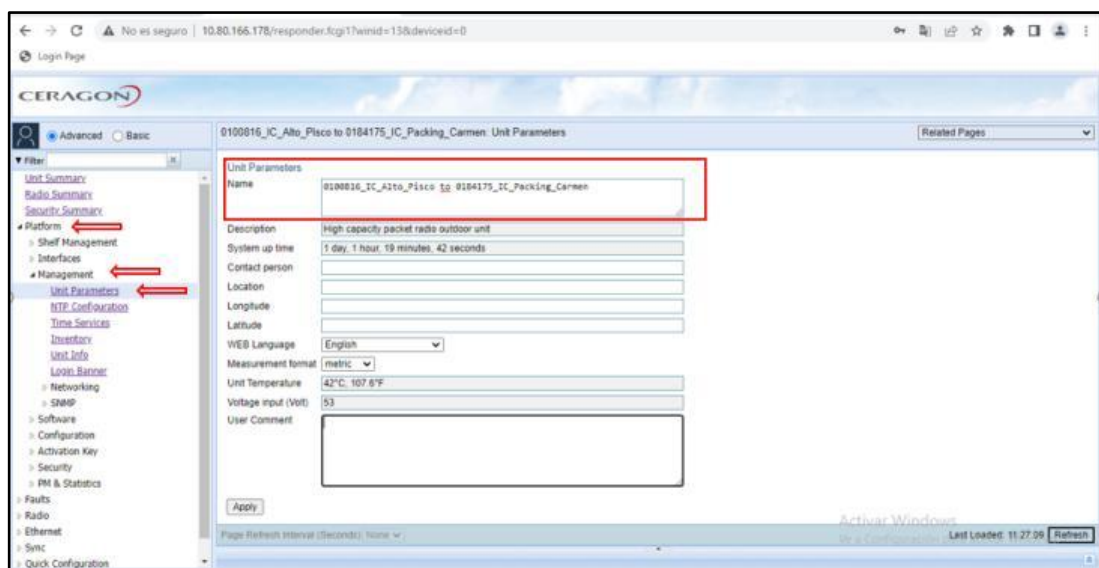
Con la información mencionada líneas arriba se procede en renombrar los equipos que se encuentran ubicados en ambos extremos.

Figura 48*Asignación de nombre a Radio según DF en Packing del Carmen.*

Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 49

Asignación de nombre a Radio según DF en Alto Pisco.

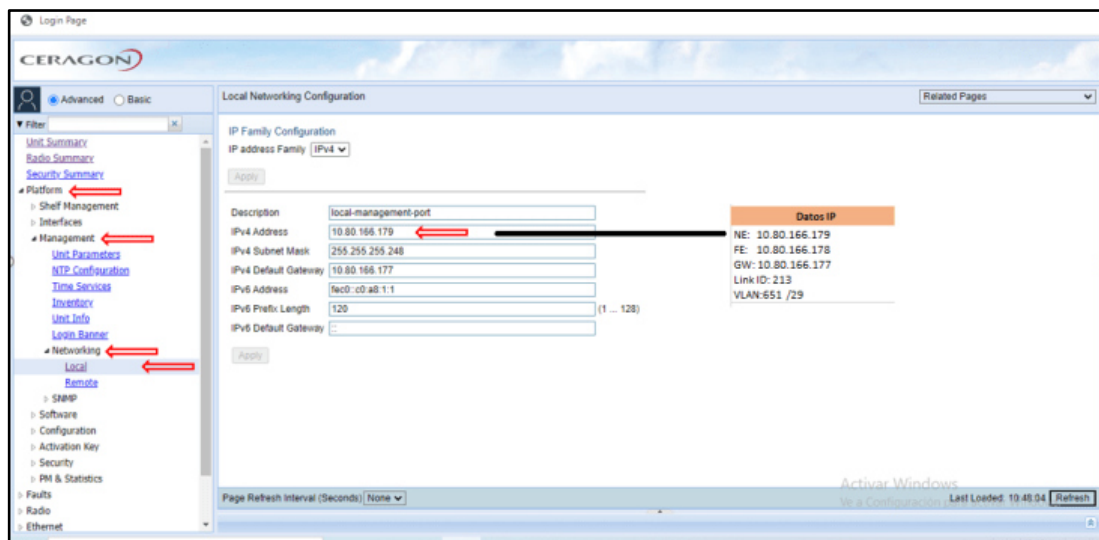


Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

De la misma manera se deberá revisar el DF e ingresar las correctas IP en el extremo correcto para evitar confusión en el ingreso y gestión remota al equipo.

Figura 50

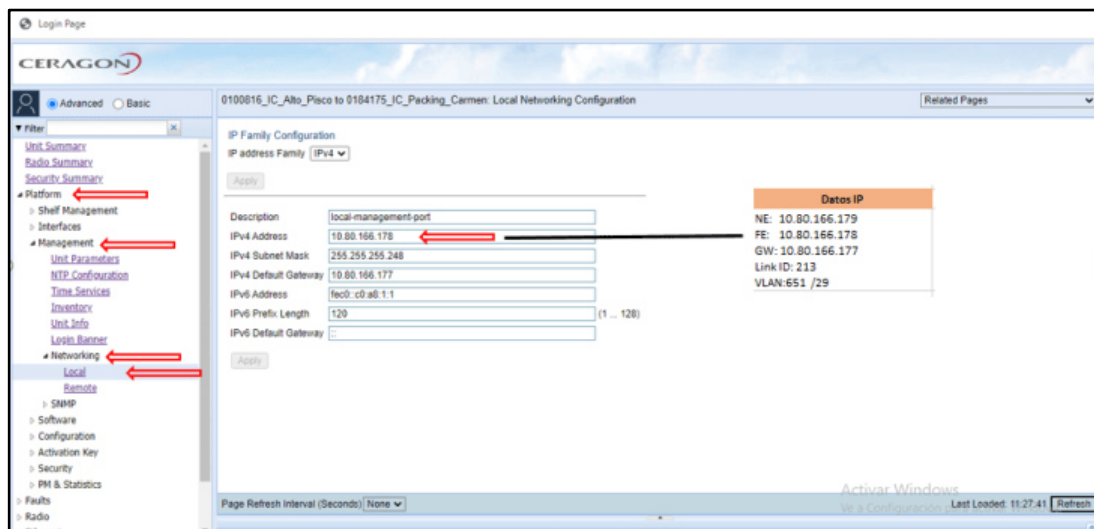
Asignación de nueva IP para equipo – Packing del Carmen.



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

Figura 51

Asignación de nueva IP para equipo – Alto Pisco.



Nota. Captura de interfaz ceragon FibeAir IP en modo configuración.

3.1.5 Alineamiento de antenas

Para el proyecto se dispone de dos brigadas que se encuentran ubicados en ambos extremos; deberán tener comunicación constante y en tiempo real; para este caso se dio a través de una llamada telefónica. Para un rápido alineamiento es recomendable:

- Conocer los ángulos de elevación y azimuth.(Verificar link Budget).
- Verificar que ambos equipos (Radios) se encuentren configuradas en la misma polarización, ya que al no estar correctas dificulta la alineación y una pérdida de señal de hasta 30dB.
- Tener un punto de referencia visual cercana a la antena a alinear.

Una vez considerado los puntos mencionados líneas arriba se procede de la siguiente manera

- Alineamiento Vertical: Se recomienda iniciar con la posición nula de las antenas de manera vertical. (Cada brigada deberá ir moviendo de manera lenta hasta encontrar el mejor nivel de recepción óptico, tener

en cuenta que cada brigada hará movimientos uno a la vez, es decir no deben realizar manipulaciones ambas brigadas a la vez).

- Alineamiento Horizontal: Posicionar la antena de acuerdo al azimuth de acuerdo a la planificación del enlace (Link Budget) con ayuda de una brújula (Considerando que estos valores que muestran en el equipo no pueden ser exactos debido a que las estructuras metálicas pueden distorsionar su precisión). Luego de posicionarlo, cada brigada deberá ir moviendo de manera lenta hasta encontrar el mejor nivel de recepción óptico; este proceso puede medirse con ayuda de un multímetro verificando una tensión en la ODU de 3.5Vlts.

Figura 52

Alineamiento de antenas en Torre – Extremo Packing del Carmen.



Nota. Fotografía tomada a personal técnico durante el proceso de alineamiento

Este proceso culminará cuando los valores de recepción sean los esperados de acuerdo a la planificación del enlace (Link Budget). Los resultados de este proyecto y parámetros importantes a validar se encuentran en el enunciado 3.6 (Resultados de la actividad).

3.1.6 Complementos post – instalación de equipos

Como parte complementaria al proyecto los equipos implementados deberán ser adecuados para su posterior operación, es decir dejarlos en condiciones que puedan resistir a descargas eléctricas, realizar un recubrimiento a los conectores que se encuentran a nivel externo, engrasado de pernería en los soportes o anclajes de la antena y ODU; y finalmente un correcto etiquetado a lo instalado.

Instalación en Packing del Carmen:

Figura 53

Aterramiento de ODU y etiquetado - Packing del Carmen.



Nota. Fotografía muestra el engrasado de pernería, aterramiento, y etiquetado.

Figura 54

Engrasado de pernería de soporte y ODU.



Nota. Fotografías de dos ángulos diferentes mostrando el engrasado total de pernerías.

Figura 55

Vulcanizado y siliconeado de conectores - Packing del Carmen.



Nota. Fotografía muestra vulcanizado en forma de zanahoria que cumple un rol importante para evitar que ingrese humedad a los conectores, estándar de instalación que se aplica en el operador Entel.

Figura 58

Engrasado de pernería de soporte y ODU en Alto Pisco.



Nota. Fotografías de dos ángulos diferentes mostrando el engrasado total de pernerías.

Figura 59

Vulcanizado y siliconeado de conectores - Alto Pisco.



Nota. Fotografía muestra vulcanizado en forma de zanahoria que cumple un rol importante para evitar que ingrese humedad a los conectores, estándar de instalación que se aplica en el operador Entel

Figura 60*Etiquetado - Alto Pisco.*

Nota. Etiquetado en torre y sala de equipos.

3.2 Evaluación económica

La justificación e importancia del desarrollo del proyecto surge de la necesidad de contar con un servicio de internet que beneficiará directamente a la compañía Packing del Carmen, empresa dedicada al empaque de productos para su exportación, ubicada en la provincia de Chincha, Ica; esta empresa requiere un servicio dedicado con la finalidad de tener mayor fluidez en las operaciones financieras y productivas facilitando el envío y recepción de archivos, procesos entre otros. Es así que se planteó un modelo de red con una alta disponibilidad del 99.9% y rentable para la empresa para cubrir sus necesidades en una zona que carecen de conexiones o salidas hacia internet por proveedores locales. Este modelo se realizó a través de la implementación de un radioenlace microondas en el medio por ondas electromagnéticas, en alianza con el operador Entel Perú con la finalidad de adquirir el servicio de datos. Esta implementación ha sido una solución estratégica para el crecimiento de la empresa en la productividad y en lo económico. En lo

productivo es porque podrá ejercer y/o atender requerimientos masivos con una conexión estable debido a su alta disponibilidad; y en lo económico, debido a que puede contar con servicio dedicado a bajo costo de implementación en comparación a las tecnologías de Fibra óptica y enlaces satelitales competentes, ahorrando considerablemente por mes. A continuación, se comparte detalles.

Tabla 3

Costo de Implementación de Enlaces Microondas

ITEM	RESUMEN SERVICIO DE INSTALACIÓN MICROONDAS	COSTO
1	Inspección técnica del sitio (Tss) Far End/ Neard End – incluye informe	S/. 1500.00
2	Instalación indoor nodo/cliente (Incluye transporte a sitio de material y personal)	S/. 1564.20
3	Instalación outdoor nodo/cliente (Incluye transporte a sitio de material y personal)	S/. 2233.58
4	Instalación de antena 0.3mts (Incluye transporte a sitio de material y personal)	S/. 875.62
5	Arrendamiento de equipos de enlace microondas (Mensual)	S/. 180
6	Infraestructura (Incluye transporte a sitio de material y personal)	S/. 445.40
7	Varios (Suministros e informes)	S/. 531.68
8	Medición de servicio	S/. 95.50
9	Instalación y configuración de router	S/. 535.56
Total Neto		S/. 8161.54
IGV (18%)		S/. 1469.07
TOTAL		S/. 9630.61

Nota. Esta tabla corresponde al análisis del presupuesto para la instalación.

A continuación, se detallan los servicios considerados que hacen referencia los ítems 02, ítem 03, ítem 06, ítem 07.

Tabla 4*Detalles de Costo de instalación Ítem 02*

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN MICROONDAS	C A N T	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
2.1	Equipo Microondas IDU/POE/CONVERTIDOR. Incluye tarjeta de control y tarjeta de ampliación de puertos.	1	S/. 163.20	S/. 163.20
2.2	Cable IF/UTP/FO (con conectores) indoor (incluye consumibles)	4	S/. 75.69	S/. 302.77
2.3	Configuración de equipo Microondas (Incluye descarte de interferencia)	2	S/. 252.30	S/. 504.59
2.4	Conduit (Conectores)	15	S/. 36.36	S/. 545.41
2.5	Cable UTP Categoría 6 o coaxial (cableado menor a 20mts) incluye cable y conectores.	1	S/. 48.23	S/. 48.23
SUBTOTAL				S/. 1564.20

Nota. Detalles de la Instalación indoor nodo/cliente (Incluyendo transporte a sitio de material y personal)

Tabla 5*Detalles de Costo de instalación Ítem 03*

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN MICROONDAS	C A N T	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
3.1	Soporte de Antena (Suministro e instalación) hasta antena de 1.2 metros	2	S/. 512.01	S/. 1024.03
3.2	Equipamiento Radio (ODU) (Incluye consumibles)	2	S/. 122.44	S/. 244.89
3.3	Cable IF/UTP/FO en torre (Incluye consumibles)	2	S/. 215.19	S/. 430.39
3.4	Alineamiento de antena	2	S/. 267.14	S/. 534.28
SUBTOTAL				S/. 2233.58

Nota. Detalles de instalación Outdoor nodo/cliente (Incluyendo transporte a sitio de material y personal)

Tabla 6*Detalles de Costo de instalación Ítem 06*

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN EN NODO U OTROS	C A N T	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
6.1	Suministro e instalación de canaleta legrand o tubo PVC por metros.	40	S/. 11.14	S/. 445.40
SUBTOTAL				S/. 445.40

Nota. Detalles de infraestructura (Incluyendo transporte a sitio de material y personal)

Tabla 7*Detalles de Costo de instalación Ítem 07*

ITEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO DE INSTALACIÓN EN NODO U OTROS	C A N T	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
7.1	Suministro e instalación de etiquetas	2	S/. 48.24	S/. 96.48
7.2	Suministro e instalación de cableado tierra o energía por metro.	12	S/. 13.60	S/. 163.20
7.3	Elaboración de informe de entrega	1	S/. 272.00	S/. 272.00
SUBTOTAL				S/. 531.68

Nota. Detalles de adicionales en la implementación (Incluyendo transporte a sitio de material y personal)

CAPITULO V: CONCLUSIONES

- Se logró implementar el enlace microondas con éxito debido a que se realizó un correcto estudio técnico en sitio (TSS).
- Se logró realizar un estudio inicial de la arquitectura de red de la compañía Packing del Carmen identificando las deficiencias en su red inicial.
- Se consiguió realizar un diseño de red óptimo para la interconexión entre la compañía Packing del Carmen y el operador Entel Perú en la provincia de Chincha, departamento de ICA.
- Se determinó los equipos necesarios para la implementación del enlace microondas y así satisfacer las necesidades de la compañía Packing del Carmen con un enlace dedicado de 50Mbps.
- Se comprobó que el proceso de descartes de interferencia es indispensable para asegurarnos que no exista ruido en la conexión inalámbrica vía microondas.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

- Antes de la instalación se debe verificar que los equipos a implementar cumplan con las características descritas en el link Budget.
- Evitar tener contacto con los pines de los conectores, ya que si éstos presentan daños o suciedad producirán ruido y no se contará con un enlace óptimo.
- Se deben realizar pruebas de descartes de interferencia antes de realizar el alineamiento de antenas. En caso de tenerlas se deberá solicitar nuevas frecuencias al operador responsable.
- Realizar un correcto encintado y vulcanizado en los conectores que van ubicados en los equipos RF para evitar que la humedad se filtre.
- Realizar mantenimientos cada 6 meses como mínimo para un correcto desempeño de los equipos instalados.
- Realizar un correcto aterramiento de equipos para que en caso se tenga una descarga eléctrica o de tipo atmosférico éstos se protejan y la energía se propague hacia el pozo tierra.
- Antes de realizar el procedimiento de alineamiento se recomienda conocer los ángulos de elevación y azimuth para una rápida ejecución en su alineación.
- Finalizado el alineamiento se deberá realizar un buen ajuste en la pernería para evitar un desajuste posterior con el tiempo y se desalineen.

CAPITULO VII: REFERENCIAS

- Barcell, M. F. (2014). *Medios de transmisión*. España. Obtenido de https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/16867/tema05_medios.pdf
- Camargo Cerron, R. A. (2023). *Implementación de un sistema de radio enlace para la transmisión de datos e internet para el establecimiento penitenciario de Concepcion*. Obtenido de Repositorio Upla: https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/6279/T037_41585952_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cisco Networking Academy. (s.f.). *Cisco Networking Academy*. Obtenido de Cisco Netacad: <https://www.sapalomera.cat/moodlecf/RS/1/course/module4/4.4.2.4/4.2.4.html>
- Comunicaciones en redes . (s.f.). *Comunicaciones en redes* . Obtenido de http://cidecame.uaeh.edu.mx/lcc/mapa/PROYECTO/libro27/35_modos_de_transmision_simplex_half_y_full_duplex.html
- Concha Sandoval, M. T. (2017). *Diseño e implementación de enlaces microondas y un nodo como solución a un problema de línea de vista para la planta agroindustrial de Jayanca, provincia de Chiclayo [Tesis - Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]*. Obtenido de Repositorio Untels: http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/421/1/Concha_Marvin_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf
- Díaz Vargas, R. E. (Diciembre de 2015). Obtenido de Diseño de Radioenlace microondas Isla San Lorenzo - Campus PUCP para el proyecto Perú Magneto [Tesis - Pontífica Universidad Católica del Perú]: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/7038/DIAZ_RICARDO_DISE%C3%91O_RADIOENLACE_MICROONDA_S.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- FibraMarket. (2018). *FibraMarket*. Obtenido de FibraMarket: <https://www.fibramarket.com/jumper-de-fibra-optica/>
- Huawei. (30 de Enero de 2021). *Forum Huawei*. Obtenido de <https://forum.huawei.com/enterprise/es/Introducci%C3%B3n-al->

concepto-de-Atenuaci%C3%B3n-en-

FO/thread/667222740844822528-667212884440133632

Juniper Network. (01 de Agosto de 2024). *Juniper.net*. Obtenido de <https://www.juniper.net/documentation/mx/es/hardware/mx960/acx1000/topics/concept/fiber-optic-cable-signal-loss-attenuation-dispersion-understanding.html>

Lalith Dupathi¹, M. G. (2018). Types of Microwave Antenna and Its Applications. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* , 4. Obtenido de www.irjet.net : <https://www.irjet.net/archives/V5/i3/IRJET-V5I3264.pdf>

León Chaupin, L. (2023). *Modernización de enlace microondas mediante tecnología 2+0 XPIC para ampliación de capacidad en la red de transporte de la empresa claro en la región Huánuco en beneficio de los distritos de Marías, La Unión Pueblo, Pachas y La Unión Huánuco*. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/1e72906c-a095-4718-bc2e-9f932348b04e>

Link Communications Systems. (Agosto de 2017). *Link Communications Systems*. Obtenido de <https://www.linksystems-uk.com/circular-linear-polarization/>

Martinez, J. L. (13 de Julio de 2018). *Prored*. Obtenido de <https://www.prored.es/zonas-de-fresnel-en-un-radioenlace/>

Microwave Networks and Technology. (27 de Agosto de 2015). *Microwave Networks and Technology*. Obtenido de <https://www.microwave-link.com/microwave/microwave-odu/>

Molina Espinoza, F. D. (2022). *Radioenlace en banda libre de 5GHz para proveer internet a las cabañas de las lagunas de Mojanda*. Obtenido de Repositorio Uisrael: <https://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/3381/1/UISRAEL-EC-MASTER-TELCOM-378.242-2022-011.pdf>

OSIPTEL. (2013). El Espectro Radioeléctrico como herramienta para la promoción de la expansión. Obtenido de https://www.osiptel.gob.pe/media/fzhf34wk/dt_radioelect_promoc_peru-02.pdf

- Paessler. (2024). *Paessler The monitoring Experts*. Obtenido de <https://www.paessler.com/es/it-explained/bandwidth>
- Poma Choque, L. F. (2015). *Diseño e implementación de un radioenlace de microondas en Achocalla y Aranjuez del departamento de La Paz [Tesis - Universidad Mayor de San Andrés]*. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11474/EG-1565-Poma%20Choque%2c%20Luis%20Fernando.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez Luz, R. (2015). *Sistemas de Radiocomunicaciones*. Paraninfo. Obtenido de https://www.google.com.pe/books/edition/Sistemas_de_radiocomunicaciones/uNISCgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=zona+de+fresnel&pg=PA222&printsec=frontcover
- Reddy , S., & Panicker , R. (2020). *ANTENNA AND WAVE PROPAGATION*. Obtenido de https://mrcet.com/downloads/digital_notes/ECE/III%20Year/ANTENNA%20AND%20WAVE%20PROPAGATIONS.pdf
- Severino Urbina, M. L. (2016). *Diseño e implementación de un radio enlace microondas dedicado en banda licenciada de 7GHz punto a punto entre rutas de Lima S.A.C. (distrito de Puente Piedra)-nodo La Milla (distrito de San Martín de Porres)*. Obtenido de Repositorio institucional UTP: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/204>
- Sistelec. (13 de Noviembre de 2023). *Sistelec*. Obtenido de Sistelec: <https://sistelec.es/blog/radioenlaces/#:~:text=Un%20radioenlace%20es%20un%20sistema,dos%20o%20m%C3%A1s%20puntos%20distantes.>
- Systems, L. C. (Agosto de 2017). *Link Communication Systems*. Obtenido de <https://www.linksystems-uk.com/circular-linear-polarization/>
- TelcomTraining. (10 de Abril de 2024). *TelcomTraining*. Obtenido de <https://telcomatraining.com/what-is-idu-indoor-unit/>

Vizqueira, L. M. (Marzo de 2023). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/369113665_Ruido_en_Sistemas_de_Radiocomunicacion

Wright, G. (Marzo de 2021). *Techtarget*. Obtenido de Techtarget: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/base-station>

CAPITULO VIII: ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica – Antena Shenglu

Microwave Antenna Specifications



SLA0323D3S00B20
0.3m Ultra High Performance Antenna
Separated Dual-polarized



Electrical Specifications

Frequency (GHz)	21.2~23.6
Polarization	Dual (V & H)
Gain , Low(dBi)	35.3
Gain, Mid(dBi)	35.8
Gain, Top(dBi)	36.2
Beam Width	2.7°
Cross-pol. Discrimination_XPD (dB)	30
F/B Ratio (dB)	62
ISO.(dB)	35
VSWR / RL (dB)	1.3/17.7
Regulatory Compliance	ETSI EN 302217 Range 3 Class 3

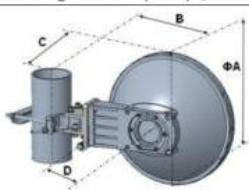
Mechanical Specifications

Diameter (m)	0.3
Antenna Color	Cool Gray 1C
Radome Options	Foam
Interface Type	PBR220 OR Customized
Side Struts, Included	0
Azimuth Adjustment	Coarse : 360 ° Fine : ±15 °
Elevation Adjustment	Fine : ±15 °
Diameter of Mounting Pole (mm)	Φ51~Φ114
Wind Velocity Survival Rating (km/h)	252
Wind Velocity Operational (km/h)	200
Ice-load (mm)	25.4
Operating Temperature (°C)	-45~+60
Packaging	Carton
LxWxH (mm)	480*480*267

Wind Load Specifications

Axial Force (N) @ survival wind speed	444
Side Force (N) @ survival wind speed	219
Twisting Moment (N•m) @ survival wind speed	141

Dimensions (mm)	ΦA	B	C	D
	386	318	137	180



Note:

1. The values of B and C are measured at the pole diameter of 114mm
2. The thickness of the radome is not included in the dimensions of A and C

Guangdong Shenglu Telecommunication Tech. Co., Ltd Revision 2.0 2018-Nov
 Add: No. 4 Jinye Second Road, XiNan Industry Area, Sanshui district, Foshan City, Guangdong Province, China
 Phone: 86-757-87719589
 Fax: 86-757-87744997
 Email: sales@shenglu.com
 Website: <http://www.shenglu.com>

Anexo 2

Ficha técnica – ODU

Marca: Ceragon IP20S

CERAGON **Datasheet**

FibeAir IP-20S

REV. A.03 | FEB 2017
ANSI Version



Radio

Supported Frequency Range

6-38 GHz

Radio Configurations

1+0, 1+1, 2+0 SP or DP (No XPIC)

Radio Features

Protection: 1+1 HSB

High spectral utilization: QPSK to 2048 QAM w/ACM

Advanced Frequency Reuse (AFR) (Tail Site)

Ethernet

Ethernet Interfaces

Traffic Interfaces – 1 x 10/100/1000Base-T (RJ-45) and 2x1000Base-X (Optical SFP) or 10/100/1000Base-T (Electrical SFP)

Management Interface – 1 x 10/100 Base-T (RJ-45)

SFP Types - Optical 1000Base-LX (1310 nm) or SX (850 nm)

Note: SFP devices must be of industrial grade (-40°F to +185°F)

Ethernet Features

MTU – 9600 Bytes

Quality of Service

- Multiple Classification criteria (VLAN ID, P-bits, IPv4 DSCP, IPv6 TC, MPLS EXP)
- 8 priority queues per port
- Deep buffering (configurable up to 64 Mbit per queue)
- WRED
- P-bit marking/remarking

4K VLANs

VLAN add/remove/translate

Frame Cut Through – controlled latency and PDV for delay sensitive applications

Header DeDuplication – Capacity boosting by eliminating inefficiency in all layers (L2,MPLS, L3,L4, Tunneling – GTP for LTE, GRE)

Y.1731 Ethernet OAM

Adaptive Bandwidth Notification ABN, also known as EOAM)

Synchronization

Synchronization Distribution

Sync Distribution over any traffic interface (GE/FE)

SyncE (ITU-T G.8261, G.8262)

SSM/ESMC Support for ring/mesh applications (ITU-T G.8264)

SyncE Regenerator mode, providing PRC grade (ITU-T G.811) performance for smart pipe applications.

IEEE-1588

Optimized Transport for reduced PDV

IEEE-1588 TC

Standards

MEF

Carrier Ethernet 2.0 (CE 2.0)

Supported Ethernet Standards

10/100/1000base-T/X (IEEE 802.3)

Ethernet VLANs (IEEE 802.3ac)

Virtual LAN (VLAN, IEEE 802.1Q)

Class of service (IEEE 802.1p)

Provider bridges (QinQ – IEEE 802.1ad)

Link aggregation (IEEE 802.3ad)

Auto MDI/MDIX for 1000baseT

RFC 1349: IPv4 TOS

RFC 2474: IPv4 DSCP

RFC 2460: IPv6 Traffic Classes

Security

Radio Encryption – AES 256

Secured protocols:

- HTTPS
- SNMPv3
- SSH
- SFTP

RADIUS authentication and authorization





Standards Compliance

Radio Spectral Efficiency: EN 302 217-2-2
 EMC: EN 301 489-1, EN 301 489-4, Class B (Europe), FCC 47 CFR, part 15, class B (US), ICES-003, Class B (Canada), TEC/EMI/TEL-001/01, Class B (India)
 Surge: EN61000-4-5, Class 4 (for PWR and ETH1/PoE ports)
 Safety: EN 60950-1, IEC 60950-1, UL 60950-1, CSA-C22.2 No.60950-1, EN 60950-22, UL 60950-22, CSA C22.2.60950-22
 Storage: ETSI EN 300 019-1-1 Class 1.2
 Transportation: ETSI EN 300 019-1-2 Class 2.

Technical Specifications

Mechanical Specifications

Dimensions – 9.05”(H), 9.07”(W), 3.86”(D), 13.23 lbs.
 Pole Diameter Range (for Remote Mount Installation) – 3.5” – 4.5”

Environmental Specifications

-27°F to +131°F (-49°F to +140°F extended)

Power Input Specifications

Standard Input: -48 VDC
 DC Input range: -40 to -60 VDC

Power Consumption Specifications

Maximum Power Consumption (1+0 Operation) –
 6-11 GHz: 35W; 13-38 GHz: 42W

PoE Injector Mechanical Specifications

Dimensions – 5.28”(H), 7.48”(W), 2.44”(D), 2.2 lbs.

PoE Injector Environmental Specifications

-27°F to +131°F (-49°F to +140°F extended)

PoE Injector Power Input Specifications

Standard Input: -48 or +24 VDC (Optional)
 DC Input range: $\pm(18/40.5 \text{ to } 60)$ VDC (+18VDC extended range is supported as part of the nominal +24VDC support)

PoE Injector Interfaces

GbE Data Port supporting 10/100/1000Base-T
 Power-Over-Ethernet (PoE) Port
 DC Power Port -40V to -60V (a PoE supporting two redundant DC feeds each supporting $\pm(18-60)$ V is available)

Product Images

IP-20S





Radio Specifications

Capacity

Notes: For full specifications, please contact your Ceragon sales representative.

	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup
Modulation	5 MHz		10 MHz		20 MHz	
QPSK	3-4	4-13	13-15	13-48	28-34	29-105
8 PSK	-	-	19-23	20-73	42-51	44-158
16 QAM	8-10	9-32	26-32	28-100	57-70	60-217
32 QAM	11-14	12-43	35-43	37-133	75-92	79-286
64 QAM	14-17	15-54	43-53	45-164	92-113	97-352
128 QAM	17-21	18-65	52-63	54-196	112-136	117-424
256 QAM	19-24	20-74	59-72	62-225	126-155	133-481
512 QAM	-	-	65-79	68-247	138-169	145-526
1024 QAM Strong	-	-	68-83	72-260	147-180	154-559
1024 QAM Light	-	-	73-89	76-276	156-191	164-593
2048 QAM	-	-	-	-	166-203	175-633
Modulation	25 MHz		30 MHz		40 MHz	
QPSK	35-43	37-135	43-52	45-162	58-71	61-220
8 PSK	53-65	56-202	62-76	65-236	86-105	90-328
16 QAM	72-88	76-275	87-107	92-332	117-143	123-446
32 QAM	95-117	100-363	115-140	121-437	154-189	162-588
64 QAM	117-143	123-446	141-173	149-538	190-232	199-722
128 QAM	141-173	148-538	170-208	179-648	229-280	241-873
256 QAM	161-197	169-613	196-239	206-745	247-302	259-939
512 QAM	178-217	187-677	209-255	219-794	270-330	284-1000
1024 QAM Strong	189-231	198-719	228-278	239-866	306-375	322-1000
1024 QAM Light	201-245	211-763	241-295	253-917	325-398	342-1000
2048 QAM	215-263	226-819	263-321	276-1000	352-430	370-1000
	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup	Capacity (Mbps)	Capacity De-Dup
Modulation	50 MHz		60 MHz		80 MHz	
QPSK	70-86	74-267	87-106	91-331	114-140	120-435
8 PSK	109-133	114-415	127-155	133-482	162-198	170-618
16 QAM	148-181	155-563	176-215	185-670	231-283	243-880
32 QAM	186-227	195-707	232-283	243-881	304-371	319-1000
64 QAM	240-293	252-913	284-348	299-1000	371-454	390-1000
128 QAM	280-342	294-1000	344-420	361-1000	439-536	461-1000
256 QAM	332-406	348-1000	397-485	416-1000	505-618	531-1000
512 QAM	360-440	378-1000	427-521	448-1000	555-679	583-1000
1024 QAM Strong	392-479	411-1000	464-567	487-1000	604-738	634-1000
1024 QAM Light	416-509	437-1000	493-602	517-1000	-	-
2048 QAM	449-548	471-1000	534-653	561-1000	-	-





Transmit Power

Transmit Power (dBm)	Freq. (GHz)	6	7	8	10-11	13-15	18	23	24 UL	26	28-38
QPSK – 8 QAM		28	28	28	26	24	22	20	0	21	18
16 QAM		28	27	27	26	23	21	20	0	20	17
32- 128 QAM		27	26	26	25	22	20	20	0	19	16
256 QAM		27	26	24	25	20	20	18	0	17	14
512 QAM		25	24	24	24	20	18	18	0	17	14
1024 QAM		25	24	24	23	20	18	17	0	16	13
2048 QAM		23	22	22	21	18	16	16	0	15	12

Receiver Threshold (RSL) (dBm @ BER = 10⁻⁶)

Frequency (GHz)	6	7	8	10	11	13	15	18	23	24UL	26	28-31	32	38
5 MHz														
QPSK	-96.5	-96.0	-96.0	-95.5	-96.5	-95.5	-94.5	-96.0	-95.0	-94.5	-94.5	-94.5	-94.0	-94.0
16 QAM	-90.0	-89.0	-89.0	-89.0	-89.5	-88.5	-88.0	-89.0	-88.0	-87.5	-88.0	-87.5	-87.5	-87.0
32 QAM	-86.5	-85.5	-85.5	-85.5	-86.0	-85.0	-84.5	-85.5	-84.5	-84.0	-84.5	-84.0	-84.0	-83.5
64 QAM	-83.0	-82.5	-82.5	-82.0	-83.0	-82.0	-81.0	-82.5	-81.5	-81.0	-81.0	-81.0	-80.5	-80.5
128 QAM	-79.5	-79.0	-79.0	-78.5	-79.5	-78.5	-77.5	-79.0	-78.0	-77.5	-77.5	-77.5	-77.0	-77.0
256 QAM	-76.5	-75.5	-75.5	-75.5	-76.5	-75.0	-74.5	-75.5	-75.0	-74.5	-74.5	-74.0	-74.0	-73.5
10 MHz														
QPSK	-92.0	-91.5	-91.5	-91.0	-92.0	-91.0	-90.0	-91.5	-90.5	-87.0	-90.0	-90.0	-89.5	-89.0
8 PSK	-87.0	-86.0	-86.0	-86.0	-87.0	-85.5	-85.0	-86.0	-85.5	-81.5	-85.0	-84.5	-84.5	-84.0
16 QAM	-85.5	-85.0	-85.0	-84.5	-85.5	-84.5	-83.5	-85.0	-84.0	-80.5	-83.5	-83.5	-83.0	-82.5
32 QAM	-82.0	-81.5	-81.5	-81.0	-82.0	-81.0	-80.0	-81.5	-80.5	-77.0	-80.0	-80.0	-79.5	-79.0
64 QAM	-79.0	-78.5	-78.5	-78.0	-79.0	-77.5	-77.0	-78.5	-77.5	-74.0	-77.0	-77.0	-76.5	-76.0
128 QAM	-75.5	-75.0	-75.0	-74.5	-75.5	-74.5	-73.5	-75.0	-74.0	-70.5	-73.5	-73.5	-73.0	-72.5
256 QAM	-72.5	-72.0	-72.0	-71.5	-72.5	-71.5	-70.5	-72.0	-71.0	-67.5	-70.5	-70.5	-70.0	-69.5
512 QAM	-70.0	-69.5	-69.5	-69.0	-70.0	-68.5	-68.0	-69.5	-68.5	-65.0	-68.0	-68.0	-67.5	-67.0
1024 QAM Strong	-67.0	-66.5	-66.5	-66.0	-67.0	-66.0	-65.0	-66.5	-65.5	-62.0	-65.0	-65.0	-64.5	-64.0
1024 QAM Light	-66.5	-65.5	-65.5	-65.5	-66.5	-65.0	-64.5	-65.5	-65.0	-61.0	-64.5	-64.0	-64.0	-63.5
20 MHz														
QPSK	-89.0	-88.5	-88.5	-88.0	-89.0	-88.0	-87.0	-88.5	-87.5	-84.0	-87.0	-87.0	-86.5	-86.0
8 PSK	-84.0	-83.5	-83.5	-83.0	-84.0	-83.0	-82.0	-83.5	-82.5	-79.0	-82.0	-82.0	-81.5	-81.0
16 QAM	-82.5	-82.0	-82.0	-81.5	-82.5	-81.0	-80.5	-82.0	-81.0	-77.5	-80.5	-80.5	-80.0	-79.5
32 QAM	-79.0	-78.5	-78.5	-78.0	-79.0	-77.5	-77.0	-78.5	-77.5	-74.0	-77.0	-77.0	-76.5	-76.0
64 QAM	-76.0	-75.0	-75.0	-75.0	-76.0	-74.5	-74.0	-75.0	-74.5	-70.5	-74.0	-73.5	-73.5	-73.0
128 QAM	-73.0	-72.0	-72.0	-72.0	-73.0	-71.5	-71.0	-72.0	-71.5	-67.5	-71.0	-70.5	-70.5	-70.0
256 QAM	-70.0	-69.5	-69.5	-69.0	-70.0	-68.5	-68.0	-69.5	-68.5	-65.0	-68.0	-68.0	-67.5	-67.0
512 QAM	-67.5	-66.5	-66.5	-66.5	-67.5	-66.0	-65.5	-66.5	-66.0	-62.0	-65.5	-65.0	-65.0	-64.5
1024 QAM Strong	-64.5	-63.5	-63.5	-63.5	-64.5	-63.0	-62.5	-63.5	-63.0	-59.0	-62.5	-62.0	-62.0	-61.5
1024 QAM Light	-63.5	-63.0	-63.0	-62.5	-63.5	-62.5	-61.5	-63.0	-62.0	-58.5	-61.5	-61.5	-61.0	-60.5
2048 QAM	-60.0	-59.5	-59.5	-59.0	-60.0	-59.0	-58.0	-59.5	-58.5	-55.0	-58.0	-58.0	-57.5	-57.0





Frequency (GHz)	6	7	8	10	11	13	15	18	23	24UL	26	28-31	32	38
25 MHz														
QPSK	-87.5	-86.5	-86.5	-86.5	-87.0	-86.0	-85.5	-86.5	-85.5	-82.0	-85.5	-85.0	-85.0	-84.0
8 PSK	-82.5	-82.0	-82.0	-81.5	-82.5	-81.5	-80.5	-82.0	-81.0	-77.5	-80.5	-80.5	-80.0	-79.5
16 QAM	-80.5	-80.0	-80.0	-79.5	-80.5	-79.5	-78.5	-80.0	-79.0	-75.5	-78.5	-78.5	-78.0	-77.5
32 QAM	-77.5	-77.0	-77.0	-76.5	-77.5	-76.0	-75.5	-77.0	-76.0	-72.5	-75.5	-75.5	-75.0	-74.5
64 QAM	-74.5	-74.0	-74.0	-73.5	-74.5	-73.5	-72.5	-74.0	-73.0	-69.5	-72.5	-72.5	-72.0	-71.5
128 QAM	-71.5	-71.0	-71.0	-70.5	-71.5	-70.5	-69.5	-71.0	-70.0	-66.5	-69.5	-69.5	-69.0	-68.5
256 QAM	-68.5	-67.5	-67.5	-67.5	-68.5	-67.0	-66.5	-67.5	-67.0	-63.0	-66.5	-66.0	-66.0	-65.5
512 QAM	-66.0	-65.0	-65.0	-65.0	-66.0	-64.5	-64.0	-65.0	-64.5	-60.5	-64.0	-63.5	-63.5	-63.0
1024 QAM Strong	-63.0	-62.5	-62.5	-62.0	-63.0	-61.5	-61.0	-62.5	-61.5	-58.0	-61.0	-61.0	-60.5	-60.0
1024 QAM Light	-62.5	-61.5	-61.5	-61.5	-62.5	-61.0	-60.5	-61.5	-61.0	-57.0	-60.5	-60.0	-60.0	-59.5
2048 QAM	-58.5	-58.0	-58.0	-57.5	-58.5	-57.0	-56.5	-58.0	-57.0	-53.5	-56.5	-56.5	-56.0	-55.5
30 MHz														
QPSK	-87.5	-87.0	-87.0	-86.5	-87.5	-86.0	-85.5	-87.0	-86.0	-82.5	-85.5	-85.5	-85.5	-85.0
8 PSK	-82.5	-81.5	-81.5	-81.5	-82.5	-81.0	-80.5	-81.5	-81.0	-77.0	-80.5	-80.0	-80.0	-79.5
16 QAM	-81.0	-80.0	-80.0	-80.0	-80.5	-79.5	-79.0	-80.0	-79.0	-75.5	-79.0	-78.5	-78.5	-78.0
32 QAM	-77.0	-76.5	-76.5	-76.0	-77.0	-76.0	-75.0	-76.5	-75.5	-72.0	-75.0	-75.0	-75.0	-74.5
64 QAM	-74.5	-73.5	-73.5	-73.5	-74.0	-73.0	-72.5	-73.5	-72.5	-69.0	-72.5	-72.0	-72.0	-71.5
128 QAM	-71.0	-70.5	-70.5	-70.0	-71.0	-70.0	-69.0	-70.5	-69.5	-66.0	-69.0	-69.0	-69.0	-68.5
256 QAM	-68.0	-67.5	-67.5	-67.0	-68.0	-67.0	-66.0	-67.5	-66.5	-63.0	-66.0	-66.0	-66.0	-65.5
512 QAM	-66.0	-65.5	-65.5	-65.0	-66.0	-64.5	-64.0	-65.5	-64.5	-61.0	-64.0	-64.0	-64.0	-63.5
1024 QAM Strong	-63.0	-62.0	-62.0	-62.0	-62.5	-61.5	-61.0	-62.0	-61.0	-57.5	-61.0	-60.5	-60.5	-60.0
1024 QAM Light	-62.0	-61.0	-61.0	-61.0	-62.0	-60.5	-60.0	-61.0	-60.5	-56.5	-60.0	-59.5	-59.5	-59.0
2048 QAM	-58.0	-57.5	-57.5	-57.0	-58.0	-56.5	-56.0	-57.5	-56.5	-53.0	-56.0	-56.0	-56.0	-55.5
40 MHz														
QPSK	-86.0	-85.5	-85.5	-85.0	-86.0	-85.0	-84.0	-85.5	-84.5	-81.0	-84.0	-84.0	-84.0	-83.5
8 PSK	-81.0	-80.5	-80.5	-80.0	-81.0	-79.5	-79.0	-80.5	-79.5	-76.0	-79.0	-79.0	-79.0	-78.5
16 QAM	-79.5	-79.0	-79.0	-78.5	-79.5	-78.0	-77.5	-79.0	-78.0	-74.5	-77.5	-77.5	-77.5	-77.0
32 QAM	-76.0	-75.0	-75.0	-75.0	-75.5	-74.5	-74.0	-75.0	-74.0	-70.5	-74.0	-73.5	-73.5	-73.0
64 QAM	-73.0	-72.0	-72.0	-72.0	-73.0	-71.5	-71.0	-72.0	-71.5	-67.5	-71.0	-70.5	-70.5	-70.0
128 QAM	-70.0	-69.0	-69.0	-69.0	-70.0	-68.5	-68.0	-69.0	-68.5	-64.5	-68.0	-67.5	-67.5	-67.0
256 QAM	-67.0	-66.0	-66.0	-66.0	-66.5	-65.5	-65.0	-66.0	-65.0	-61.5	-65.0	-64.5	-64.5	-64.0
512 QAM	-64.0	-63.5	-63.5	-63.0	-64.0	-62.5	-62.0	-63.5	-62.5	-59.0	-62.0	-62.0	-62.0	-61.5
1024 QAM Strong	-61.5	-61.0	-61.0	-60.5	-61.5	-60.0	-59.5	-61.0	-60.0	-56.5	-59.5	-59.5	-59.5	-59.0
1024 QAM Light	-60.5	-60.0	-60.0	-59.5	-60.5	-59.5	-58.5	-60.0	-59.0	-55.5	-58.5	-58.5	-58.5	-58.0
2048 QAM	-58.0	-57.0	-57.0	-57.0	-58.0	-56.5	-56.0	-57.0	-56.5	-52.5	-56.0	-55.5	-55.5	-55.0





Frequency (GHz)	6	7	8	10	11	13	15	18	23	24UL	26	28-31	32	38
50 MHz														
QPSK	-85.5	-84.5	-84.5	-84.5	-85.0	-84.0	-83.5	-84.5	-83.5	-80.0	-83.5	-83.0	-83.0	-82.5
8 PSK	-80.0	-79.5	-79.5	-79.0	-80.0	-79.0	-78.0	-79.5	-78.5	-75.0	-78.0	-78.0	-78.0	-77.5
16 QAM	-78.5	-77.5	-77.5	-77.5	-78.0	-77.0	-76.5	-77.5	-76.5	-73.0	-76.5	-76.0	-76.0	-75.5
32 QAM	-74.5	-74.0	-74.0	-73.5	-74.5	-73.5	-72.5	-74.0	-73.0	-69.5	-72.5	-72.5	-72.5	-72.0
64 QAM	-71.5	-70.5	-70.5	-70.5	-71.5	-70.0	-69.5	-70.5	-70.0	-66.0	-69.5	-69.0	-69.0	-68.5
128 QAM	-68.5	-68.0	-68.0	-67.5	-68.5	-67.5	-66.5	-68.0	-67.0	-63.5	-66.5	-66.5	-66.5	-66.0
256 QAM	-66.0	-65.0	-65.0	-65.0	-66.0	-64.5	-64.0	-65.0	-64.5	-60.5	-64.0	-63.5	-63.5	-63.0
512 QAM	-63.5	-63.0	-63.0	-62.5	-63.5	-62.0	-61.5	-63.0	-62.0	-58.5	-61.5	-61.5	-61.5	-61.0
1024 QAM Strong	-60.0	-59.5	-59.5	-59.0	-60.0	-58.5	-58.0	-59.5	-58.5	-55.0	-58.0	-58.0	-58.0	-57.5
1024 QAM Light	-59.0	-58.0	-58.0	-58.0	-59.0	-57.5	-57.0	-58.0	-57.5	-53.5	-57.0	-56.5	-56.5	-56.0
2048 QAM	-57.0	-56.0	-56.0	-56.0	-56.5	-55.5	-55.0	-56.0	-55.0	-51.5	-55.0	-54.5	-54.5	-54.0
60 MHz														
QPSK	-85.0	-84.0	-84.0	-83.5	-84.5	-83.0	-82.5	-84.0	-83.0	-82.5	-82.5	-82.5	-82.0	-81.5
8 PSK	-80.5	-79.0	-79.0	-79.0	-79.5	-78.5	-78.0	-79.0	-78.0	-77.5	-78.0	-77.5	-77.5	-77.0
16 QAM	-78.0	-77.0	-77.0	-76.5	-77.5	-76.0	-75.5	-77.0	-76.0	-75.5	-75.5	-75.5	-75.0	-74.5
32 QAM	-74.5	-73.0	-73.0	-73.0	-73.5	-72.5	-72.0	-73.0	-72.0	-71.5	-72.0	-71.5	-71.5	-71.0
64 QAM	-71.5	-70.0	-70.0	-69.5	-70.5	-69.5	-68.5	-70.0	-69.0	-68.5	-68.5	-68.5	-68.0	-68.0
128 QAM	-69.0	-67.0	-67.0	-67.0	-67.5	-66.5	-66.0	-67.0	-66.0	-65.5	-66.0	-65.5	-65.5	-65.0
256 QAM	-65.5	-64.0	-64.0	-63.5	-64.5	-63.5	-62.5	-64.0	-63.0	-62.5	-62.5	-62.5	-62.0	-62.0
512 QAM	-63.5	-62.0	-62.0	-61.5	-62.5	-61.5	-60.5	-62.0	-61.0	-60.5	-60.5	-60.5	-60.0	-60.0
1024 QAM Strong	-60.0	-58.5	-58.5	-58.0	-59.0	-58.0	-57.0	-58.5	-57.5	-57.0	-57.0	-57.0	-56.5	-56.5
1024 QAM Light	-59.0	-57.5	-57.5	-57.0	-58.0	-57.0	-56.0	-57.5	-56.5	-56.0	-56.0	-56.0	-55.5	-55.5
2048 QAM	-56.5	-54.5	-54.5	-54.5	-55.0	-54.0	-53.5	-54.5	-53.5	-53.0	-53.5	-53.0	-53.0	-52.5
Frequency (GHz)	11	18												
80 MHz														
QPSK	-83.5	-82.5												
8 PSK	-78.0	-77.5												
16 QAM	-76.5	-76.0												
32 QAM	-73.0	-72.5												
64 QAM	-70.0	-69.5												
128 QAM	-67.0	-66.5												
256 QAM	-64.5	-64.0												
512 QAM	-61.5	-61.0												
1024 QAM Strong	-58.5	-58.0												
1024 QAM Light	-58.0	-57.5												



Anexo 3:

Ficha técnica – Router

Marca: Cisco ISR900

The Cisco® 900 Series Integrated Services Routers (ISRs) combine Internet access, comprehensive security, and wireless services in a single high-performance device that is easy to deploy and manage. They are well suited for deployment as Customer Premises Equipment (CPE) in enterprise small branch offices and in service provider managed-service environments.

Product Overview

The Cisco 900 Series ISRs deliver integrated security and threat defense, protecting networks from both known and new Internet vulnerabilities and attacks. These powerful, fixed-configuration routers provide secure broadband and Metro Ethernet and wireless LTE WAN connectivity. Service providers offering both managed Ethernet and wireless LTE WAN services can deploy them in customer locations as CPE. Centralized and remote management capabilities are available through web-based tools and Cisco IOS® Software for full visibility and control of network configurations at the remote site.

The 900 Series ISRs simplify the deployment of Ethernet WAN services, with end-to-end Operations, Administration, and Maintenance (OA&M), Service-Level Agreement (SLA) monitoring and verification, and configuration management.

The Cisco 900 Series ISRs come with a 4-port managed switch, providing LAN ports to connect multiple devices. Figures 1 and 2 show the C921-4P and C926-4P models.



Figure 1.
C921-4P ISR Front, Back, and Top Views

Business need	Features and descriptions
Unified control of wired and wireless networks from a common console for streamlined operations	Simplifies and centralizes configuration and management of wireless and wireline devices
Remote configuration and management to keep local IT staff lean	Supports separate console ports

Platform Support

Table 2 describes the interfaces and integrated capabilities supported by each of the Cisco 900 Series ISR models.

Table 2. Cisco 900 Series ISRs Ethernet and DSL only SKUs

Model	WAN interfaces	LAN interfaces	Integrated USB 2.0
C921-4P	2 ports Gigabit Ethernet (GE)	4-port GE managed switch	Yes
C931-4P	2 ports Gigabit Ethernet (GE)	4-port GE managed switch	Yes
C927-4P	1 port GE and 1 VADSL (Annex A)	4-port GE managed switch	Yes
C926-4P	1 port GE and 1 VADSL (Annex B/J)	4-port GE managed switch	Yes
C927-4PM	1 port GE and 1 VADSL (Annex M)	4-port GE managed switch	Yes

Table 3. Cisco 900 Series ISRs LTE SKUs

Model	WAN			LAN switch	Integrated USB 2.0
	GE	ADSL2/VDSL2+	LTE (CAT4)	GE	
C921-4PLTEGB	2	NA	YES	4	Yes
C921-4PLTEAU	2	NA	YES	4	Yes
C921-4PLTEAS	2	NA	YES	4	Yes
C927-4PLTENA	1	1 VA-DSL (Annex A)	YES	4	Yes
C927-4PLTEGB	1	1 VA-DSL (Annex A)	YES	4	Yes
C927-4PLTEAU	1	1 VA-DSL (Annex A)	YES	4	Yes
C927-4PMLTEGB	1	1 VA-DSL (Annex M)	YES	4	Yes
C926-4PLTEGB	1	1 VA-DSL (Annex B/J)	YES	4	Yes

Feature	Specification
Number of recommended users	• 50
Default and maximum DRAM	• Default 1 GB
Default and maximum flash memory	• 2 GB on all Cisco 900 Series ISR models; not upgradable
WAN	• Refer to Table 2, 3 and 4 for details
LAN switch	• Refer to Table 2 for details
Separate console ports	• RJ-45
USB 2.0	• One USB 2.0 Type A port Note: USB 2.0 ports cannot be used for connecting external devices other than those specified at: https://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/modules/ps6247/product_data_sheet0900aecd80232473.html
Physical dimensions, LEDs, and weight	Dimensions: • C921-4P, C931-4P, and C921-4PLTEXX ◦ H x W x D = 1.70 x 9.0 x 9.5 in. (4.32 x 22.86 x 24.13 cm) (includes rubber feet) • C927-4P, C927-4PM, C926-4P, C927-4PLTEXX, C927-4PMLTEXX, and C926-4PLTEXX ◦ H x W x D = 1.10 x 10.20 x 7.00 in. (2.80 x 25.91 x 17.78 cm) (includes rubber feet) LEDs: • 1x green per Ethernet • 2x green DSL - CD+Data • 1x bicolor LED LTE RSSI • 1x green LED LTE SIM/Activity • VPN • System OK Weight: 2.65 lb (1.20 kg) maximum
Power supply	Power specifications: • AC input voltage: Universal 100 to 240 VAC • Frequency: 50 to 60 Hz • Internal power supply (C921-4P, C931-4P, and C921-4PLTEXX only) • External power adapter (C927-4P, C927-4PM, C926-4P, C927-4PLTEXX, C927-4PMLTEXX, and C926-4PLTEXX only): 12 VDC; 30 W
Approvals and compliance	Safety: • IEC 60950-1 • UL 60950-1 • CAN/CSA C22.2 No. 60950-1 • EN 60950-1 • AS/NZS 60950.1 • Class I Equipment (C921-4P and C931-4P only) • Class III Equipment (C927-4P, C927-4PM, and C926-4P only) Emissions: • 47 CFR Part 15: 2006

Anexo 4

Ficha técnica - Transceiver o módulo eléctrico

Marca: YXFIBER YXF-GE-TE



Model
YXF-GE-TE
Industrial Grade 10/100/1000Mbps Copper SFP Transceiver(RJ45)

Features

- Up to 1.0Gb/s data rate
- Hot-pluggable SFP
- Fully metallic case for low EMI
- Low power consumption(0.5W typical)
- Compact RJ-45 connector assembly
- 10/100/1000Mbps compliant in host systems
- with SGMII interface
- Compatible with RoHS and lead-free
- Case operating temperature: -40°C to +85°C

Applications

- LAN 1000Base-T
- 1.25 Gigabit Ethernet over Cat 5 cable
- Switch to Switch interface
- Router/Server interface

Description

GLC-TE Copper Small Form Pluggable (SFP) transceivers is high performance, cost effective module compliant with the Gigabit Ethernet and 1000BASE-T standards as specified in IEEE 802.3-2002 and IEEE 802.3ab, which supporting 1000Mbps data-rate up to 100meters reach over unshielded twisted-pair category 5 cable. The module supports 10/100/1000Mbps auto negotiation data-links when the SFP interface support SGMII also. The module provides standard serial ID information compliant with SFP MSA, which can be accessed with address of 0xA0- 0xA2 via the IIC BUS protocol.

Anexo 5

Ficha técnica – POE

Marca: SINGPRO

55 Watt 1GB Indoor Power Over Ethernet Injector Model CPU55A-270

The CPU55A-270 is a 1GB P.O.E (Power Over Ethernet) Injector , combined data and power adapter that interfaces to the customer's wireless modem and other Link and Network outdoor products. The unit provides an RJ-45 input connector, that is connected to 1 GB transformers for connection to an IEEE 802.3 (1 GB) compatible device. The unit receives power from 100V to 240V using an industry standard IEC320C14 connector. An output RJ45 connector provides the 1GB data and 55V or other voltages for connection to the wireless modem ,use of all 8 pins to carry the Data and the power to the Radio terminal.

Main Features

- Option for easy installation on wall
- Compact size – 160 x 63 x 32 mm
- High efficiency – free convection cooling
- Wide-range input voltage covering worldwide requirements
- Full output protection OCP. SC. OVP
- Meets FCC 15 & EN55022 class B requirements
- Operating temperature range -20° C to +45° C with no derating
- CE, FCC,CB,TUV(US) ,PSE approved

Typical Applications

- Power Over Ethernet
- Fast data modems
- Wireless modems
- 1 GB systems
- Video / Data / Voice modems

Main Specifications

Input

- 90 to 265VAC (wide range)
- Input frequency 47 – 63Hz
- Input inrush current 50A@ cold start
- Input reflected ripple per FCC part 15 & EN55022 class B
- Input cable 3 poles , IEC320C14

Output

- Output voltage: 55VDC or 48VDC
- Output current: 0 – 1 A
- Efficiency: 85% minimum
- Voltage regulation - $\pm 2\%$ Max. For load and line variation
- Temperature coefficient – 0.05% / C max
- Voltage set point – Internal trim-pot $\pm 5\%$
- Hold-up time – 10 m Sec minimum at full load including 100V input
- Isolation – input/output, input/case >3000VAC
- Protection – output protected against overload, short-circuit and over voltage
- Surge protection – on DC and data lines



Environmental

- Operation temperature range -20°C to +55°C
- Storage temperature range -45°C to +85°C
- EMI / RFI – Meets EN55022 class B requirements & IEC-1000 requirements.
- MTBF – Higher than 200,000 hour

Safety & EMC

- **Safety referring Standards:**
 - UL/CUL UL1950-1 Second Edition
 - CE EN 60950-1 Second Edition
 - AS/NZS AS/NZS 3260
- **EMC referring Standards:**
 - ETSI EN 301 489-1 V1.4.1 (2002-08)
 - ETSI EN 301 489-4 V1.3.1 (2002-08)
 - ETSI EN 301 489-17 V1.2.1 (2002-08)
- **Emission**
 - FCC Part 15, class B.
 - CE (Radiated & Conducted Emission) EN55022 Class B
 - Harmonic EN61000-3-2
 - Voltage Fluctuation EN61000-3-3
 - VCCI Level 2
 - AS/NZS AS/NZS 3548
- **Immunity**
 - **ESD** EN61000-4-2
 - **Radiated Immunity** EN61000-4-3
 - **EFT** EN61000-4-4
 - **Surges** EN61000-4-5 Class 3
 - **Voltage tips, short interruption** EN61000-4-11

Mechanical

- Size – 160 L x 63 W x 32 H mm
- Weight – 200gr. Max
- Cooling – free convection
- Input AC – 3 pin AC inlet IEC320C14 (cable not included)

Reliability

- **MTBF**
200,000 Power On Hours at 55W load and 45°C environment, computed according to MIL-HDBK-217F, Ground Fixed conditions, using the parts stress method
- **Burn-In**
100% Burn-In with 80-100% load & 45°C environment temperature for 8 hours minimum

Outputs Connection

RADIO-RJ-45

Pin 1, Data , -55V
 Pin 2, Data , -55V
 Pin 3, Data , +55V
 Pin 4, Data , +55V
 Pin 5, Data , +55V
 Pin 6, Data , +55V
 Pin 7, Data , - 55V
 Pin 8, Data , - 55V

Output 1: 55V/0.5A

Pin 1,2 Return
 Pin 3,6 +55V

Output 2: 55V/0.5A

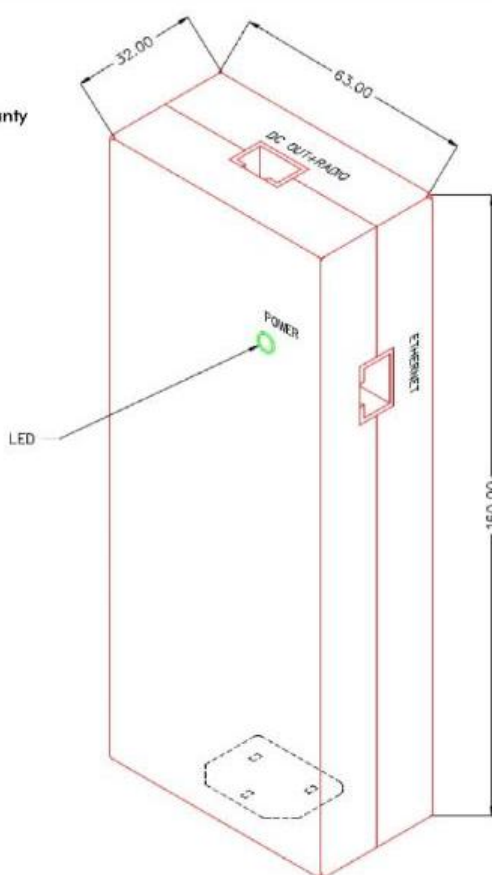
Pin 4,5 +55V
 Pin 7,8 Return

Ethernet RJ-45

Pin 1, Data
 Pin 2, Data
 Pin 3, Data
 Pin 4, Data
 Pin 5, Data
 Pin 6, Data
 Pin 7, Data
 Pin 8, Data

Warranty

Two (2) years manufacture's warranty



Anexo 6

Acta de conformidad de servicio

 Servicios Fijos	GERENCIA DE OPERACIONES DIGITALES JEFATURA DE ATENCION TECNICA EN TERRENO AREA DE INSTALACIONES
ACTA DE CONFORMIDAD DE SERVICIO	
119 N° 0000001	

CLIENTE:	PACKING DEL CARMEN	N° OIT / SE: 422597
DIRECCION:		N° CID:
Contacto:	EDWIN MAMANI NAPAN	Teléfono Fijo / Celular: 944268926

1. Conformidad por:	
☒ INSTALACIÓN	☐ ENTREGA DE SERVICIO
☐ OTRO	

Primario ☐	Internet Dedicado ☐	Enlace Datos ☐	NGN (CIR / LINEAS) ☐	Clear Channel ☐	ADSL ☐	L.A. ☐	OTRO:
Mbps/ CIR		Mbps/		Mbps		Mbps	

MEDIO:	PLANTA EXTERNA: ☐	RADIOENLACE: ☒	WIMAX: ☐
---------------	---	---	--

2. Equipos y accesorios instalados		GUIA REMISION N°
Equipo	Marca	Ubicación
ANTENA	SHENGU	SLA03233514A20N600014
ODU	CERAGON IPS	E332824042
ROUTER	ISCO	P5726211H65
POE	SIMPRO	C2137004125

3. Servicio de Líneas NGN (Indicar N° telefónico, metroje por línea de cableado)							
Pto. 01.	m	Pto. 05.	m	Pto. 09.	m	Pto. 13.	m
Pto. 02.	m	Pto. 06.	m	Pto. 10.	m	Pto. 14.	m
Pto. 03.	m	Pto. 07.	m	Pto. 11.	m	Pto. 15.	m
Pto. 04.	m	Pto. 08.	m	Pto. 12.	m	Pto. 16.	m
Fax Virtual N°		Total cableado Telefónico		Total cableado acometida			

Mastil 1 1/2"	m	STP	50m	Canaletas:	m	Corrugado:	m	Hora entrada:	Hora salida:
---------------	---	-----	-----	------------	---	------------	---	---------------	--------------

4. Configuración IP LAN (Asociado a red del cliente):		
Puerta de Enlace Privada:	Puerta de Enlace Pública:	IP Pública:
DNS Solo para Navegación en Internet	DNS1: 200.31.108.106	DNS2: 200.31.108.107

5. Servicio se entrega funcionando correctamente:	
Operador NOC:	Supervisor:
PRUEBAS: OK	PRUEBAS: OK
Llamadas salientes Llamadas entrantes Prueba de Anchos (Centrex) Prueba Internet	Bloqueo Larga Distancia Nacional Bloqueo Larga Distancia Internacional Bloqueo Celulares Prueba de Ancho de Banda

6. Observaciones y/o recomendaciones:	
SE INSTALARON EQUIPOS DE ACUERDO A NORMA , EL CLIENTE NO QUISO FIRMAR EL ACTA DE CONFORMIDAD.	

7. Condiciones del local del cliente	8. Recomendaciones al cliente
---	--------------------------------------

Tiene UPS o estabilizador ☐ SI ☐ NO Ambiente sin Polvo ☐ SI ☐ NO Facilidades de Acceso ☐ SI ☐ NO Tiene Sistema de tierra ☐ SI ☐ NO Tiene buena iluminación ☐ SI ☐ NO Tiene aire acondicionado ☐ SI ☐ NO	Contar con estabilizador o UPS Conectar al estabilizador o UPS solo equipos de telecomunicaciones No realizar modificaciones y/o cambio de equipos sin previa notificación y autorización escrita de Americatel. Sala donde se colocan equipos debe ser ventilada, libre de polvo y/o con aire acondicionado Los equipos se entregan en COMODATO. El representante queda nombrado depositario de los equipos.
--	---

El Cliente se encuentra prohibido de trasladar los equipos de propiedad de Americatel a un local distinto al de su instalación, bajo sanción de resolución de Contrato y el inicio de la acción penal correspondiente.

POR AMERICATEL PERÚ	POR CLIENTE
Nombre: HENRY DAVID CIEZA CERNA DNI: 45557722	Nombre: EDWIN MAMANI NAPAN DNI: 409448980
Fecha y Hora (entrega de servicio): 13.....02.....2023.....	Cargo: SISTEMAS
Firma:	Firma:

Las observaciones que pudiera efectuar el cliente en la presente acta serán evaluadas por el área respectiva de Americatel. La firma del acta por el técnico a cargo no es señal de conformidad o aceptación a las observaciones formuladas por el Cliente.

Americatel Perú - Centro de Atención al Cliente Telf. 0800-77-500

AMERICATEL

NOTA IMPORTANTE: REVISAR Y CORROBORAR LA INFORMACIÓN DEL DISEÑO EN SU TOTALIDAD, UNA VEZ APROBADO EL ARTE SE CONTINUARÁ CON EL PROCESO DE IMPRESIÓN.

ADVERTENCIAS Y RECOMENDACIONES SOBRE EL USO DE CENTRALES ASTERISK Y/O PROTOCOLO IP

Las centrales Asterisk y/o protocolo IP, presentan vulnerabilidades inherentes a su naturaleza, que pueden ser aprovechadas por agentes externos para cometer acciones de hacking u otros delitos conexos, los cuales están fuera del ámbito de dominio de LA EMPRESA y EL CLIENTE declara conocer y asumir.

Así, entre las técnicas empleadas para vulnerar la seguridad de tales centrales, se encuentran ataques como los denominados de "fuerza bruta" o "man-in-the-middle", cuyo impacto, en caso se logre tomar control sobre el servidor Asterisk y/o protocolo IP, usualmente se refleja en la realización de llamadas nacionales o internacionales no generadas directamente por el cliente, lo cual genera un incremento de tráfico que se conoce como fraude sobre el consumo total de sus llamadas, el mismo que podría verse reflejado en su facturación.

En ese sentido, sugerimos cumplir con los estamentos dispuestos en la RFC 3725 para minimizar la posibilidad de ataques (fraude), así como seguir con las siguientes recomendaciones sobre el manejo y configuración de sus centrales:

- Considerar la implementación de un firewall en su red, que le permita realizar la configuración de políticas de acceso hacia su red.
- No aceptar peticiones SIP de todas las direcciones IP.
- Bloquear los puertos de Asterisk Manager Interface.
- Usar contraseñas con alto nivel de seguridad para las entidades SIP, considerar símbolos, números, mezclar letras mayúsculas con minúsculas, considerar prefijos complejos para realizar llamadas, y no implementar recursos simples de salida de llamadas marcando el 0 ó 00.
- No considerar cuentas de usuario que tengan acceso a todos los recursos, en especial a las secciones de administración, debido que si el servidor Asterisk y/o protocolo IP están expuestos a Internet, todos los usuarios también lo estarán.
- Permitir sólo 1 o 2 llamadas al mismo tiempo por cada equipo SIP.
- Los nombres de usuarios SIP deben ser diferentes que sus extensiones.
- No permitir autenticaciones por defecto sin usuario y contraseña, para evitar que el atacante pueda detectar la lista de extensiones disponibles.

Sin perjuicio de lo anterior, reiteramos que dichas medidas son meramente enunciativas y que es responsabilidad directa del propietario de la central (para este caso, EL CLIENTE), actualizar y verificar nuevos y mejores mecanismos de seguridad, ya sea con su proveedor de central o con el encargado de su mantenimiento, para protegerse de ataques que puedan alterar sus niveles de consumo por acción de terceros, quienes aprovechan las ventajas del avance tecnológico y el Internet. Asimismo, EL CLIENTE es responsable de adoptar las medidas de seguridad adicionales que considere pertinente.

Finalmente, es importante precisar que la decisión de adquirir una central como las antes mencionadas, conlleva a asumir el riesgo de presentar vulnerabilidades de seguridad permanente, bajo control y responsabilidad del cliente, al no tomar en cuenta las recomendaciones antes señaladas, por lo cual sugerimos evaluar los pros y contras de tal decisión, tomando en cuenta que si bien el avance de la tecnología es lo que permite que existan este tipo de facilidades para gestionar sus comunicaciones, las mismas están expuestas a que día a día, ese mismo avance tecnológico permita que se creen mecanismos orientados a vulnerar su seguridad.

CONDICIONES MINIMAS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS INSTALADOS EN EL LOCAL DEL CLIENTE

Los ambientes de las oficinas del EL CLIENTE donde se instalen los equipos y accesorios de AMERICATEL PERU S. A. (en adelante, LA EMPRESA) ó de EL CLIENTE a los que LA EMPRESA brindará el servicio de instalación y mantenimiento, deben contar con los siguientes estándares técnicos y condiciones de operación:

1. El sistema eléctrico debe de ser estabilizado de 220V AC 60Hz, con Línea, Neutro y Tierra; debe contar con un sistema de energía ininterrumpido (UPS, de preferencia de tecnología on-line con transformador de aislamiento) y con un sistema de puesta a tierra con valor menor o igual a 5 Ohm.
2. De acuerdo a la ubicación geográfica, en caso se requiera, la zona de antena deberá contar con un sistema de protección ante descargas eléctricas (pararrayos).
3. Las condiciones ambientales no deberán exceder los siguientes rangos:
 - i. Temperatura: La temperatura del ambiente donde se alojen los equipos deberán ser preferentemente de 21°C, o en su defecto no menor a 15°C ni mayor a 25°C.
 - ii. Humedad relativa: La humedad relativa del ambiente donde se alojen los equipos deberá ser preferentemente de 50% no condensado, o en su defecto no menor a 45% ni mayor a 65% sin condensación.
4. El ambiente destinado para la instalación de equipos preferentemente contara con ducterías internas que permitan la instalación de los cables de fibra óptica, cobre, coaxial, UTP, IF, etc. Hasta el lugar de acceso al local de EL CLIENTE. En caso de oficinas en edificios compartidos, EL CLIENTE deberá facilitar a través de la administración correspondiente, la ruta disponible para la instalación de los cables.
5. Los equipos deben ubicarse en un ambiente cerrado, libre de polvo y bien iluminado, de preferencia en un rack de comunicaciones y/o en una sala de equipos debidamente acondicionada para dicho fin. El espacio destinado a la ubicación de los equipos debe permitir el fácil acceso y manipulación para propósitos de instalación y mantenimiento.
6. Para la instalación de soluciones soportadas en tecnología inalámbrica (wireless) los equipos de LA EMPRESA podrán ser instalados en un gabinete especialmente acondicionado, el cual debe ubicarse sobre una mesa o escritorio. Para los casos excepcionales donde se requiera instalar dicho gabinete en la pared, la altura máxima será de 1.20m y la mínima de 0.50m.
7. Para los servicios Satelital, se debe contar con un área de 3.5m x 3.5m libre para la zona de antena, definida en el estudio de Campo; en el caso de requerirse una loza deberá estar habilitada antes de la instalación y contar con dos ductos de 2" desde la zona de antena hacia la sala de equipos, de acuerdo al informe de Estudio de Campo.
8. EL CLIENTE no deberá manipular los equipos instalados por LA EMPRESA para brindar servicio sin una comunicación a las áreas de soporte de LA EMPRESA.

LA EMPRESA no será responsable por fallas en el servicio que se deriven directamente por el incumplimiento por parte de EL CLIENTE de los estándares técnicos y condiciones de operación antes detallados. En caso de averías generadas por dicho incumplimiento, la reparación de los equipos, incluido el reemplazo parcial o total de los mismos, serán íntegramente responsabilidad de EL CLIENTE para cuyo efecto LA EMPRESA le trasladará el valor de su reparación o reposición.

LA EMPRESA hará sus mejores esfuerzos para brindar asesoría técnica a EL CLIENTE a fin de que éste pueda adoptar las acciones correctivas correspondientes.