



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

**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**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de
Telecomunicaciones

AUTOR

Daniel LEÓN CHAUPIN

ASESOR

Mg. Wilbert CHAVEZ IRAZABAL

Lima, Perú

2023



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

León, D. (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*. [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	Daniel León Chaupin
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73632339
URL de ORCID	No Aplica
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	08121733
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7978-7031
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carlos Alberto Chiri Huanca
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09293427
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Rejis Renato Paredes Peñafiel
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06758404
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Ruben Gino Martinez Varela
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09270432
Miembro del jurado 3	

Nombres y apellidos	Wilbert Chavez Irazabal
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08121733

Datos de investigación	
Línea de investigación	2.02.05 Telecomunicaciones
Grupo de investigación	No Aplica
Agencia de financiamiento	No Aplica
Ubicación geográfica de la investigación	Enlace Microondas: 2+0 XPIC entre estaciones MARIAS y LLATA País: Perú Departamento: Huánuco Provincia: Huamalies, Dos de Mayo Distrito: Puños, Marias Centro poblado: Marias, Llata Latitud 1: -9.600111 Longitud 1: -76.705611 Latitud 2: -9.519139 Longitud 2: -76.22169450
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2021
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería Electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01 Telecomunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.05 Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 050/FIEE-EPIE/2023

Los suscritos Miembros del Jurado, pertenecientes a la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, bajo La Presidencia del **MG. CARLOS ALBERTO CHIRI HUANCA**, integrado por el **MG. RUBEN GINO MARTINEZ VARELA**, el **MG. REJIS RENATO PAREDES PEÑAFIEL** y Miembro Asesor el **MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. DANIEL LEÓN CHAUPIN** con código N° 13190137 que para optar el Título Profesional de Ingeniero de Telecomunicaciones sustentó el Trabajo de Suficiencia Profesional titulado **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 HUANUCO EN BENEFICIO DE LOS DISTRITOS DE MARIAS, LA UNION PUEBLO, PACHAS Y LA UNION HUANUCO**.

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

Ciudad Universitaria, 25 de enero de 2023

MG. CARLOS ALBERTO CHIRI HUANCA

Presidente de Jurado

MG. RUBEN GINO MARTINEZ VARELA

Miembro Jurado

MG. REJIS RENATO PAREDES PEÑAFIEL

Miembro de Jurado

MG. WILBERT CHAVEZ IRAZABAL

Miembro Asesor



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Vicerrectorado de Investigación y Posgrado



CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Wilbert Chavez Irazaba en mi condición de asesor acreditado con el Acta de Sustentación de trabajo de Suficiencia Profesional N°050/FIEE-EPIE/2023 del trabajo de suficiencia profesional cuyo título es: “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 Marias, La Unión Pueblo, Pachas y la Unión Huánuco, presentado por el bachiller Daniel Leon Chaupin 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 10% 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:08121733

Nombres y apellidos del asesor:

Mg. Wilbert Chavez Irazaba

Dedicatoria

A Dios por guiarme siempre en mi camino, a mi mamá Vicky por su inmenso esfuerzo y apoyo, mi papá Ernesto y tía Natalia, quienes me cuidan desde el cielo, mis hermanos Richard y Damaris por su apoyo y comprensión, a mi abuelita Alida, a mis profesores y compañeros con los que comparto mi vida profesional.

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad la aplicación de la tecnología 2+0 XPIC en un enlace microonda troncal existente entre las estaciones móviles de Marias y Llata, las cuales corresponden a los distritos de Marías y Puños respectivamente, el cual al haber estado haciendo uso de una tecnología desfasada, el cuál era 1+1 Hot Standby), no lograba brindar una capacidad acorde a la demanda de tráfico de las estaciones móviles que dependen de este enlace siendo las estaciones móviles de Marias, La Unión Pueblo, Pachas y La Unión Huánuco lo cual conllevó a la saturación del medio de transmisión por lo que estuvieron desencadenando un impacto negativo en los servicios móviles viéndose reflejados como presencia de alto delay, pérdidas de paquetes , baja accesibilidad lo cual venía degradando la calidad del servicio generando reclamos en la zona.

Finalmente se analizarán y validarán los parámetros de monitoreo del nuevo enlace microonda instalado confirmando la importancia de estos ya que si bien se logrará ampliar la capacidad del medio de transmisión, se necesita garantizar que todo éstos se encuentren operando en sus valores óptimos y se vea reflejado un servicio con un delay promedio según diseño y sin presencia de packet loss.

Palabras clave: Enlaces Microondas, saturación, tecnología 2+0 XPIC, packet loss, delay.

ABSTRACT

The purpose of this work is the application of 2+0 XPIC technology in an existing trunk microwave link between the mobile stations of Marias and Llata, which correspond to the districts of Marias and Puños respectively, which having been making use of an outdated technology, which was 1+1 Hot Standby), failed to provide a capacity according to the traffic demand of the mobile stations that depend on this link being the districts of Marias, La Union Pueblo, Pachas and La Union Huanuco which led to the saturation of the transmission medium so they were triggering a negative impact on mobile services being reflected as the presence of the presence of mobile services reflected in the presence of the mobile stations of Marias, Pachas and La Union Huanuco, La Unión Pueblo, Pachas and La Unión Huánuco, which led to the saturation of the transmission medium, causing a negative impact on mobile services, reflected in the presence of high delay, packet loss, low accessibility, which had been degrading the quality of service and generating complaints in the area.

Finally, the new monitoring parameters of the new microwave link installed and their importance will be analyzed, since although the capacity of the transmission medium will be increased, it is necessary to guarantee that all these parameters are operating at their optimum values and that the service is reflected with an average delay according to design and without the presence of packet loss.

Keywords: Microwave links, saturation, 2+0 XPIC technology, packet loss, delay.

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACT.....	ii
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE FIGURAS	viii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo del trabajo de suficiencia profesional.....	1
1.2. Estructura del trabajo de suficiencia profesional	2
CAPÍTULO II	3
INFORMACIÓN DE LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD	3
2.1. Institución donde se desarrolló la actividad	3
2.2. Periodo de duración de la actividad.....	3
2.3. Finalidad y objetivos de la entidad.....	3
2.4. Razón social	4
2.5. Dirección Postal	4
2.6. Correo electrónico del Profesional a Cargo	4
CAPÍTULO III	5
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	5
3.1. Organización de la actividad	5
3.1.1. Red IP/RAN.....	5
3.1.2. Red Core <i>IP/MPLS</i>	6
3.2. Finalidad y objetivos de la actividad.....	6
3.2.1. <i>Finalidad</i>	6
3.2.2. <i>Objetivos</i>	8
3.3. Situación del Problema	8
3.3.1. <i>Determinación del Problema</i>	8

3.3.2.	<i>Problemática general</i>	9
3.3.3.	<i>Problemas específicos</i>	9
3.3.4.	<i>Justificación e importancia de la investigación</i>	9
3.4.	Metodología	10
3.4.1.	<i>Bases teóricas</i>	10
3.4.2.	<i>Marco Conceptual</i>	11
3.5.	Procedimiento	19
3.5.1.	<i>Preparación de la Información</i>	22
3.5.2.	<i>Estudio de Línea de Vista del nuevo enlace a implementarse</i>	28
3.5.3.	<i>Propuesta y Diseño del enlace microondas</i>	32
3.5.4.	<i>Comparativa con otro vendor (ZTE)</i>	37
3.5.5.	<i>Instalación del enlace microondas</i>	39
3.5.6.	<i>Estudio y validación de los parámetros del enlace</i>	40
3.6.	Resultados de la actividad	64
	CAPÍTULO IV	78
	CONCLUSIONES	78
4.1.	Justificación	78
4.2.	Metodología aplicada	80
4.2.1.	<i>Evaluación técnica</i>	80
4.2.2.	<i>Evaluación financiera</i>	82
4.3.	Descripción de la implementación	83
4.3.1.	<i>Google Earth</i>	84
4.3.2.	<i>GMyD</i>	86
4.4.	Conclusiones	87
	CAPÍTULO V	89
	RECOMENDACIONES	89
	CAPÍTULO VI	90
	BIBLIOGRAFÍA	90
	CAPÍTULO VII	92
	ANEXOS	92

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Identificación de los sites del enlace microonda. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Unidad de medición del parámetro IF_MSE en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 3. Unidad de medición del parámetro IF_BBE, IF_ES, IF_SES, IF_UAS, IF_BER en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>222</i>
<i>Tabla 4. Unidad de medición del parámetro FEC_UNCOR_BLOK_CNT en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>223</i>
<i>Tabla 5. Coordenadas de la estación MARIAS. Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 6. Coordenadas de la estación LLATA. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 7. Atributos de la ODU modelo XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library</i>	<i>135</i>
<i>Tabla 8. Tipos de Cable IF usados en instalaciones. Fuente: Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>144</i>
<i>Tabla 9. Tipos de antena dual-polarized Huawei en banda 7W. Fuente: Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 10. Coordenadas Geográficas de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 11. Coordenadas Geográficas de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 12. Características de equipamiento NR9150. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 13. Características técnicas de la tarjeta controladora CSA2. Fuente: euniv.zte.com.cn.</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 14. Características técnicas de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn.....</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 15. Interfaces de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn</i>	<i>226</i>
<i>Tabla 16. Kit de materiales necesarios para la instalación del enlace microonda 2+0 XPIC. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 17. Parámetros fundamentales de las portadoras correspondientes al enlace 2+0 XPIC en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 18. Parámetros fundamentales de las portadoras correspondientes al enlace 2+0 XPIC en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 19. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 20. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 21. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 22. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias</i>	<i>57</i>

<i>Tabla 23. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 1ra portadora en la estación Llata</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 24. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 1ra portadora en la estación Llata.....</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 25. Performance histórico de de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Llata</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 26. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 27. Comparativo de consumo de tráfico del enlace inicial y final entre las estaciones Marias y Llata. Fuente: Elaboración Propia.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 28. Errores en la polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 29. Errores en la polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....</i>	<i>69</i>
<i>Tabla 30. Errores en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 31. Errores en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 32. Umbrales de delay en el departamento de Huánuco. Fuente: Portal Web – SuperSet Claro</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 33. Tráfico promedio en las estaciones beneficiadas. Fuente: Portal SuperSet - Claro</i>	<i>79</i>
<i>Table 34. Costo de equipamiento Huawei. Fuente: Itprice.com</i>	<i>82</i>
<i>Table 35. Costo de equipamiento ZTE. Fuente: Elaboración Propia</i>	<i>83</i>
<i>Tabla 36. Puertos de energía de la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Elaboración propia</i>	<i>108</i>
<i>Table 37. Características físicas, especificaciones y consumo de energía. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>112</i>
<i>Table 38. Especificaciones de la interfaz GE eléctrica. Fuente: Hedex - Huawei Library....</i>	<i>112</i>
<i>Table 39. Especificaciones de la interfaz GE óptico. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>113</i>
<i>Table 40. Tipos de módulos SFP que los puertos FE/G soporta. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>114</i>
<i>Table 41. Puertos de servicio disponibles. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>116</i>
<i>Table 42. Explicación de los status de los leds indicadores de la tarjeta CSHO Status explanation for indicators on a CSHO board. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>117</i>
<i>Table 43. Información física y consumo de energía. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>126</i>
<i>Table 44. Modo de trabajo Integrated IP (IS6 mode, E1 + Ethernet, XPIC). Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>126</i>
<i>Table 45. IF performance. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>133</i>
<i>Table 46. Performance del procesamiento de la señal en banda base del modem. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>133</i>
<i>Tabla 47. Descripción de los puertos de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library</i>	<i>136</i>
<i>Table 48. Listado de formato de modulación y de channel spacing de la ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>139</i>

<i>Table 49. Listado de las bandas de frecuencia de trabajo de la ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>139</i>
<i>Table 50. Listado de las especificaciones del transceiver de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>139</i>
<i>Table 51. Lists the IF specifications of the ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>140</i>
<i>Table 52. List the integrated system specifications of the ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>141</i>
<i>Table 53. Listado de información sobre la banda de frecuencia de 8GHz. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>142</i>
<i>Table 54. Performance de los cables IF. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>144</i>
<i>Table 55. Información técnica de la Guía de Onda en 7G y 8G. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>148</i>
<i>Table 56. Performance de la Guida de Onda en diferentes bandas de frecuencia. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 57. Descripción de las interfaces del Dual-Polarized Coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>153</i>
<i>Table 58. Techincal information del Dual-Polarized balanced coupler. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>154</i>
<i>Table 59. Techincal information del adaptador de la antena. Fuente: Hedex - Huawei Library</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 60. Especificaciones de la interface feed boom de una antena Huawei. Fuente: Hedex – Huawei Library</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 61. Diámetros de una antena dual-polarized Huawei utilizada en instalaciones Separate-Mount. Fuente: Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 62. Especificaciones del EPLA que soporta el equipo OptiX RTN 950A</i>	<i>189</i>
<i>Tabla 63. Requerimientos de Hardware para poder habilitar el EPLA en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library.....</i>	<i>190</i>
<i>Tabla 64. Requerimientos a nivel de Hardware para habilitar tecnología MIMO. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 65. Requerimientos a nivel de Hardware para habilitar tecnología MIMO. Fuente: Hedex - Huawei Library.....</i>	<i>219</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la estación móvil MARIAS en Google Earth. Fuente: Elaboración propia	7
Figura 2. Ubicación geográfica de la estación móvil LLATA en Google Earth. Fuente: Elaboración propia	7
Figura 3. Ejemplo de diagrama general de un enlace microondas entre 2 sites. Fuente: Elaboración propia	11
Figura 4. Frecuencias de trabajo de la IDU y ODU. Fuente: Elaboración propia	12
Figura 5. Modo de Transmisión por Polarización Simple. Fuente: Hedex - Huawei Library	13
Figura 6. Modo de Transmisión usando CCDP. Fuente: Hedex - Huawei Library	13
Figura 7. Polarizaciones en los diferentes Modos de Transmisión. Fuente: Hedex - Huawei Library	14
Figura 8. Diagrama de bloques de funcionamiento de un enlace microondas con tecnología XPIC. Fuente: Hedex - Huawei Library	14
Figura 9. Conformación del Enhanced Physical Link Agregation (PLA). Fuente: Hedex - Huawei Library	16
Figura 10. Principios del EPLA antes de una conmutación por falla de algún componente físico o lógico. Fuente: Hedex - Huawei Library	17
Figura 11. Ajuste del ancho de banda del tráfico Ethernet. Fuente: Hedex - Huawei Library	18
Figura 12. Conmutación de tráfico de un enlace microondas con EPLA. Fuente: Hedex - Huawei Library	19
Figura 13. Diagrama de Flujo para el pre-diseño del enlace microondas a instalarse. Fuente: Elaboración propia	20
Figura 14. Diagrama de Flujo para el diseño del enlace microondas a instalarse. Fuente: Elaboración propia	21
Figura 15. Ubicación de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	22
Figura 16. Ubicación de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	23
Figura 17. Torre auto soportada ubicada en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	23
Figura 18. Torre auto soportada ubicada en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	24
Figura 19. Cámara Parres utilizada en el aterramiento. Fuente: Metodología de Instalación – Sistemas de Tierras “Parres Steel”	25
Figura 20. Perfil de un enlace microonda en plataforma GMyD. Fuente: Elaboración Propia	29

Figura 21. Perfil de un enlace microonda en plataforma PathLoss. Fuente: Elaboración Propia	29
Figura 22. Perfil de un enlace microonda en plataforma Google Earth. Fuente: Elaboración Propia	30
Figura 23. Vista con Zoom Medio de la estación Llata desde la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	31
Figura 24. Vista con Zoom Normal de la estación Marias desde la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	32
Figura 25. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 1. Fuente: Elaboración Propia	33
Figura 26. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 2. Fuente: Elaboración Propia	34
Figura 27. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 3. Fuente: Elaboración Propia	35
Figura 28. Resultados conforme a ITU del 1er enlace. Fuente: Elaboración Propia.....	36
Figura 29. Resultados conforme a ITU del 2do enlace. Fuente: Elaboración Propia	36
Figura 30. Vista frontal y ranuras lógicas del chassis NR9150. Fuente: euniv.zte.com.cn..	38
Figura 31. Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	40
Figura 32. Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	41
Figura 33. Parámetros IF de configuración del enlace microonda 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	41
Figura 34. Parámetros RF de configuración de la 1era portadora del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	43
Figura 35. Parámetros RF de configuración de la 2da portadora del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	43
Figura 36. Servicios configurados que usan el enlace microonda 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	44
Figura 37. Panel frontal lógico del chassis de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	45
Figura 38. Panel frontal lógico del chassis de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	45
Figura 39. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	46
Figura 40. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	47
Figura 41. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	47
Figura 42. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	48
Figura 43. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	48
Figura 44. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	49

Figura 45. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	49
Figura 46. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	50
Figura 47. Opciones de Muteo en la ODU. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	51
Figura 48. Opciones de Muteo en la ODU. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	51
Figura 49. ODU's Horizontales de la 1era portadora muteadas para ejecución de pruebas de interferencia en estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	51
Figura 50. Resultado de pruebas de interferencia de la polarización Vertical en la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	52
Figura 51. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Vertical de la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	52
Figura 52. ODU's Verticales de la 1era portadora muteadas para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	53
Figura 53. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	53
Figura 54. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	54
Figura 55. Valores SNR polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	60
Figura 56. Valores SNR polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	60
Figura 57. Valores SNR polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	61
Figura 58. Valores SNR polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	61
Figura 59. Valores SNR polaridad Vertical de la 1ra portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	62
Figura 60. Valores SNR polaridad Horizontal de la 1ra portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	62
Figura 61. Valores SNR polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	63
Figura 62. Valores SNR polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	63
Figura 63. EPLA habilitado en el enlace 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE....	64
Figura 64. Consumo histórico de tráfico en el sentido Tx del enlace 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	64
Figura 65. Consumo histórico de tráfico en el sentido Rx del enlace 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	65
Figura 66. Parte del diseño del enlace inicial entre Marias y Llata. Fuente: Portal GMyD – Claro.....	65
Figura 67. Consumo histórico de tráfico de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro.	66
Figura 68. Consumo histórico de tráfico de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro.....	67

Figura 69. Consumo histórico de tráfico de la estación Llata. Fuente: Portal GMyD – Claro	67
Figura 70. Consumo histórico de tráfico de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro	68
Figura 71. Consumo histórico de tráfico de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro	68
Figura 72. Prueba de conectividad desde la estación Marias hacia el router de acceso. Fuente: Portal GMyD – Claro	71
Figura 73. Prueba de conectividad desde el router de acceso hacia el controlador del Packet Core. Fuente: Portal GMyD – Claro	72
Figura 74. Packet Loss del servicio de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro	72
Figura 75. Packet Loss del servicio de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro	73
Figura 76. Packet Loss del servicio de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro	73
Figura 77. Packet Loss del servicio de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro	74
Figura 78. Delay del servicio de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro	75
Figura 79. Delay del servicio de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro	76
Figura 80. Delay del servicio de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro	76
Figura 81. Delay del servicio de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro	77
Figura 82. Slots disponibles para uso de tarjetas de servicio en el chassis RTN950A. Fuente: Hedex - Huawei Library	80
Figura 83. Slots disponibles para uso de tarjetas de servicio en el chassis NR 9250. Fuente: Hedex - Huawei Library	81
Figura 84. Elaboración del perfil para el enlace a implementarse. Fuente: Google Earth	84
Figura 85. Seteo de la estación Llata para elaboración del perfil. Fuente: Google Earth	85
Figura 86. Seteo de la estación Marias para elaboración del perfil. Fuente: Google Earth	85
Figura 87. Perfil del enlace a implementarse. Fuente: Google Earth	86
Figura 88. Perfil de elevación del enlace a implementarse. Fuente: Google Earth	86
Figura 89. Vista del menú inicial del portal GMyD. Fuente: Portal GMyD	87
Figura 90. Diagrama de Red IP/RAN de la Región Huánuco. Fuente: Portal MRTG – Claro	93
Figura 91. Diagrama de Red Core IP/MPLS de la Región Huánuco. Fuente: Portal MRTG - Claro	94
Figura 92. Instalación de una antena. Fuente: euniv.zte.com.cn	96
Figura 93. Tipos de entrada de antenas acorde a polaridad (single/dual) y tipo de instalación (direct/separate). Fuente: euniv.zte.com.cn	96
Figura 94. Ancho de banda de un canal (frecuencia). Fuente: euniv.zte.com.cn	97
Figura 95. Ejemplo de Línea de Vista de un enlace microondas. Fuente: Prored.es	98
Figura 96. Zona de Fresnel. Fuente: Prored.es	98
Figura 97. Ejemplificación de Azimuth entre 2 estaciones bases. Fuente: Elaboración Propia	98
Figura 98. Ejemplificación de PIRE en un sistema de radiación. Fuente: YDI Wireless	99

Figura 99. Ejemplificación de PIRE en un sistema de radiación. Fuente: euniv.zte.com.cn	99
Figura 100. Diagrama de pérdidas de potencia en un enlace microondas. Fuente: euniv.zte.com.cn	100
Figura 101. Visión general del rack en la estación Marias. Fuente: Elaboración propia..	102
Figura 102. Visión general de los breakers en la estación Marias. Fuente: Elaboración propia	102
Figura 103. Visión general del rack en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 104. Visión general del rack en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia.....	104
Figura 105. Vista de la cámara Parres instalada. Fuente: Elaboración propia	106
Figura 106. Vista del sistema de aterramiento en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia	106
Figura 107. Vista frontal de la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library	108
Figura 108. Cable de energías usadas en la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library	108
Figura 109. Escenario de aplicación de una tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library	109
Figura 110. Panel Frontal de tarjeta IF ISM6. Fuente: Hedex – Huawei Library	123
Figura 111. Diagrama de bloques del funcionamiento de una tarjeta ISM6. Fuente: Hedex – Huawei Library	124
Figura 112. Vista General de la ODU XMC-2H y sus puertos de entrada. Fuente: Hedex – Huawei Library	136
Figura 113. Diagrama de Bloques de funcionamiento de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library	139
Figura 114. Vista de cable de tierra para protección de la ODU. Fuente: Hedex – Huawei Library	142
Figura 115. Diagrama de los tipos de cables IF RG-8U y 5D, y sus conectores. Fuente: Hedex – Huawei Library	145
Figura 116. IF jumper. Fuente: Hedex – Huawei Library	146
Figura 117. Vista General de una Guía de Onda. Fuente: support.huawei.com.....	148
Figura 118. Interfaces de un dual-polarized coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library .	152
Figura 119. Principio de funcionamiento de un dual-polarized coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library	153
Figura 120. Feed boom de una antena dual-polarized en una instalación tipo separate-mount. Fuente: Hedex – Huawei Library	157
Figura 121. Estructura de una antena. Fuente: Hedex – Huawei Library	158
Figura 122. Vista panorámica de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia.....	166
Figura 123. Antena dual-polarized Huawei instalada de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	166
Figura 124. Vista del mástil, coupler, ODUs instaladas de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	167
Figura 125. LOS y etiquetado del enlace microonda en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	167

Figura 126. Vista de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	168
Figura 127. Vulcanizado y etiquetados de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	168
Figura 128. Aterramiento de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	169
Figura 129. Recorrido vertical de los cableados outdoor en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	169
Figura 130. Recorrido horizontal de los cableados outdoor en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	170
Figura 131. Vista del Gabinete en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	170
Figura 132. Energizado de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	171
Figura 133. Vista de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia.....	171
Figura 134. Etiquetado de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia.....	172
Figura 135. Aterramiento de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia	172
Figura 136. Vista panorámica de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....	174
Figura 137. Vista panorámica de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....	174
Figura 138. Vista del mástil de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....	175
Figura 139. LOS y etiquetado del enlace microonda en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	175
Figura 140. Vista de las ODUs instaladas en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	176
Figura 141. Vulcanizado y etiquetado de las ODUs en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	176
Figura 142. Vulcanizado y etiquetado de las ODUs en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	177
Figura 143. Recorrido Vertical de los cables outdoor en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	177
Figura 144. Recorrido Horizontal de los cables outdoor en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	178
Figura 145. Vista panorámica del gabinete instalado en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	178
Figura 146. Energizado de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	179
Figura 147. Vista frontal de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia	179
Figura 148. Etiquetado de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia.....	180
Figura 149. Aterramiento de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia ...	180
Figura 150. Ejemplo de parámetros de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library	182
Figura 151. Configuración típica de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library	183
Figura 152. Configuración lógica de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library	183
Figura 153. Verificación de ortogonalidad de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei	184
Figura 154. Desviación de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei.....	185

Figura 155. Ajuste de antena de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei	185
Figura 156. Configuración típica de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library	187
Figura 157. Configuración física de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library	187
Figura 158. Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	192
Figura 159. Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Horizontal en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	192
Figura 160. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	193
Figura 161. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Horizontal en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	193
Figura 162. Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	194
Figura 163. Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Horizontal en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	194
Figura 164. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	195
Figura 165. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Horizontal en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	195
Figura 166. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	197
Figura 167. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	197
Figura 168. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	198
Figura 169. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	198
Figura 170. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	199
Figura 171. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	199
Figura 172. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	200
Figura 173. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	200
Figura 174. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	202
Figura 175. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	202
Figura 176. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	203
Figura 177. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	203

Figura 178. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	204
Figura 179. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	204
Figura 180. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	205
Figura 181. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	205
Figura 182. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	207
Figura 183. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	207
Figura 184. ODU's Horizontales muteadas de la 2da polaridad para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	207
Figura 185. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Vertical de la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	208
Figura 186. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	209
Figura 187. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	209
Figura 188. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE.....	210
Figura 189. ODU's Verticales muteadas de la 2da polaridad para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	210
Figura 190. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	210
Figura 191. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE	211
Figura 192. Principio de funcionamiento de tecnología MIMO. Fuente: Hedex – Huawei Library	214
Figura 193. Tecnología Carrier Agregation. Fuente: Hedex - Huawei Library.....	216
Figura 194. Configuración típica de Carrier Agregation. Fuente: Hedex - Huawei Library	217
Figura 195. Configuración típica de Carrier Agregation combinado con XPIC. Fuente: Hedex - Huawei Library	217
Figura 196. Diagrama de bloques de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library	218
Figura 197. Descripción de las interfaces de la tarjeta controladora CSA2. Fuente: euniv.zte.com.cn	225
Figura 198. Vista frontal de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn	226
Figura 199. Vista frontal de la tarjeta FA. Fuente: euniv.zte.com.cn.....	226

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo del trabajo de suficiencia profesional

Los enlaces microondas son un medio de transmisión muy importante para poder interconectar lugares remotos en donde la fibra óptica es de difícil acceso debido a la geografía natural de nuestro país.

Garantizar un servicio de calidad es uno de los objetivos de la empresa a con sus abonados, y uno de los factores comunes, en la operación de los servicios móviles, a nivel de transporte que lo impiden es la saturación del medio de transmisión, en este caso el enlaces microondas; que sirven en este escenario como transporte de las estaciones móviles remotas hacia un punto de agregación

En el presente informe vamos a explicar la solución usada para superar el problema de saturación que se tuvo presente en el enlace microondas entre las estaciones móviles de Marias y Llata, el cual sirve de troncal a las estaciones móviles de Marias, La Unión Pueblo, Pachas y La Unión Huánuco; esto mediante la modernización hacia una nueva tecnología, que es la 2+0 XPIC.

Para ello también brindaremos las bases teóricas de funcionamiento, así como información de otras soluciones tecnológicas que se tuvieron como opción a evaluación, teniendo en cuenta que antes de aplicación ya se contaba con un enlace el cual tenía una configuración 1+1 HSB.

Así mismo se podrán observar los demás beneficios que conlleva el uso de esta solución tecnológica aplicada, ya que además de brindar una capacidad mayor y protección al mismo tiempo, brinda mayor escalabilidad. Ya que la problemática inicial podría volver

a repetirse dentro de un determinado tiempo, debido al avance de la tecnología móvil que siempre va a requerir mayores capacidades a nivel de transporte.

1.2. Estructura del trabajo de suficiencia profesional

En el presente trabajo está centrado en la mejora local del servicio móvil de las estaciones correspondientes a los distritos de Puños, Pachas, La Unión, Sillapata y Marias que corresponden a las provincias de Huamalies y Dos de Mayo, por lo que en el capítulo III, sección 3.1.1 y 3.1.2 se presenta un pequeño overview de cómo es y cómo se interconecta la red del departamento de Huánuco y su enrutamiento hacia el Packet Core.

Posteriormente hemos establecido nuestros objetivos y la finalidad del informe en la sección 3.2, con ello hemos analizado la problemática que se presentó así como la justificación de nuestra investigación.

En la sección 3.5 se detalla el procedimiento que hemos seguido para ejecutar de manera exitosa la modernización del enlace microondas inicial. Dicha sección se ha dividido en un precheck de la información inicial del enlace instalado entre las estaciones Marias y Llata, con ello se procedió a definir los recursos tanto físicos como lógicos que se iba a necesitar.

Así, habiendo establecido los recursos a necesitarse; se plantea una comparativa de 2 diferentes vendor tecnológicos que se podrían haber usado para la instalación siendo estos Huawei y ZTE.

Luego de haber definido finalmente el vendor tecnológico a usarse, se procedió a la instalación del nuevo enlace microondas 2+0 XPIC y se realizó un estudio de los parámetros del enlace para definir que éste se encuentre en óptimas condiciones tanto físicas como lógicas.

Finalmente en la sección 3.7 mostramos los resultados que nos brinda la nueva capacidad del enlace 2+0 XPIC, viéndose reflejado en la mejora de los KPIs del servicio móvil (Delay, Packet Loss). Así mismo se plantean alternativas de tecnologías frente a la creciente demanda de tráfico en vistas del 5G.

CAPÍTULO II INFORMACIÓN DE LUGAR DE DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD

2.1. Institución donde se desarrolló la actividad

La institución donde se desarrollaron las actividades a detallarse en el presente informe es GRUPO ELECTRODATA, empresa colaboradora de AMERICA MOVIL PERÚ, la cual tiene participación en el rubro telecomunicaciones en las actividades de operación y mantenimiento mediante la atención y resolución de averías de red. Actualmente tiene participación en la red de transporte que implica tanto a nivel Core IP/MPLS y de transmisión ya sea microondas, fibra óptica involucrando tecnologías SDH y DWDM.

2.2. Periodo de duración de la actividad

El desarrollo de actividad en campo fue del 03/03/2021 al 10/03/2021.

2.3. Finalidad y objetivos de la entidad

a) Finalidad:

- Principalmente garantizar la operatividad de la red de transporte a nivel nacional mediante la atención y resolución de averías de Red tanto a nivel Tx e IP. Garantizando la disponibilidad de la red de Transporte a un 99.88% a nivel nacional.

b) Objetivos:

- Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo en la red de Transporte mediante atención de incidencias.
- Ejecución de Work Orders para atención de clientes internos y externos.
- Garantizar la disponibilidad de la red.

2.4. Razón social

La razón social de la empresa es GRUPO ELECTRODATA S.A.C

2.5. Dirección Postal

Dirección Legal: Av. Principal Nro. 456

Urbanización: Aurora Este II Etapa

Distrito / Ciudad: Surquillo

Departamento: Lima, Perú

2.6. Correo electrónico del Profesional a Cargo

Se señala correo electrónico: luis.choa@claro.com.pe

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1. Organización de la actividad

América Móvil Perú, mediante su empresa colaboradora GRUPO ELECTRODATA SAC., viene desempeñando actividades de Soporte en Operación y Mantenimiento en la red de Transporte tanto a nivel de Transmisiones e IP/MPLS. Entre sus principales actividades a cargo se tiene la atención y resolución de averías en la red implicando servicios móviles y corporativos. A nivel nacional, el cual comprende operación sobre equipos pertenecientes a redes de fibra óptica, microondas, DWDM y SDH.

En la Figura 1 y 2 se representa una topología de la Red IPRAN que comprende el nivel de Acceso y Agregación. Así mismo la Red Core IP/MPLS que se brinda a las estaciones pertenecientes a la Región Huánuco para realizar su llegada al Packet Core.

3.1.1. Red IP/RAN

Todas las estaciones móviles, ya usen como medio de transmisión fibra óptica o enlaces microondas, tienen un punto de agregación a nivel de acceso donde se enruta los servicios a nivel de capa 3 mediante uso de routers y fibra óptica casi en su totalidad, para su posterior llegada hacia el PACKET CORE. Para el caso de las estaciones de Marias, La Unión Pueblo, Pachas y La Unión Huánuco se está haciendo uso de un router ubicado en la estación nodal CHAVINILLOS el cual usa fibra óptica.

3.1.2. Red Core IP/MPLS

Para la red IP/MPLS del backbone o core de agregación se usa routers de gran capacidad, el cual dirige el tráfico hacia el Packet Core. Para la Región Huánuco, se tiene una ruta principal hacia LIMA y la de respaldo, que es hacia TRUJILLO, con el objetivo de brindar respaldo de los servicios ante averías en la red dorsal de fibra óptica. Para ver detalle del diagrama de Red tanto a nivel de Acceso/Agregación y Core ver el Anexo 1.

3.2. Finalidad y objetivos de la actividad

3.2.1. Finalidad

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad implementar la tecnología 2+0 XPIC para mejorar el servicio móvil en los distritos de Pachas, La Unión Huánuco, Llata mediante la ampliación de capacidad del enlace troncal entre las estaciones de Llata y Marias. Con ello lograr la mejora de calidad de los servicios móviles de la zona, viéndose reflejado esto mediante una baja latencia, servicio sin pérdida de paquetes los cuales se vieron afectados por la situación inicial de saturación del medio de transmisión.

El área de desarrollo del trabajo de suficiencia profesional, se centra específicamente en las estaciones de Marias y Llata, pertenecientes a la región Huánuco, éstas son usadas para establecer el enlace microondas troncal que da acceso para las estaciones móviles de Marias, La Unión Pueblo, Pachas y La Unión Huánuco. Geográficamente, la estación Marias se encuentra en el distrito Marias, provincia de Dos de Mayo; por otro lado, la estación Llata se encuentra ubicado en el distrito de Puños, provincia de Huamalíes. Ambos pertenecientes al departamento de Huánuco. Ver en la Tabla 1 sus identificadores. Así mismo se representan en la Figuras 1 y 2 la ubicación geográfica de las estaciones correspondiente que conforman el enlace microondas que se ha modernizado.

Tabla 1. Identificación de los sites del enlace microonda. Fuente: Elaboración Propia

SITE	NOMBRE	ID
A	LLATA	LH3006
B	MARIAS	LH2940



Figura 1. Ubicación geográfica de la estación móvil MARIAS en Google Earth. Fuente: Elaboración propia



Figura 2. Ubicación geográfica de la estación móvil LLATA en Google Earth. Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Objetivos

3.2.2.1. Objetivo general.

Implementar la tecnología 2+0 XPIC para mejorar el servicio móvil en los distritos de Pachas, La Unión Huánuco, Llata mediante la ampliación de capacidad del enlace troncal entre los distritos de Llata y Marías.

3.2.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual del enlace microondas troncal, tanto a nivel lógico como físico.
- Determinar los recursos físicos y lógicos necesarios a utilizarse para lograr la implementación de la tecnología 2+0 XPIC en el enlace MARIAS y LLATA.
- Implementar la solución determinada para mejorar el servicio móvil en los distritos de Pachas, La Unión Huánuco, Llata.
- Validar el correcto funcionamiento del enlace microonda troncal implementada mediante el control y validación de los nuevos parámetros a monitorear.
- Garantizar la operatividad de los servicios móviles de Pachas, La Union Huanuco, Llata; que hacen uso del enlace troncal entre los sites LH2984_MARIAS y LH3006_LLATA ante averías físicas o lógicas de red.
- Garantizar la máxima capacidad permisible y escalabilidad del enlace microonda implementado ante futuras mayores demandas de tráfico.

3.3. Situación del Problema

3.3.1. Determinación del Problema

Debido al incremento de demanda de tráfico de los distritos de Maria, La Unión Pueblo, Llata, Pachas y La Unión Huánuco habían ocasionado el congestionamiento en el enlace

microondas entre los distritos de Llata y Marias, a los cuales nos referiremos como Sites LH2984_MARIAS y LH3006_LLATA, que es un enlace troncal en donde se agregan los demás enlaces microondas última milla que se hacen uso para el tráfico de los servicios móviles de las respectivas zonas indicadas inicialmente, produciéndose degradación a nivel de servicio, viéndose esto reflejado como pérdidas de paquetes, alto delay y baja accesibilidad. Lo cual vino generando reclamos de los usuarios finales debido a la calidad de servicio brindado.

Cabe indicar que el enlace microondas troncal inicial hacía uso de una tecnología y un hardware en desfase el cual era 1+1 Hot StandBy, que se encontraba operando en su máxima capacidad permisible.

3.3.2. Problemática general

- ¿Cómo mejorar los servicios móviles en los distritos de Marias, La Unión Pueblo, Llata, Pachas y La Unión Huánuco?

3.3.3. Problemas específicos

- ¿Cómo conocer la situación actual del enlace microonda troncal tanto a nivel físico como lógico entre Marias y Llata?
- ¿Cómo dimensionar adecuadamente el equipamiento y las características técnicas necesarias para ampliar la capacidad de transmisión entre Marias y Llata?
- ¿Cómo se observa la mejora de capacidad del enlace microondas entre las estaciones de Marias y Llata?
- ¿Cómo medir la mejora obtenida con la nueva solución del enlace microondas entre las estaciones de Marias y Llata?

3.3.4. Justificación e importancia de la investigación

El presente trabajo de suficiencia profesional ha beneficiado a un total de 22612 usuarios pertenecientes a los distritos de Puños, Pachas, La Unión, Sillapata y Marias; los cuales corresponden a las provincias de Dos de Mayo y Huamalíes.

Ello mediante la ampliación de capacidad del medio de transmisión que hace uso los servicios móviles de las estaciones Marias, Pachas, La Unión Huánuco y La Unión Pueblo. Así mismo es una ventana abierta a la adquisición de nuevos usuarios finales y poder ofrecer habilitaciones de servicios corporativos, ya que el diseño contempla la apertura de capacidad libre para este fin, que antes era imposible debido a la falta de capacidad a nivel de tráfico del medio de transmisión.

3.4. Metodología

3.4.1. Bases teóricas

- a) Pérez realizó una investigación titulada “ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN SISTEMA DE RADIO ENLACES ENTRE LA TECNOLOGÍA XPIC Y ESTÁNDAR PARA UNA RED DE TRANSMISIÓN, EN LA BANDA DE FRECUENCIA SHF con el objetivo de realizar un análisis para proporcionar evidencia de cómo se obtiene mayor cantidad de tráfico transmitido usando un enlace microondas con tecnología XPIC” (Pérez, 2019), desarrollada según parámetros del enfoque CUANTITATIVO, de tipo PROYECTIVO, EXPERIMENTAL, utilizando una matriz de observación arribó a las siguientes conclusiones:
 - “Se pudo comprobar la diferencia que existe entre un radio enlace estándar y un radio enlace utilizando la tecnología XPIC ya que al realizar la transmisión mediante un enlace tipo estándar esta sería transmitida en una sola polarización por lo contrario al utilizar la tecnología XPIC su transmisión sería en un mismo canal utilizando las dos polarización

(horizontal y vertical) y este efecto produce que la cantidad de bits a transmitir sea superior a lo transmitido en un radio enlace tipo estándar.”

- “El estudio de este proyecto nos ha permitido analizar también cómo trabaja el espectro radioeléctrico y a su vez conocer las alternativas de transmisión de datos para sitios en los que es difícil llegar con fibra”

3.4.2. Marco Conceptual

Un enlace de microondas es establecido entre 2 o más estaciones mediante el uso de las ondas electromagnéticas. Se encargan de transmitir la señal de banda base digital a través de un proceso de modulación sobre una portadora de RF, luego es transmitida al espacio como una onda electromagnética. Los enlaces microondas pueden ser punto a punto o punto multipunto. Se encuentran operando en la banda del espectro radioeléctrico de microondas, respectivamente, entre 300MHz y 300GHz

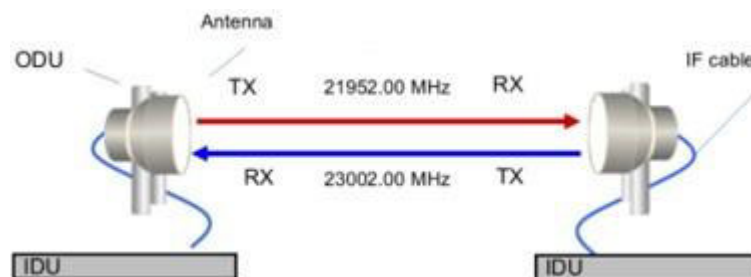


Figura 3. Ejemplo de diagrama general de un enlace microondas entre 2 sites.

Fuente: Elaboración propia

Un enlace microondas comprende como mínimo 2 puntos de conexión, en donde cada uno como mínimo deberá de contar con 1 IDU, 1 ODU y 1 antena.

A continuación, en la Figura 5 podremos apreciar un sistema básico de Transmisión por Microondas. Donde la IDU es la encargada de procesar la señal en BB para convertirla en

FI, posteriormente ésta se convierte a RF por acción de la ODU para luego ser transmitida a la estación remota mediante la antena. En el Anexo 1 se ha detallado mayores conceptos básicos relacionados a un enlace microonda.

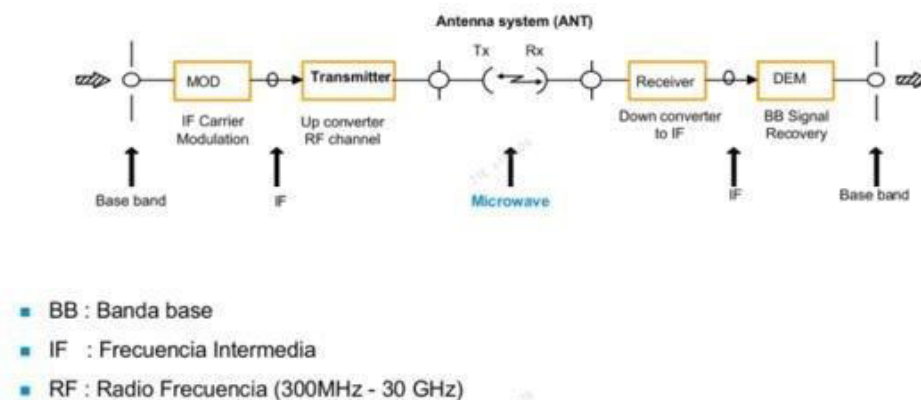


Figura 4. Frecuencias de trabajo de la IDU y ODU. Fuente: Elaboración propia

3.4.2.1. Co-channel dual-polarization CCDP. La tecnologías co-channel dual-polarization (CCDP) y cross-polarization interference cancellation (XPIC), o en su traducción, polarización dual co-canal y cancelación de interferencia de polarización cruzada son tecnologías basadas en las características de las polarizaciones microondas. Con respecto a la tecnología CCDP, esta sucede cuando 2 señales son transmitidas sobre 2 ondas con polarización ortogonales entre sí, siendo estas la vertical y horizontal. Con ello se logra duplicar la capacidad final obtenida. La tecnología XPIC es de suma importancia ya que cancela la interferencia de polarización cruzada entre las 2 ondas polarizadas ortogonalmente. Según el modo de transmisión de polarización, los enlaces microondas pueden ser clasificados en transmisión por polarización simple y transmisión por CCDP.

En la transmisión mediante polarización simple, la señal es transmitida sobre una onda que puede ser de polarización vertical u horizontal, en el mismo canal; como se muestra en la Figura 6.

En la transmisión por CCDP, 2 señales son transmitidas sobre 2 ondas las cuales tienen polarización vertical y horizontal, en el mismo canal; como se muestra en

la Figura 7. La capacidad en el modo de transmisión por CCDP es el doble que el modo de transmisión por polarización simple.

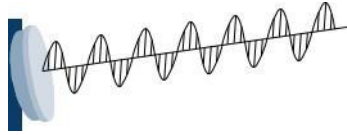


Figura 5. Modo de Transmisión por Polarización Simple. Fuente: Hedex - Huawei Library

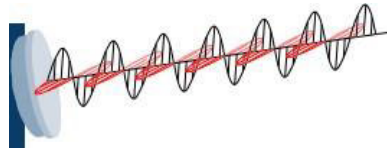


Figura 6. Modo de Transmisión usando CCDP. Fuente: Hedex - Huawei Library

El escenario ideal correspondiente al modo de transmisión por CCDP es que no exista interferencia entre las 2 señales ortogonales que se encuentran operando en la misma frecuencia, ya que este escenario ideal permitiría que la antena de la estación remota pueda fácilmente recepcionar las 2 señales sin mayores pérdidas. Sin embargo, en la situación real bajo diseño e Ingeniería, la interferencia entre las 2 señales ortogonales siempre existirá, independientemente que la ortogonalización de las 2 señales sea óptima. Esto debido al parámetro XPD o cross-polarization discrimination (XPD) de la antena y la deterioración del canal.

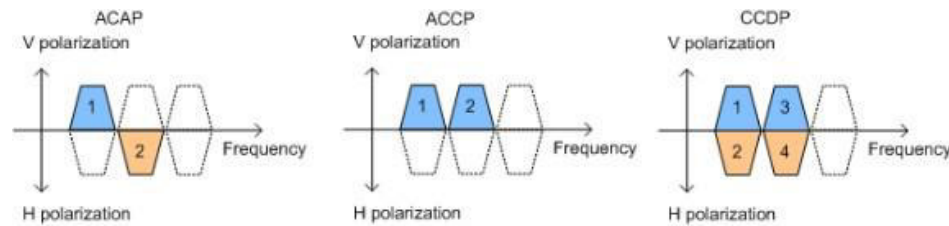


Figura 7. Polarizaciones en los diferentes Modos de Transmisión. Fuente: Hedex - Huawei Library

3.4.2.2. Cross-Polarization Interference Cancellation (XPIC). Cross-polarization interference cancellation (XPIC) o tecnología XPIC es usada en conjunt con el co-channel dual-polarization (CCDP). La aplicación de estas 2 tecnologías duplica la capacidad del enlace sobre el mismo canal. A continuación, en la Figura 9 se muestra un diagrama de bloques del funcionamiento de la tecnología XPIC, posteriormente se procederá a detallar el funcionamiento por etapas hasta obtener las 2 señales IF filtradas, combinadas y sin interferencia debido a la polarización cruzada ocasionada que conlleva la tecnología a implementarse. Se especifica el proceso del flujo de funcionamiento:

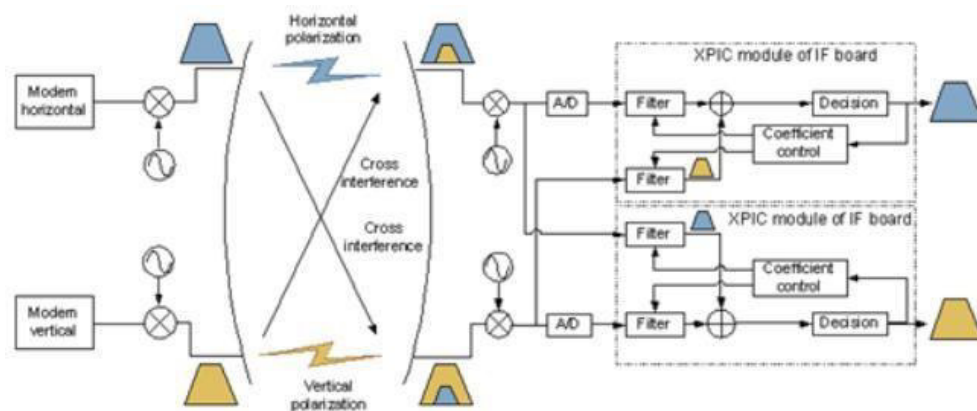


Figura 8. Diagrama de bloques de funcionamiento de un enlace microondas con tecnología XPIC. Fuente: Hedex - Huawei Library

- A. Se transmite la misma frecuencia sobre la polarización vertical y horizontal.*
- B. Debido al XPD de la antena y la degradación del canal, se genera interferencia por la polarización cruzada en la señal que la ODU recibe, por lo que posteriormente es trasladada desde la ODU hacia la tarjeta IF que contiene un módulo interno que es la que soporta la tecnología XPIC..*
- C. El módulo XPIC de la tarjeta IF recibe la señal IF desde la ODU, de ambas polaridades correspondientemente, para posteriormente procesarlas. Por ejemplo realizar la conversión A/D.*
- D. El módulo XPIC de la tarjeta IF controla el coeficiente del feed forward equalizer filters (FFF) de las 2 señales IF mediante el uso decision feedback equalizer (DFE). Como resultado final, se obtiene las 2 señales IF filtradas y combinadas óptimamente, con ello la interferencia por la polarización cruzada es cancelada correctamente en las 2 señales IF.*

3.4.2.3. XPD. Es el parámetro que indica el valor de referencia de la relación entre la potencia enviada y la que es recepcionada, en ambas direcciones de polarización, en un enlace que cuenta con tecnología XPIC. Es decir, el XPD va a cuantificar la separación entre 2 canales de transmisión, que a su vez éstos están usando diferente polarización siendo éstos comúnmente la vertical y horizontal en un enlace con XPIC. En base a las especificaciones de las antenas microondas y las especificaciones del equipamiento Huawei, un enlace microondas con tecnología XPIC requiere como mínimo un valor de $XPD > 24$ dB para enlaces de accesos, y un valor de $XPD > 21$ dB para enlaces de acceso que usen la banda E en específico. Se debe tener en consideración que un enlace tendrá un mayor performance cuando se trabaje con valores mayores de XPD. A continuación se ejemplifica un escenario donde podemos verificar cómo obtener los valores XPD para cada polaridad de un enlace microondas que cuenta con tecnología 1+0 XPIC. Para un enlace 2+0 XPIC se tendría que añadir 2 canales más implicando 2 polaridades adicionales por cada canal.

3.4.2.4. EPLA. Ayuda a aumentar el ancho de banda y la fiabilidad del servicio Ethernet cuando el LAG de interfaz aérea no es aplicable

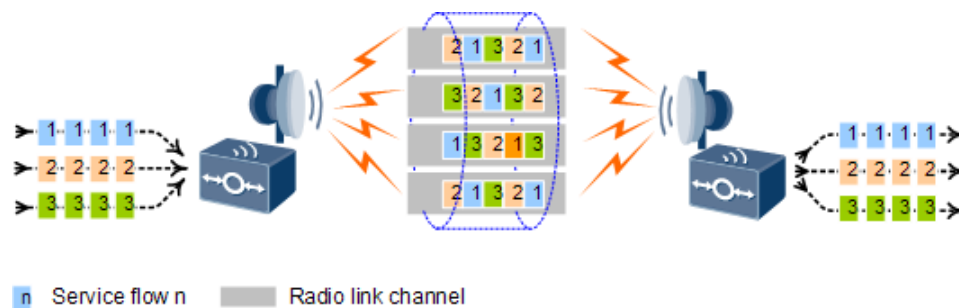


Figura 9. Conformación del Enhanced Physical Link Aggregation (PLA). Fuente: Hedex - Huawei Library

a) Principios

El mecanismo de conmutación del EPLA por fallo de enlace es el mismo por fallo de equipamiento. En esta sección se describirá cómo se implementa la conmutación de la protección del enlace que usa EPLA. Para mayor detalle de las especificaciones técnicas del feature, ir al Anexo 19.

Antes de la Conmutación

- Como se muestra en la Figura 11, la unidad de conmutación de paquetes ejecuta el algoritmo EPLA y asigna el tráfico Ethernet a los dos enlaces de microondas.
- El módulo MUX de la tarjeta IF que proporciona el puerto master y slave (tarjeta IF A y B) combina los servicios Ethernet, los servicios TDM nativos y los gastos generales en tramas de microondas. El módulo de módem modula las tramas de microondas y las envía a la ODU principal. La ODU principal envía las tramas de microondas al enlace de microondas principal.

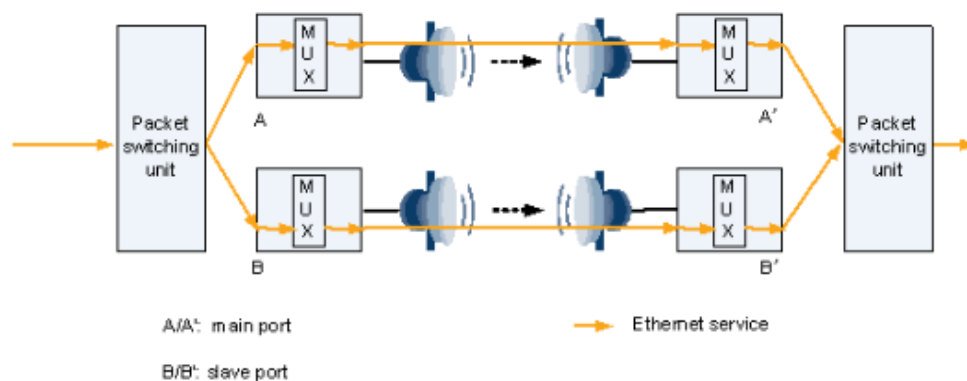


Figura 10. Principios del EPLA antes de una conmutación por falla de algún componente físico o lógico. Fuente: Hedex - Huawei Library

b) Ajuste del Ancho de Banda Ethernet

Como se muestra en la Figura 12, la unidad de conmutación de paquetes ajusta el tráfico Ethernet asignado a los enlaces de microondas maestro y esclavo en función de los anchos de banda Ethernet comunicados por las tarjetas IF.

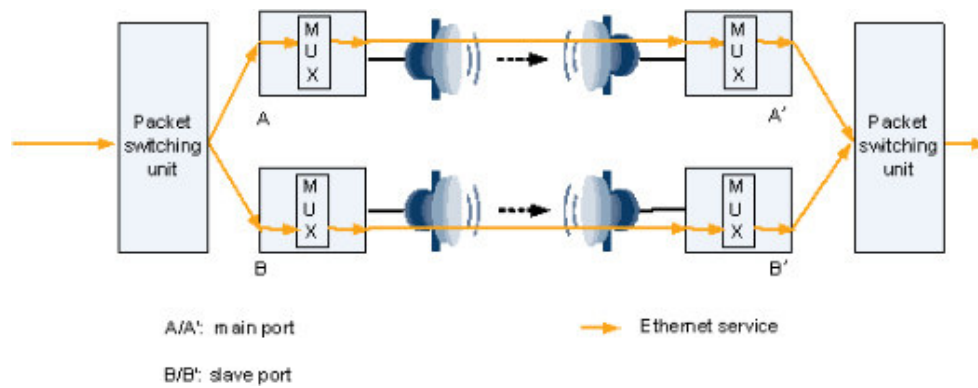


Figura 11. Ajuste del ancho de banda del tráfico Ethernet. Fuente: Hedex - Huawei Library

c) Después de la Conmutación al Link de protección

Cuando falla un enlace que conforma un grupo EPLA, la unidad de conmutación de paquetes deja de transmitir servicios Ethernet por el enlace que ha fallado, y sólo usa el otro enlace funcional del grupo. Como resultado, el grupo EPLA proporciona un menor ancho de banda Ethernet. Cuando el enlace de microondas maestro se recupera, la unidad de conmutación de paquetes empieza a transmitir automáticamente servicios Ethernet a los enlaces de microondas maestro y esclavo.

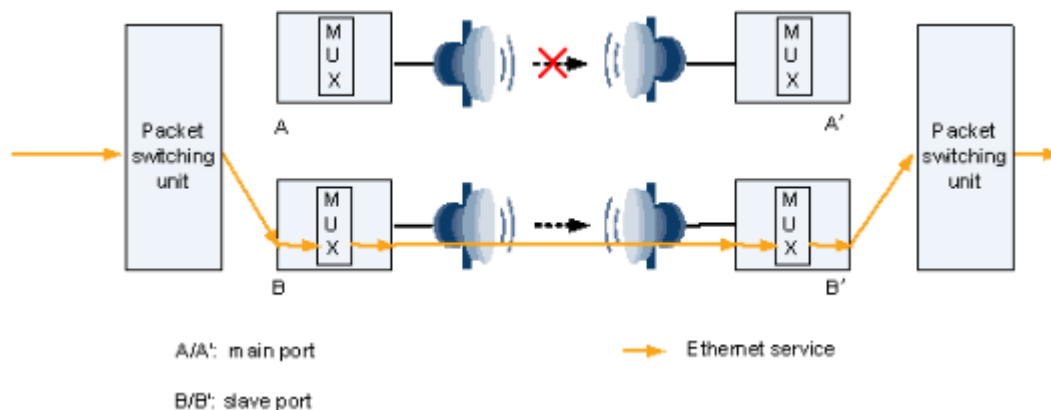


Figura 12. Conmutación de tráfico de un enlace microondas con EPLA. Fuente: Hedex - Huawei Library

3.4.2.5. MW link errors. En esta sección, brindaremos la información y detalle de todos los KPIs referentes a errores a nivel IF y RF de un enlace microondas, se procede con la explicación a detalle y adjuntar las unidades de medición en el Anexo 25.

KPIs: IF_MSE, IF_BER, FEC_BEF_COR_ER, IF_BBE, IF_ES, IF_SES, IF_UAS

3.5. Procedimiento

A continuación, vamos a detallar el flujo de trabajo que se siguió para lograr la implementación del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones de MARIAS y LLATA. Primero, se realizará la parte del pre-diseño donde se recolectará datos, requerimientos a cumplir, topología y tecnologías a aplicar; y poder obtener un pre-diseño. En la Figura 15 se observa el diagrama de Flujo que se usará para llegar a este objetivo. Luego se procederá a hacer el estudio de la línea de vista (LOS), posteriormente se procederá a realizar la simulación en nuestro aplicativo. En la Figura 16 se adjunta el diagrama de flujo que se utilizará en esta sección con la que se complementará nuestro pre-diseño para llegar a nuestro objetivo final de implementar nuestro enlace 2+0 XPIC.

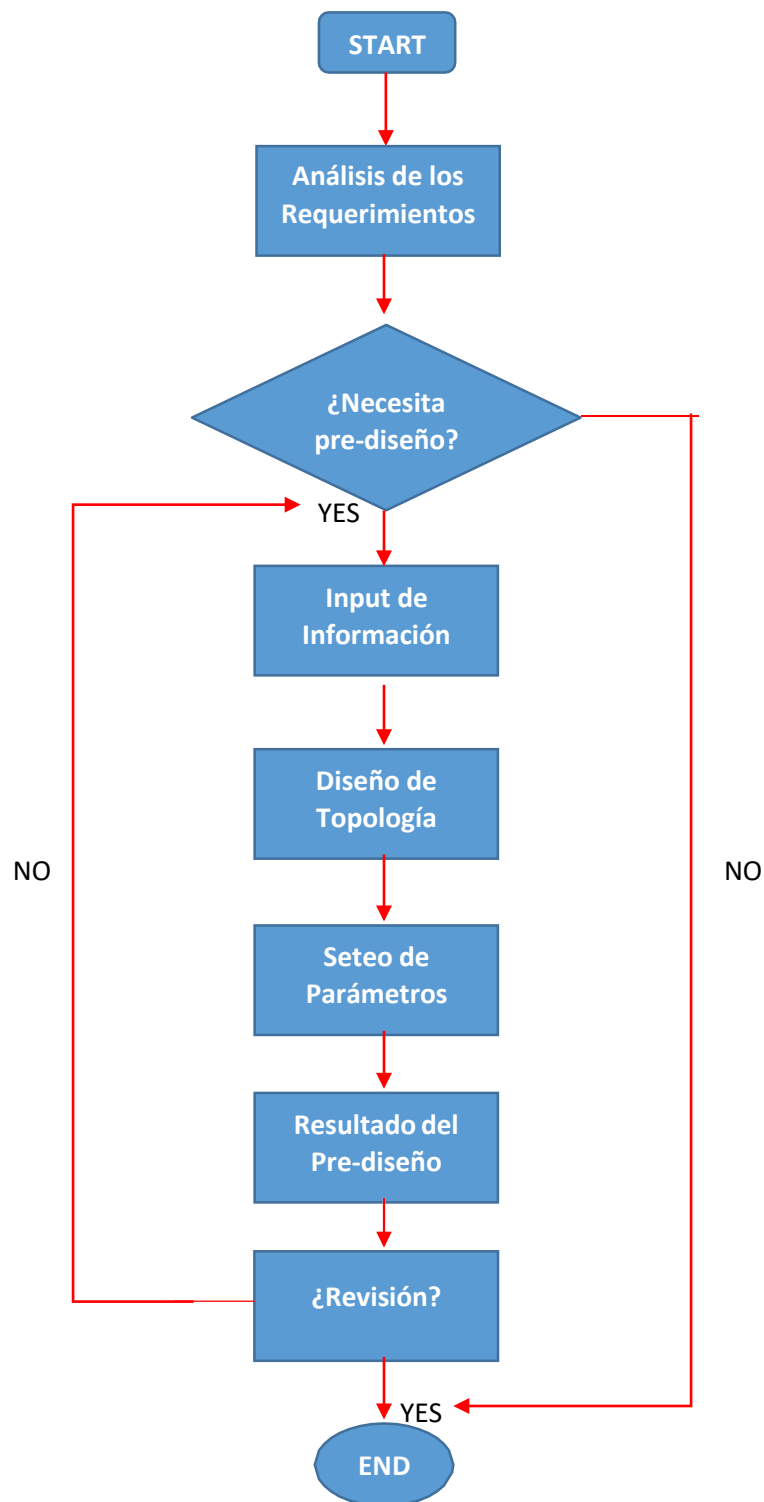


Figura 13. Diagrama de Flujo para el pre-diseño del enlace microondas a instalarse. Fuente: Elaboración propia

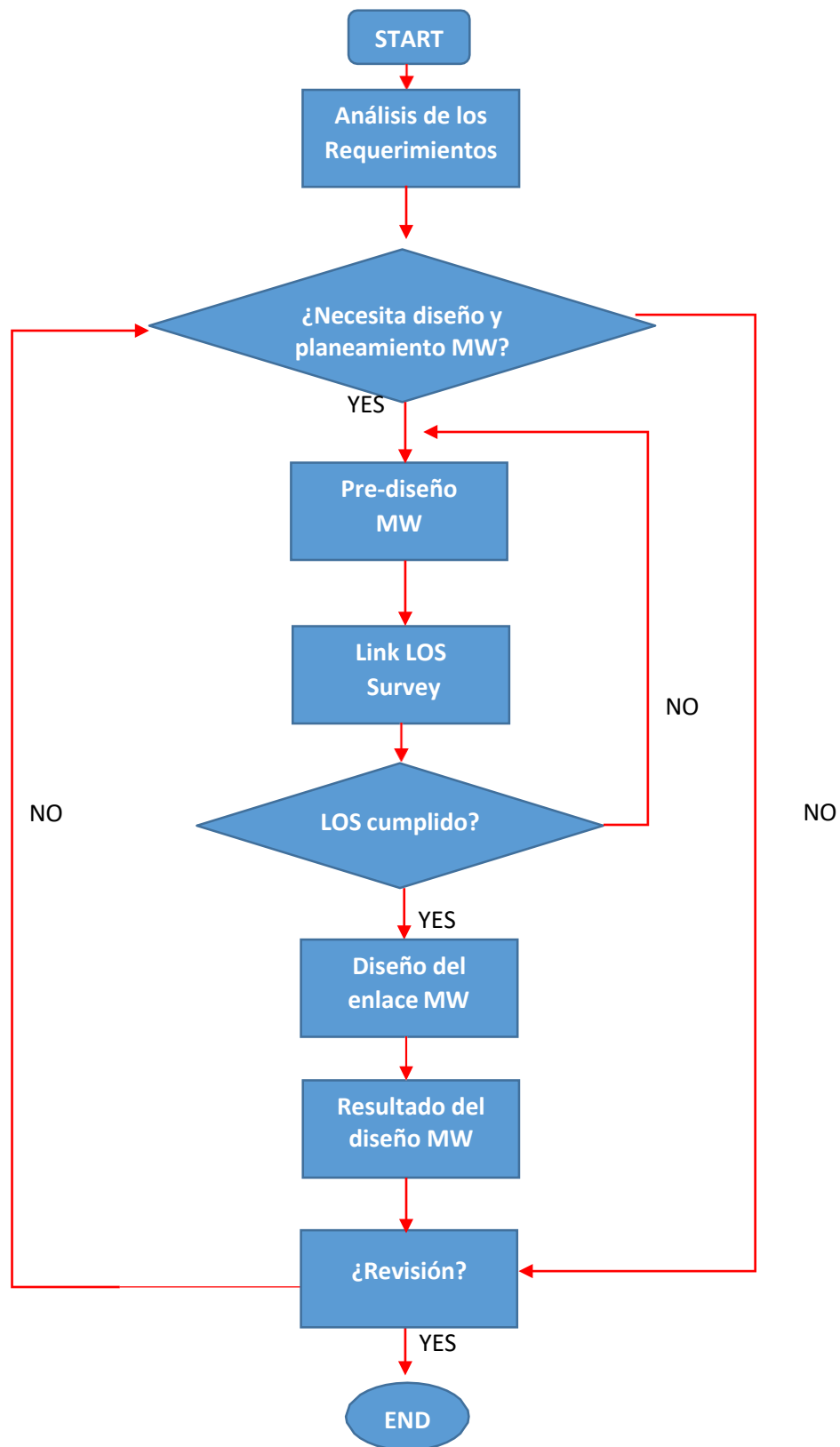


Figura 14. Diagrama de Flujo para el diseño del enlace microondas a instalarse.
Fuente: Elaboración propia

3.5.1. Preparación de la Información

3.5.1.1 Ubicaciones. A continuación, en las Tablas 2 y 3 se tiene la información en coordenadas de las estaciones que conforman el enlace 2+0 XPIC a implementarse.

Tal como se ha venido mencionando en capítulos anteriores, entre estas estaciones ya ha existido un enlace microondas anterior el cual era 1+1 HSB.

Tabla 2. Coordenadas de la estación MARIAS. Fuente: Elaboración propia

SITE NAME	LONGITUD	LATITUD
MARIAS	-76.705611	-9.600111

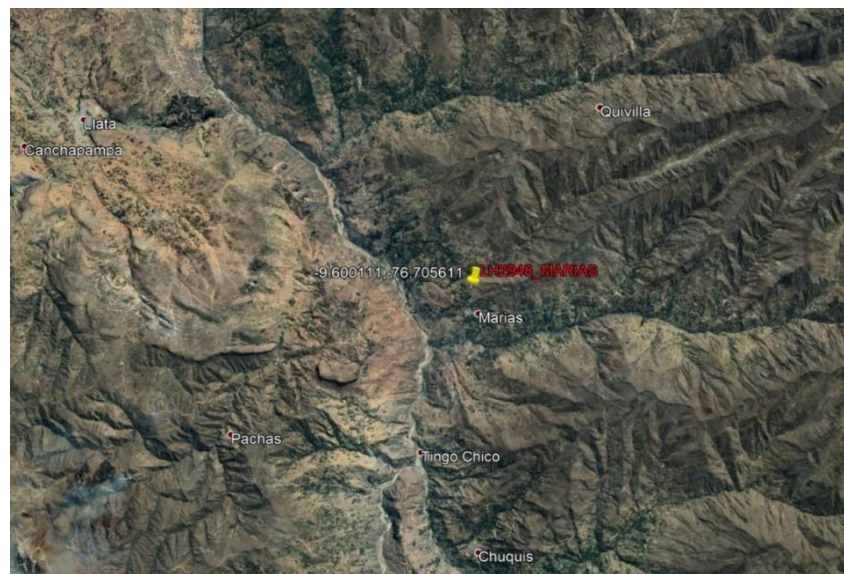


Figura 15. Ubicación de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3. Coordenadas de la estación LLATA. Fuente: Elaboración propia

SITE NAME	LONGITUD	LATITUD
LLATA	-76.22169450	-9.519139



Figura 16. Ubicación de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.2 Información de Torres. En ambas estaciones se cuenta con torres auto soportadas. En la Figura 17, se puede observar la torre auto soportada de **30** metros correspondiente a la estación Marías. En la Figura 18, se puede observar la torre auto soportada de 30 metros correspondiente a la estación Llata.



Figura 17. Torre auto soportada ubicada en la estación Marías. Fuente: Elaboración Propia

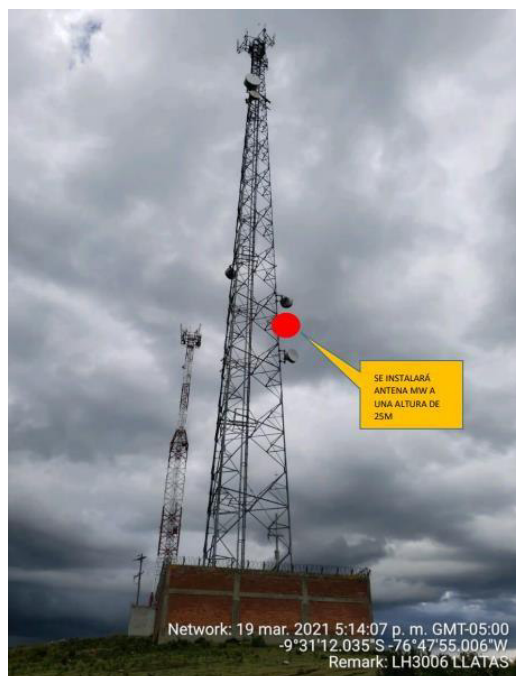


Figura 18. Torre auto soportada ubicada en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

3.5.1.3 Evaluación de recursos físicos. A continuación se muestra el análisis ejecutado en orden de validar los recursos existentes tanto físicos como lógicos en ambas estaciones. Para ambas estaciones se tienen equipamientos microondas Huawei modelo RTN 910 que fueron usados para establecer un enlace microonda con una configuración 1+1 HSB. La cual por diseño solo tenía una capacidad máxima de 323M mediante uso de banda 8Ghz. Ver Anexo 13, donde se adjunta el HOP del enlace inicial establecido.

A nivel indoor, cabe precisar que estos equipamientos también contaban con una tarjeta Ethernet (EMT4) que es usada para el tráfico de datos correspondiente a los servicios móviles, pero que por diseño de fábrica solo tenía un tope a nivel de procesamiento de tráfico de procesamiento (backplane) de 1GB, por lo que también fue un factor importante ya que era una limitante a nivel de escalabilidad. Por lo que se optó por modernizar el equipamiento indoor existente.

A nivel outdoor, se evaluaron las antenas existentes del enlace microondas instalado inicialmente; sin embargo acorde a las especificaciones técnicas requeridas por un enlace

con tecnología 2+0 XPIC se requiere que la antena a usar sea de polarización doble. Por lo que también se añadieron estos elementos pasivos a la evaluación de recursos.

Así mismo, se detectó que las especificaciones del proveedor para con esta tarjeta Ethernet, donde se valida que su tope máximo de procesamiento es de 1Gbit/s.

Habiendo ya confirmado los recursos a instalar tanto a nivel indoor y outdoor se realizó los siguientes estudios físicos en ambas estaciones.

3.5.1.3.1 Gabinete de Transmisión. Se puede confirmar que se tiene espacio disponible en el gabinete existente para la instalación de un nuevo chassis microondas. Ver Anexos 15 y 16. Se debe tener en consideración posterior a la instalación se deberá de mantener en monitoreo la temperatura de los equipos, los cuales también son incluidos en el proceso de ATP previa puesta en operación del enlace que se va a implementar.

3.5.1.3.2 Recursos para el Energizado. Así mismo, se tiene espacio disponible para la instalación de breakers para realizar el energizado del nuevo equipamiento a instalarse. Considerar que las imágenes a nivel indoor se encuentran divididas por cada site respectivamente y adjuntas en los Anexos 15 y 16.

3.5.1.3.4 Recursos para el Aterramiento. Para ambos casos, se usarán las cámaras de conexión para el aterramiento. Estos equipos nos permiten la conexión a tierra sin necesidad de interconectar la bajante conservando solo un tramo del cable. En la Figura 19 se adjunta una imagen referencial del equipamiento usado. El cable PGND de la ODU se utiliza para conectar el tornillo de tierra de la ODU al punto de tierra exterior, como el punto de tierra de la torre. Para ver dichos elementos instalados en torre ir al Anexos 15 y 16.



Figura 19. Cámara Parres utilizada en el aterramiento. Fuente: Metodología de Instalación – Sistemas de Tierras “Parres Steel”

3.5.1.4 Requerimientos del enlace microondas. Con este proyecto estamos buscando un medio de transmisión de capacidad suficiente para los servicios móviles involucrados. Así mismo que cuente con sistemas de protección ante averías y tenga recursos escalables para poder satisfacer necesidades futuras de capacidad.

Por lo que se propone lo siguiente:

- Capacidad: Superior a 1GB
- Tecnología: 2+0 XPIC
- Frecuencia: 8GHz
- Equipamiento principal necesario: 2 Antenas dual polarized, 2 IDUs Huawei RTN 950A y 4 ODUs de 8Ghz.
- Cumplimiento de disponibilidad dispuesto por la ITU.

3.5.1.5. Información técnica del equipamiento a usarse en la implementación del enlace microondas 2+0 XPIC. En este apartado, se brindarán algunos detalles técnicos fundamentales de los componentes físicos más importantes para el funcionamiento del enlace microondas instalado.

a) Tarjeta Controladora SLF2CSHO

Es la tarjeta de control del sistema, conmutación y temporización de la RTN 950A. Convergen y preparan varios servicios a través de los puertos de servicio GE/STM-1/E1 y los puertos de microondas TDM/híbridos/de paquetes. A continuación se procederá a brindar algunos alcances importantes de la tarjeta, para poder ver las características, funciones y features totales ver el Anexo 6.

b) Dual IF Board SL91ISM6

La tarjeta ISM6 recibe y transmite 2 señales IF, provee canales de gestión para las ODUs, y las alimenta de -48 V. A continuación se muestra algunas de sus funciones principales, para ver las características, funciones y features totales ver el Anexo 7.

- Soporta capacidad para integrar servicios IP, así como SDH usando Native E1 + Ethernet, Native STM -1 + Ethernet.

- Soporta XPIC usando 2 canales intra-board IF.
- Soporta EPLA y EPLA+.

c) ODU XMC-2H 8GHz

La ODU, unidad RF de un enlace microondas, tiene la función de conversión de frecuencias y amplificación de potencia. La ODU determina las frecuencias de transmisión y recepción de la señal. Para ver todos los detalles técnicos ver Anexo 8

d) Cable IF

El cable de IF conecta la ODU y la IDU. Se utiliza para transportar la señal de IF, la señal de O&M y la alimentación de -48 V entre la ODU y la IDU. Pueden ser 3 tipos: cable 5D, cable RG-8U y cable de 1/2 pulgada. Para mayores especificaciones técnicas ir al Anexo 9.

e) Guía de Onda

Una guía de ondas flexible tiene forma rectangular. Se utiliza para conectar la interfaz de brida de una antena a la interfaz de brida de un adaptador ODU. Ver Anexo 9 para mayores especificaciones técnicas.

f) Dual-Polarized Coupler

Un acoplador de polarización dual combina dos canales de señales de RF de polarización H o V en un solo canal y combina el canal de señales de RF de polarización H con el canal de señales de RF de polarización V. Ver Anexo 10 para mayores especificaciones técnicas.

g) Dual-Polarized Antenna

La antena de microondas se utiliza para convertir las señales de RF transmitidas desde la ODU en ondas electromagnéticas radiadas en el aire.

- En la dirección TX, la antena convierte las señales de RF transmitidas desde la ODU en ondas electromagnéticas direccionales y luego irradia ondas electromagnéticas en el aire.
- En la dirección RX, la antena recibe y ensambla las ondas electromagnéticas del aire, convierte las ondas electromagnéticas en señales de RF y, a continuación, transmite las señales de RF a la ODU.

Tabla 4. Tipos de antena dual-polarized Huawei en banda 7W. Fuente: Hedex – Huawei Library

Type	UHP-M	UHP-M
Frequency band	7W	7W
Diameter	1.2m	1.2m
Polarization	Dual	Dual
Model Number	A07D12HS	A07D12HS
Frequency Range (GHz)	7.125-8.5	7.125-8.5
Gain (dBi)	37	37.4
VSWR max	1.3	1.3
F/B ratio (dB)	63	63
ETSI Standard	C3	C3
Antenna Input	153IEC-R84	154IEC-UBR84
Installation Mode	Direct/Separate Mount	Separate Mount

3.5.2. Estudio de Línea de Vista del nuevo enlace a implementarse

Se procederá a dividir el estudio tanto en la estación MARIAS y LLATA. Posteriormente a realizar la simulación en el aplicativo Path Loss dentro de la web GMyD, se validará la información obtenida en el aplicativo mediante una inspección en zona.

3.5.2.1 Simulación de Línea de Vista a través de PathLoss y GMyD

Si bien es importante, es de mucha ayuda la simulación, ésta información siempre debe ser validada con una visita a campo. En este caso, se procederá a validar el perfil de nuestro enlace 2+0 XPIC tanto en PathLoss y nuestra herramienta de diseño GMyD la cual es propia y exclusiva de Claro Peru.



Figura 20. Perfil de un enlace microonda en plataforma GMyD. Fuente: Elaboración Propia

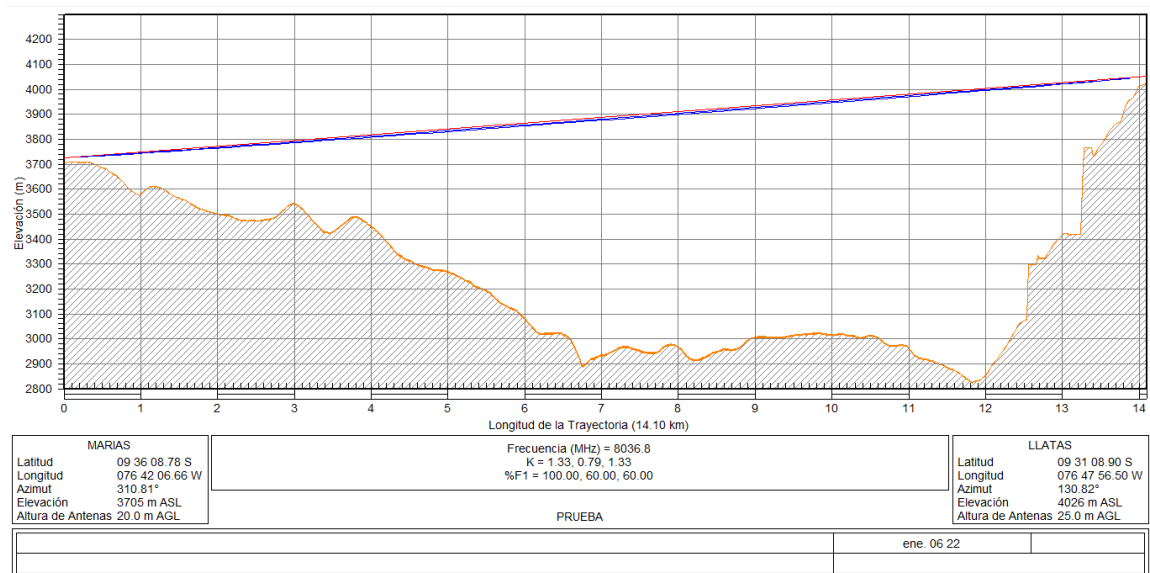


Figura 21. Perfil de un enlace microonda en plataforma PathLoss. Fuente: Elaboración Propia

3.5.2.2 Estudio de Línea de Vista en la estación MARIAS

Procederemos a georeferenciar la estación, véase la Tabla 5 donde se adjunta la ubicación mediante coordenadas. Luego ver la Figura 22, donde se ubica en Google Maps. Durante el proceso de diseño e implementación, se ha considerado que ya se contaba con una torre en esta estación. En la Figura 23 se muestra la vista desde la estación Marías hacia Llata. Donde se valida no existencia de obstrucciones que impidan la línea de vista.

Tabla 5. Coordenadas Geográficas de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

SITE NAME	LONGITUD	LATITUD
MARIAS	-76.705611	-9.600111

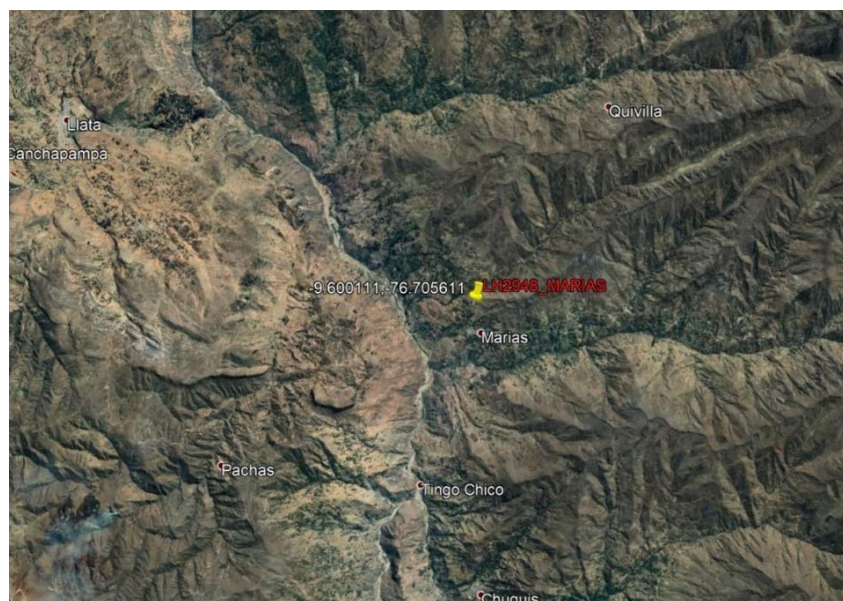


Figura 22. Perfil de un enlace microonda en plataforma Google Earth. Fuente: Elaboración Propia



***Figura 23. Vista con Zoom Medio de la estación Llata desde la estación Marias.
Fuente: Elaboración Propia***

3.5.2.3 Estudio de Línea de Vista en la estación LLATA

Como se observó anteriormente, se cuenta con torre autosoportada de 30m.. En la Tabla 6 se adjunta las coordenadas de la estación y la ubicación en Google Earth. En la Figura 24 se observa la línea de vista desde la estación Marías hacia Llata. Donde también se valida no existencia de obstrucciones que impidan la línea de vista.

Tabla 6. Coordenadas Geográficas de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

SITE NAME	LONGITUD	LATITUD
LLATA	-76.22169450	-76.799028



***Figura 24. Vista con Zoom Normal de la estación Marias desde la estación Llata.
Fuente: Elaboración Propia***

3.5.3. Propuesta y Diseño del enlace microondas

Como se ha podido observar en el diseño del enlace microondas inicial, éste solamente contaba con una capacidad total de 300M haciendo uso de la configuración 1+1 HSB, siendo éstos insuficientes a nivel de capacidad de transmisión para los servicios móviles cursantes y siendo negativo a algún tipo de upgrade con los recursos existentes, siendo éstos demostrados en los puntos anteriores. Por tal motivo, se propuso la implementación de un enlace 2+0 XPIC que nos brindará una capacidad superior a 1GB y a nivel de escalabilidad, con factibilidad de mejoras en cuestión de capacidad ante la creciente demanda de tráfico de datos. A continuación se adjuntará la simulación mediante el aplicativo web GMyD de Claro Peru. Para ver los archivos de diseño final dirigirse al Anexo 11, para revisar el archivo de diseño del enlace microonda inicial dirigirse al Anexo 13.

Creacion y Edicion de HOPs P2P

Datos Near End	Datos Far End
Codigo NE LH2948	Codigo FE LH3006
Nombre MARIAS	Nombre LLATA
Altura MW {m} 20	Altura MW {m} 25
Altura Torre {m}	Altura Torre {m}
Altura Edificio{m}	Altura Edificio{m}
Tipo Equipo OPTIX RTN 950A ▼	Tipo Equipo OPTIX RTN 950A ▼
Tipo Antena A07D12H5 1.2 m 37.3 dB ▼	Tipo Antena A07D12H5 1.2 m 37.3 dB ▼
Lado ODU BAJA ▼	Lado ODU ALTA ▼

Figura 25. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 1. Fuente: Elaboración Propia

Datos Genericos	
Configuration 2+0 XPIC	Frecuencia 8
Polarization VERTICAL/HORIZONTAL	
Enlace Principal	
BW (MHz) 56	Modulation/Capacidad 128QAM 323 Mbps
Canal 3 7.88113 - 8.19245 GHz	Perdida Obstaculo 0
Potencia 27	Perdida Branching 3.85
Enlace Secundario 1	
BW (MHz) 56	Modulation/Capacidad 128QAM 323 Mbps
Canal 4 7.94043 - 8.25175 GHz	Perdida Obstaculo 0
Potencia 27	Perdida Branching 3.85

Figura 26. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 2. Fuente: Elaboración Propia

Datos Genericos	
Configuration: 2+0 XPIC	Frecuencia 8
Polarization: VERTICAL/HORIZONTAL	
Enlace Principal	
BW (MHz) 56	Modulation/Capacidad 128QAM 323 Mbps
Canal 3 7.88113 - 8.19245 GHz	Perdida Obstaculo 0
Potencia 27	Perdida Branching 3.85
Enlace Secundario 1	
BW (MHz) 56	Modulation/Capacidad 128QAM 323 Mbps
Canal 4 7.94043 - 8.25175 GHz	Perdida Obstaculo 0
Potencia 27	Perdida Branching 3.85

Figura 27. Diseño del enlace 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata usando plataforma GMyD – Parte 3. Fuente: Elaboración Propia

Nuevo

Calcular

Factor

Descargar

Acciones

Guardar

Resultado

Lista Hops

Antenas

Odus

Azimuth NE

311

Frec NE {GHz}

7.88113

Distancia {Km}

14.12

PRx sin Fading

-36.75

Azimuth FE

131

Frec FE {GHz}

8.19245

Atenuacion Espacio Libre

133.5

Disponibilidad

99.9990221

✓ Disponibilidad y niveles de Recepcion CUMPLEN recomendacion de la ITU.

Figura 28. Resultados conforme a ITU del 1er enlace. Fuente: Elaboración Propia

Parametros del segundo link

Frecuencia NE {GHz}

7.94043

Frecuencia FE {GHz}

8.25175

PRx sin Fading

-36.81

Atenuacion Espacio Libre

133.56

Disponibilidad

99.9990011

✓ Disponibilidad y niveles de Recepcion CUMPLEN recomendacion de la ITU.

Figura 29. Resultados conforme a ITU del 2do enlace. Fuente: Elaboración Propia

3.5.4. Comparativa con otro vendor (ZTE)

En este apartado, se realizará la comparativa a nivel de equipamiento con el vendor ZTE el cual también brinda soluciones 2+0 XPIC tal como el enlace microondas que estamos implementando entre las estaciones MARIAS y LLATA.

Para este escenario, se hará la comparativa con el siguiente equipo NR9150 de ZTE que cumple con los parámetros acorde a nuestros requerimientos establecidos en nuestra modernización correspondiente al enlace microonda 2+0 XPIC.

3.5.1. ZTE: NR 9150.

A continuación, en la Tabla 12 se detalla algunas de las características principales del chassis NR9150 del vendor ZTE.

Tabla 7. Características de equipamiento NR9150. Fuente: Elaboración Propia

Plataforma de conmutación	L2/L3/MPLS/SDN/SR
Interfaz de Tráfico	25GE, 10GE, GE, STM-1, E1
Max Rendimiento de Tráfico por Operador	1.3 Gbps (4096QAM@112MHz)
Configuración Típica	1+1 / 4+4, 2+0 /4+0/8+0 XPIC, 4X4 MIMO, 4+0 CA XPIC
Dimensión (mm) ancho x alto x profundidad	1U: 428,6 x 90 x 240
Entrada de energía	CC (Predeterminado) CA (Con Adaptador)

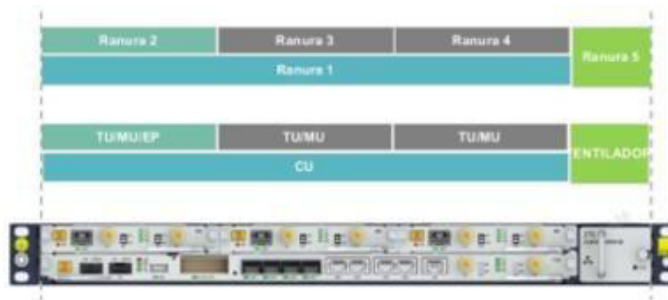


Figura 30. Vista frontal y ranuras lógicas del chasis NR9150. Fuente: euniv.zte.com.cn

3.5.4.1.1. CSA2

La tarjeta CSA2 se utiliza para el control principal del sistema, procesamiento y conmutación de datos a nivel de servicios. Entre sus funciones principales:

- Realiza el control principal del sistema, la conmutación de paquetes (L2/L3/MPLS/SR), así como la sincronización.
- Procesamiento mejorado de datos: LAG mejorado, HQoS, y mejoramiento de rendimiento de las VLANs (Priorizado/DSCP/Queue)
- Admite 2 interfaces IF, éstas que vienen incluidas en la CSA son similares características a las tarjetas IF de modelo MD2.

3.5.4.1.2. MD2

La tarjeta MD2 proporciona 2 interfaces IF e implementa la función de modulación/demodulación. Sus funciones específicas se detallan a continuación:

- Proporciona alimentación -48V CC para la ODU.
- Proporciona 2 interfaces IF.
- Cuenta con puerto de 10GE para la habilitación de enlace en MBL (Banda E)
- Soporta anchos de banda de 7/14/28/40/56/112 MHz
- Brinda la función de modulación/demodulación QPSK/16QAM a 8192QAM.
- Soporta AM, ATPC y XPIC.

- Admite protección contra bajo o sobrevoltaje y protección contra sobrecorriente en la interfaz IF.

3.5.4.1.3. FA

La placa FA tiene a cargo el control del ventilador del sistema. Se detallan las funciones específicas:

- Conducción de 4 módulos de ventiladores de alto rendimiento.
- Soporta detección de temperatura y monitoreo de velocidad del ventilador
- Soporta adaptación de velocidad inteligente.

3.5.5. Instalación del enlace microondas

Habiendo ya definido y simulado el enlace a implementar, se procede con la parte física que corresponde a la instalación del enlace microondas. A continuación, se adjunta el equipamiento necesario a usarse durante este proceso. En la Tabla 8 se muestra la relación del equipamiento a nivel indoor y outdoor.

Tabla 8. Kit de materiales necesarios para la instalación del enlace microonda 2+0 XPIC. Fuente: Elaboración Propia

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CHASSIS SLFMSITE23 02312RPE HUAWEI	2
2	TARJETA CSHOF-CONNECT SLF3CSHOF 03059250	2
3	TARJETA IF SL91ISM6 03022VHK	2
4	TARJETA SLF1FAN 2120762	2
5	KIT 02239644 INSTALACION PARA IDU ACCESS	2
6	CABLE PODER ,10M,4MM 04150591	2
7	ODUs 8GHz	4
8	KIT 02239644 INSTALACION PARA ODU ACCESS	4
9	DUAL POLARIZED ANTENNA	2

A continuación en los Anexos 15 y 16 se adjuntarán imágenes tomadas durante la implementación del enlace microondas 2+0 XPIC entre las estaciones de Marias y Llata, respectivamente.

3.5.6. Estudio y validación de los parámetros del enlace

3.5.6.1. Overview General

3.5.6.1.1 Capa 1: Configuración lógica del enlace microondas.

En las Figuras 31 a la 33, podemos observar la configuración de los parámetros básicos del enlace microondas 2+0 XPIC establecido entre las estaciones de MARIAS y LLATA. Donde se puede validar la configuración XPIC, sin embargo al ser un arreglo de 2+0 XPIC tendremos 2 portadoras con 2 polarizaciones por cada una de ellas, las cuales harán uso de 1 puerto de cada tarjetas IF, respectivamente. A continuación se detallará la configuración completa correspondiente a la 1era portadora y una sola polaridad, para ver la configuración completa y detallada ir al Anexo 20.



Figura 31. Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

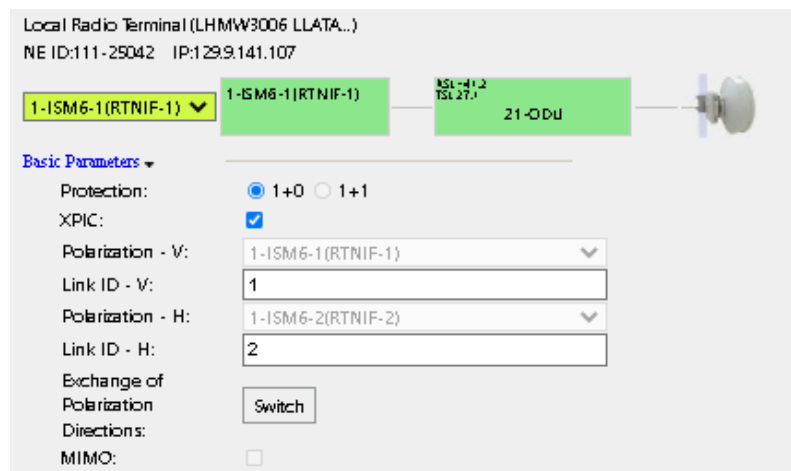


Figura 32. Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Continuando con la parte IF, se tiene configurado la polaridad vertical a 128QAM equivalente a 323M, sumando la otra polaridad se tiene 646M. Esto correspondiente a 1 canal con XPIC. Pero al tener 2 canales activos, al ser 2+0 XPIC, en total tendremos 1292M por la suma de las 4 polaridades, acorde al diseño. Ver Figura 33 que se replicará para las demás polaridades. Ver Tabla 17 y 18, para la información de los 2 grupos XPIC

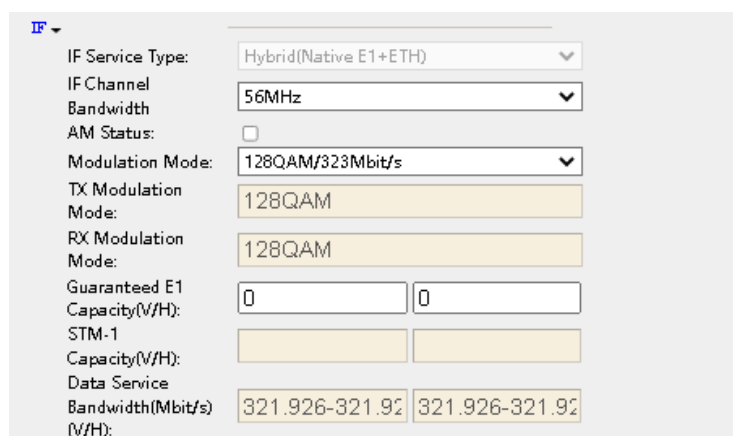


Figura 33. Parámetros IF de configuración del enlace microonda 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Tabla 9. Parámetros de las portadoras correspondientes al enlace 2+0 XPIC en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

Group ID	Polarization V	Polarization H	Tx Frequency	IF Channel Bandwidth	Tx Power	T/R Spacing	XPIC Group Capacity
1	1-ISM6-1	1-ISM6-2	7881.125 Mhz	56 MHz	27 dBm	311.32 MHz	646 M
2	2-ISM6-1	2-ISM6-2	7940.425 Mhz	56 MHz	27 dBm	311.32 MHz	646 M

Tabla 10. Parámetros fundamentales de las portadoras correspondientes al enlace 2+0 XPIC en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

Group ID	Polarization V	Polarization H	Tx Frequency	IF Channel Bandwidth	Tx Power	T/R Spacing	XPIC Group Capacity
1	1-ISM6-1	1-ISM6-2	8192.445 Mhz	56 MHz	27 dBm	311.32 MHz	646 M
2	2-ISM6-1	2-ISM6-2	8251.745 Mhz	56 MHz	27 dBm	311.32 MHz	646 M

A nivel RF, podemos validar que estamos usando ODUs de 8GHz, en este caso particular de la estación MARIAS se optó por usar ODUS de frecuencia baja tal como se observa en la Figura 34, por el otro lado, en la Figura 35 se observa que la ODU correspondiente a la estación LLATA usa frecuencia alta. Esta decisión viene relacionada al diseño ya que, por diseño, la recomendación es seguir con un patrón y evitar interferencias. Así mismo, es importante recalcar que tanto la polaridad Vertical como Horizontal cuentan con la misma configuración, para cada canal respectivo.

RF ▾

TX Frequency (MHz): 7881.125

Actual RX Frequency(MHz): 8192.445

T/R Spacing(MHz): 311.32 ...

ATPC: ☐

TX Power(dBm): 27.0

Actual TX Power (dBm): 26.8

Power to Be Received-V(dBm): -10.0

RX Power-V(dBm): -40.2

Power to Be Received-H(dBm): -10.0

RX Power-H(dBm): -40.6

TX Status: Unmute ▾

Equip Information ▾

Frequency(GHz): 8

Station Type: TX low

RF Type: High

Equip Type: High Capa

Product SN: 52-8

Figura 34. Parámetros RF de configuración de la 1era portadora del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

RF ▾

TX Frequency (MHz): 8251.745

Actual RX Frequency(MHz): 7940.425

T/R Spacing(MHz): 311.32 ...

ATPC: ☐

TX Power(dBm): 27.0

Actual TX Power (dBm): 27.0

Power to Be Received-V(dBm): -10.0

RX Power-V(dBm): -40.8

Power to Be Received-H(dBm): -10.0

RX Power-H(dBm): -40.7

TX Status: Unmute ▾

Equip Information ▾

Frequency(GHz): 8

Station Type: TX high

RF Type: High

Equip Type: High Capacity

Product SN: 93-8

Figura 35. Parámetros RF de configuración de la 2da portadora del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

3.5.6.1.2 Capa 2: Servicios Configurados.

En la Figura 36 podemos observar las vlans correspondientes a las estaciones beneficiadas, las cuales sirven para el funcionamiento de los servicios a nivel L3VPN configurados en los router de acceso; éstos hacen uso del enlace microondas implementado como medio de transmisión. Para cada servicio denominado “ONEBOX”, implica que una estación que cuenta con tecnologías 2G/3G/4G, por lo que se usan 6 vlans en total. Por lo que en total se tienen 24 vlans configurados en el equipo.

Service ID ^	Service Name ^	Source Node ^	Sink Node ▼
495	ONEBOX PACHAS	17-EG6-2(to GE1 RTN950A MARIAS to 950A LA UNION HUANUJO)[495,614-617,699]	1-SM6-1(RTNIF-1)[495,614-617,699]
431	ONEBOX LA UNION PUEBLO	17-EG6-2(to GE1 RTN950A MARIAS to 950A LA UNION HUANUJO)[431,590-593]	1-SM6-1(RTNIF-1)[431,590-593]
859	ONE BOX LA UNION HUANUJO	17-EG6-2(to GE1 RTN950A MARIAS to 950A LA UNION HUANUJO)[415,542-545,859]	1-SM6-1(RTNIF-1)[415,542-545,859]
409	ONEBOX MARIAS	17-EG6-1(to BBU MARIAS)[409,564-567,857]	1-SM6-1(RTNIF-1)[409,564-567,857]

Figura 36. Servicios configurados que usan el enlace microonda 2+0 XPIC entre las estaciones Marias y Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

3.5.5.2. Estación Marías y Llata: Estudio de Parámetros Técnicos

En la Figura 37 y 38, se muestra el panel frontal del chasis equipado tanto en la estación LH2948 MARIAS y LLATA respectivamente, donde se puede observar todos los elementos activos que componen el enlace microondas tales como tarjetas IF y sus ODU, así como la tarjeta controladora CSHO.

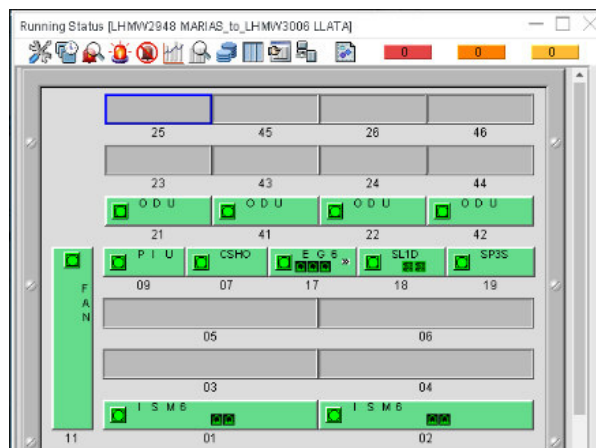


Figura 37. Panel frontal lógico del chasis de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

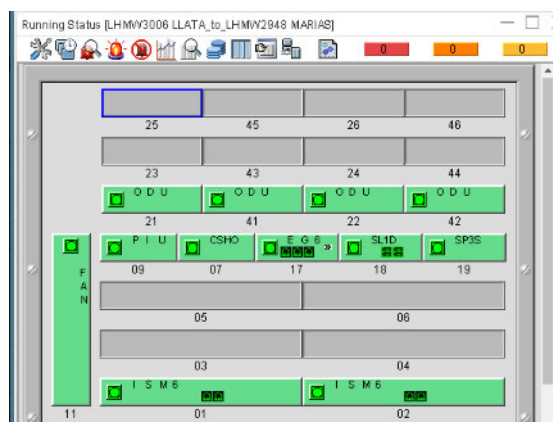


Figura 38. Panel frontal lógico del chasis de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

3.5.5.2.1 Niveles TSL y RSL.

A continuación se muestra el registro histórico de los niveles TSL y RSL correspondientes a las 4 ODU. Las ODU correspondientes a los slots lógicos 21 y 41 corresponden al primer canal, siendo las polaridades Vertical y Horizontal respectivamente. Y las ODU de los slots lógicos 22 y 42, al segundo canal de nuestro enlace microondas 2+0 XPIC.

- En las Figuras 39 al 42, observamos performance a nivel de 24hrs de algunas ODUs donde se mantienen niveles TSL acorde a la configuración lógica en cada una, esto valida su correcta instalación y funcionamiento. Para ver el performance de todas las ODUs ir al Anexo 17.
- En las Figuras 43 al 46, observamos un actual performance de 24hrs de la ODU donde se mantienen niveles RSL máximos por arriba de los -40 dBm los cuales son óptimos acorde al diseño establecido.
- Si bien se tienen niveles tope de RSL mínimos menores a -40dBm éstos no afectan la operación del enlace. Cabe resaltar que estas variaciones son debido a eventos climatológicos esperados en zona. Por lo que el diseño nos brinda un enlace robusto garantizado.

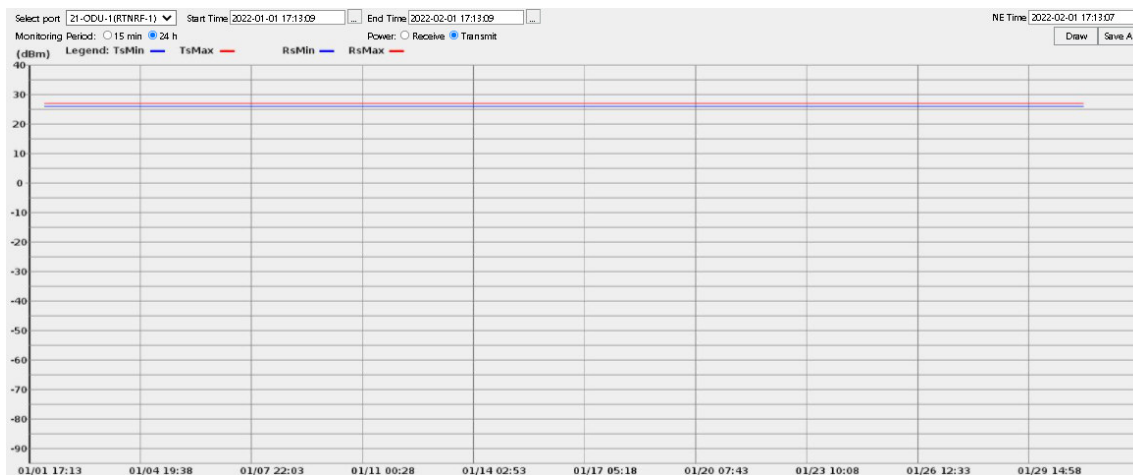


Figura 39. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

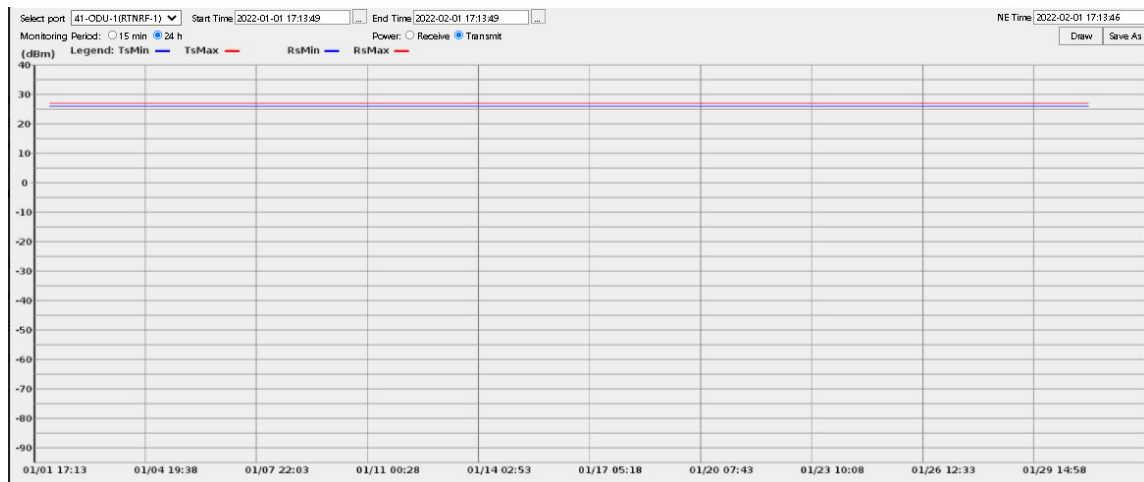


Figura 40. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

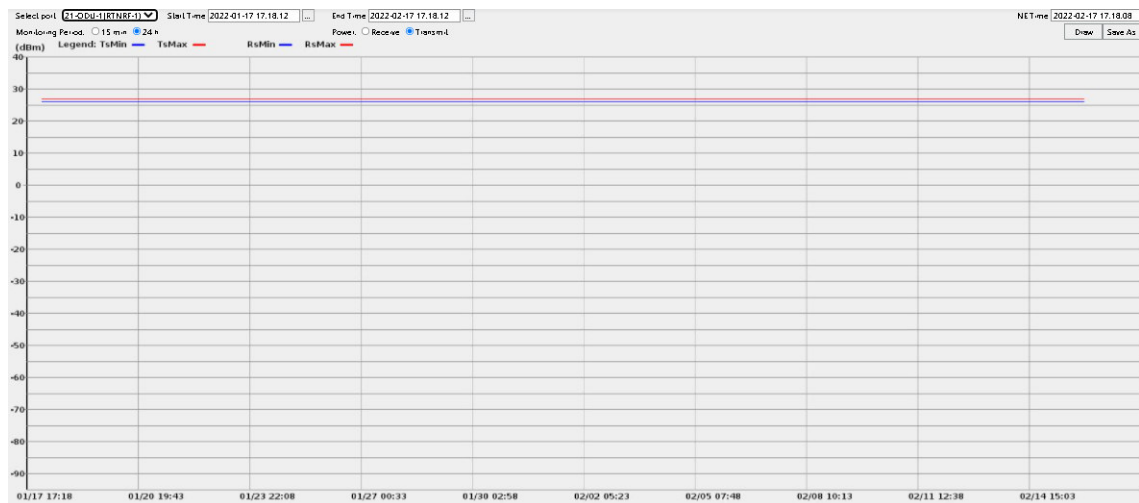


Figura 41. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

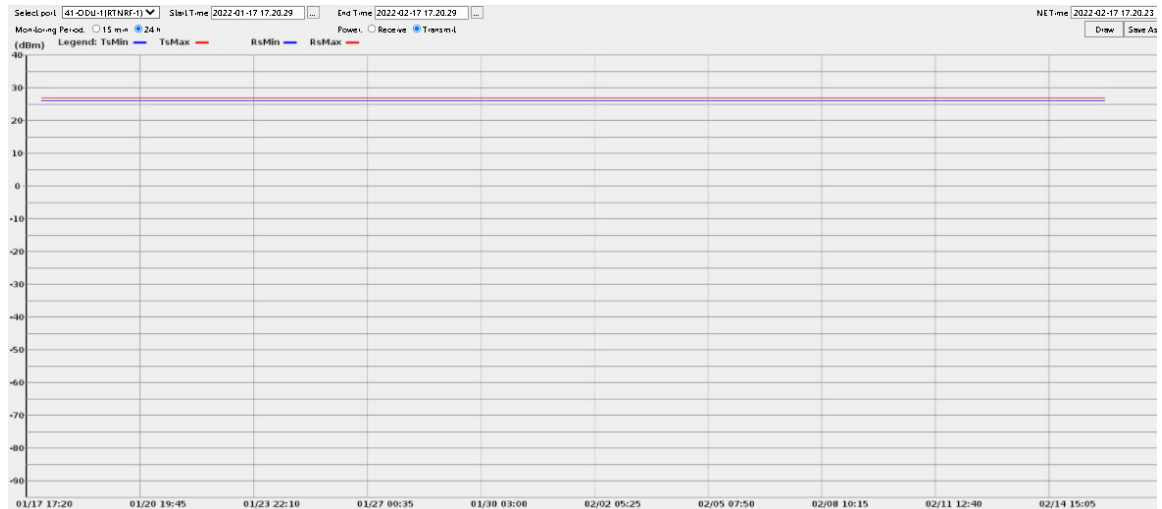


Figura 42. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

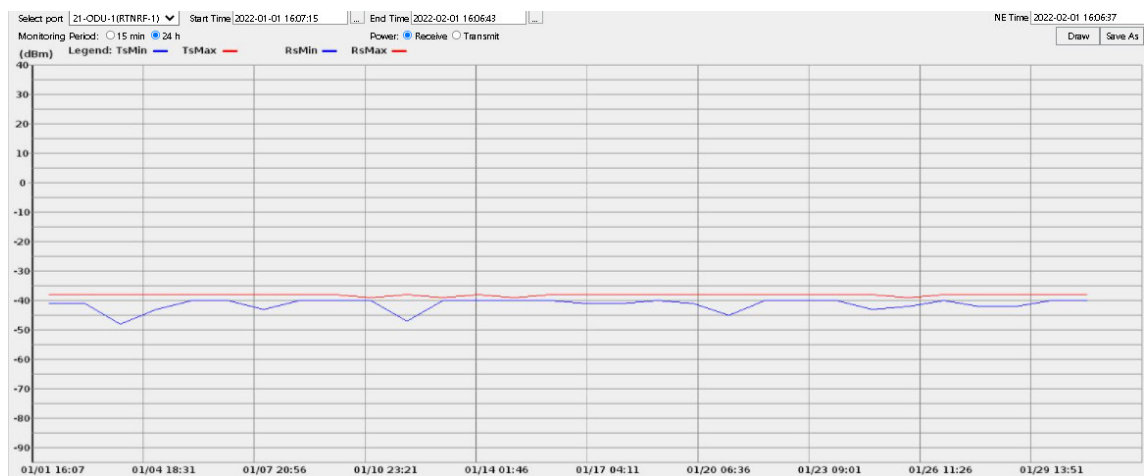


Figura 43. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

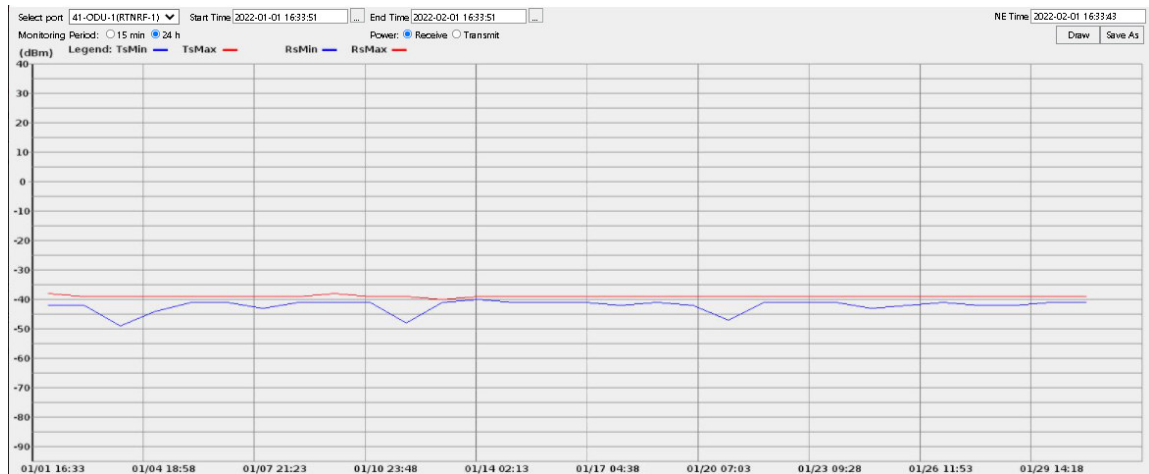


Figura 44. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

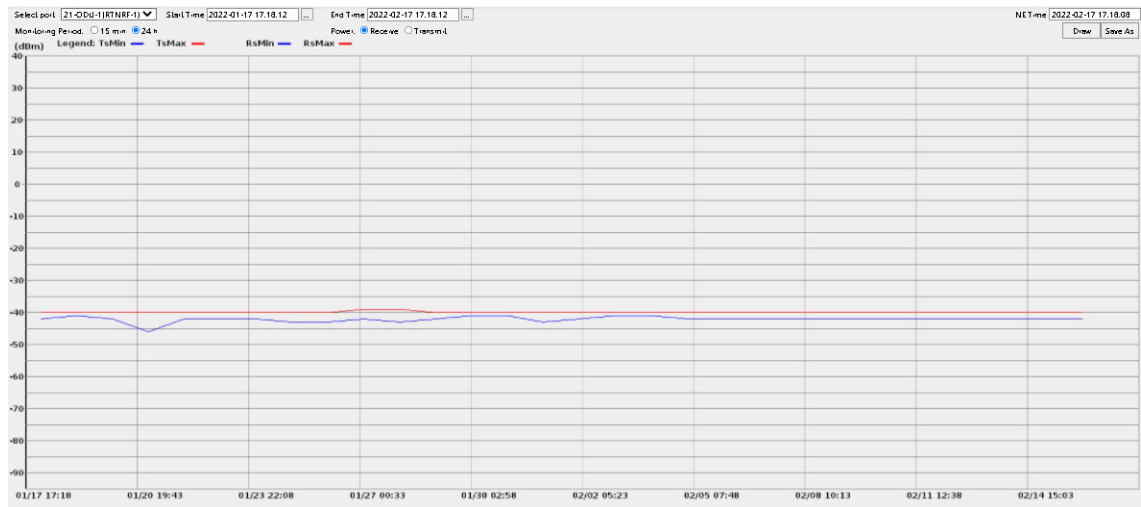


Figura 45. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

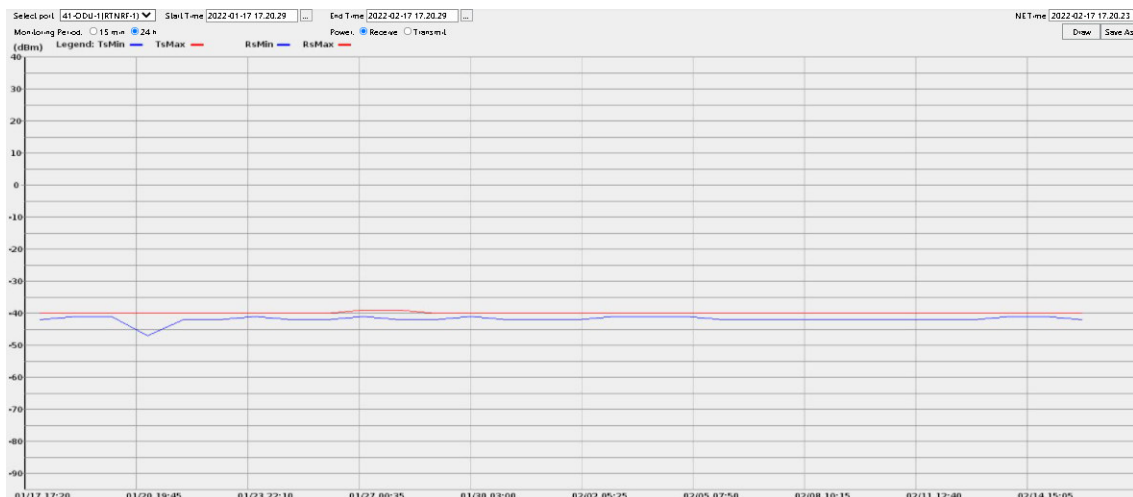


Figura 46. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

3.5.5.2.2 Interferencia.

Una prueba necesaria y fundamental en el proceso de validación de un correcto funcionamiento de un nuevo enlace microonda 2+0 XPIC instalado es que las frecuencias utilizadas para los 2 canales requeridos se encuentren libres de interferencia tanto interna como externa, por lo que a continuación se adjuntarán las pruebas de interferencia realizada para cada canal y polaridad respectivamente.

- Para validar que una frecuencia no presente interferencia, ésta debe de presentar niveles de -90dBm en todo el rango de frecuencia de operación la ODU en el que se realiza la prueba.
- Así mismo durante las pruebas se deben de mutear ambas ODUs remotas del mismo canal a analizar. Es decir que no tengan potencia de transmisión. Esto con el objetivo de poder detectar alguna frecuencia activa en el medio que no sea la nuestra.
- Tener en consideración que las pruebas que se mostrarán en las siguientes Figuras 47 al 54, se realizaron desde el gestor web NCE. Considerar que estas pruebas usualmente se hacen en campo por parte de la contratista instaladora.

A continuación, se mostrará el procedimiento y resultados de las pruebas realizadas para cada estación, canal y polaridad respectivamente.

- Primero se realizará las pruebas de interferencia en el CH principal, iniciaremos con las ODUs de la polaridad V (lógicamente son las ODUs 21). Por lo que se necesita mutear previamente las ODUs correspondientes a la polaridad H (ODUs 41) y asegurar un correcto resultado.

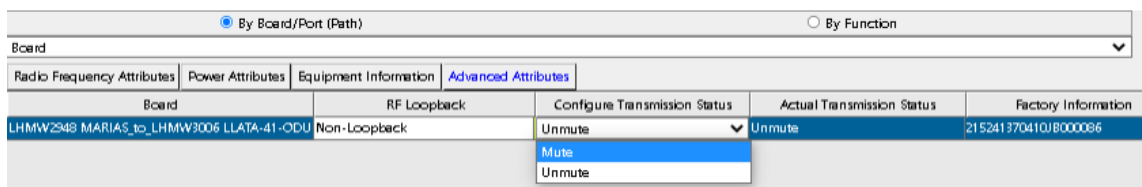


Figura 47. Opciones de Muteo en la ODU. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

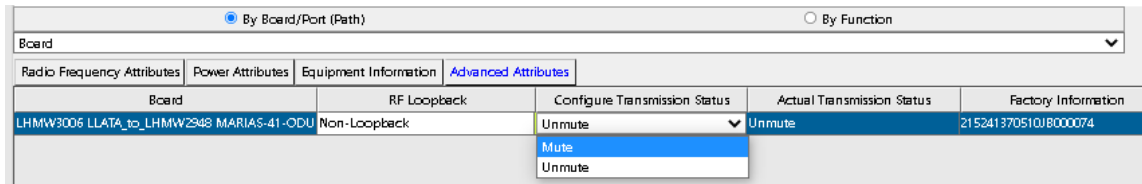


Figura 48. Opciones de Muteo en la ODU. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Majar	RADIO_MUTE	LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA	41-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1
Majar	RADIO_MUTE	LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS	41-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1

Figura 49. ODUs Horizontales de la 1era portadora muteadas para ejecución de pruebas de interferencia en estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

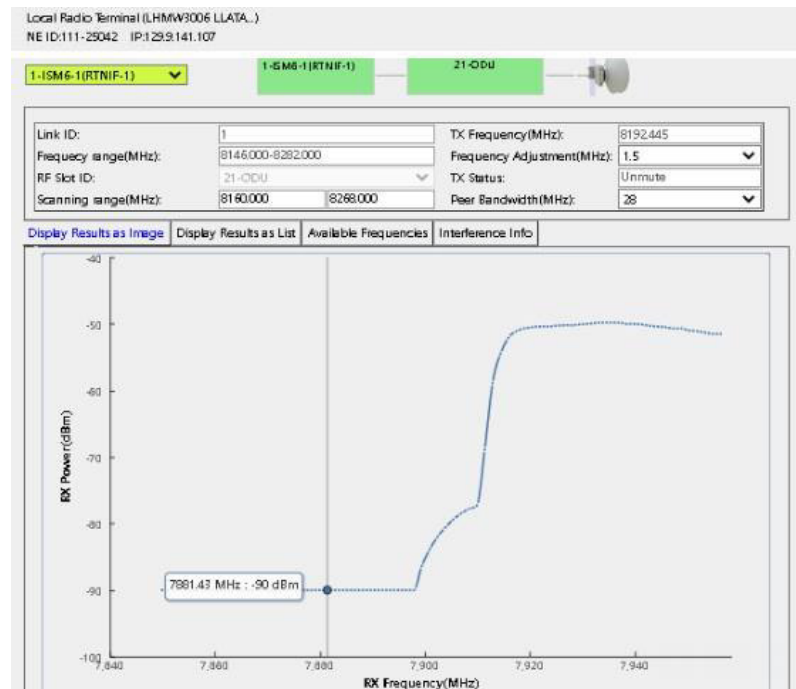


Figura 50. Resultado de pruebas de interferencia de la polarización Vertical en la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

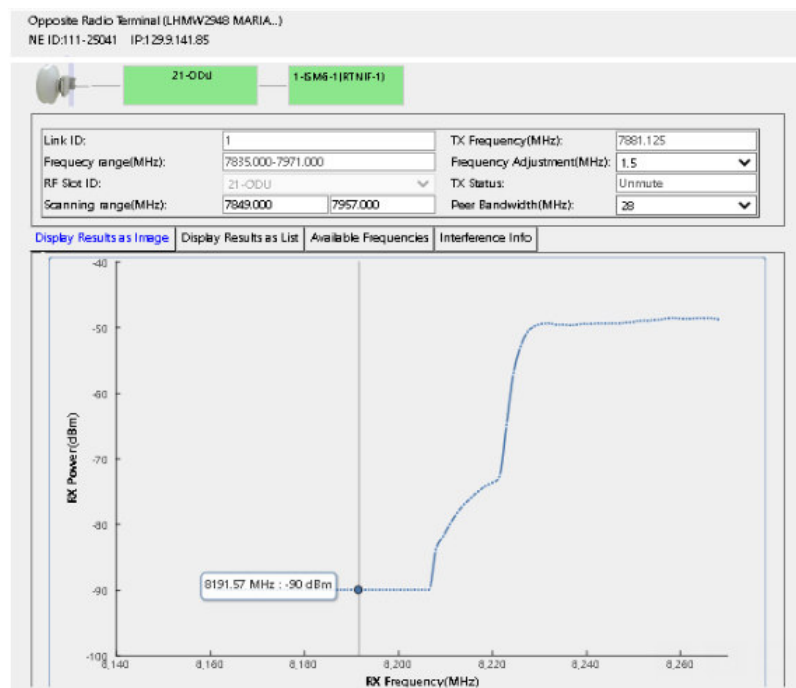


Figura 51. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Vertical de la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

- Para completar la prueba en el CH principal continuaremos con las ODUs de la polaridad H (lógicamente son las ODUs 41). Por lo que se necesita mutear previamente las ODUs correspondientes a la polaridad V (ODUs 21) y asegurar un correcto resultado.

Severity	Name	Alarm Source	Location Info
Info	RADIO_MUTE	LHMW3006_LLATA_to_LHMW2948_MARIAS	21-ODU-1(RTNR-1)-RTNR-1
Info	RADIO_MUTE	LHMW2948_MARIAS_to_LHMW3006_LLATA	21-ODU-1(RTNR-1)-RTNR-1

Figura 52. ODUs Verticales de la 1era portadora muteadas para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

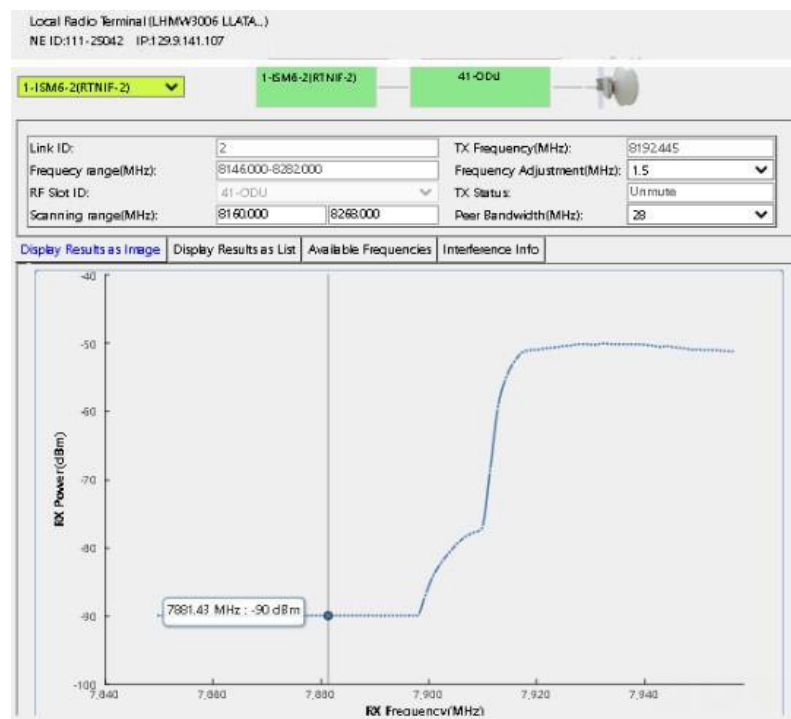


Figura 53. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

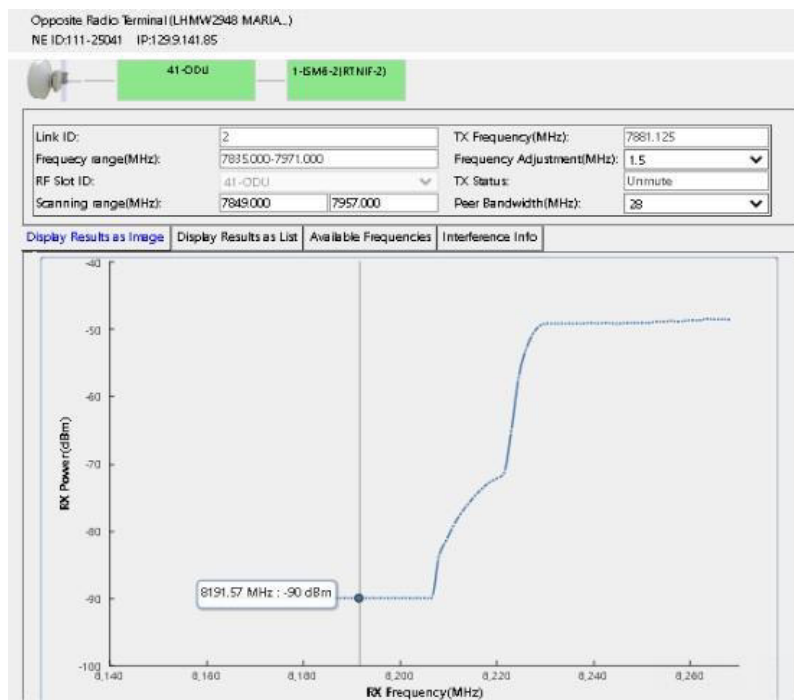


Figura 54. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

- Con respecto al procedimiento correspondiente al CH secundario se procederán a detallar en el Anexo 23, ya que el proceso es el mismo explicado anteriormente sin embargo se adelanta que los resultados fueron exitosos, es decir sin presencia de alguna interferencia tanto interna como externa en ambos lados que conforman el enlace microondas.

3.5.5.2.3 XPD y SNR.

Ahora continuaremos con el estudio de los parámetros XPD y SNR, tener en consideración de la importancia de estos valores ya que indicarán el óptimo funcionamiento del enlace microonda. Para un óptimo performance del enlace microondas 2+0 XPIC instalado, se debe de validar que el valor de XPD sea mayor a 24 dBm en sus 2 polaridades para ambos canales correspondientemente. Esto según las recomendaciones del proveedor tecnológico Huawei en base a las buenas prácticas.

A continuación en las siguientes Tablas 11 al 18, se podrá observar el registro de los valores XPD en todas las polaridades, donde se valida valores óptimos de operación. Estos registros han sido obtenidos mediante el gestor web NCE.

Tabla 11. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 08:45:00	34.90	34.20	34.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 09:00:00	34.40	34.00	33.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 09:15:00	34.50	34.30	33.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 09:30:00	36.40	36.30	34.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 09:45:00	36.40	34.50	34.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 10:00:00	35.10	34.70	34.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 10:15:00	35.50	35.40	34.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 10:30:00	35.90	35.30	35.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 10:45:00	36.20	36.20	34.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 11:00:00	36.40	35.00	32.90
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 11:15:00	36.50	36.00	34.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 11:30:00	36.30	35.70	35.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 11:45:00	36.70	35.80	35.00
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 12:00:00	36.30	36.00	35.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 12:15:00	36.10	35.70	34.90
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	2022-03-01 12:30:00	36.00	34.20	34.00

Tabla 12. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 08:45:00	30.40	30.10	29.90
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 09:00:00	30.30	30.10	29.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 09:15:00	30.60	30.60	30.00
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 09:30:00	31.60	31.10	30.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 09:45:00	31.20	30.80	30.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 10:00:00	30.90	30.80	30.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 10:15:00	31.30	31.10	30.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 10:30:00	31.40	31.10	30.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 10:45:00	31.20	29.20	29.00
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 11:00:00	29.30	28.80	28.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 11:15:00	29.30	28.90	28.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 11:30:00	29.50	29.50	28.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 11:45:00	29.90	29.20	28.90
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 12:00:00	30.20	30.00	29.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 12:15:00	30.30	29.80	29.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	2022-03-01 12:30:00	30.30	30.10	29.60

Tabla 13. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 08:45:00	34.20	33.60	33.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 09:00:00	33.70	33.40	33.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 09:15:00	33.80	33.60	33.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 09:30:00	34.30	34.10	33.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 09:45:00	34.40	33.60	33.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 10:00:00	34.00	33.70	33.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 10:15:00	33.90	33.70	33.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 10:30:00	34.00	33.80	33.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 10:45:00	35.60	35.60	33.60
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 11:00:00	36.10	36.00	33.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 11:15:00	37.60	36.40	35.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 11:30:00	36.50	35.90	35.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 11:45:00	36.90	36.30	35.00
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 12:00:00	36.50	35.70	35.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 12:15:00	35.80	35.10	34.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	2022-03-01 12:30:00	35.40	33.90	33.40

Tabla 14. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 08:45:00	35.50	34.70	34.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 09:00:00	35.00	34.70	34.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 09:15:00	35.20	35.10	34.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 09:30:00	37.90	37.60	34.90
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 09:45:00	37.60	35.40	35.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 10:00:00	36.00	35.50	34.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 10:15:00	36.40	36.30	35.20
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 10:30:00	37.10	36.70	36.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 10:45:00	36.80	35.70	35.00
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 11:00:00	37.00	35.90	35.50
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 11:15:00	36.30	35.60	35.30
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 11:30:00	35.70	34.90	34.80
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 11:45:00	35.40	34.90	34.40
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 12:00:00	35.90	35.60	34.70
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 12:15:00	36.00	35.80	35.10
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	2022-03-01 12:30:00	36.10	34.70	34.60

Tabla 15. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 1ra portadora en la estación Llata

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 13:45:00	35.20	34.50	34.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 14:00:00	35.50	34.70	33.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 14:15:00	34.90	34.00	33.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 14:30:00	34.50	34.30	33.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 14:45:00	34.60	34.00	33.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 15:00:00	34.30	33.90	33.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 15:15:00	34.10	33.40	32.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 15:30:00	33.40	32.80	32.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 15:45:00	33.60	33.20	32.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 16:00:00	34.10	33.80	32.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 16:15:00	34.50	34.20	33.10
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 16:30:00	34.60	33.80	33.30
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 16:45:00	34.80	34.00	33.80
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 17:00:00	34.40	34.10	33.30
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 17:15:00	34.40	33.70	33.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-1	2022-02-17 17:30:00	33.90	33.60	33.50

Tabla 16. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 1ra portadora en la estación Llata

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 13:45:00	30.60	29.80	29.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 14:00:00	31.50	30.40	29.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 14:15:00	30.40	29.30	29.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 14:30:00	29.40	29.00	28.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 14:45:00	29.20	28.90	28.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 15:00:00	29.80	29.10	28.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 15:15:00	29.60	28.80	28.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 15:30:00	29.50	29.30	28.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 15:45:00	29.80	29.40	29.10
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 16:00:00	30.10	29.80	29.10
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 16:15:00	30.20	29.60	29.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 16:30:00	29.70	28.70	28.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 16:45:00	29.00	28.40	28.30
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 17:00:00	28.70	28.40	28.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 17:15:00	28.50	28.20	28.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-1-ISM6-2	2022-02-17 17:30:00	28.30	27.90	27.70

Tabla 17. Performance histórico de de 15min de los niveles XPD en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Llata

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 13:45:00	42.10	41.90	38.90
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 14:00:00	42.80	40.30	37.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 14:15:00	42.90	42.50	40.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 14:30:00	44.10	43.70	42.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 14:45:00	50.00	43.60	43.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 15:00:00	43.80	43.70	41.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 15:15:00	50.00	49.70	41.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 15:30:00	50.00	49.70	44.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 15:45:00	49.90	49.60	41.90
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 16:00:00	50.00	49.80	44.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 16:15:00	50.00	44.50	43.10
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 16:30:00	50.00	49.70	43.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 16:45:00	50.00	49.70	49.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 17:00:00	50.00	49.50	49.30
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 17:15:00	50.00	49.70	49.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-1	2022-02-17 17:30:00	50.00	49.70	49.50

Tabla 18. Performance histórico de 15min de los niveles XPD en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata

Monitored Object	End Time	XPIC_XPD_VALUE(dB)		
		Value MAX	Value CUR	Value MIN
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 13:45:00	33.90	32.80	32.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 14:00:00	34.20	32.30	32.20
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 14:15:00	32.80	32.10	31.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 14:30:00	32.20	31.80	31.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 14:45:00	32.10	31.80	31.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 15:00:00	32.50	31.90	31.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 15:15:00	32.10	31.10	30.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 15:30:00	31.40	31.00	30.40
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 15:45:00	31.60	31.40	30.80
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 16:00:00	32.10	32.00	31.00
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 16:15:00	32.60	32.50	31.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 16:30:00	32.80	32.30	31.70
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 16:45:00	32.60	31.90	31.60
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 17:00:00	32.40	32.00	31.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 17:15:00	32.10	31.80	31.50
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-2-ISM6-2	2022-02-17 17:30:00	32.10	31.90	31.50

En las Figuras 55 al 62 se adjunta el performance del SNR tanto en Marías y Llata, tener en consideración que se tendrán 4 mediciones por cada estación correspondiente a las 4 polarizaciones activas de nuestro enlace microondas 2+0 XPIC.

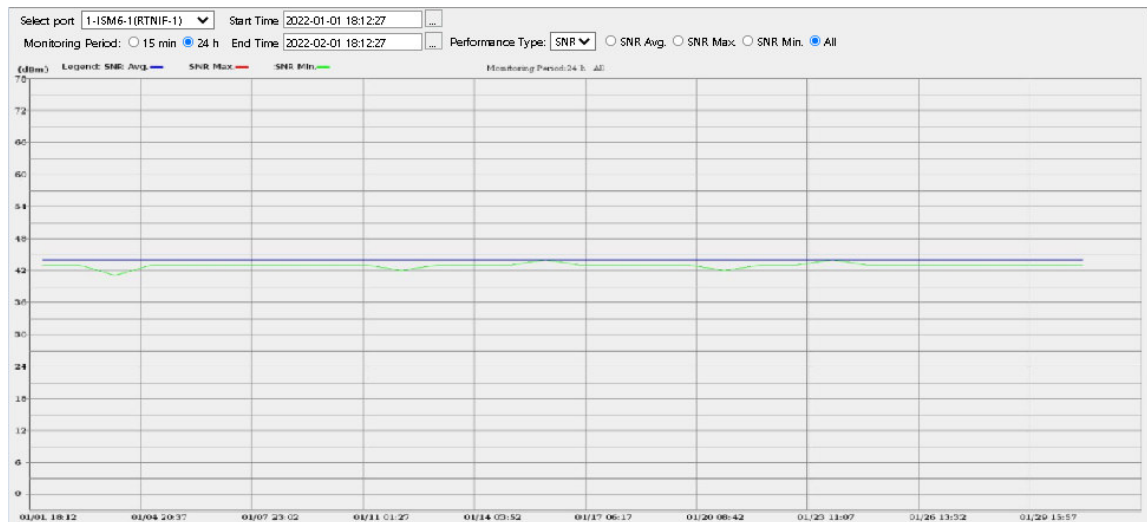


Figura 55. Valores SNR polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

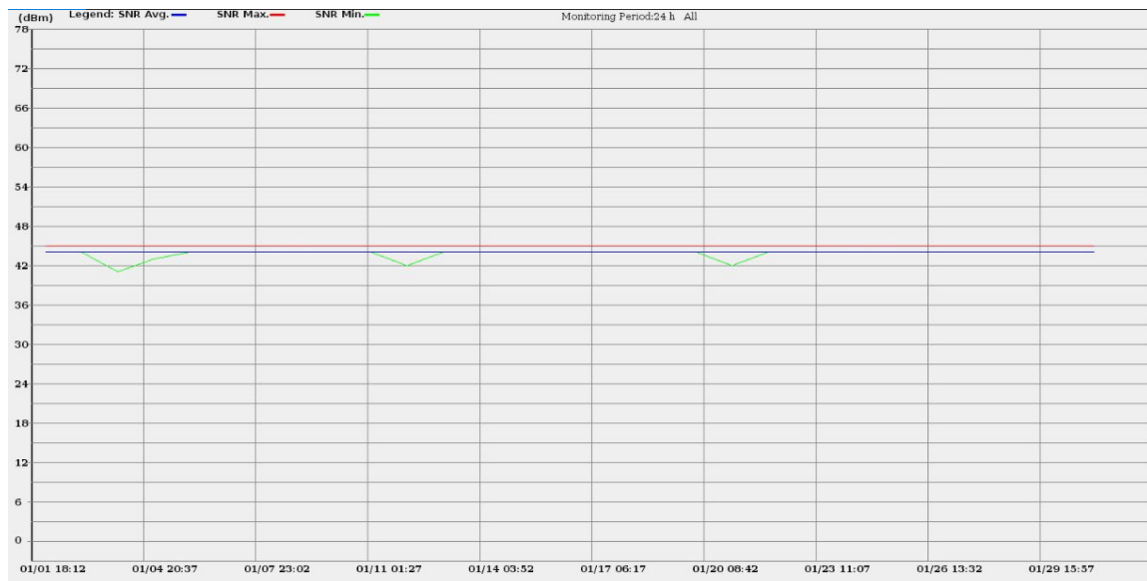


Figura 56. Valores SNR polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

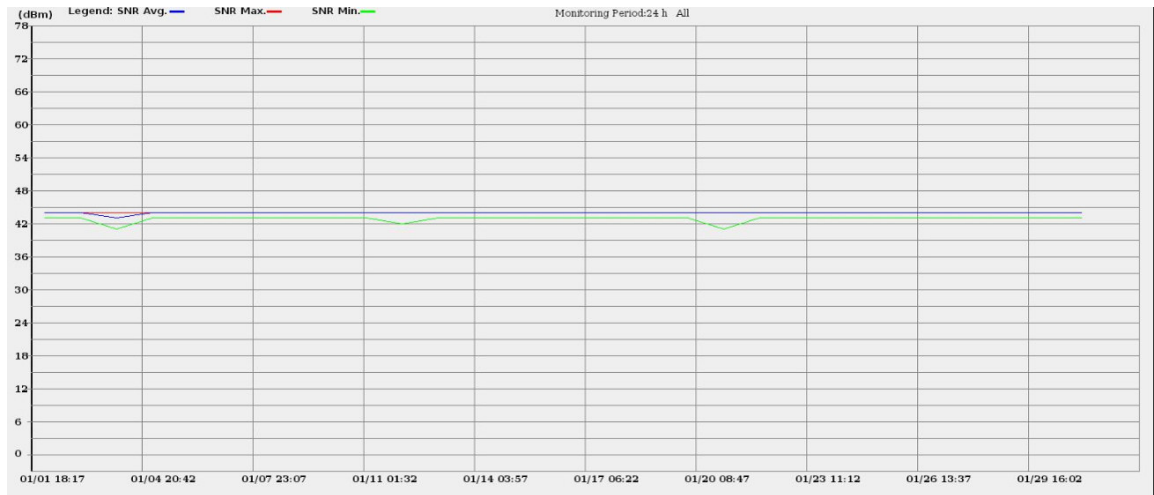


Figura 57. Valores SNR polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

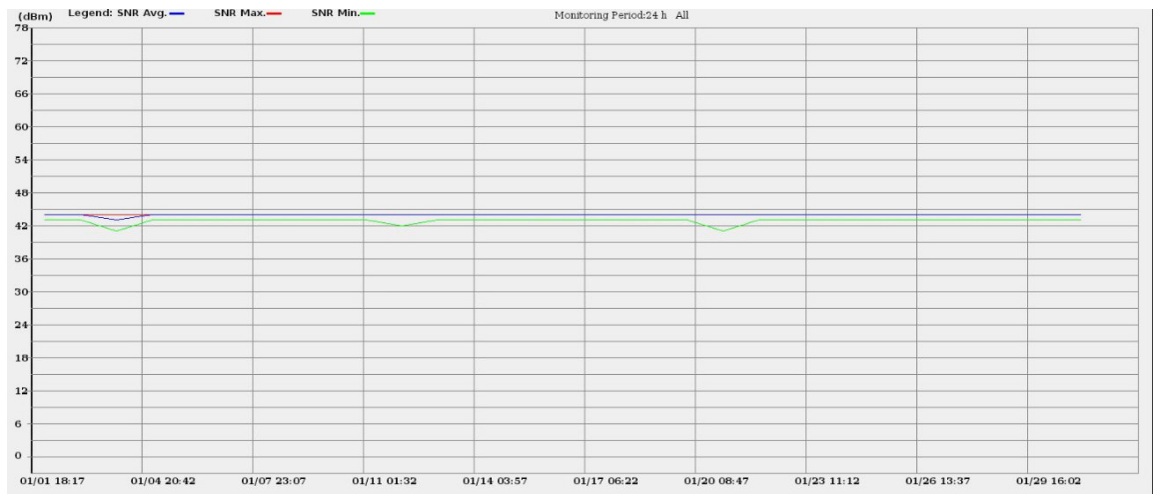


Figura 58. Valores SNR polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

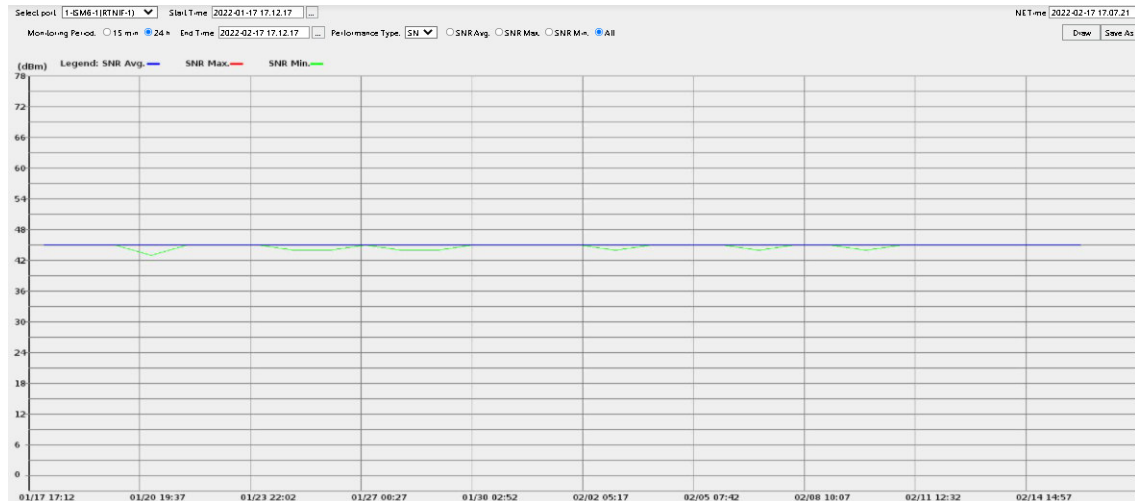


Figura 59. Valores SNR polaridad Vertical de la 1ra portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

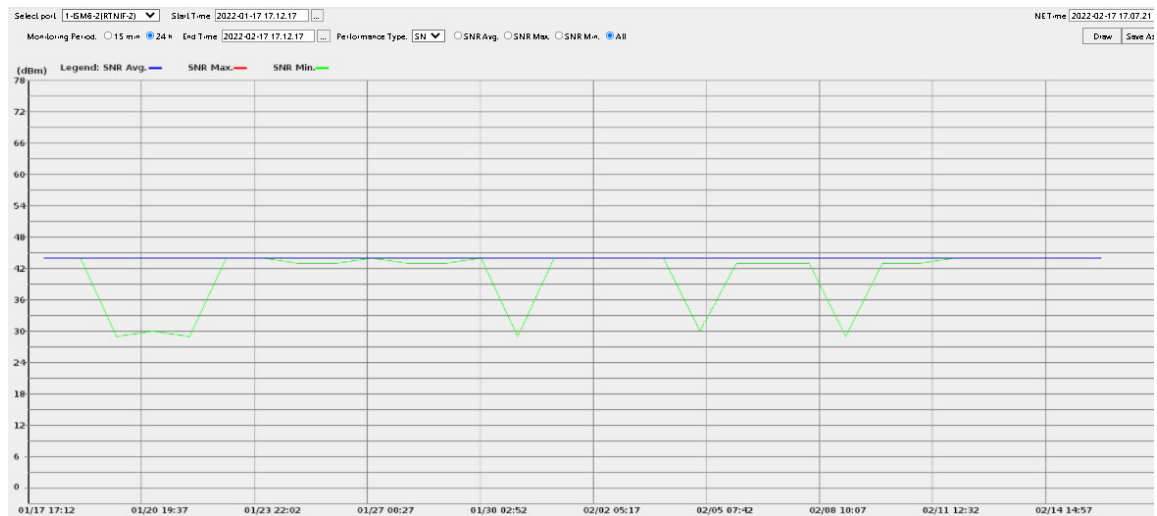


Figura 60. Valores SNR polaridad Horizontal de la 1ra portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

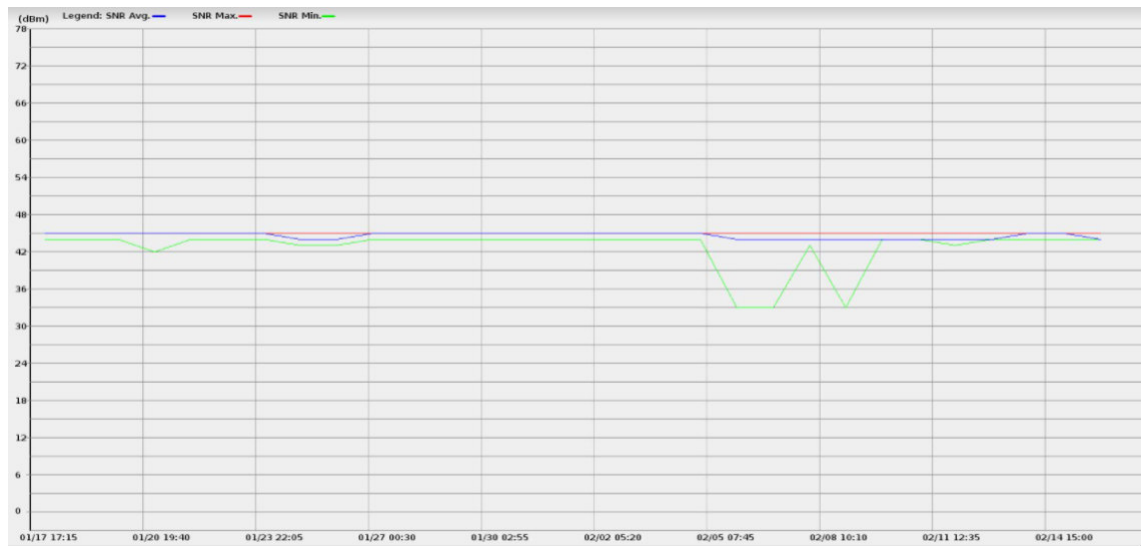


Figura 61. Valores SNR polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Llata.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

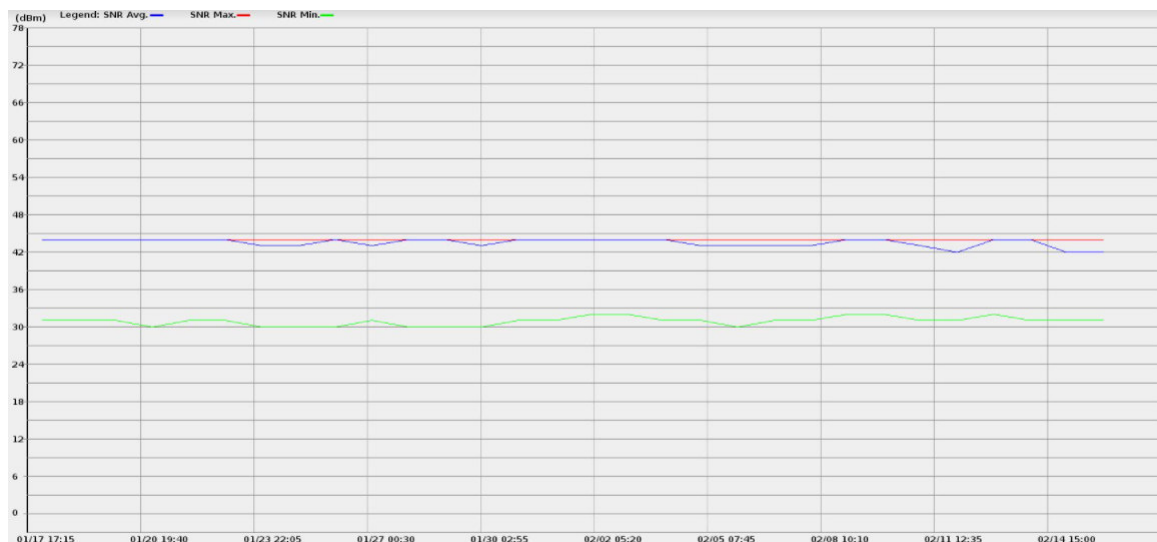


Figura 62. Valores SNR polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

3.6. Resultados de la actividad

3.6.1. Capacidad

Habiendo ya estudiado los parámetros técnicos de operación del nuevo enlace microondas 2+0 XPIC, procederemos a realizar un estudio de cómo ésta implementación ha mejorado los KPIS de los servicios móviles dependientes de este medio de transmisión. Empezaremos observando el tráfico actual que cursa el enlace microonda 2+0 XPIC, que tiene una capacidad de 1292M, y realizar la comparativa con el inicial en donde se tenía un enlace 1+1 HSB de solo 312M.

Physical Link Aggregation S-EPLA Master											
Physical Link Aggregation List											
*PLA ID	PLA Type	Main Board	Main Port	Hardware Status of Main Port	Link Status of Main Port	Work Status of Main Port	Minimum Active Links	CC Status	WTR Status	WTR Time(s)	Air Interface Capacity(M)
1	EPLA	1-ISM6	1(RTNIF-1)	Normal	Normal	Main Port	1	Disabled	Disabled	0	1292
		Slave Board	Slave Port		Hardware Status of Slave Port		Link Status of Slave Port		Work Status of Slave Port		
		1-ISM6	2(RTNIF-2)		Normal		Normal		Slave Port		
		2-ISM6	1(RTNIF-1)		Normal		Normal		Slave Port		
		2-ISM6	2(RTNIF-2)		Normal		Normal		Slave Port		

Figura 63. EPLA habilitado en el enlace 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE



Figura 64. Consumo histórico de tráfico en el sentido Tx del enlace 2+0 XPIC. Fuente: Gestor Web iMaster NCE



Figura 65. Consumo histórico de tráfico en el sentido Rx del enlace 2+0 XPIC.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Se registra picos de tráfico en el sentido Tx que llegan a casi los 740M, y en la Figura 66 que corresponde a diseño inicial, se valida que la capacidad inicial del enlace microonda era de 312M por lo que generaba congestionamiento del medio de transmisión desencadenando deterioro de los KPIs de los servicios móviles. Lo que refleja un descongestionamiento notorio a nivel de tráfico.



LH2948

MARIAS

LH3006

LLATA

Latitude	9	°	36	'	0.4	"	9	°	31	'	8.9	"
Longitud	76	°	42	'	20.2	"	76	°	47	'	56.5	"
Azimuth	311	°					131	°				
Antenna Type	VHLP4-7W-RC1C						VHLP4-7W-RC1C					
Frequency	7.456	GHz		CH 1	56	MHz	7.61	GHz				
Link Type	OPTIX RTN 910					312	Mbps	OPTIX RTN 910				
Polarization and Configuration	VERTICAL					1+1						
Antenna Height	18	m						18	m			

Figura 66. Parte del diseño del enlace inicial entre Marias y Llata. Fuente: Portal GMyD – Claro

Tabla 19. Comparativo de consumo de tráfico del enlace inicial y final entre las estaciones Marias y Llata. Fuente: Elaboración Propia

TIPO DE ENLACE	CAPACIDAD USADA	CAPACIDAD TOTAL	% USO
1+1 HSB	312M	312M	100%
2+0 XPIC	740M	1292M	57%

Después a los trabajos de implementación ejecutados el 25 de Marzo, se logra la ampliación de capacidad a nivel de transmisión, liberando así tráfico retenido de las estaciones LA UNION PUEBLO, MARIAS y LLATA. Esto se ven reflejadas en las Figuras 67 y 68.



Figura 67. Consumo histórico de tráfico de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro.

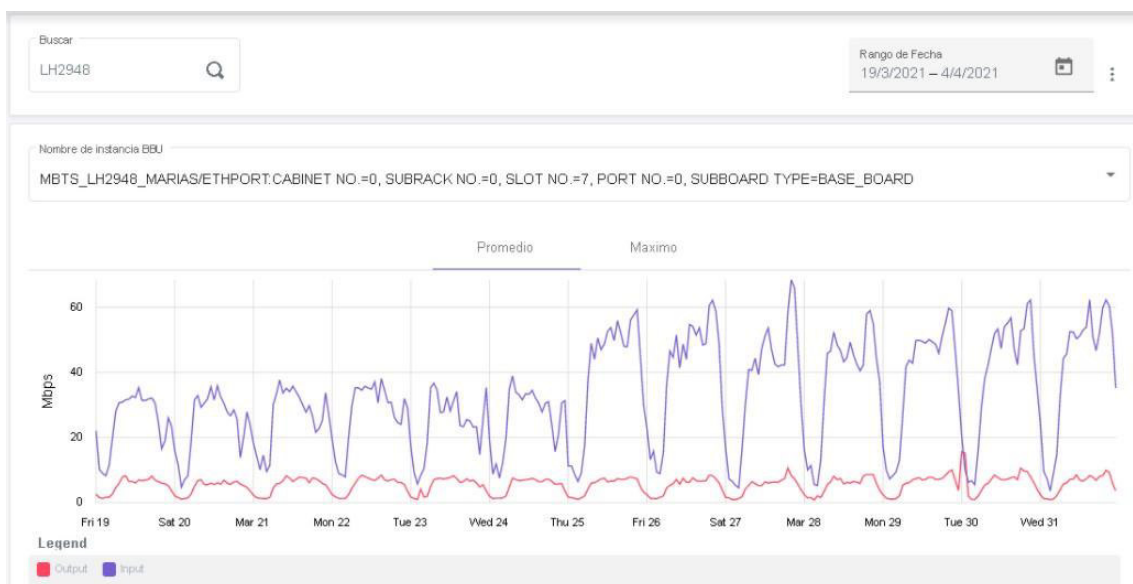


Figura 68. Consumo histórico de tráfico de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro



Figura 69. Consumo histórico de tráfico de la estación Llata. Fuente: Portal GMyD – Claro

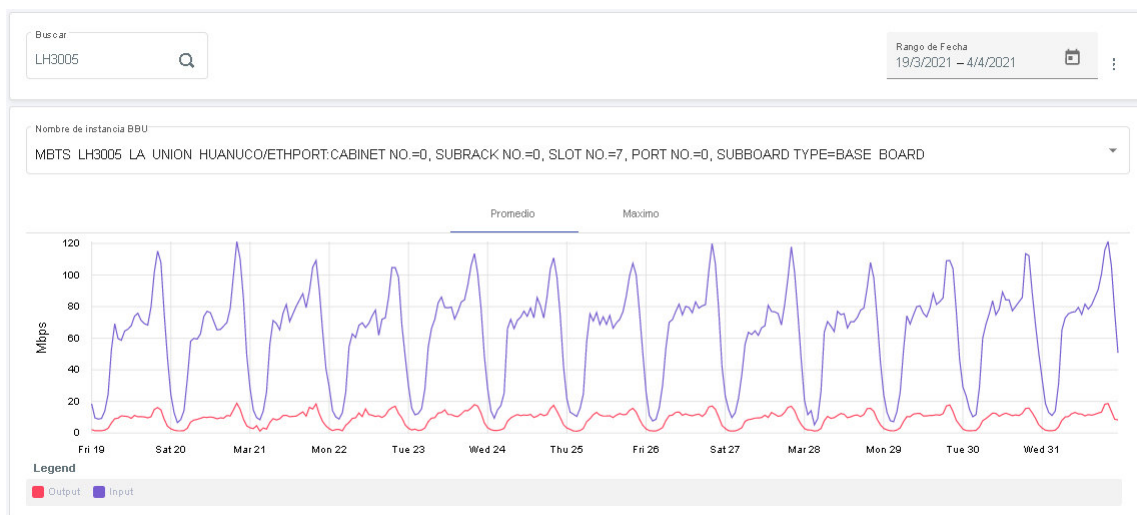


Figura 70. Consumo histórico de tráfico de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro



Figura 71. Consumo histórico de tráfico de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro

3.6.2. MW Link Errors

A continuación se adjunta registros históricos a nivel de 15min de contadores de errores a nivel IF presentes en el enlace microondas en general.

Tabla 20. Errores en la polaridad Vertical de la 1era portadora en la estación Marias.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Monitored Object	Performance Event	End Time	Value CUR
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 08:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-1	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:30:00	0

Tabla 21. Errores en la polaridad Horizontal de la 1era portadora en la estación Marias.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Monitored Object	Performance Event	End Time	Value CUR
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 08:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 09:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 10:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 11:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-1-ISM6-2	IF_BER(1.0E-10)	2022-03-01 12:30:00	0

Tabla 22. Errores en la polaridad Vertical de la 2da portadora en la estación Marias.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Monitored Object	Performance Event	End Time	Value CUR
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 08:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-1	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:30:00	0

Tabla 23. Errores en la polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias.
Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Monitored Object	Performance Event	End Time	Value CUR
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 08:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 09:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 10:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:30:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 11:45:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:00:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:15:00	0
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-2-ISM6-2	FEC_BEF_COR_ER	2022-03-01 12:30:00	0

3.6.3. KPIs de servicio

Los KPIs más importantes a nivel de servicio que reflejan la calidad de la experiencia del usuario se ven representadas mediante el PACKET LOSS y DELAY.

Para nuestro análisis y consideración, y dentro del contexto de la Red de Claro Perú, se considera que para que un servicio móvil sea calificado como “en óptimas condiciones de calidad” no debe tener Packet Loss o Pérdida de Paquetes en el servicio, es decir tener un valor de 0% . Y tener un Delay dentro del rango establecido por Región acorde a Diseño. Sin considerar averías en la red que puedan afectar directa o indirectamente estos KPIs).

3.6.3.1 Packet Loss

Para considerar que una estación móvil no tiene Packet Loss, se evalúa mediante una prueba de conectividad desde la BBU del nodo hacia el Packet Core (usando el comando ping), donde no se tenga paquetes perdidos en el resultado. A continuación se ejemplifica con la estación móvil de MARIAS. Ver Figuras 96 y 97.

```
<rCSRChavinilloCahuac>ping -vpn-instance 10091 -a 10.194.214.45 10.194.214.46
PING 10.194.214.46: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 10.194.214.46: bytes=56 Sequence=1 ttl=255 time=5 ms
  Reply from 10.194.214.46: bytes=56 Sequence=2 ttl=255 time=5 ms
  Reply from 10.194.214.46: bytes=56 Sequence=3 ttl=255 time=4 ms
  Reply from 10.194.214.46: bytes=56 Sequence=4 ttl=255 time=2 ms
  Reply from 10.194.214.46: bytes=56 Sequence=5 ttl=255 time=3 ms

--- 10.194.214.46 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 2/3/5 ms
```

Figura 72. Prueba de conectividad desde la estación Marias hacia el router de acceso.
Fuente: Portal GMyD – Claro

```

<rCSRChavinilloCahuac>ping -vpn-instance 10091 -a 10.194.214.45 10.165.181.21
PING 10.165.181.21: 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 10.165.181.21: bytes=56 Sequence=1 ttl=249 time=9 ms
  Reply from 10.165.181.21: bytes=56 Sequence=2 ttl=249 time=9 ms
  Reply from 10.165.181.21: bytes=56 Sequence=3 ttl=249 time=9 ms
  Reply from 10.165.181.21: bytes=56 Sequence=4 ttl=249 time=8 ms
  Reply from 10.165.181.21: bytes=56 Sequence=5 ttl=249 time=9 ms

--- 10.165.181.21 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 8/8/9 ms

```

Figura 73. Prueba de conectividad desde el router de acceso hacia el controlador del Packet Core. Fuente: Portal GMyD – Claro

Dichas pruebas vistas de conectividad son almacenadas y posteriormente se pueden consultar en rangos históricos desde una plataforma de gestión, por lo que a continuación se mostrarán los KPIs de Packet Loss en las estaciones móviles beneficiadas.

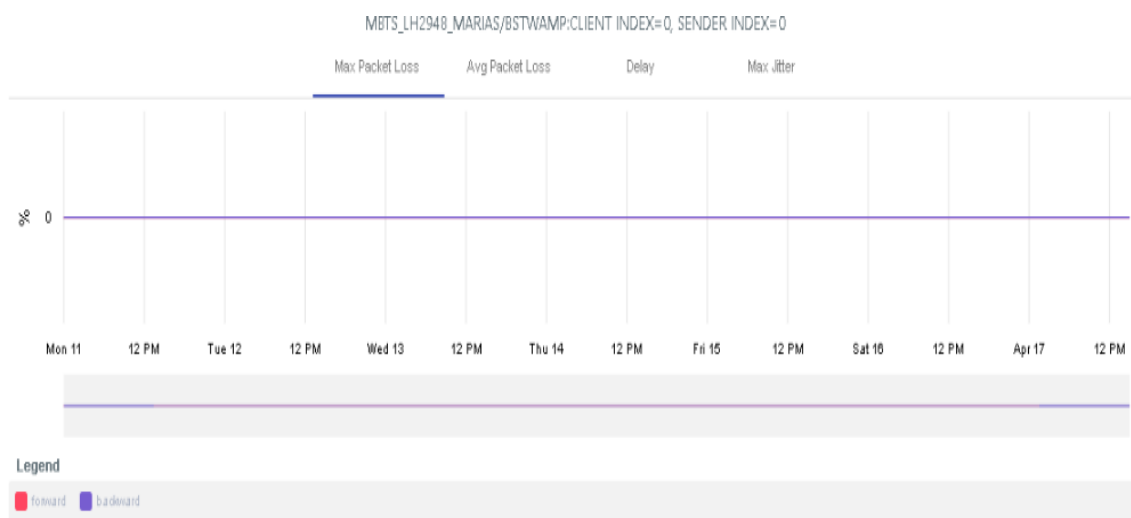


Figura 74. Packet Loss del servicio de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro

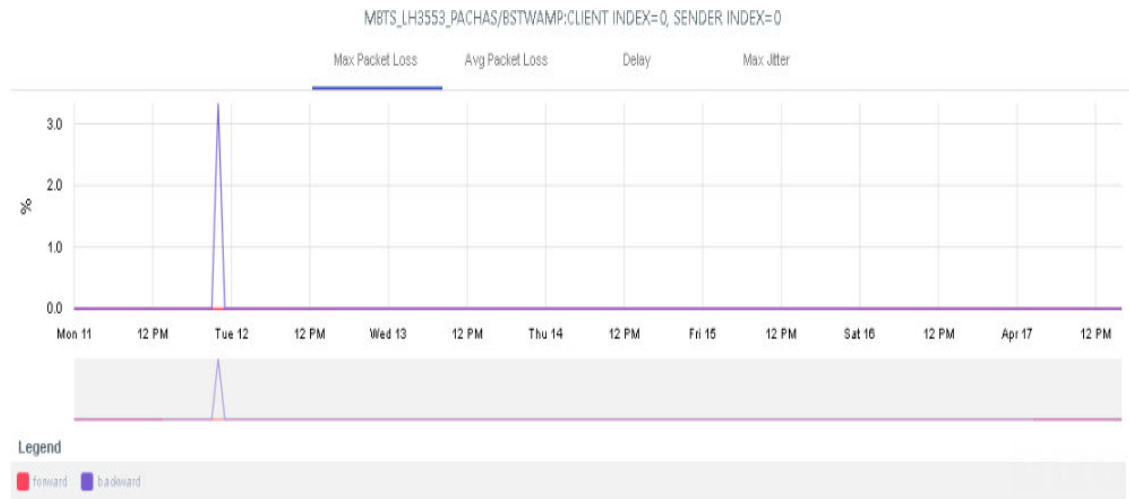


Figura 75. Packet Loss del servicio de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro

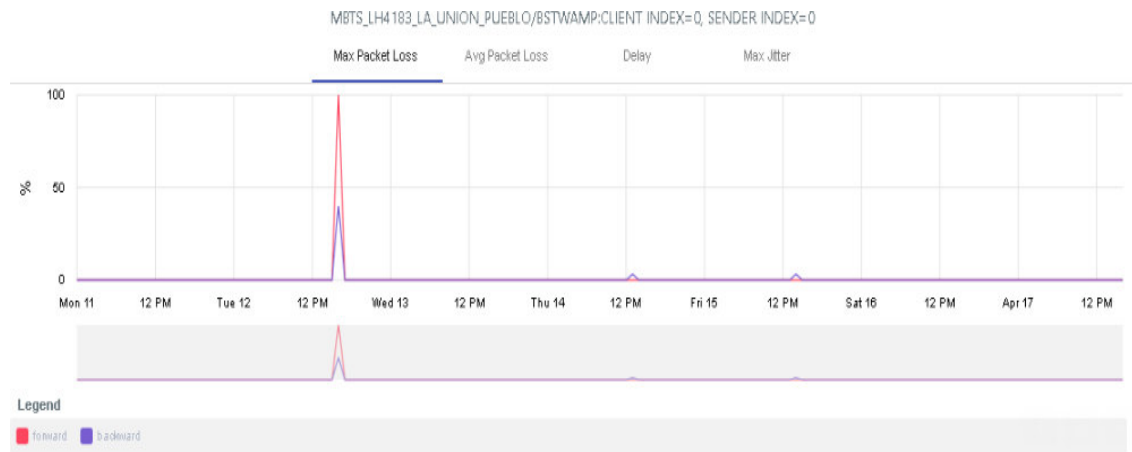


Figura 76. Packet Loss del servicio de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro

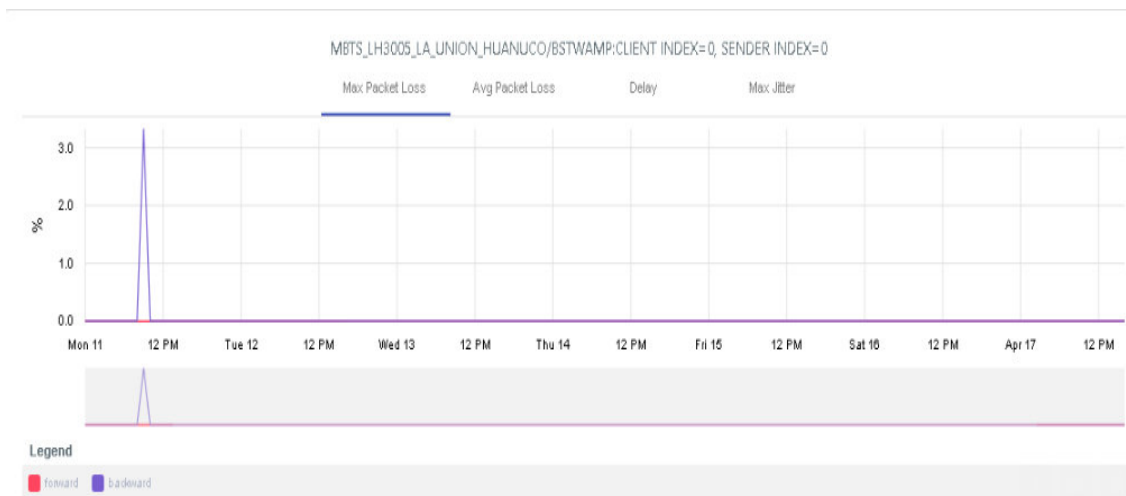


Figura 77. Packet Loss del servicio de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro

3.6.3.2 Delay

La latencia de un servicio móvil es el tiempo (en ms) en que se demora la conectividad de paquetes desde la BBU al Packet Core, tal como se vio en la sección 3.6.3.1.

Respecto al Delay, se debe considerar que en la Red de Claro se tiene establecido umbrales por Departamento, Provincia y Distritos tanto para estaciones móviles que usen medio de transmisión ya sea MW o Fibra Óptica, correspondientemente. Ver Tabla 24 para revisión de los umbrales en la región Huánuco.

Tabla 24. Umbrales de delay en el departamento de Huánuco. Fuente: Portal Web – SuperSet Claro

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	UMBRAL MW	UMBRAL F.O
HUANUCO	HUAMALIES	LLATA	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	PUÑOS	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	SINGA	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	JIRCAN	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	MONZON	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	TANTAMAYO	15	10
HUANUCO	HUAMALIES	MIRAFLORES	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	MARIAS	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	PACHAS	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	CHUQUIS	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	LA UNION	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	QUIVILLA	15	10
HUANUCO	DOS DE MAYO	SILLAPATA	15	10

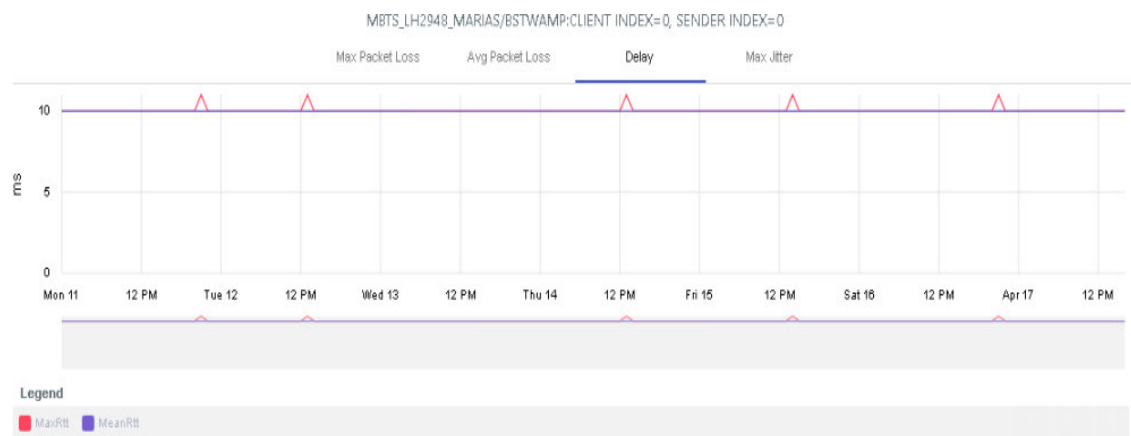


Figura 78. Delay del servicio de la estación Marias. Fuente: Portal GMyD – Claro

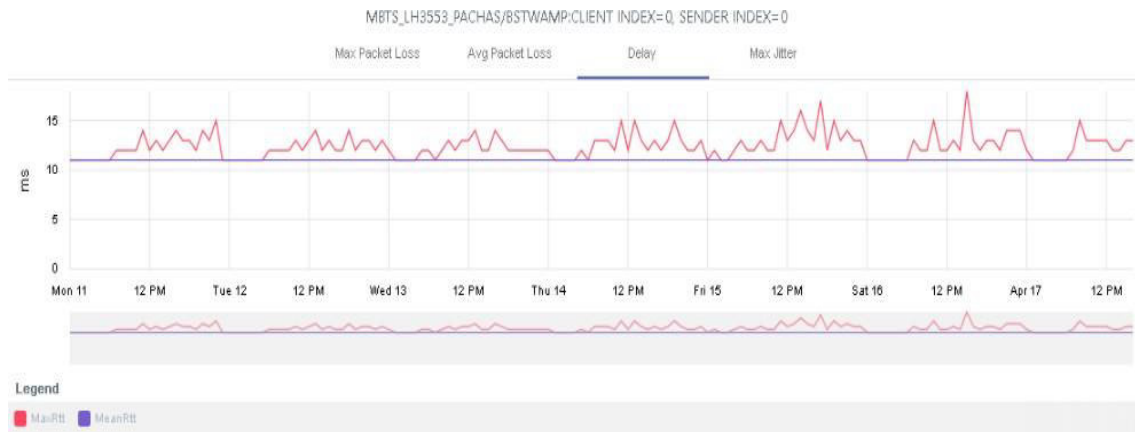


Figura 79. Delay del servicio de la estación Pachas. Fuente: Portal GMyD – Claro



Figura 80. Delay del servicio de la estación La Union Pueblo. Fuente: Portal GMyD – Claro

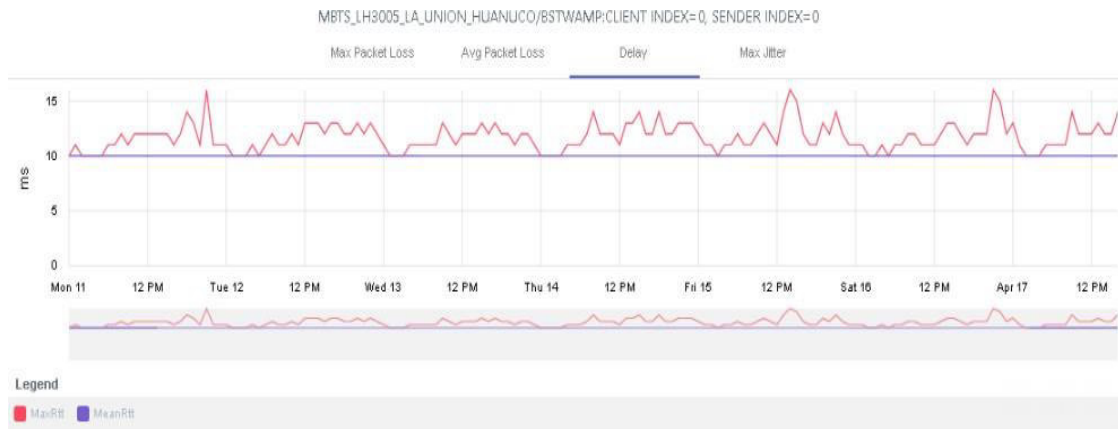


Figura 81. Delay del servicio de la estación La Union Huanuco. Fuente: Portal GMyD – Claro

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES

4.1. Justificación

Tal como se ha demostrado, la capacidad del enlace microondas inicial se encontraba al 100% de su uso. Este inconveniente venía impactando los KPIs de los servicios móviles de las estaciones de Marias, Pachas, La Union Huanuco, La Union Pueblo por lo que a manera de work around se realizó la priorización de tráfico a nivel de L2, o sea por vlans de servicio solo para las estaciones de mayor prioridad acorde a criterios de los OyM Zonales, las cuales solo fueron 2 y correspondientes a LA UNION HUANUCO y PACHAS.

Si bien se logró alguna mejora, esto implicaba el empeoramiento de los otros servicios móviles por lo que ampliación de capacidad mediante la modernización del enlace microondas existente era prioridad.

4.1.1 Social

El presente trabajo de suficiencia profesional ha beneficiado a un total de 22612 usuarios pertenecientes a los distritos de Puños, Pachas, La Unión, Sillapata y Marias; los cuales corresponden a las provincias de Dos de Mayo y Huamalies. A continuación, mediante la Tabla 44 se detalla la información descrita por cada distrito, así mismo se especifica la cantidad de tráfico por estación.

Tabla 25. Tráfico promedio en las estaciones beneficiadas. Fuente: Portal SuperSet - Claro

ESTACIÓN	PROVINCIA	DISTRITO	CANTIDAD USUARIOS	TRAFICO VOZ (ERLANG)	TRAFICO (MB)
LH3006_LLATA	HUAMALIES	PUÑOS	4381	1887.24	191.68
LH3553_PACHAS	DOS DE MAYO	PACHAS	4216	800.46	118
LH4183_LA_UNION_PUEBLO	DOS DE MAYO	LA UNION	4027	808.77	119.41
LH3005_LA_UNION_HUANUCO	DOS DE MAYO	SILLAPATA	5270	865.43	155.58
LH2948_MARIAS	DOS DE MAYO	MARIAS	4718	98.93	15.95

4.1.2 Tecnológica

El beneficio principal, a nivel tecnológico, es la calidad de servicio móvil, el cual se verá reflejado en un servicio con baja latencia, sin pérdida de paquetes y alto throughput ya que gracias a la ampliación de capacidad ya no se tendrá saturación del medio de transmisión que previo a la ejecución del trabajo causaba Packet Loss y alta latencia.

4.1.3 Económico

Al tener actualmente una ocupación total de máximo 60% de la capacidad del enlace 2+0 XPIC implementado, tenemos mayor disponibilidad para poder ampliar la cantidad de usuarios finales con respecto al servicio móvil, así mismo poder brindar nuevos servicios corporativos en la zona tales como RPV, Internet Corporativo, LPL, etc. Los cuales no se podían habilitar con anterioridad debido a que no se disponía de capacidad suficiente por la saturación causada por el tráfico de servicio móvil.

4.2. Metodología aplicada

4.2.1. Evaluación técnica

4.2.1.1. Hardware

Tal como se ha podido apreciar en las descripciones de los equipamientos, un factor muy importante a favor del equipamiento Huawei es que son modulares y tienen mayor escalabilidad a nivel de hardware en caso se requiera habilitar más enlaces desde la estación nodal hacia nuevas estaciones bases. Así como nuevos servicios por medio de nuevas conexiones Ethernet. Teniendo 6 slots disponibles y éstas pueden ser usadas para nuevas tarjetas IF y/o Ethernet.

Slot 11 (FAN)	Slot 7 (CSHO)	
	Slot 5 (EXT)	Slot 6 (EXT)
	Slot 3 (EXT)	Slot 4 (EXT)
	Slot 1 (EXT)	Slot 2 (EXT)

Figura 82. Slots disponibles para uso de tarjetas de servicio en el chasis RTN950A.

Fuente: Hedex - Huawei Library

Caso contrario a nivel de equipamiento ZTE; el equipo equivalente al usado en nuestro proyecto solo tiene 3 ranuras para tarjetas que solamente pueden ser usadas netamente para tarjetas IF por lo que no se tiene mayor nivel de escalabilidad en cuestiones de nuevas implementaciones o requerimientos de nuevos servicios a instalarse. Si bien el vendor ofrece un chasis de mayor capacidad pero esto implica mayor costo.

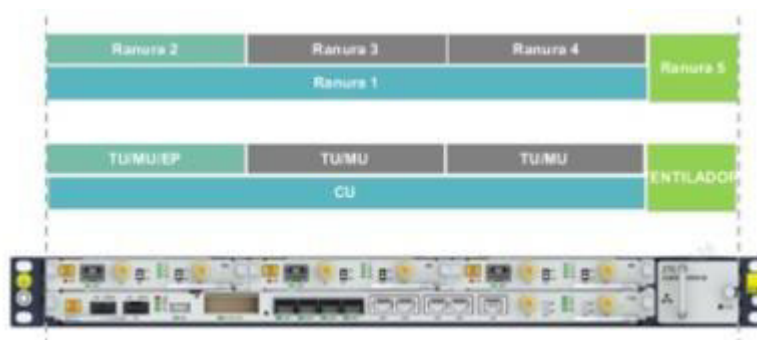


Figura 83. Slots disponibles para uso de tarjetas de servicio en el chasis NR 9250.
Fuente: Hedex - Huawei Library

Siguiendo la premisa indicada previamente, si bien el ZTE al tener menos disponibilidad de slot aun iguala las capacidades que provee el equipamiento Huawei a nivel de configuración sin embargo esto hablando solamente a nivel de 1 enlace microonda P2P. Pero que igual requiere mayor dinero para compra de equipamientos outdoor de mayor alcance y features incluidos.

4.2.1.2. Operación y Mantenimiento

Parte fundamental posterior instalación del equipamiento, es la Operación y Mantenimiento de los equipos. Siendo ésta dividida en 2 campos importantes:

- **Físico:** Corresponde a la atención OnSite debido a averías en los equipos, por lo que particularmente en la Red de Claro la OyM de un enlace microondas ZTE es más costosa a comparación de un enlace microondas Huawei.
 Esto debido a que, contractualmente, ZTE hace uso de su propia contratista para la atención OnSite de los equipos en casos de averías. Y para los enlaces Huawei, se usan diferentes contratistas zonales de Claro.
- **Lógico:** Corresponde a la revisión lógica del equipamiento desde los gestores, a cargo de los Ingenieros de Transmisiones. Por lo que es importante resaltar que la interfaz lógica del gestor Huawei es mucho más amigable y brinda mayores tools para efectuar descartes lógicos del equipamiento tales como:

- Escaneo de Frecuencias, para descartar interferencias en el enlace

- Loopbacks, usados para descartar fallas de equipamiento tales como tarjetas IF y ODU.
- PBRS Test, usado para descartar tramos físicos tales como cableados ETH o IF mediante pruebas de bits/error.
- Cuenta con el protocolo HWECC propio de Huawei para obtener gestión desde otros equipos existentes de la red y así evitar consumo de recursos IPs por cada equipo nuevo gestionado, a diferencia de ZTE que sí demanda una IP por lo que en caso de expansiones generaría conflictos y agotamiento de recursos.

4.2.2. Evaluación financiera

Costo de equipamiento

A continuación, se adjunta los costos del equipamiento fundamental Huawei necesario correspondiente para poder implementar el enlace 2+0 XPIC.

Table 26. Costo de equipamiento Huawei. Fuente: Itprice.com

N o	Model	Description	List Price (USD)	Qty	Subtotal
1	A07D12HS	Microwave Antenna,A07D12HS,7&8G,1200mm,HP,Dual Polarization,Separate Mount,37.3dBi,2.2deg,63dB,30dB,With English doc,C3.	\$ 1,755.00	2	\$ 3,510.00
2	SL91ISM6	Versatile Dual IF Board.	\$ 4,621.00	4	\$ 18,484.00
3	XMC-2H-8G	Microwave Outdoor Unit,RTN XMC,8G,-2H,311.32MHz,Sub Band B,Low&High site,H,7835MHz,7971MHz,Without doc,WR-112,H01.	\$ 5,774.00	8	\$ 46,192.00
4	SLF2CSHO	16*E1(TDM)/2*STM-1(SFP)/4*GE(RJ45)/2*GE(SFP) Hybrid System Control and Cross-connect Board.	\$ 3,599.00	2	\$ 7,198.00
5	SLFB1CASE	RTN950A chassis with installation kit	\$ 737.00	2	\$ 1,474.00
6	OMT7WQ06	Microwave Coupler,Dual polarized coupler,7/8G,153IEC-R84,20dB.,3dB,With English doc.	\$ 1,180.00	2	\$ 2,360.00
					\$ 79,218.00

Acorde a la Tabla 27, observamos que a nivel financiero es, ligeramente, más económica la instalación del equipamiento Huawei a comparación del ZTE. Esto sumado a la evaluación técnica fueron factores determinantes al momento de la elección del vendor.

Table 27. Costo de equipamiento ZTE. Fuente: Elaboración Propia

No	Model	Description	List Price (USD)	Qty	Subtotal
1	MA24U7 WD	Microwave Antenna,A07D12HS,7&8G,1200mm,HP,Dual Polarization,Separate Mount,37.3dBi,2.2deg,63dB,30dB,With English doc,C3.	\$1,731.00	2	\$3,462.00
2	MD2	Versatile Dual IF Board.	\$5,145.00	4	\$20,580.00
3	HRU3D	Microwave Outdoor Unit,RTN XMC,8G,-2H,311.32MHz,Sub Band B,Low site,H,7835MHz,7971MHz,Without doc,WR-112,H01.	\$5,814.00	8	\$46,512.00
4	CSA2	4*GE+4*XGE+EDI1+EDI2/SC+CLK/MON+2*AIR+USB	\$3,823.00	2	\$7,646.00
5	ZXMW V2A	NR9150 chassis with installation kit	\$698.00	2	\$1,396.00
6	ZXMWO MT	Microwave Coupler,Dual polarized coupler,7/8G,153IEC-R84,20dB.,3dB,With English doc.	\$1,320.00	2	\$2,640.00
					\$82,236.00

4.3. Descripción de la implementación

Para la implementación de este informe se utilizó las siguientes herramientas las cuales nos sirvieron para poder validar datos tanto inicialmente para validar los parámetros iniciales como la línea de vista; así como el diseño del nuevo enlace implementado. Siendo éstas Google Earth y GMyD, correspondientemente.

4.3.1. Google Earth

Google Earth es un sistema de información geográfica que muestra un globo terráqueo virtual que permite visualizar múltiple cartografía, basado en imágenes satelitales y además permite la creación de entidades de puntos líneas y polígonos, contando también con la posibilidad de crear mapas. Por lo que gracias a esta herramienta podremos georeferenciar nuestras estaciones móviles previa implementación del enlace 2+0 XPIC a implementar.

- Primero, se crea nuestro file del proyecto que trabajaremos. Y se añade los puntos para el estudio futuro, en este caso solo usaremos 2 estaciones.

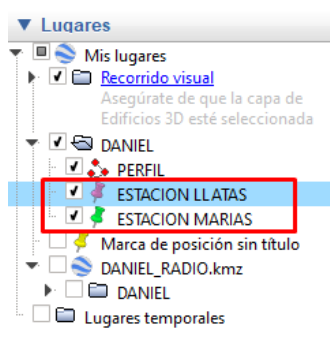
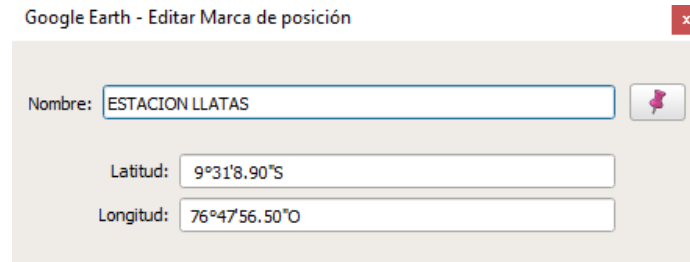


Figura 84. Elaboración del perfil para el enlace a implementarse. Fuente: Google Earth

- Luego, procedemos a añadir las coordenadas en latitud y longitud para cada caso correspondientemente.



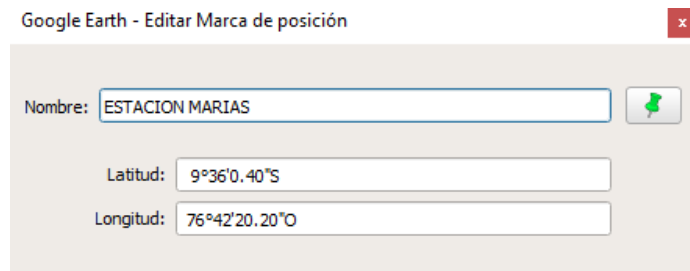
Google Earth - Editar Marca de posición

Nombre:

Latitud:

Longitud:

Figura 85. Seteo de la estación Llata para elaboración del perfil. Fuente: Google Earth



Google Earth - Editar Marca de posición

Nombre:

Latitud:

Longitud:

Figura 86. Seteo de la estación Marias para elaboración del perfil. Fuente: Google Earth

- Finalmente podremos observar nuestros puntos de estudio en el mapa, así mismo se podrá revisar el perfil del terreno la cual es representada con la línea de color rojo que une los puntos correspondientes a la ESTACION LLATA y ESTACION MARIAS. Donde se puede visualizar la distancia entre ambos puntos así como datos del terreno tal como la elevación e inclinación.

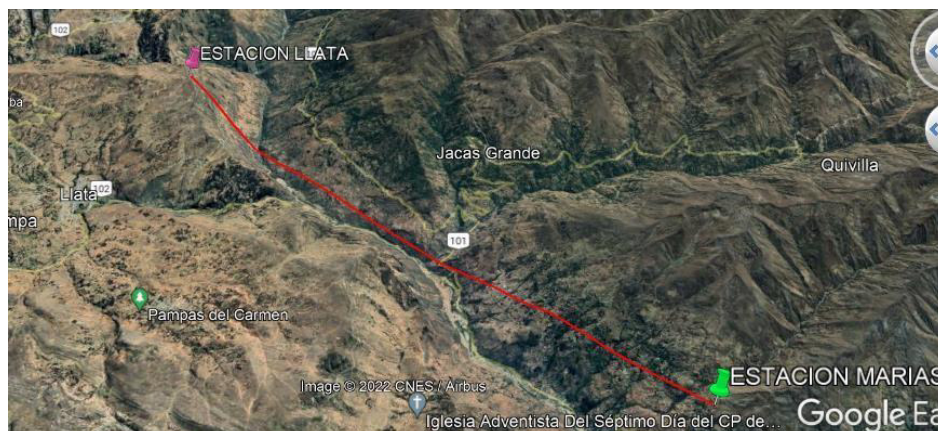


Figura 87. Perfil del enlace a implementarse. Fuente: Google Earth



Figura 88. Perfil de elevación del enlace a implementarse. Fuente: Google Earth

4.3.2. GMyD

Es un sistema desarrollado por el área de Red de Transporte Urbano con el objeto de brindar mediante un entorno agradable la gestión, control y mantenimiento de requerimientos desde Planeamiento hacia otras áreas. La idea tuvo sus inicios a partir del 2016 desarrollándose solo como un entorno para la creación y edición de "Link Budget" que es usado para la implementación y/o modernización de enlaces microondas en la red de Transmisión de Claro Perú que incluye el uso de diferentes vendors.



Figura 89. Vista del menú inicial del portal GMyD. Fuente: Portal GMyD

4.4. Conclusiones

- Al haber realizado un análisis de la situación de la parte lógica y física de los equipamientos de transmisión iniciales nos dio evidencia de que se requería instalar un nuevo chassis con una controladora de mayor capacidad ya que la analizada inicial tenía limitante de tráfico siendo ésta de 1GB.
- La comparación realizada con el equipamiento NR905 de ZTE con el RTN950A de Huawei, nos evidenció que éste último nos brinda mayor escalabilidad, mayor respaldo frente a averías, mejores herramientas para revisiones descartes lógicos y menores costos de mantenimiento.
- Luego de haber logrado cuadruplicar la capacidad del medio de transmisión de 300MB a 1.2GB, se obtuvo mejoras a nivel de calidad de los servicios móviles dependientes, tales como reducción del delay y sin presencia de packet loss. Obteniendo así, en algunos casos aumento de consumo por estación debido a tráfico retenido puesto que la situación inicial implicada tener la capacidad desbordada al 100%.
- Posterior a la implementación, se realizó el estudio y validación de los parámetros esenciales a nivel IF y RF para poder garantizar un funcionamiento óptimo, por lo que se ha garantizado la no presencia de errores en la transmisión, buenos niveles RSL/TSL, XPD y SNR.

- Haciendo uso de la tecnología 2+0 XPIC nos garantiza un mayor respaldo ante averías físicas del equipamiento tales como tarjetas IF, u ODU's ya que solamente tendremos como resultado una reducción de capacidad mas no afectación total. Garantizando así la operatividad de los servicios móviles.
- Con el aumento del nivel de la modulación es más difícil usar la modulación QAM limitando la potencia de transmisión. Aunque se puede implementar enlaces con modulación a 512QAM o 1024QAM, las aplicaciones actuales usan o encuentran por debajo o igual a 128QAM. Tal como se han aplicado en esta implementación en estos escenarios en dicha zona del País.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

- Para mantener y asegurar la calidad de los servicios móviles, el medio de transmisión, que en este caso es nuestro enlace microondas 2+0 XPIC, no debe tener uso de su capacidad mayor a 80% ya que por buenas prácticas a partir de este porcentaje el delay se ve afectado debido al inicio de la congestión. Actualmente se tiene un uso de capacidad del 57%.
- Mantener un constante monitoreo sobre los parámetros evaluados en este informe para poder garantizar la operatividad eficiente del enlace microondas 2+0 XPIC.
- El tema de fallas de energía en las estaciones es muy recurrente, si bien se cuenta con respaldos de GG.EE en cada uno, es conveniente poder instalar sensores de energía tales como los Power Core, que son gestionables mediante las conexiones Ethernet que brinda el equipamiento microonda instalado y poder observar este tipo de fallas y ver el nivel de consumo del GGEE mediante un gestor web centralizado a nivel nacional lo que genera ahorro de recursos físicos, de tiempo y brinda mayor disponibilidad en caso de avería energética.
- Para hacer frente a la creciente demanda y la llegada del 5G a nivel nacional futura, se tienen nuevas tecnologías que son compatibles a nivel de escalabilidad a la tecnología usada actualmente en la zona de implementación de este reporte, tales como la tecnología MIMO y Carrier Agregation. En el Anexo XXX se procedió a detallar las ventajas, beneficios e información técnica del feature.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Comunidad Huawei Enterprise (2021) “Guía de instalación para antenas MIMO” (Artículo), obtenido de:

<https://forum.huawei.com/enterprise/es/gu%C3%ADa-de-instalaci%C3%B3n-para-antenas-mimo/thread/687411-100563>

Cuadrado Lerma, L. (2015). “Aplicación de la tecnología XPIC como mejora de una red de transporte microondas existente en el Perú” (Tesis), obtenido de:

<http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/225>

Ghraowi, N. (2019). “Hybrid Couplers Recommended If XPIC and HSB” (Artículo), obtenido de:

<https://support.huawei.com/enterprise/jp/knowledge/EKB0000546515>

Hernandez Segura J. (2007) “Puesta a Tierra remota en centrales de generación” (Tesis), obtenido de:

<https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/5860/1/ICE59.pdf>

Howstuffworks (2000) “How the Radio Spectrum Works” (Artículo), obtenido de:

<https://electronics.howstuffworks.com/radio-spectrum.htm>

Luis Martinez J. (2018) “Zonas de Fresnel en un radioenlace” (Artículo), obtenido de:

<https://www.prored.es/zonas-de-fresnel-en-un-radioenlace/>

Monge Poma J. (2016) “Metodología de Instalación de Parres” (Artículo), obtenido de:

<https://www.scribd.com/document/331834882/Metodologia-de-Instalacion-Parres>

Pérez Clavijo, V. (2019). “Análisis comparativo de un sistema de radio enlaces entre la tecnología XPIC y estándar para una red de transmisión, en la banda de frecuencia SHF” (Tesis), obtenido de:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16825/1/UPS-GT002456.pdf>

Telectronika (2018) “Capítulo II: Fundamentos de Radio Enlaces de Microondas” (Artículo), obtenido de:

<https://www.telectronika.com/articulos/radio-enlaces/fundamentos-de-radioenlaces-de-microondas/>

Telectronika (2018) “Diseño de enlace terrestre por línea de vista” (Tesis), obtenido de:

<https://www.telectronika.com/articulos/radio-enlaces/radioenlaces-de-microondas/>

Tercero Carrasco M. (2013) “Diseño de interconexión para enlace de microondas punto a punto entre las comunidades de San Carlos y el archipiélago de Solentiname” (Tesis), obtenido de:

<https://repositorio.unan.edu.ni/5398/1/68181.pdf>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Diagramas de Red IP a nivel Acceso/Agregación y Core IP/MPLS.



Claro

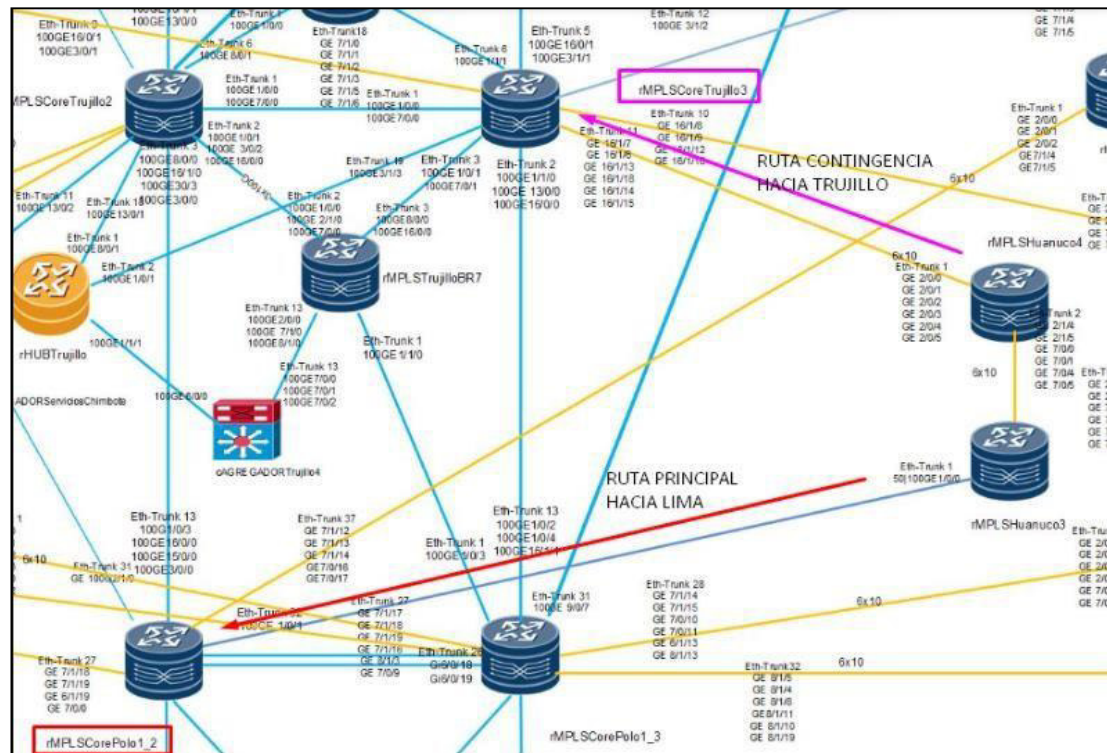


Figura 91. Diagrama de Red Core IP/MPLS de la Región Huánuco. Fuente: Portal MRTG - Claro

Anexo 2. Marco Teórico conceptual.

Antenas. Es un componente pasivo radiante que se encarga de transformar la energía eléctrica que recibe en corriente en un frente de onda electromagnética en forma de campos eléctricos y magnéticos.



Figura 92. Instalación de una antena. Fuente: euniv.zte.com.cn

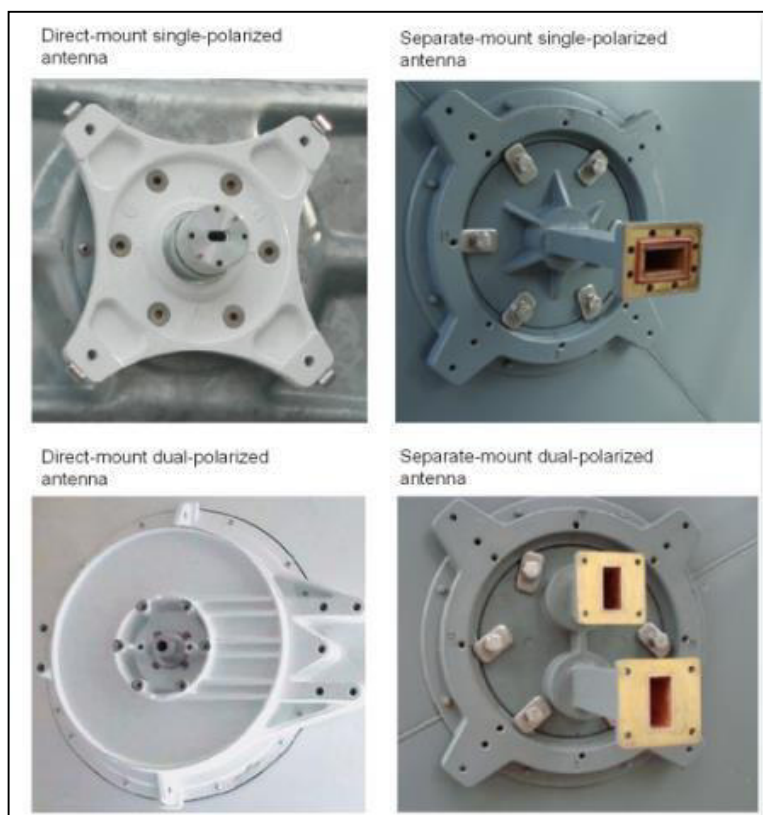


Figura 93. Tipos de entrada de antenas acorde a polaridad (single/dual) y tipo de instalación (direct/separate). Fuente: euniv.zte.com.cn

Polarización. Viene a ser la orientación de la dirección del flujo de los electrones en el campo eléctrico, la polarización de una antena puede ser horizontal, vertical u oblicua. Hay que tener en consideración que un enlace microondas simple se debe de transmitir y recepcionar en una misma polaridad para poder establecerse correctamente.

Ganancia. Es la potencia de amplificación de la señal que realiza una antena, es decir la radiación de la parte frontal siendo éste uno de las principales características de una antena.

Ancho de banda de canal IF. Se define como la mínima diferencia entre 2 puntos de frecuencia de transmisión o Tx para evitar la sobreposición y con ello la interferencia, pueden ser: 3, 5, 7, 14, 28, 40, 56 MHz

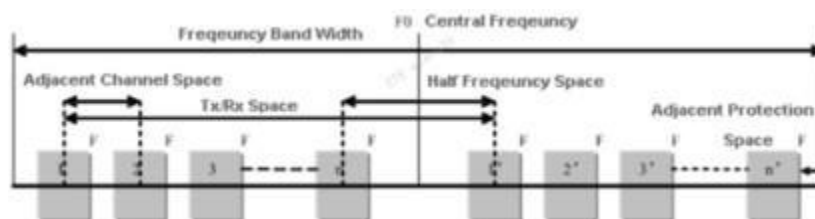


Figura 94. Ancho de banda de un canal (frecuencia). Fuente: euniv.zte.com.cn

Modulación. Es el parámetro encargado de la transmisión de datos, considerar que guarda relación directa con el ancho de banda IF de una portadora. La información digital se transmite a través de portadoras sincrónicas y ortogonales para codificar la ambigüedad de fase durante la recuperación lógica de la portadora.

Línea de Vista. Es la trayectoria directa óptima, sin presencia de obstáculos, que es establecida entre dos estaciones para conformar un enlace microondas. Esto permite mayor eficiencia ya que la señal será recibida por el lóbulo principal con atenuación mínima.

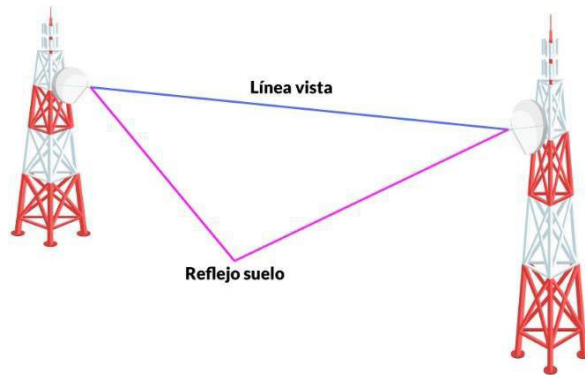


Figura 95. Ejemplo de Línea de Vista de un enlace microondas. Fuente: Prored.es

Zona de Fresnel. Permiten calcular si los obstáculos entre antenas van a resultar un problema de pérdida de señal.

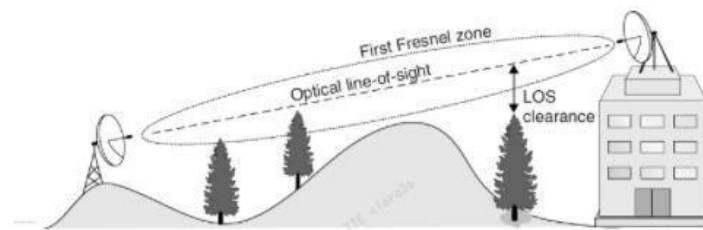


Figura 96. Zona de Fresnel. Fuente: Prored.es

Azimuth. Nos indica la distancia angular que se forma entre un punto y un plano de referencia que generalmente es el Norte.



Figura 97. Ejemplificación de Azimuth entre 2 estaciones bases. Fuente: Elaboración Propia

Potencia de Transmisión. La potencia de transmisión es la potencia RF que es utilizada para que la antena transmisora pueda irradiar la señal hacia la estación remota

Potencia Isotrópica Efectiva Radiada (PIRE). Viene a ser la potencia RF medida en el lóbulo principal de la antena transmisora. Es igual a de la potencia de transmisión en la antena (en dBm) sumada a la ganancia dBi de la de la antena. La unidad del PIRE es en dBm, en la Figura 18 se representa gráficamente el cálculo del PIRE.

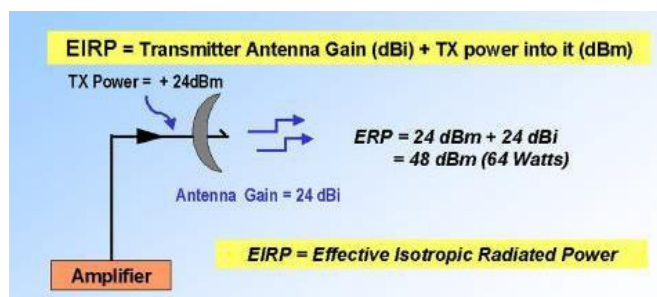


Figura 98. Ejemplificación de PIRE en un sistema de radiación. Fuente: YDI Wireless

Pérdida en Espacio Libre. Nos indica cuánto se ha debilitado la señal en una distancia determinada luego de haber sido irradiada al espacio libre, ya que en este transcurso la señal pierde intensidad.

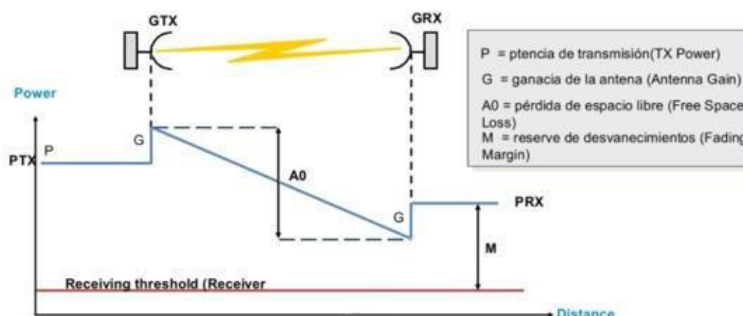


Figura 99. Ejemplificación de PIRE en un sistema de radiación. Fuente: euniv.zte.com.cn

Sensibilidad de Recepción. Es el nivel más bajo de la señal RF que es necesitada por el receptor para demodular y decodificar un paquete sin errores.

Margen de Operación del Sistema o Margen de Enlace. Viene a ser la diferencia (en dB) entre el nivel de señal nominal recibido en un extremo de un radioenlace y el nivel de señal requerido por ese radio para garantizar que un paquete de datos se decodifique sin errores. En otras palabras, SOM es la diferencia entre la señal recibida y la sensibilidad del receptor

especificada por la radio del receptor. El SOM también se denomina margen de enlace o margen de desvanecimiento.

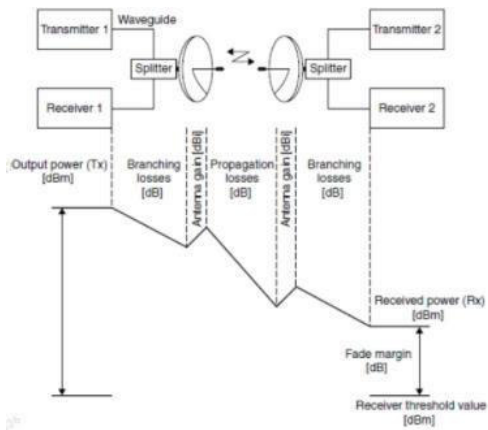


Figura 100. Diagrama de pérdidas de potencia en un enlace microondas. Fuente: euniv.zte.com.cn

Anexo 3. Fotografías de parte indoor del site Marias para validación de recursos de instalación.



Figura 101. *Visión general del rack en la estación Marias. Fuente: Elaboración propia*

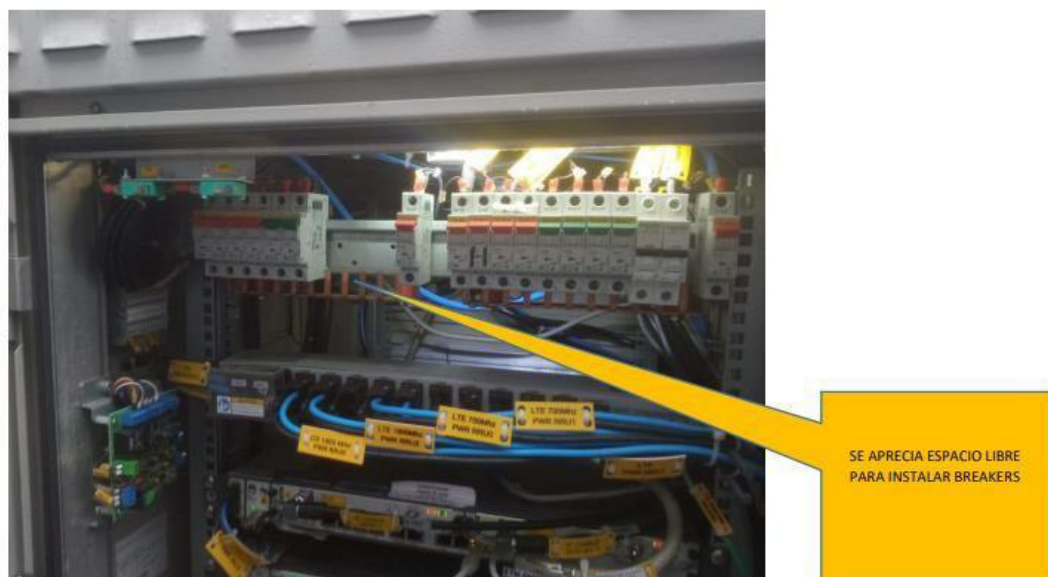


Figura 102. *Visión general de los breakers en la estación Marias. Fuente: Elaboración propia*

Anexo 4. Fotografías de parte indoor del site Llata para validación de recursos de instalación.



Figura 103. Visión general del rack en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia



Figura 104. Visión general del rack en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Instalación del aterramiento usado en ambas estaciones Marias y Llata



Figura 105. Vista de la cámara Parres instalada. Fuente: Elaboración propia



Figura 106. Vista del sistema de aterramiento en la estación Llata. Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Datasheet de tarjeta controladora CSHO

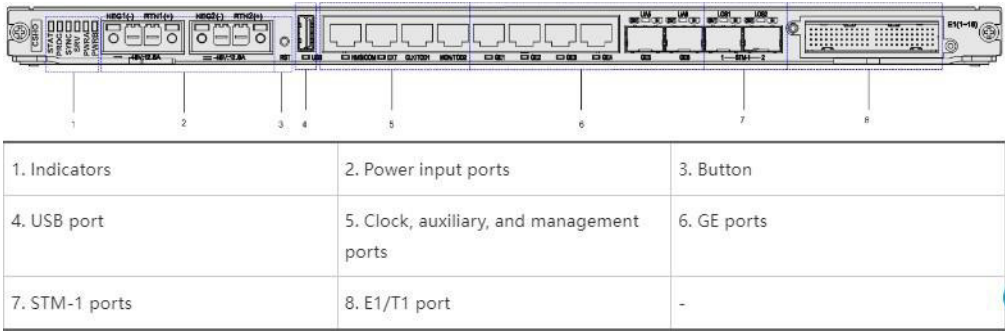


Figura 107. Vista frontal de la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library

Tabla 28. Puertos de energía de la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Elaboración propia

Port	Port Description	Connector Type
NEGA(-)/NEGB(-)	-48 V power input port	2 mm HM power connector (2x2 pins)
RTNA(+)/RTNB(+)	BGND power input port	

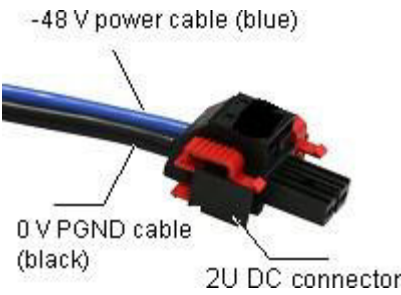


Figura 108. Cable de energías usadas en la tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library

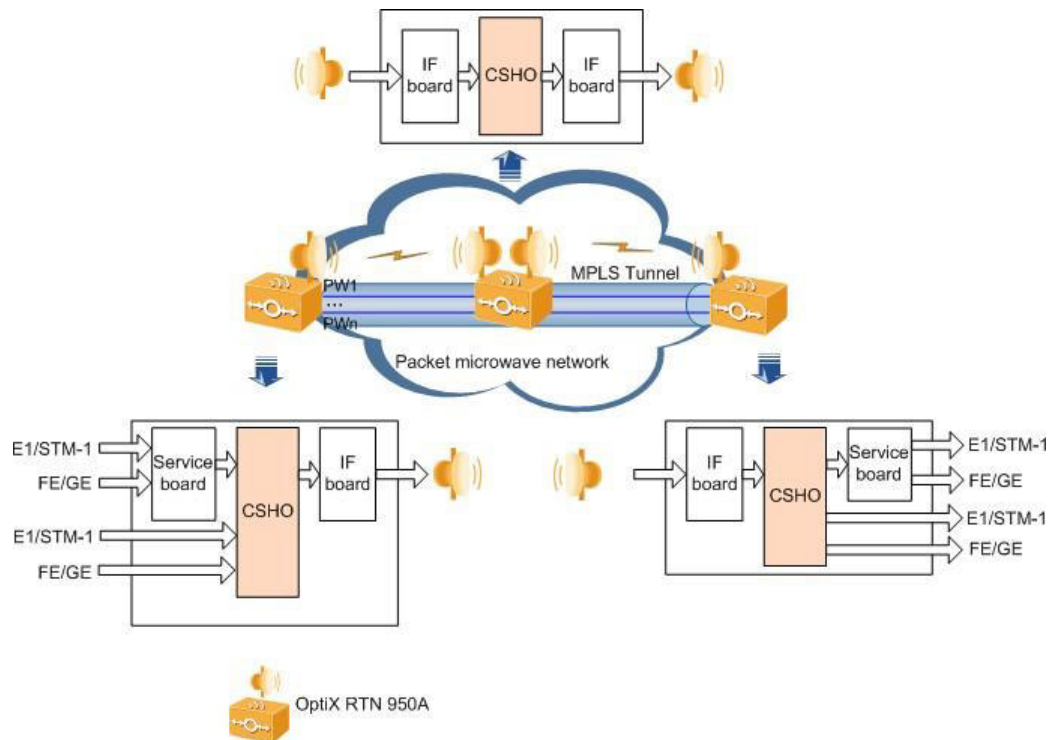


Figura 109. Escenario de aplicación de una tarjeta controladora CSHO. Fuente: Hedex – Huawei Library

Funciones:

- Su función principal es la de comunicación y control del sistema.
- Provee una capacidad backplane para la función de packet switching de 10Gits/s.
- Soporta funciones para servicios a nivel L3VPN.
- Cuenta con 2 puertos de entradas de -48V DC para el energizado.
- Soporta el procesamiento del timing para el proceso de sincronización y monitoreo.
- Provee 6 puertos eléctricos GigaEthernet, donde 4 pueden ser puertos RJ45 GE y los otros 2 pueden ser puertos ópticos GE/FE o puertos eléctricos usando módulos SFP. Los puertos GE son compatibles con los puertos FE.

Funcionamiento:

System Control and Communication Unit

La unidad de control y comunicación del sistema comprende la CPU y la unidad de control lógico. Proporciona las siguientes funciones:

- La CPU controla y gestiona las demás unidades de la tarjeta y recopila las alarmas y los eventos de rendimiento utilizando el bus de control.
- La CPU controla y gestiona las otras tarjetas de la IDU y recopila alarmas y eventos de rendimiento utilizando el bus de control.
- La CPU controla y gestiona las ODU transmitiendo las señales de control de la ODU a la unidad SMODEM de la tarjeta IF a través del bus de control del backplane.
- La CPU habilita la unidad de conmutación de paquetes utilizando el bus de control para preparar los paquetes de servicio Ethernet.
- La CPU procesa los paquetes de protocolo Ethernet de la unidad de conmutación de paquetes utilizando el bus de control.
- La CPU procesa los mensajes de gestión de la red a través de los canales de comunicación de datos (DCC) trabajando con la unidad de control lógico.
- La CPU se comunica con el sistema de gestión de red (NMS) utilizando el puerto NMS y el puerto de cascada NE.
- La CPU lee las señales de monitorización del armario exterior utilizando el bus de control para monitorizar y gestionar un armario exterior.
- La unidad de control lógico decodifica las señales de lectura/escritura de direcciones de la CPU e implementa la carga de la matriz de puertas programables en campo (FPGA).
- La unidad de control lógico realiza conexiones cruzadas entre la unidad de interfaz auxiliar, la CPU y otras tarjetas. Esto ayuda a lograr los siguientes propósitos:
 - Añadir o eliminar información DCC procesada por la CPU
 - Añadir o eliminar servicios de datos asíncronos y de orderwire.
 - Intercambiar bytes de orderwire, bytes DCC y bytes K entre diferentes líneas.

Packet Switching Unit

- Recibe los servicios basados en las configuraciones que son entregadas por la unidad de control y comunicación del sistema.
- Después de recibir los paquetes de protocolo de la unidad de interfaz Ethernet en la misma tarjeta o de una tarjeta Ethernet de otro slot, la unidad de conmutación de paquetes transmite los paquetes de protocolo a la unidad de control y comunicación del sistema para su procesamiento. Después de procesar los paquetes de protocolo, la unidad de control y comunicación del sistema los devuelve a la unidad de conmutación de paquetes. La unidad de conmutación de paquetes transmite los paquetes de protocolo a la unidad de interfaz Ethernet o a la placa Ethernet.

Ethernet Access Unit

- La unidad de acceso de la señal Ethernet recibe/transmite señales FE/GE y trabaja con la unidad de conmutación de capa 2 para proporcionar funciones de conmutación de capa 2. Además, la unidad de acceso a la señal Ethernet recibe mensajes IEEE 1588v2 (no admitidos por los módulos eléctricos SFP), les añade marcas de tiempo y los envía a la unidad de reloj.
- En la dirección de recepción, tras reestructurar, decodificar y realizar la conversión serie/paralelo de las señales eléctricas, la unidad de acceso a la señal Ethernet realiza la delimitación de tramas y el procesamiento de preámbulos, extrae las tramas Ethernet y realiza la comprobación de redundancia cíclica (CRC) y la medición del rendimiento de Ethernet. Si se reciben señales ópticas, la unidad de acceso a la señal Ethernet realiza la conversión O/E antes de realizar las operaciones anteriores.
- En la dirección de transmisión, después de realizar la delimitación de la trama, la adición del preámbulo, el cálculo del código CRC y la medición del rendimiento de Ethernet, la unidad de acceso a la señal Ethernet realiza la conversión serie/paralelo de las señales, codifica las señales y transmite las señales al puerto Ethernet. En el caso de un puerto óptico, después de realizar las operaciones anteriores, la unidad de acceso a la señal Ethernet necesita realizar la conversión E/O para las señales y luego transmitir las a través del puerto óptico.

Table 29. Características físicas, especificaciones y consumo de energía. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Performance
Dimensions (H x W x D)	22.36 mm x 388.40 mm x 269.73 mm
Weight	1.1 kg
Input voltage	Two -48 V (-38.4 V to -57.6 V) DC inputs
Fuse capacity	20.0 A
Typical power consumption	< 32.0 W

Table 30. Especificaciones de la interfaz GE eléctrica. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Specifications
Nominal bit rate (Mbit/s)	10 (10BASE-T) 100 (100BASE-TX) 1000 (1000BASE-T)
Code pattern	Manchester encoding signal (10BASE-T) MLT-3 encoding signal (100BASE-TX) 4D-PAM5 encoding signal (1000BASE-T)
Interface type	RJ45

Table 31. Especificaciones de la interfaz GE óptico. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Specifications			
Classification code	1000BASE-BX-D (10 km)	1000BASE-BX-U (10 km)	1000BASE-BX-D (40 km)	1000BASE-BX-U (40 km)
Nominal wavelength (nm)	Tx: 1490 Rx: 1310	Tx: 1310 Rx: 1490	Tx: 1490 Rx: 1310	Tx: 1310 Rx: 1490
Nominal bit rate (Mbit/s)	1000	1000	1000	1000
Fiber type	Single-mode	Single-mode	Single-mode	Single-mode
Transmission distance (km)	10	10	40	40
Operating wavelength (nm)	Tx: 1480 to 1500 Rx: 1260 to 1360	Tx: 1260 to 1360 Rx: 1480 to 1500	Tx: 1480 to 1500 Rx: 1260 to 1360	Tx: 1260 to 1360 Rx: 1480 to 1500
Average optical output power (dBm)	-9 to -3	-9 to -3	-3 to +3	-3 to +3
Receiver sensitivity (dBm)	-19.5	-19.5	-23	-23
Overload (dBm)	-3	-3	-3	-3
Extinction ratio (dB)	6	6	6	6

Table 32. Tipos de módulos SFP que los puertos FE/G soporta. Fuente: Hedex - Huawei Library

Category	Part Number	Type	Wavelength and Transmission Distance
Two-fiber bidirectional GE module	34060286	1000Base-SX	850 nm, 0.5 km
	34060473	1000Base-LX	1310 nm, 10 km
	34060298	1000BASE-VX	1310 nm, 40 km
	34060513		1550 nm, 40 km
	34060360	1000BASE-ZX	1550 nm, 80 km
Single-fiber bidirectional GE module	34060475	1000BASE-BX-D	Transmit: 1490 nm; receive: 1310 nm 10 km
	34060470	1000BASE-BX-U	Transmit: 1310 nm; receive: 1490 nm 10 km
	34060540	1000BASE-BX-D	Transmit: 1490 nm; receive: 1310 nm 40 km
	34060539	1000BASE-BX-U	Transmit: 1310 nm; receive: 1490 nm 40 km
Two-fiber bidirectional FE module	34060287	100BASE-FX	1310 nm, 2 km
	34060276	100BASE-LX	1310 nm, 15 km

Category	Part Number	Type	Wavelength and Transmission Distance
	34060281	100BASE-VX	1310 nm, 40 km
	34060282	100BASE-ZX	1550 nm, 80 km
Single-fiber bidirectional FE module	34060364	100BASE-BX-D	Transmit: 1550 nm; receive: 1310 nm 15 km
	34060363	100BASE-BX-U	Transmit: 1310 nm; receive: 1550 nm 15 km
	34060329	100BASE-BX-D	Transmit: 1550 nm; receive: 1310 nm 40 km
	34060328	100BASE-BX-U	Transmit: 1310 nm; receive: 1550 nm 40 km
Electrical module	34100052	10/100/1000BASE-T(X)	100 m

Table 33. Puertos de servicio disponibles. Fuente: Hedex - Huawei Library

Port	Description	Connector Type	Required Cable
GE1-GE4	FE/GE port (unpluggable electrical port)	RJ45	Network Cable
GE5-GE6	FE/GE port (SFP module)	RJ45 SFP electrical module or LC SFP optical module AE 905S module	- SFP optical module: Fiber Jumper - SFP electrical module: Network Cable
STM-1(1)-STM-1(2)	STM-1 port	- LC (with an SFP optical module) - SAA straight female (with an SFP electrical module)	- SFP optical module: Fiber Jumper - SFP electrical module: STM-1 Cable
E1 (1-16)	First to sixteenth E1/T1 signals, which can be conFigurad using software NOTE: SLF2CSHO supports T1 signals.	Ana 96	E1 Cable Connected to the External Equipment or E1 Cable Connected to the E1 Panel

Table 34. Explicación de los status de los leds indicadores de la tarjeta CSHO Status explanation for indicators on a CSHO board. Fuente: Hedex - Huawei Library

Indicator	State	Meaning
STAT	On (green)	The board is working properly.
	On (red)	The board hardware is faulty.
	Off	The board is not working, the board is not created, or there is no power supplied to the board.
PROG	Blinks on (green) and off at 100 ms intervals	Software is being loaded to the board during the board power-on or reset process.
	Blinks on (green) and off at 300 ms intervals	The board software is in BIOS boot state during the board power-on or reset process.
	On (green)	- The upper layer software is being initialized during the board power-on or reset process. - The software is running properly during the board running process.
	Blinks on (red) and off at 100 ms intervals	The BOOTROM self-check fails during the board power-on or reset process.
	On (red)	The memory self-check fails or loading upper layer software fails during the

Indicator	State	Meaning
		board power-on or reset process. - The logic file or upper layer software is lost during the board running process. - The pluggable storage card is faulty.
SYNC	On (green)	The clock is working properly.
	On (red)	The synchronization sources are lost.
SRV	On (green)	The system is working properly.
	On (red)	A critical or major alarm is generated in the system.
	On (yellow)	A minor or remote alarm is generated in the system.
PWRA	On (green)	There is an input from the first -48 V power port.
	Off	There is no input from the first -48 V power port.
PWRB	On (green)	There is an input from the second -48 V power port.
	Off	There is no input from the second -48 V power port.

Indicator		State	Meaning
USB	USB flash drive	Blinks (red)	The USB flash drive is online but faulty, or the NE does not support the USB flash drive.
		Blinks on (yellow) and off at 300 ms intervals	Data is being backed up to or recovered from the USB flash drive.
		On (red)	Backing up data to or recovering data from the USB flash drive failed.
		On (green)	- A USB flash drive is online. - Data backup or recovery is complete.
		Off	The USB flash drive is offline or the NE cannot identify the USB flash drive.
	WLAN module NOTE: A CSHO board can house a WLAN module only when using the	Steady green	The WLAN module has been identified and is working properly.
		Steady red	The WLAN module is faulty.
		Off	No WLAN module is connected to the USB port. The WLAN module connected to the USB port cannot be identified.

Indicator		State	Meaning
	SLF2 functional version.		
GE1-GE4		On (green)	The port is properly connected.
		Blinks (yellow)	The port is receiving or transmitting data.
		Off	The port is not connected or is incorrectly connected.
L/A5-L/A6		On (green)	The port is properly connected and is not transmitting or receiving data.
		On (red)	An optical power alarm is reported (applicable only to optical ports).
		Blinks (yellow)	The port is receiving or transmitting data.
		Off	The port is not connected or is incorrectly connected.
LOS1-LOS2		On (red)	The SDH optical port reports an R_LOS alarm.
		Off	The SDH optical port is free of R_LOS alarms.
		on (green)	The connection is normal.

Indicator	State	Meaning
NMS/COM and EXT	on or blinks (yellow)	The port is receiving or transmitting data.
	off	The port is not receiving or transmitting data.

Anexo 7: Datasheet IF board ISM6

Funciones:

- Soporta capacidad para integrar servicios IP, así como SDH usando Native E1 + Ethernet, Native STM -1 + Ethernet.
- Soporta varios modos de trabajo a nivel IF:
 - IS6-PLUS: La modulación más alta disponible es 4096QAM, el máximo channel spacing es de 112MHz (en este caso, la modulación más alta es de 2048QAM)
 - IS6: La modulación más alta disponible es 4096QAM, el máximo channel spacing es de 112MHz (en este caso, la modulación más alta es de 2048QAM)
 - IS3: La modulación más alta disponible es 2048QAM, cuando la tarjeta IF trabaja en modo IS3, se puede interconectar con una tarjeta ISV3 remota.
 - IS2: La modulación más alta disponible es 256QAM, cuando la tarjeta IF trabaja en modo IS2 se puede interconectar con una tarjeta ISU2 remota.
- Soporta funciones para servicios a nivel L3VPN.
- Soporta protección 1+1 en canales modo intra o inter board IF.
- Soporta XPIC usando 2 canales intra-board IF.
- Soporta PLA usando canales a nivel intra-board.
- Soporta EPLA y EPLA+.
- Soporta Modulación Adaptativa.
- Soporta el featuring Frame Header Compresion.
- Soporta funcionalidad MIMO.



Figura 110. Panel Frontal de tarjeta IF ISM6. Fuente: Hedex – Huawei Library

Funcionamiento:

A continuación se muestra un diagrama de funcionamiento de una tarjeta IF modelo ISM6.

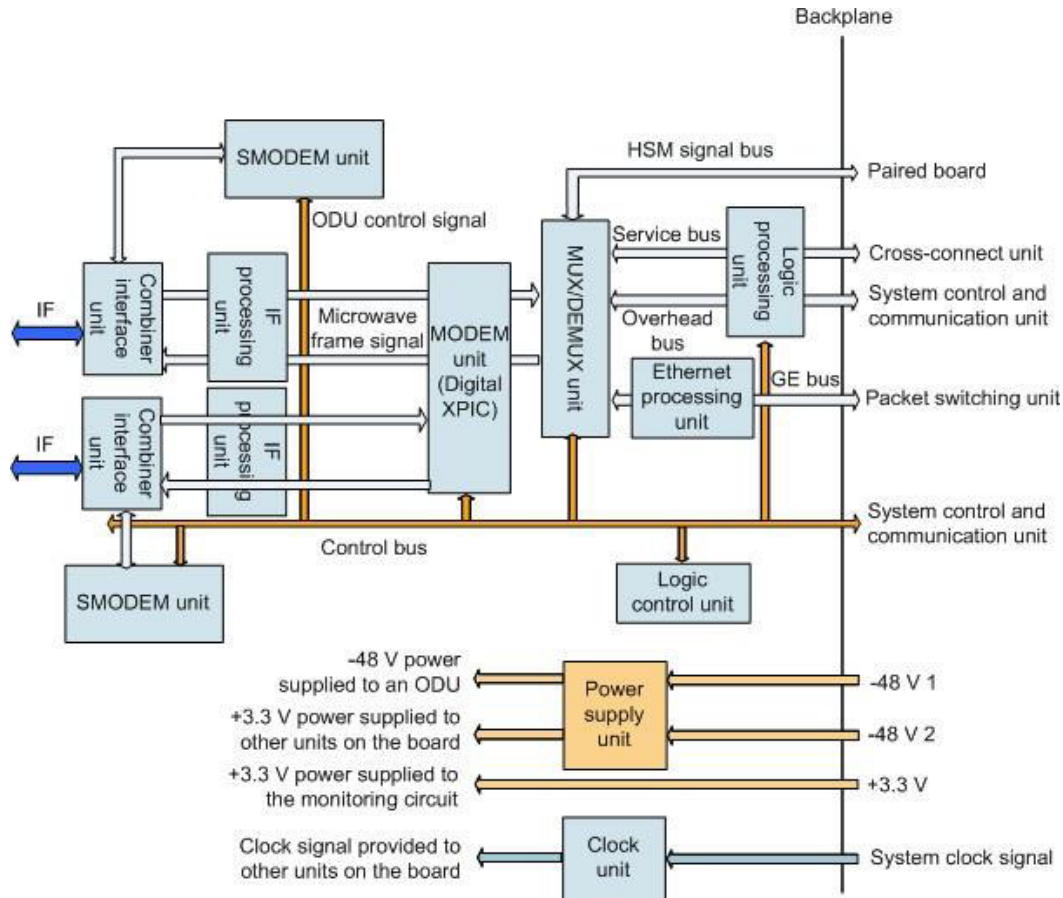


Figura 111. Diagrama de bloques del funcionamiento de una tarjeta ISM6. Fuente: Hedex – Huawei Library

Procesamiento de la Señal en la dirección de Recepción:

- Combiner interface unit: Separa las ODU control signals del microwave service signals.
- MODEM unit:
 - Demodula la ODU control signal

- Transmite las ODU control signals hacia el sistema de control y unidad de comunicación.
- IF processing unit: Filtra las señales, realiza la conversión analógica/digital, y transmite las señales convertidas hacia el modem unit.
- Modem unit:
 - Si XPIC está deshabilitado, ejecuta demodulación digital.
 - Si XPIC está habilitado, ejecuta operaciones XPIC de las IF signals.
 - Ejecuta time-domain adaptive equalization.
 - Ejecuta forward error correction (FEC) decoding y genera alarmas, en caso existiese.
- MUX/DEMUX unit
 - Detecta los microwave frame headers y genera alarmas and eventos a nivel performance, si es que lo hubiese.
 - Verifica pariedad de bits en los microwave frames y genera alarmas and eventos de performance, si es que lo hubiese.
 - Revisa los link IDs en los microwave frames y genera alarmas and eventos de performance, si es que lo hubiese..
 - Detecta los cambios en ambos ATPC mensajes y responde mensajes, y reporta los cambios al sistema de control y comunicaciones sobre el control bus.
 - Extrae orderwire bytes, auxiliary channel bytes (incluyendo F1 y serial bytes), y DCC bytes desde los microwave frames, y transmite los bytes hacia el logic processing unit.
 - Mapea los E1 service signals a una posición específica en los VC-4s y transmite los VC-4s hacia el logic processing unit.
 - Extrae los Ethernet signals de los microwave service signals, y transmite los Ethernet signals hacia el Ethernet processing unit.
- Ethernet processing unit
 - Procesa los GE signals recibidos del MUX/DEMUX unit.

- Envía las señales procesadas hacia el packet switching unit.
- Logic processing unit
 - Procesa los clock signals.
 - Transmite los overhead signals hacia el sistema de control y comunicación.
 - Transmite los VC-4 signals y los pointer indication signals hacia el cross-connect unit.

Table 35. Información física y consumo de energía. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Performance
Dimensions (H x W x D)	19.82 mm x 193.80 mm x 225.80 mm
Weight	0.65 kg
Power consumption	< 40 W

Table 36. Modo de trabajo Integrated IP (IS6 mode, EI + Ethernet, XPIC). Fuente: Hedex - Huawei Library

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
7	QPSK Strong	3	8 to 10	8 to 12	8 to 19	8 to 24
7	QPSK	4	10 to 12	10 to 15	10 to 24	10 to 31

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
7	16QAM Strong	8	16 to 21	17 to 26	17 to 40	17 to 51
7	16QAM	9	20 to 25	20 to 31	20 to 48	20 to 61
7	32QAM	11	24 to 31	25 to 38	25 to 59	25 to 76
7	64QAM	15	31 to 39	31 to 48	32 to 74	32 to 96
7	128QAM	17	36 to 46	37 to 56	37 to 87	38 to 112
7	256QAM	20	42 to 53	42 to 65	43 to 101	44 to 130
7	512QAM	22	47 to 60	47 to 73	48 to 113	49 to 145
14 (13.75)	QPSK Strong	8	16 to 21	16 to 26	17 to 40	17 to 51
14 (13.75)	QPSK	9	20 to 25	20 to 31	20 to 48	21 to 62
14 (13.75)	16QAM Strong	16	34 to 43	34 to 53	35 to 82	35 to 105
14 (13.75)	16QAM	19	40 to 51	40 to 62	41 to 96	42 to 124

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
14 (13.75)	32QAM	24	50 to 64	51 to 78	51 to 120	52 to 155
14 (13.75)	64QAM	30	63 to 80	64 to 98	64 to 152	66 to 195
14 (13.75)	128QAM	36	75 to 95	75 to 116	76 to 179	78 to 231
14 (13.75)	256QAM	41	86 to 109	86 to 133	87 to 205	89 to 263
14 (13.75)	512QAM	46	96 to 121	96 to 148	98 to 229	100 to 294
14 (13.75)	1024QAM	50	104 to 132	105 to 162	106 to 250	109 to 321
28 (27.5)	QPSK Strong	17	36 to 46	36 to 56	37 to 86	37 to 111
28 (27.5)	QPSK	20	42 to 54	42 to 66	43 to 101	44 to 130
28 (27.5)	16QAM Strong	35	73 to 93	74 to 114	75 to 175	76 to 225
28 (27.5)	16QAM	41	86 to 109	86 to 133	87 to 205	89 to 263

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
28 (27.5)	32QAM	52	109 to 139	110 to 170	112 to 262	114 to 337
28 (27.5)	64QAM	65	135 to 172	136 to 210	138 to 324	141 to 416
28 (27.5)	128QAM	75	160 to 203	161 to 248	163 to 383	167 to 492
28 (27.5)	256QAM	75	184 to 233	185 to 284	187 to 439	191 to 564
28 (27.5)	512QAM	75	198 to 251	200 to 307	202 to 474	206 to 609
28 (27.5)	1024QAM	75	216 to 274	218 to 335	221 to 517	225 to 664
28 (27.5)	2048QAM	75	227 to 287	228 to 351	231 to 542	236 to 696
56 (55)	QPSK Strong	35	73 to 93	74 to 114	75 to 176	76 to 226
56 (55)	QPSK	41	86 to 109	87 to 133	88 to 206	89 to 264
56 (55)	16QAM Strong	71	148 to 188	149 to 230	151 to 355	154 to 456

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
56 (55)	16QAM	75	173 to 220	175 to 268	177 to 414	180 to 532
56 (55)	32QAM	75	217 to 275	219 to 336	221 to 519	226 to 666
56 (55)	64QAM	75	273 to 346	275 to 423	279 to 653	284 to 838
56 (55)	128QAM	75	323 to 409	326 to 500	330 to 772	336 to 991
56 (55)	256QAM	75	369 to 467	372 to 571	376 to 882	384 to 1132
56 (55)	512QAM	75	400 to 507	403 to 619	408 to 956	416 to 1227
56 (55)	1024QAM	75	436 to 552	439 to 675	445 to 1041	453 to 1337
56 (55)	2048QAM	75	456 to 578	460 to 707	466 to 1091	475 to 1401
40	QPSK Strong	24	49 to 63	50 to 77	51 to 119	51 to 153
40	QPSK	28	58 to 74	58 to 90	59 to 139	60 to 179

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
40	16QAM Strong	48	100 to 127	101 to 156	102 to 240	104 to 309
40	16QAM	56	117 to 149	118 to 182	120 to 281	122 to 360
40	32QAM	72	150 to 190	151 to 232	153 to 359	156 to 460
40	64QAM	75	185 to 235	187 to 287	189 to 443	192 to 568
40	128QAM	75	219 to 277	221 to 339	223 to 524	228 to 672
40	256QAM	75	251 to 318	253 to 389	256 to 600	261 to 770
40	512QAM	75	271 to 344	273 to 420	277 to 648	282 to 832
40	1024QAM	75	295 to 374	298 to 458	302 to 706	307 to 907
40	2048QAM	75	326 to 413	328 to 505	333 to 779	339 to 1000
112	QPSK Strong	70	147 to 188	149 to 229	150 to 354	152 to 455

Channel Spacing (MHz)	Modulation Scheme	Maximum Number of E1s in Hybrid Microwave	Native Ethernet Throughput (Mbit/s)			
			Without Compression	With L2 Frame Header Compression	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv4)	With L2+L3 Frame Header Compression (IPv6)
112	QPSK	75	172 to 219	174 to 268	175 to 414	178 to 531
112	16QAM Strong	75	297 to 377	300 to 461	302 to 712	306 to 914
112	16QAM	75	347 to 441	351 to 539	352 to 831	357 to 1067
112	32QAM	75	434 to 551	439 to 674	441 to 1040	447 to 1336
112	64QAM	75	546 to 694	552 to 848	554 to 1309	562 to 1680
112	128QAM	75	646 to 820	653 to 1003	656 to 1547	665 to 1987
112	256QAM	75	745 to 947	753 to 1158	757 to 1786	768 to 2293
112	512QAM	75	832 to 1058	841 to 1293	845 to 1995	857 to 2415
112	1024QAM	75	910 to 1144	919 to 1510	918 to 1452	N/A

Table 37. IF performance. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item		Performance
IF signal	Transmit frequency of the IF board (MHz)	350
	Receive frequency of the IF board (MHz)	140
ODU O&M signal	Modulation scheme	ASK
	Transmit frequency of the IF board (MHz)	5.5
	Receive frequency of the IF board (MHz)	10
Interface impedance (ohm)		50

*Table 38. Performance del procesamiento de la señal en banda base del modem.
Fuente: Hedex - Huawei Library*

Item	Performance
Encoding mode	Low-density parity check code (LDPC) encoding.
Adaptive time-domain equalizer for baseband signals	Supported.

Anexo 8: Datasheet de la ODU modelo XMC-2H en banda 8Ghz.

Funciones:

- Varios channel spacing.
- Varios formatos de modulation.
- Funcion de Adaptive modulation (AM) disponible.
- Ajuste de frecuencias TX/RX mediante software.
- Ajuste de potencia TX mediante software.
- Detección de temperature.
- Detección de potencia TX.
- Detección de potencia RX.
- Received Signal Strength Indicator (RSSI) interface:

La ODU tiene una interface RSSI, el cual indica la potencia RX en voltaje.

- Se puede mutear la transmisión.
- Función de Automatic Transmit Power Control (ATPC) disponible.

Tabla 39. Atributos de la ODU modelo XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library

Item	XMC-2H ODU
ODU type	ODU in high power
Frequency band	L6 GHz, U6 GHz, 7 GHz, 8 GHz and 11 GHz
Microwave modulation format	QPSK, QPSKSTRONG, 16 QAM, 16 QAMSTRONG, 32 QAM, 64 QAM, 128 QAM, 256 QAM, 512 QAM, 512 QAMLIGHT, 1024 QAM, 1024 QAMLIGHT and 2048QAM
Channel spacing	7 MHz, 14 MHz, 28 MHz, 40 MHz and 56 MHz

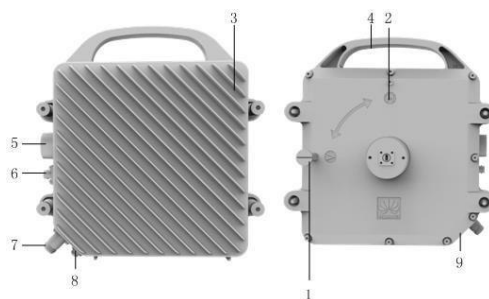


Figura 112. Vista General de la ODU XMC-2H y sus puertos de entrada. Fuente: Hedex – Huawei Library

Tabla 40. Descripción de los puertos de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library

No.	Item	Description
1	Guide pin	The guide pin is used together with the guide trough to facilitate the installation of the ODU.
2	Polarization direction identifier	H: Horizontal polarization
		V: Vertical polarization
3	Cooling fins	The 45°slant angle of the cooling fins ensures the ventilation of the ODU in horizontal-polarized and vertical-polarized conditions to facilitate heat dissipation.
		The XMC-3H and XMC-5D have the vertical cooling fins.
4	Handle	The handle is used to facilitate the holding and installation of the ODU.
5	Pressure vent\Pressure hole	Ensures that the pressure inside the ODU and that outside the ODU are the same, thus preventing explosion. In addition, the pressure vent valve can prevent moisture.
		The XMC-2/XMC-2H ODU has the pressure vent, and the XMC-3/XMC-3W/XMC-3H/XMC-5D ODU has the pressure hole.

6	RSSI interface	RSSI level indication interface. The level of the received signal of the ODU can be calculated based on the voltage of the interface that is measured through a multimeter. Interface type: BNC type (female)
7	Single-channel ODU: IF interface	The antenna interface is a waveguide interface that is connected to an antenna, a hybrid coupler, an antenna adapter, or a flexible waveguide. Interface type: 153IEC-R84, can be interconnected with the PBR84 (7/8 GHz frequency band)
8	Grounding screw	The grounding screw is connected to the PGND cable.
9	Cut corner	In horizontal and vertical conditions, cables are inclined from the cut corner to enhance waterproof reliability.

Funcionamiento:

La ODU se encuentra localizado entre la IDU y el sistema de la antenna. Los principios del funcionamiento de la ODU son los siguientes:

- **Procesamiento de las señales que serán transmitidas:**

La unidad multiplexora divide las input signals transmitidas a través del cable IF en las IF TX signals, O&M uplink signals, y -48 V DC power signals.

Las IF TX signals son procesadas según:

- Las IF TX signals son convertidas, filtradas, y amplificadas a RF TX signals. Luego, las RF TX signals son enviadas a la AMP unit.
- La AMP unit amplifica la potencia de las RF TX signals. La potencia de las RF TX signals pueden ser controladas por el software de la IDU.
- Las RF TX signals amplificadas son enviadas hacia la antena a través del duplexer isolation unit.

- Las O&M uplink signals son señales de 5.5 MHz que son moduladas en Amplitude Shift Keying (ASK) mode. Las señales son enviadas hacia el CTRL unit y son demoduladas.
- Las -48 V DC power signals son enviadas hacia el PWR unit. Dicha unidad genera una Fuente de energía secundaria para cada modulo de las ODU's.

- **Procesamiento de las señales que son recibidas:**

- El duplexer isolation unit separa las RF input signals de otras señales recibidas por la antenna.
- Las RF signals son amplificadas a través del Low Noise Amplifier (LNA) unit.
- Las RF signals amplificadas son convertidas, filtradas, y amplificadas en IF RX signals y son transmitidas al multiplexer unit.
- El multiplexer unit combina las IF RX signals y O&M downlink signals y luego transmite la señal combinada hacia la IDU a través del cable IF.
- La CTRL unit ejecuta la modulación ASK sobre el O&M downlink signals para generar 10 MHz signals. Las señales moduladas son transmitidas hacia la multiplexer unit. La CTRL unit provee la RSSI interface y monitorea los niveles de RX a través del circuito RSSI.

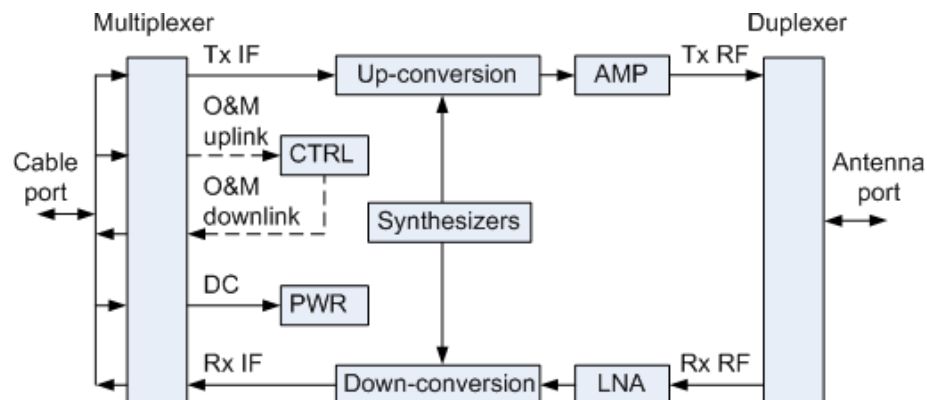


Figura 113. Diagrama de Bloques de funcionamiento de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex – Huawei Library

Table 41. Listado de formato de modulación y de channel spacing de la ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Specification
Modulation format	QPSK, QPSKSTRONG, 16QAM, 16QAMSTRONG, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM, 512QAM, 512QAMLIGHT, 1024QAM, 1024QAMLIGHT, and 2048QAM
Channel spacing	10 MHz, 20 MHz, 30 MHz, 40MHz and 50 MHz.

Table 42. Listado de las bandas de frecuencia de trabajo de la ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library

Frequency Band	Frequency Range (MHz)	Interval Between Center RX and TX Frequencies in a Channel (MHz)
L6 GHz	From 5,925.00 to 6,425.00	252.04
U6 GHz	From 6,525.00 to 6,875.00	160/170, 340
7GHz	From 7,093.00 to 7,897.00	175, 150
8GHz	From 7,731.00 to 8,497.00	300
11 GHz	From 10,700.00 to 11,700.00	500/490

Table 43. Listado de las especificaciones del transceiver de la ODU XMC-2H. Fuente: Hedex - Huawei Library

ITEM	SPECIFICATION								
	QPSK/ QPSKSTRONG	16QAM/ 16QAMSTRONG	32QAM	64QAM	128QAM	256QAM	512QAM/5 12QAMLIGHT	1024QAM/ 1024QAMLIGHT	2048QAM
Rated maximum TX power(dBm)									
L6 GHz	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	27.5 dBm	25.5 dBm
U6 GHz	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	27.5 dBm	25.5 dBm
7 GHz	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	27.5 dBm	25.5 dBm
8 GHz	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	30.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	27.5 dBm	25.5 dBm
11 GHz	28.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	28.5 dBm	26.5 dBm	26.5 dBm	25.5 dBm	23.5 dBm
Rated minimum TX power(dBm)									
L6/U6/ 7/8/11 GHz	5dBm								
Maximum RF RX power	L6/U6/7/8/11GHz • QPSK/QPSKSTRONG/16QAM/16QAMSTRONG/32QAM/64QAM/128QAM/256QAM: -20 dBm • 512QAM/512QAMLIGHT/1024QAM/1024QAMLIGHT: -25 dBm • 2048QAM: -28 dBm								

Table 44. Lists the IF specifications of the ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item		Specification
IF signal	Center frequency of the input IF	350 MHz
	Center frequency of the RX IF	140 MHz
	Return loss of the IF interface	< -15 dB
ODU O&M signal	Modulation mode	ASK
	Uplink signal	5.5 MHz
	Downlink signal	10 MHz

Table 45. List the integrated system specifications of the ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Specification
Integrated system dimensions	228 mm x 228 mm x 91 mm (width x depth x height)
Weight	≤ 5 kg (L6/U6 GHz frequency band) ≤ 4.5 kg (7/8/11 GHz frequency band)
Power supply	-48 V (from -36 V to -60 V) DC
Power consumption	≤ 42 W

NOTE:

Instead of the upper/lower limits of the central frequency of channels, the upper/lower limits of the frequency that carries the TX signals are described as follows to indicate the scope of frequencies supported by the ODU. The lowest central frequency of channels is higher than the lower limit frequency by half of the channel spacing. The highest central frequency of channels is lower than the upper limit frequency by half of the channel spacing.

The T/R spacing values listed in the following Tablas are default values. In special application scenarios and within the frequency range covered by the duplexer, the T/R spacing values within each band are configurable.

Table 46. Listado de información sobre la banda de frecuencia de 8GHz. Fuente: Hedex - Huawei Library

T/R Spacing (MHz)	Sub-Band	Lower Sub-band TX Frequency (MHz)		Higher Sub-band TX Frequency (MHz)	
		Lower Limit	Upper Limit	Lower Limit	Upper Limit
300	A	7,725.00	7,865.00	8,025.00	8,165.00
300	B	7,845.00	7,975.00	8,145.00	8,275.00

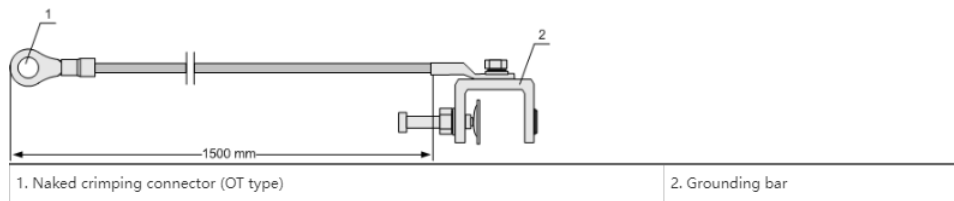


Figura 114. Vista de cable de tierra para protección de la ODU. Fuente: Hedex - Huawei Library

Anexo 9: Datasheet IF cable

Tabla 47. Tipos de Cable IF usados en instalaciones. Fuente: Hedex – Huawei Library

Type	Applicable Distance (Distance Between an IDU and an ODU)	Connector		IF Jumper Required
		ODU Side	IDU Side	
5D cable	< 120 m	Type N, male connector	Type TNC, male connector	No
RG-8U cable	120 m to 180 m	Type N, male connector	Type N, male connector	Yes
1/2- inch cable	180 m to 300 m	Type N, male connector	Type N, male connector	Yes

Table 48. Performance de los cables IF. Fuente: Hedex - Huawei Library

Item	Performance			
	5D Cable	RG-8U Cable	1/2-Inch Super- flexible Cable	1/2-Inch Common Cable
Characteristic impedance (ohm)	50	50	50	50
Attenuation (dB/100 m at 20° C)	≤ 10.0 (140 MHz) ≤ 11.0 (177 MHz) ≤ 15.0 (350 MHz) ≤ 18.0 (550 MHz)	≤ 6.0 (140 MHz) ≤ 7.0 (177 MHz) ≤ 9.0 (350 MHz) ≤ 11.0 (550 MHz)	≤ 5.0 (140MHz) ≤ 6.0 (177MHz) ≤ 6.63 (350MHz) ≤ 8.5 (550MHz)	≤ 2.8 (140MHz) ≤ 3.0 (177MHz) ≤ 4.5 (350MHz) ≤ 5.5 (550MHz)

Item	Performance			
	5D Cable	RG-8U Cable	1/2-Inch Super-flexible Cable	1/2-Inch Common Cable
DC resistance (ohm/km at 20°C)	≤ 11.0	≤ 4.9	≤ 4.3	≤ 2.7
Outside diameter of the cable (mm)	7.60	10.16	13.40	15.7

An IF jumper connects the IDU to an IF cable. The IF jumper works with the IF cable to transmit IF signals and O&M signals in addition to supplying -48 V power between the ODU and the IDU.

An IF jumper is a 2 m RG-223 cable. One end of the IF jumper has a Type N connector that is connected to the IF cable. The other end of the IF jumper has a TNC connector that is connected to the IF board.

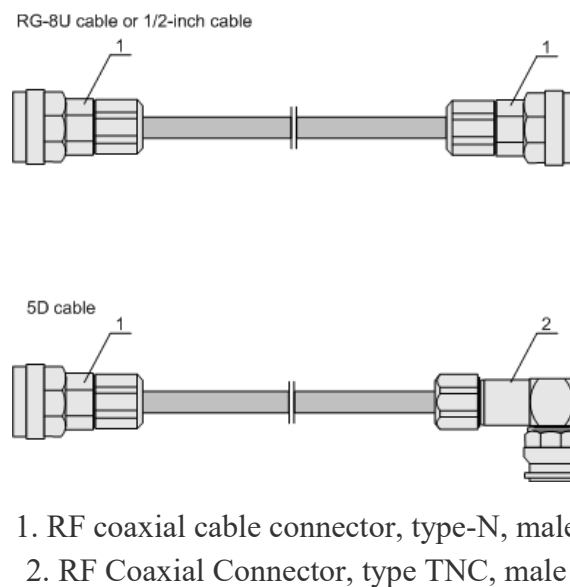


Figura 115. Diagrama de los tipos de cables IF RG-8U y 5D, y sus conectores.

Fuente: Hedex – Huawei Library

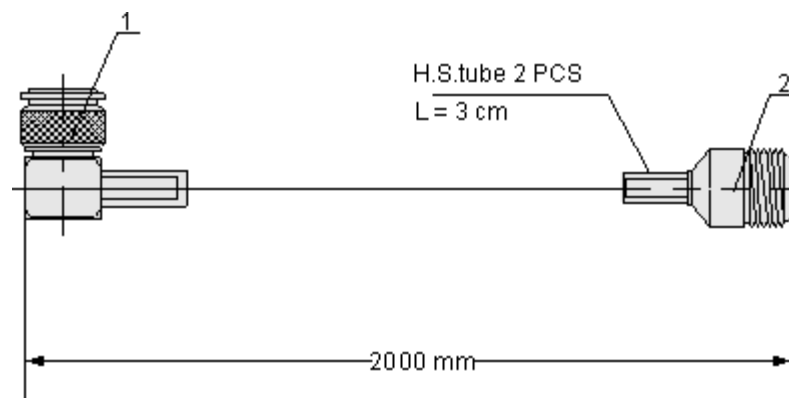


Figura 116. IF jumper. Fuente: Hedex – Huawei Library

Anexo 10: Datasheet Flexible Wave Guide and performance information (7,8Ghz)

Table 49. Información técnica de la Guía de Onda en 7G y 8G. Fuente: Hedex - Huawei Library

BOM number	52440607
Frequency band	7G,8G
Length (m)	0.9
Frequency Range(GHz)	7.1-8.5
Insertion Loss(dB)	0.24
Standing Wave	1.1
Flange Type	PBR84/PBR84
Twistflex Hanger BOM Number	21150785
Twistflex Hanger Quantity	1



Figura 117. Vista General de una Guía de Onda. Fuente: support.huawei.com

Table 50. Performance de la Guida de Onda en diferentes bandas de frecuencia.
Fuente: Hedex - Huawei Library

Item		Performance					
		7/8 GHz frequency band	10/11 GHz frequency band	13 GHz frequency band	15 GHz frequency band	18/23/ 26 GHz frequency band	28/32/ 38 GHz frequency band
Length (m)		0.9/1.2/1.8	0.6/0.9/1.2/.8	0.6/0.9/1.2/1.8	0.6/0.9	0.6/0.9	0.6/0.9
Attenuation (dB)		≤ 0.24/0.36/0.54	≤ 0.24/0.3/0.48/0.72	≤ 0.3/0.45/0.6/0.9	≤ 0.4/0.59	≤ 0.76/1.13	≤ 1.2/1.8
Flatness (dB)		≤0.2	≤0.2	≤0.2	≤0.3	≤0.5	≤0.5
Standing wave ratio		1.1					1.2
Interface	At the side of the ODU adapter	154IEC-PBR84	154IEC-PBR100	154IEC-PBR120	154IEC-PBR140	154IEC-PBR220	154IEC-PBR320
	At the side of the antenna adapter						
Maximum twist degree (the whole flexible wavegui		264°	310°	360°	445°	510°	510°

Item	Performance					
	7/8 GHz frequency band	10/11 GHz frequency band	13 GHz frequency band	15 GHz freque ncy band	18/23/ 26 GHz freque ncy band	28/32/ 38 GHz freque ncy band
de, uniformly twisting)						
Minimum E- bend radius (mm)	76	64	64	52	38	38
Minimum H- bend radius (mm)	152	127	115	102	76	76

Anexo 11: Dual-Polarized Balanced Coupler (7 Ghz, 8 Ghz)

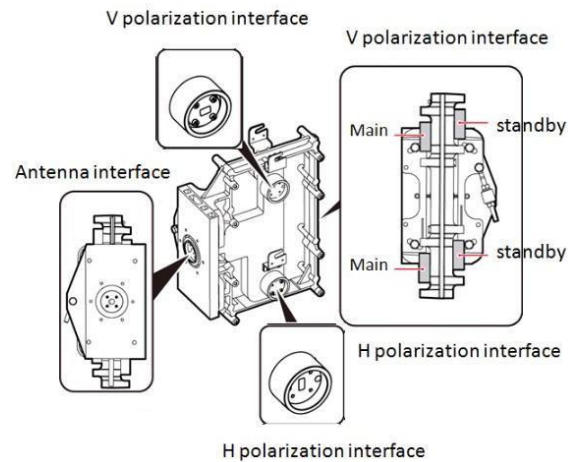


Figura 118. Interfaces de un dual-polarized coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library

Funciones:

Un acoplador de polarización dual combina dos canales de señales de RF de polarización H o V en un solo canal y combina el canal de señales de RF de polarización H con el canal de señales de RF de polarización V.

- En la dirección de transmisión, un acoplador de polarización dual combina dos canales de señales de RF de polarización H recibidos de dos ODU de polarización H en un canal y dos canales de señales de RF de polarización V recibidos de dos ODU de polarización V en un canal, luego combina el canal de señales de RF de polarización H con el canal de señales de RF de polarización V, y finalmente envía las señales combinadas a una antena.
- En la dirección de recepción, un acoplador de doble polarización divide las señales recibidas de una antena en señales de RF polarizadas en H y señales de RF polarizadas en V, divide las señales de RF polarizadas en H en dos canales y envía los dos canales de señales a dos ODU polarizadas en H, y divide las señales de RF polarizadas en V en dos canales y envía los dos canales de señales a dos ODU polarizadas en V.

Funcionamiento:

Un acoplador de doble polarización tiene cinco puertos y comprende un transductor de modo ortogonal (OMT) y dos acopladores híbridos. El OMT combina las ondas polarizadas H y V en ondas polarizadas duales en transmisión directa, y divide las ondas polarizadas duales en ondas polarizadas H y V en recepción directa, realizando la conversión entre una cavidad de guía de ondas rectangular y una cavidad de guía de ondas redonda. Cualquier acoplador híbrido combina/divide las señales polarizadas en H o en V utilizando el acoplador de la guía de ondas rectangular. La figura 62 ilustra el principio de funcionamiento de un acoplador de doble polarización.

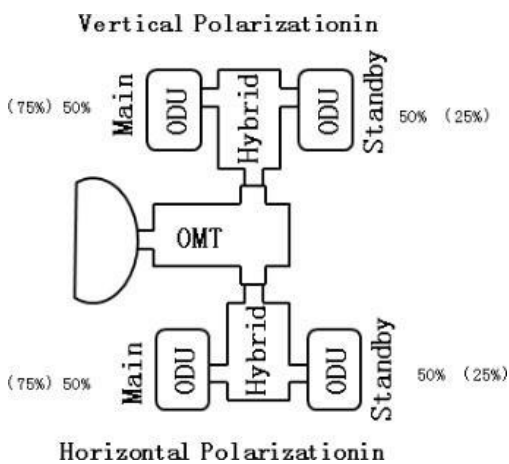


Figura 119. Principio de funcionamiento de un dual-polarized coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library

Tabla 51. Descripción de las interfaces del Dual-Polarized Coupler. Fuente: Hedex – Huawei Library

Interface	Mark	Function	Type of Connector
Antenna interface	-	Connects to the antenna.	

Interface	Mark	Function	Type of Connector
Main tributary interface of V-polarized	Main.V	Connects to the main ODU of V-polarized.	153IEC-R84 (7/8 GHz frequency band) 153IEC-R120 (13 GHz frequency band) 153IEC-R140 (15 GHz frequency band) 153IEC-R220 (18/23/26 GHz frequency band) 153IEC-R320 (28/32/38 GHz frequency band)
Extension tributary interface of V-polarized	STB.V	Connects to the standby ODU of V-polarized.	
Main tributary interface of H-polarized	Main.H	Connects to the main ODU of H-polarized.	
Extension tributary interface of H-polarized	STB.H	Connects to the standby ODU of H-polarized.	

Table 52. Technical information del Dual-Polarized balanced coupler. Fuente: Hedex - Huawei Library

BOM number	52440849
Frequency band	7G,8G
Type	Balanced
Frequency Range(GHz)	7.125~8.5
Coupling (dB)	3
Waveguide Port Type	153IEC-R84
Standing Wave	1.3
Main Channel Insertion Loss(dB)	3.7±0.5
Standby Channel Insertion Loss(dB)	3.7±0.5

Table 53. Technical information del adaptador de la antena. Fuente: Hedex - Huawei Library

BOM number	52440729
Antenna vendor	HUAWEI

Interface type	R interface
Frequency band(GHz)	7G,8G
Standing Wave	1.2
Insertion Loss	0.2
Description	Microwave Accessory,AA07R-HW/XMC,1.025"dia,XMC to R A

Anexo 12. Datasheet de antena de doble polarización modelo A07D12HS

Descripción:

La antena de doble polarización transmite y recibe al mismo tiempo ondas electromagnéticas de polarización horizontal y vertical. Según el modo de instalación de la ODU en la antena, la antena de doble polarización se clasifica en dos tipos, a saber, montajes direct-mount y separate-mount.

Las Figuras 34 y 35 muestran los brazos de alimentación de la antena de doble polarización de montajes direct-mount y separate-mount. Ver Anexo 9 para mayores especificaciones técnicas.

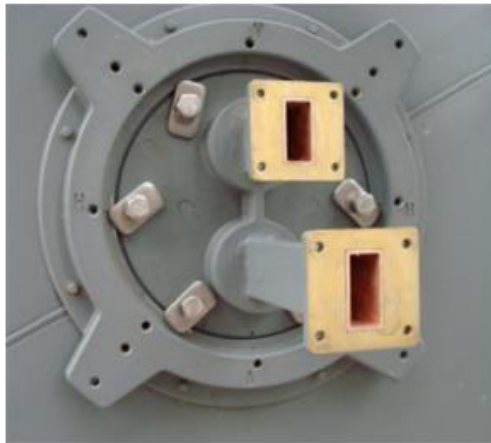


Figura 120. Feed boom de una antena dual-polarized en una instalación tipo separate-mount. Fuente: Hedex – Huawei Library

Funciones:

La antena de microondas se utiliza para convertir las señales de RF transmitidas desde la ODU en ondas electromagnéticas radiadas en el aire.

Para nuestra implementación, tenemos disponibles 2 tipos de antenas disponibles que cumplen nuestros requisitos técnicos las cuales son detalladas en la Tabla 9.

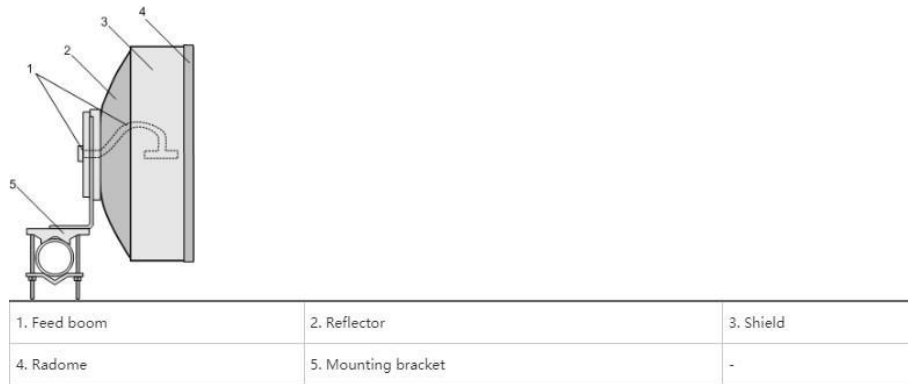


Figura 121. Estructura de una antena. Fuente: Hedex – Huawei Library

Las funciones de cada componente de la antena se describen a continuación:

- **Feed Boom**

La interfaz de entrada del brazo de alimentación recibe las señales de RF transmitidas desde la ODU. Las señales de RF recibidas se transmiten a través de la guía de ondas a la interfaz de salida del brazo de alimentación, que se encuentra en el punto focal del reflector. La interfaz de salida del brazo de alimentación equivale a una antena de bocina preliminar. Irradia ondas electromagnéticas hacia el reflector de la antena.

Se puede cambiar la dirección de polarización de la antena girando el brazo de alimentación. La dirección de polarización de la antena es la polarización de las ondas electromagnéticas radiadas por la antena. La dirección de polarización de las ondas electromagnéticas es la dirección del campo eléctrico. La figura 2 muestra las direcciones de polarización soportadas por la guía de ondas rectangular.

- **Reflector**

Normalmente, el reflector de la antena de microondas es un paraboloide giratorio. El reflector se utiliza principalmente para reflejar las ondas electromagnéticas y proporcionar la ganancia directiva.

En la dirección TX, el reflector refleja las ondas electromagnéticas radiadas desde el brazo de alimentación para que las ondas electromagnéticas sean direccionales.

En la dirección RX, el reflector refleja las ondas electromagnéticas recibidas desde un espacio más amplio, y luego ensambla las ondas electromagnéticas a la interfaz de salida del brazo de alimentación.

- Radomo

El radomo protege la antena de los daños causados por el viento, la lluvia y el hielo. Las ondas electromagnéticas pueden ser radiadas a través del radomo.

- Shield

El escudo se instala en la antena HP. El escudo se utiliza principalmente para suprimir la radiación de los lóbulos laterales.

- Soporte de Montaje

El soporte de montaje se utiliza para fijar la antena en el poste y para ajustar ligeramente el acimut y la elevación. Además del soporte de montaje, se necesita una varilla de refuerzo para fijar la antena con un diámetro mayor. Para más detalles, consulte las instrucciones de la antena.

Tabla 54. Especificaciones de la interface feed boom de una antena Huawei. Fuente: Hedex – Huawei Library

Frequency Band	Interface Type			
	Direct-Mount Single-Polarized Antenna	Direct-Mount Dual-Polarized Antenna	Separate-mount Single-Polarized Antenna	Separate-mount Dual-Polarized Antenna
6 GHz	153IEC-R70, can be interconnected with the PDR70	153IEC-R70	154IEC-PDR70	154IEC-PDR70
7/8 GHz	153IEC-R84, can be interconnected with the PBR84	153IEC-R84	154IEC-UBR84	154IEC-UBR84

Tabla 55. Diámetros de una antena dual-polarized Huawei utilizada en instalaciones Separate-Mount. Fuente: Hedex – Huawei Library

Frequency Band	Antenna Diameter							
	0.6 m	0.9 m	1.0 m	1.2 m	1.8 m	2.4 m	3.0 m	3.7 m
6 GHz	NA	NA	Y	Y	Y	Y	Y	Y
7/8 GHz	NA	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
11GHz	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	NA
15 GHz	Y	Y	NA	Y	Y	NA	NA	NA
18 GHz	Y	Y	NA	Y	Y	NA	NA	NA
23 GHz	Y	Y	NA	Y	Y	NA	NA	NA

Anexo 13: HOP del enlace microondas inicial 1+1 HSB.

HOP CONFIGURATION AND PERFORMANCE

LH2948
MARIASLH3006
LLATA

Latitude	9 ° 36 ' 0.4 "	9 ° 31 ' 8.9 "
Longitud	76 ° 42 ' 20.2 "	76 ° 47 ' 56.5 "
Azimuth	311 °	131 °
Antenna Type	VHLP4-7W-RC1C	VHLP4-7W-RC1C
Frequency	7.456 GHz CH 1 56 MHz	7.61 GHz
Link Type	OPTIX RTN 910 312 Mbps	OPTIX RTN 910
Polarization and Configuration	VERTICAL 1+1	
Antenna Height	18 m	18 m

PROPAGATION AND AVAILABILITY CALCULATION

Equipment	RF Central frequency	GHz	7.533
	Transmitter Power	dBm	21
Link	Link Distance	Km	14.12
Gains	Antenna Gain AT A	db	37.3
	Antenna Gain AT B	db	37.3
	Total Gain	db	74.6
Losses	Free Space	db	132.94
	By Obstacles	db	1
	Branching Tx/Rx	db	5.4
	Total	db	139.34
Levels, Interruption Time and Availability	Link Attenuation	db	64.74
	Rx Level without Fading	dBm	-44.74
	Threshold Level (BER=1E-3)	dbm	-72.5
	Threshold Level (BER=1E-6)	dbm	-69.5
	Fading Margin (BER=1E-3)	db	27.76
	Fading Margin (BER=1E-6)	db	24.76
	Probability of Rayleigh Fading	%	1.3381191
	Objective Interruption Time (BER=1E-3)	%	0.000305
	Objective Interruption Time (BER=1E-6)	%	0.0022592
	Fading Depth (BER=1E-3)	db	36.42
	Fading Depth (BER=1E-6)	db	27.73
	Rx Level with Fading (BER=1E-3)	dbm	-81.16
	Rx Level with Fading (BER=1E-6)	dbm	-72.47
	Real Interruption Time (BER=1E-3)	%	0.0022413
	Real Interruption Time (BER=1E-6)	%	0.0044719
	Availability	%	99.9955281
	UIT - R Objectives High Grade		NO CUMPLE

Date 2012/02/17

Responsability

RAFAEL ROMERO

Anexo 14: HOP del enlace microondas final 2+0 XPIC.

HOP CONFIGURATION AND PERFORMANCE


**LH2948
MARIAS**
**LH3006
LLATA**

Latitude	9 ° 36 ' 8.78 "	9 ° 31 ' 8.9 "
Longitud	76 ° 42 ' 6.66 "	76 ° 47 ' 56.5 "
Azimuth	311 °	131 °
Antenna Type	A07D12HS	A07D12HS
Frequency	7.881125GHz 646 Mbps 56 MHz	8.192445GHz CH 4
	7.940425GHz 646 Mbps 56 MHz	8.251745GHz CH 6
Link Type	OPTIX RTN 950A	OPTIX RTN 950A
Polarization and Configuration	VERTICAL/HORIZONTAL 2+0 X 1200 Mbps	
Antenna Height	20 m	25 m

PROPAGATION AND AVAILABILITY CALCULATION			CH 4	CH 6
Equipment	RF Central frequency	GHz	8.036785	8.096085
	Transmitter Power	dBm	27	27
Link	Link Distance	Km	14.12	14.12
Gains	Antenna Gain AT A	db	37.3	37.3
	Antenna Gain AT B	db	37.3	37.3
	Total Gain	db	74.6	74.6
Losses	Free Space	db	133.5	133.56
	By Obstacles	db	0	0
	Branching Tx/Rx	db	7	7
	Total	db	140.5	140.56
Levels, Interruption Time and Availability	Link Attenuation	db	65.9	65.96
	Rx Level without Fading	dBm	-39.9	-39.96
	Threshold Level (BER=1E-3)	dbm	-72.5	-72.5
	Threshold Level (BER=1E-6)	dbm	-69.5	-69.5
	Fading Margin (BER=1E-3)	db	32.6	32.54
	Fading Margin (BER=1E-6)	db	29.6	29.54
	Probability of Rayleigh Fading	%	0.8899344	0.8965008
	Fading Depth (BER=1E-3)	db	34.65	34.68
	Fading Depth (BER=1E-6)	db	25.95	25.99
	Rx Level with Fading (BER=1E-3)	dbm	-74.55	-74.64
	Rx Level with Fading (BER=1E-6)	dbm	-65.85	-65.95
	Real Interruption Time (BER=1E-3)	%	0.0004891	0.0004995
	Real Interruption Time (BER=1E-6)	%	0.0009758	0.0009967
	Availability	%	99.9990242	99.9990033
	Annual real interruption time	s	154.24	157.52
UIT - R Objectives High Grade			CUMPLE	CUMPLE

Date 2021/03/20

Responsability

Daniel Leon

Anexo 15: Reporte Fotográfico de la instalación del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Marias.



Figura 122. Vista panorámica de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 123. Antena dual-polarized Huawei instalada de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 124. Vista del mástil, coupler, ODU instaladas de la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 125. LOS y etiquetado del enlace microonda en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 126. Vista de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 127. Vulcanizado y etiquetados de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 128. Aterramiento de las ODUs instaladas en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 129. Recorrido vertical de los cableados outdoor en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



***Figura 130. Recorrido horizontal de los cableados outdoor en la estación Marias.
Fuente: Elaboración Propia***



Figura 131. Vista del Gabinete en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

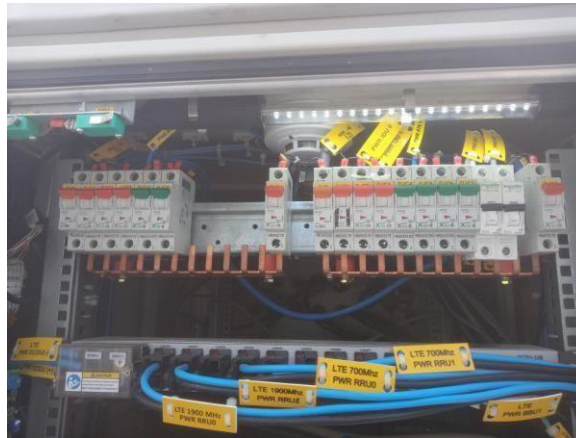


Figura 132. Energizado de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

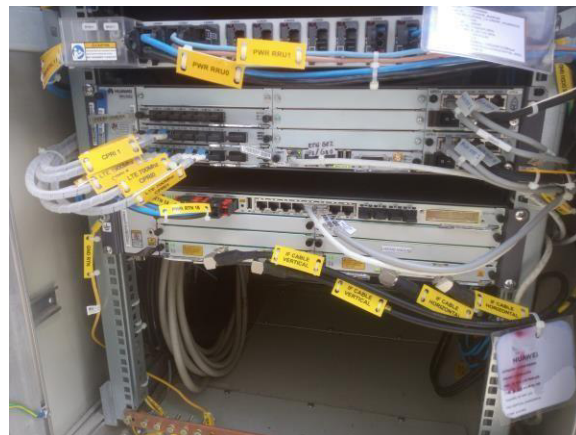


Figura 133. Vista de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 134. Etiquetado de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia



Figura 135. Aterramiento de la IDU en la estación Marias. Fuente: Elaboración Propia

Anexo 16. Reporte Fotográfico de la instalación del enlace microonda 2+0 XPIC en la estación Llata.



Figura 136. Vista panorámica de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 137. Vista panorámica de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 138. Vista del mástil de la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

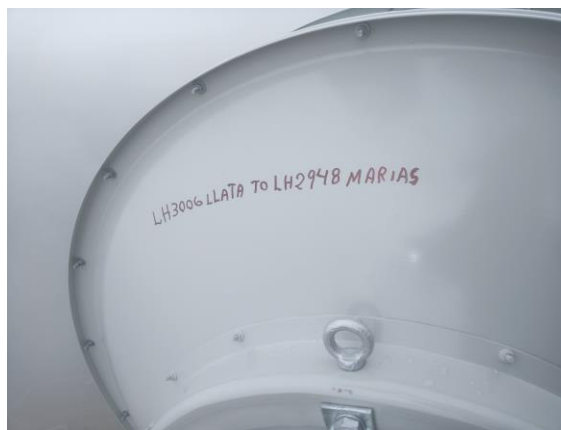


Figura 139. LOS y etiquetado del enlace microonda en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 140. Vista de las ODUs instaladas en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 141. Vulcanizado y etiquetado de las ODUs en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 142. Vulcanizado y etiquetado de las ODUs en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 143. Recorrido Vertical de los cables outdoor en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 144. Recorrido Horizontal de los cables outdoor en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 145. Vista panorámica del gabinete instalado en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

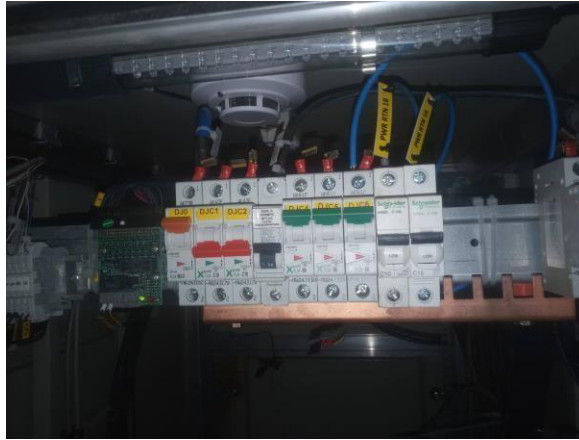


Figura 146. Energizado de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 147. Vista frontal de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 148. Etiquetado de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia



Figura 149. Aterramiento de la IDU en la estación Llata. Fuente: Elaboración Propia

Anexo 17. Ejemplo de configuración de un enlace con tecnología 4X4 MIMO

NE1 y NE2 son RTN 950A que utilizan una configuración MIMO 4x4. La figura 195 muestra los datos planificados para los enlaces de microondas. NE1 y NE2 utilizan la misma configuración de tarjeta, como se muestra en la Figura 196.

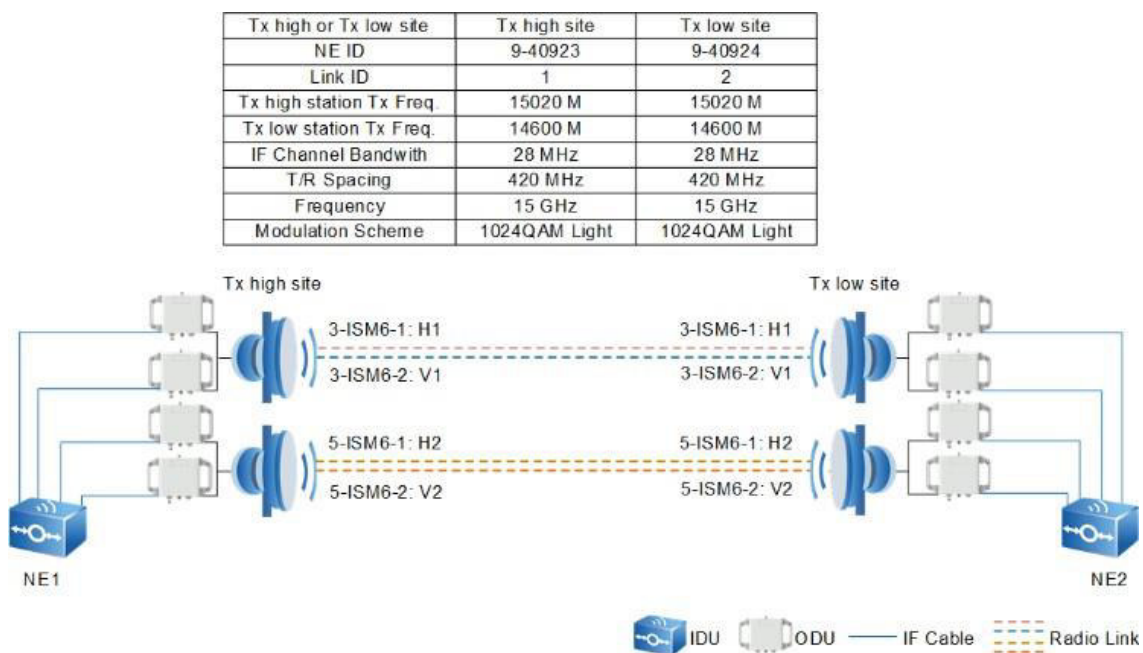


Figura 150. Ejemplo de parámetros de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library

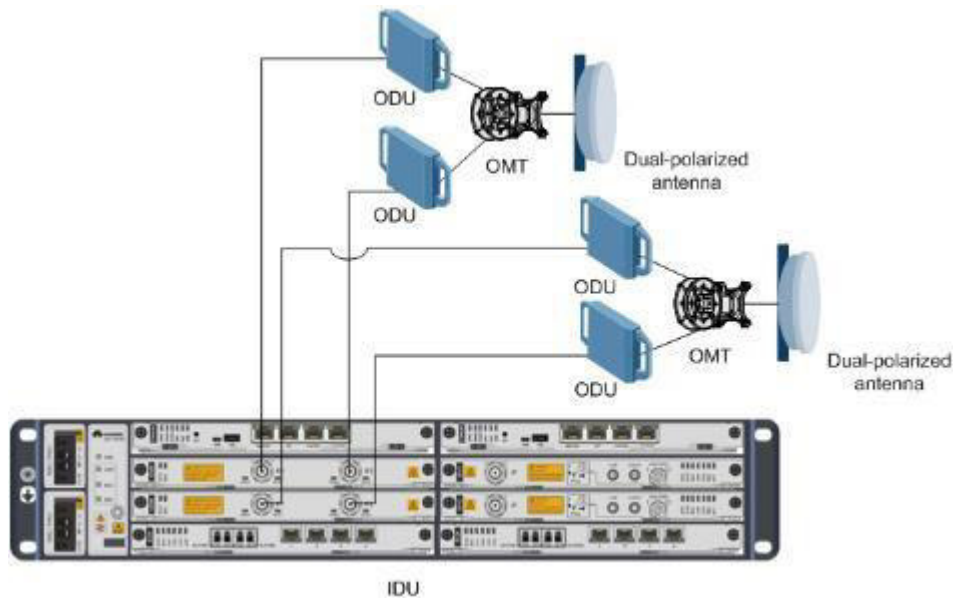


Figura 151. Configuración típica de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library

A nivel lógico, desde el gestor web tendríamos para una configuración 4*4 MIMO:



Figura 152. Configuración lógica de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Hedex - Huawei Library

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones para las instalaciones MIMO:

- Verificar la ortogonalidad de todas las polarizaciones y la nivelación de antenas.
- Ajustar el RSL entre los enlace A-B
- Ajustar el valor XPD del enlace A-B
- Ajustar el RSL entre los enlace B-C
- Ajustar el RSL entre los enlace A-D
- Ajustar el valor XPD del enlace C-D
- Ajustar el valor XPD del enlace C-D



Figura 153. Verificación de ortogonalidad de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei



Figura 154. Desviación de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei



Figura 155. Ajuste de antena de un enlace MIMO 4x4. Fuente: Support Huawei

Anexo 18. Ejemplo de configuración de un enlace con tecnología C.A

Ejemplos de Configuración

NE1 y NE2 son RTN 950A que están configurados con XPIC intra-board+inter-board 2CA. NE1 y NE2 utilizan la misma configuración de tarjetas.

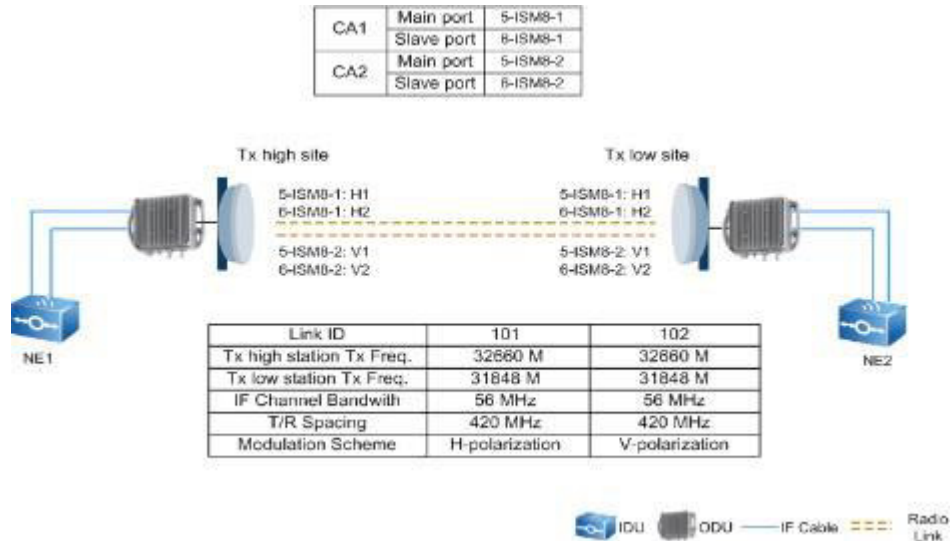


Figura 156. Configuración típica de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library

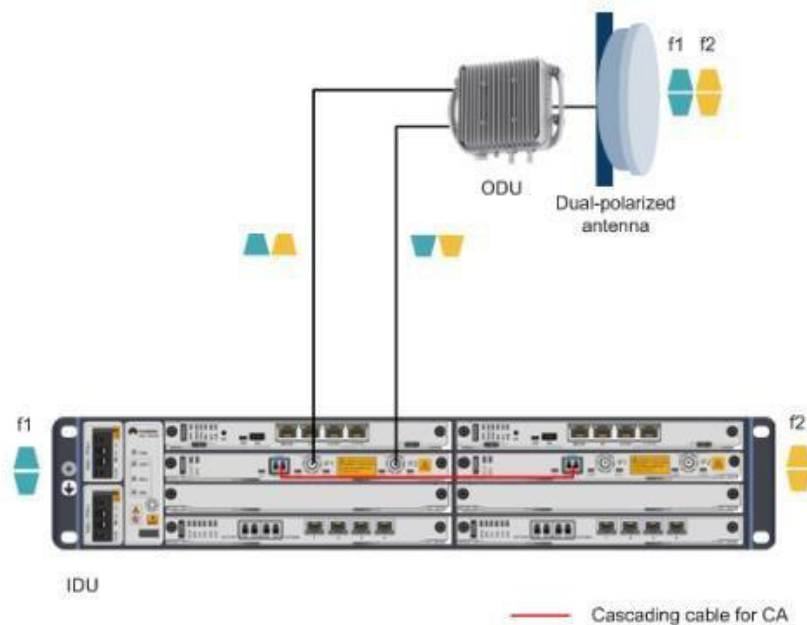


Figura 157. Configuración física de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library

Anexo 19. Especificaciones técnicas del EPLA en un enlace microondas

A continuación, se adjunta las especificaciones y requerimientos a nivel de hardware para la habilitación del EPLA.

Tabla 56. Especificaciones del EPLA que soporta el equipo OptiX RTN 950A

Item	Specifications
Maximum number of supported EPLA groups	4
Type of supported ports in an EPLA group	Integrated IP microwave ports
Number of members in an EPLA group	4 (CSHO)
	12 (CSHOF)
Number of members on a NE	8 (CSHO)
	12 (CSHOF)
Supported IF service types	Native E1+Ethernet
	Native STM-1+Ethernet
EPLA group bandwidth adjustment depending on the Ethernet bandwidth	Supported
Switching time	< 500 ms (even as short as 50 ms in typical scenarios)
Maximum bandwidth of an EPLA group	2.5 Gbit/s (CSHO)
	20 Gbit/s (CSHOF)

Tabla 57. Requerimientos de Hardware para poder habilitar el EPLA en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library

Feature Name	System Control Board	Board Type (Port Type)
PLA	CSHO/CSHOF	ISU2/ISX2/ISV3/ISM6/ISM8 (IF port)
EPLA	CSHO/CSHOF	IFU2/ISU2/ISX2/ISV3/ISM6/ISM8 (IF port)
	CSHNA/CSHNU	
EPLA+	CSHO	ISV3/ISM6 (IF port)

Anexo 20. Configuración lógica completa del enlace 2+0 XPIC

Local Radio Terminal (LHMW2948 MARIA...)
NE ID:111-25041 IP:129.9.141.85

1-ISM6-1(RTNIF-1) 1-ISM6-1(RTNIF-1) NSL-40.1 TSL 26.2 21-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 1-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 1-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization:

Directions:

MIMO: ☐

Figura 158. *Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*

Local Radio Terminal (LHMW2948 MARIA...)
NE ID:111-25041 IP:129.9.141.85

1-ISM6-2(RTNIF-2) 1-ISM6-2(RTNIF-2) NSL-40.1 TSL 27.1 41-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 1-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 1-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization:

Directions:

MIMO: ☐

Figura 159. *Parámetros básicos de configuración de la 1era portadora usando la polarización Horizontal en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*

Local Radio Terminal (LHMW2948 MARIA...)
NE ID:111-25041 IP:129.9.141.85

2-ISM6-1(RTNIF-1) 2-ISM6-1(RTNIF-1) NSL-39.3 TSL 27.0 22-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 2-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 2-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization: Switch

Directions:

MIMO: ☐

Figura 160. *Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Vertical en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*

Local Radio Terminal (LHMW2948 MARIA...)
NE ID:111-25041 IP:129.9.141.85

2-ISM6-2(RTNIF-2) 2-ISM6-2(RTNIF-2) NSL-39.4 TSL 27.1 42-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 2-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 2-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization: Switch

Directions:

MIMO: ☐

Figura 161. *Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Horizontal en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*

Local Radio Terminal (LHMW3006 LLATA...)
NE ID:111-25042 IP:129.9.141.107

1-ISM6-1(RTNIF-1) 1-ISM6-1(RTNIF-1) 1-ISM6-2(RTNIF-2) 21-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 1-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 1-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization

Directions: ☐

MIMO: ☐

Figura 162. *Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*

Local Radio Terminal (LHMW3006 LLATA...)
NE ID:111-25042 IP:129.9.141.107

1-ISM6-2(RTNIF-2) 1-ISM6-2(RTNIF-2) 1-ISM6-1(RTNIF-1) 41-ODU

Basic Parameters

Protection: ☒ 1+0 ☐ 1+1

XPIC: ☒

Polarization - V: 1-ISM6-1(RTNIF-1)

Link ID - V: 1

Polarization - H: 1-ISM6-2(RTNIF-2)

Link ID - H: 2

Exchange of Polarization

Directions: ☐

MIMO: ☐

Figura 163. *Parámetros básicos de configuración de la 1ra portadora usando la polarización Horizontal en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE*



Figura 164. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Vertical en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

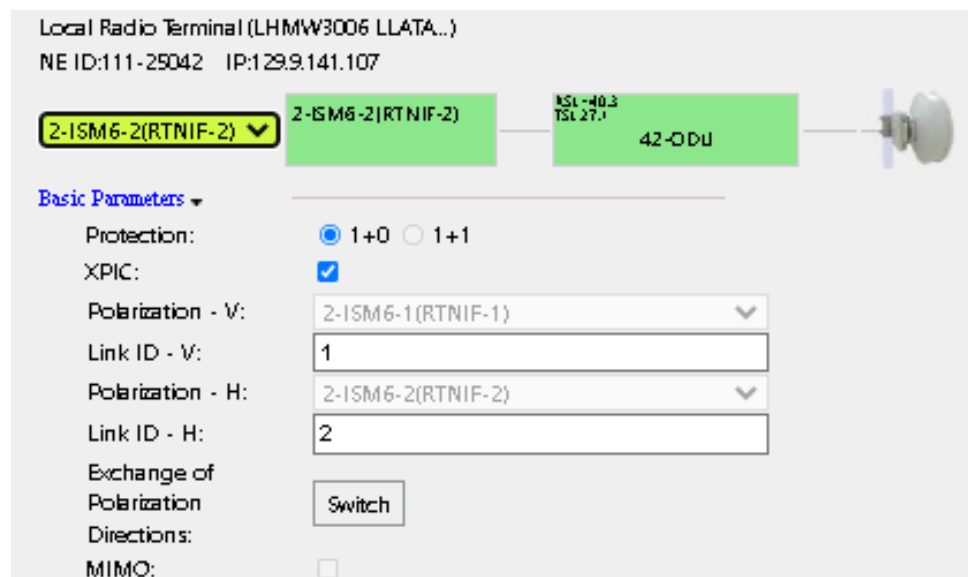


Figura 165. Parámetros básicos de configuración de la 2da portadora usando la polarización Horizontal en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Anexo 21. Gráficas de performances TSL de las ODUs del enlace 2+0 XPIC

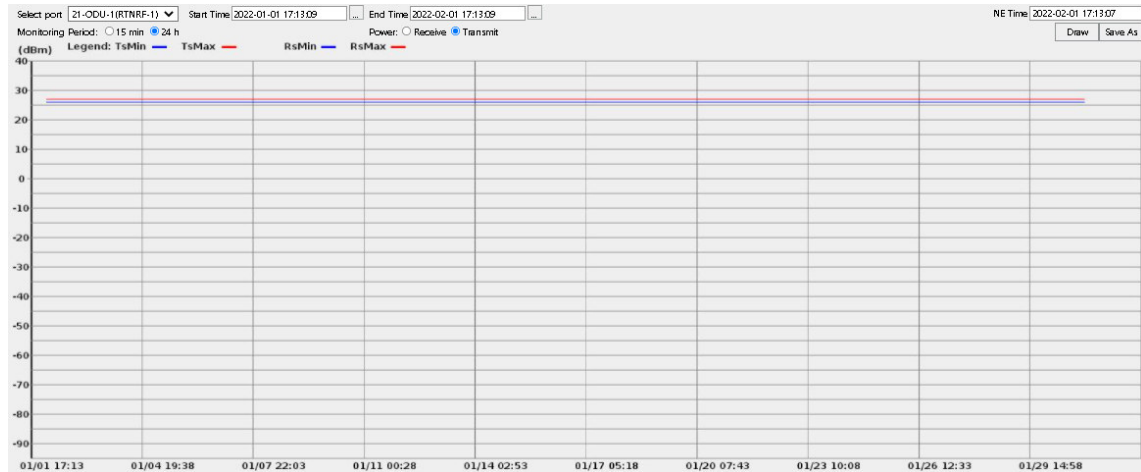


Figura 166. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

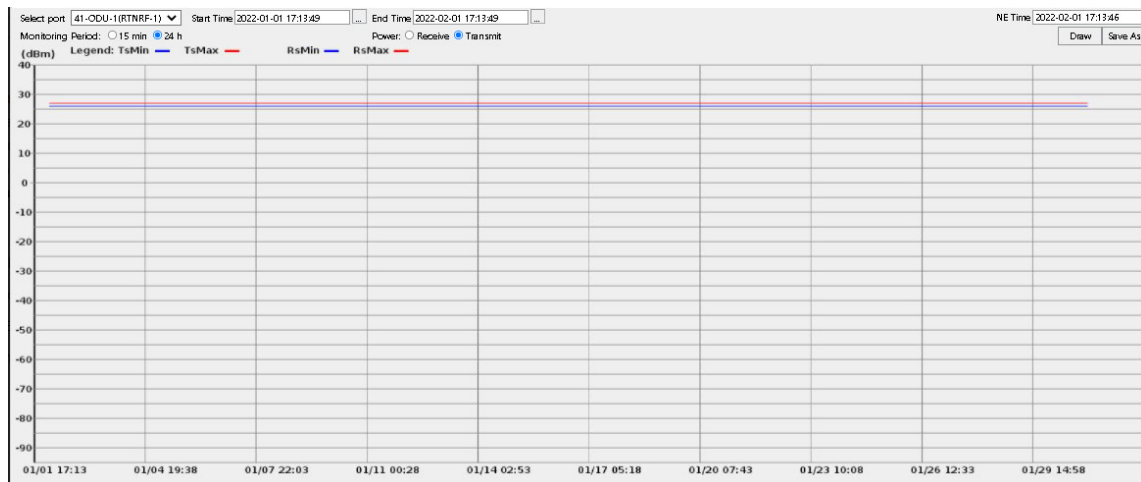


Figura 167. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

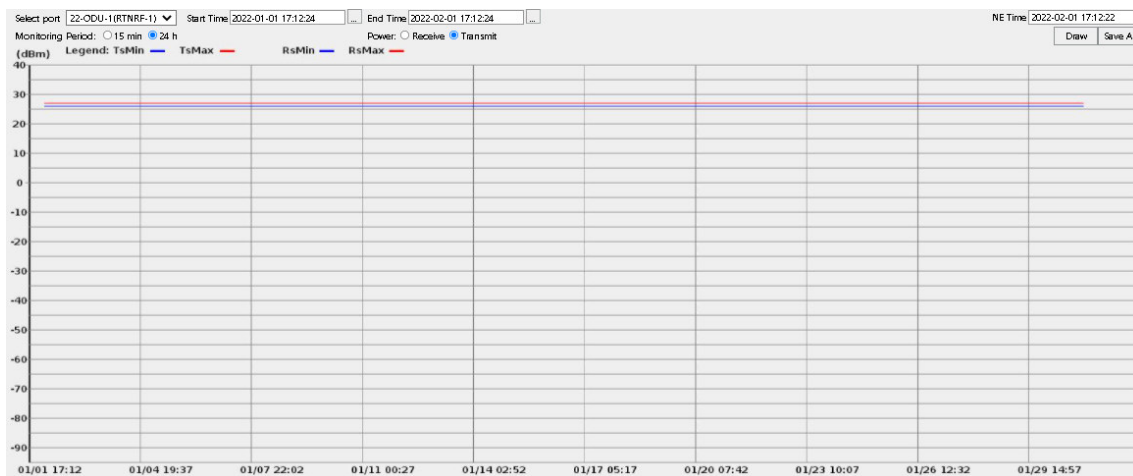


Figura 168. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

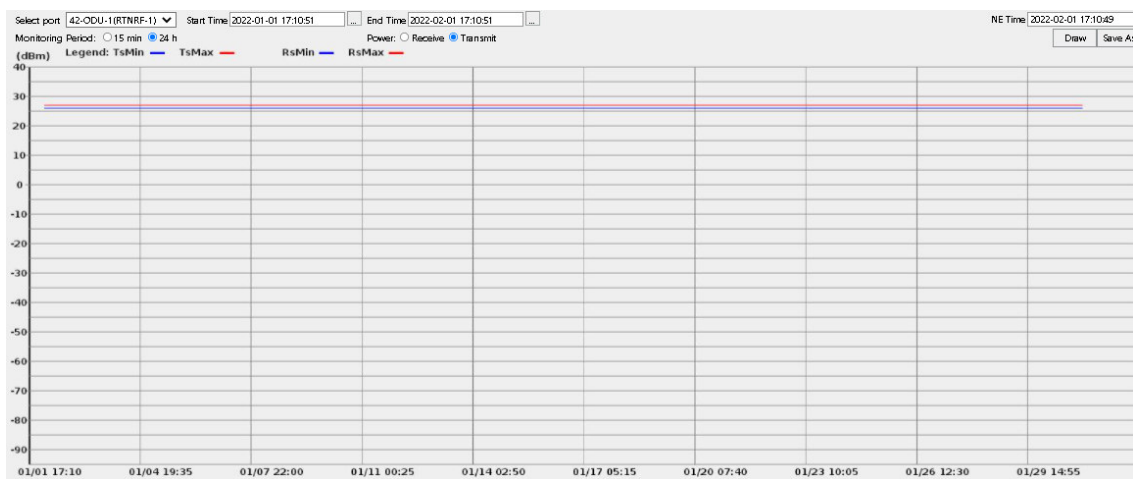


Figura 169. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

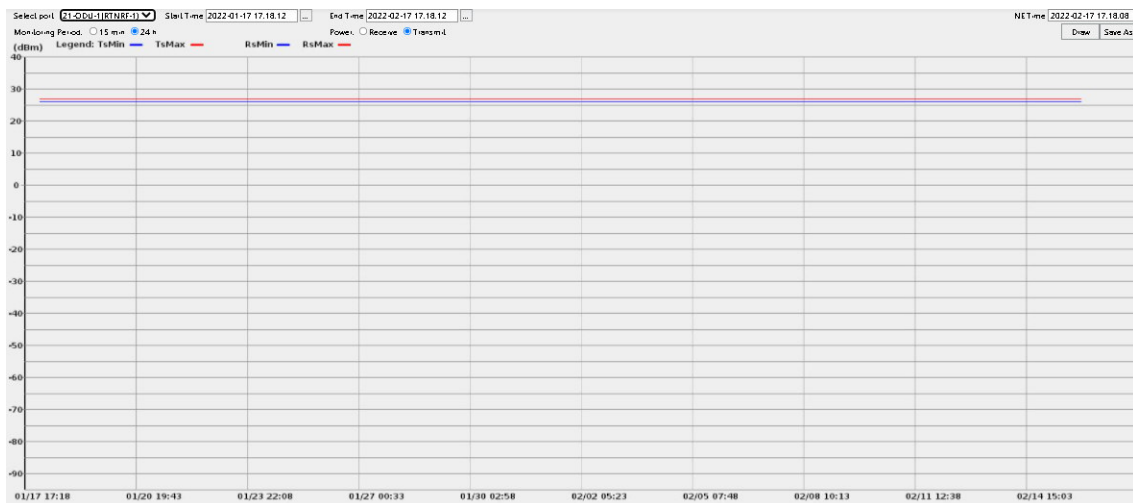


Figura 170. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

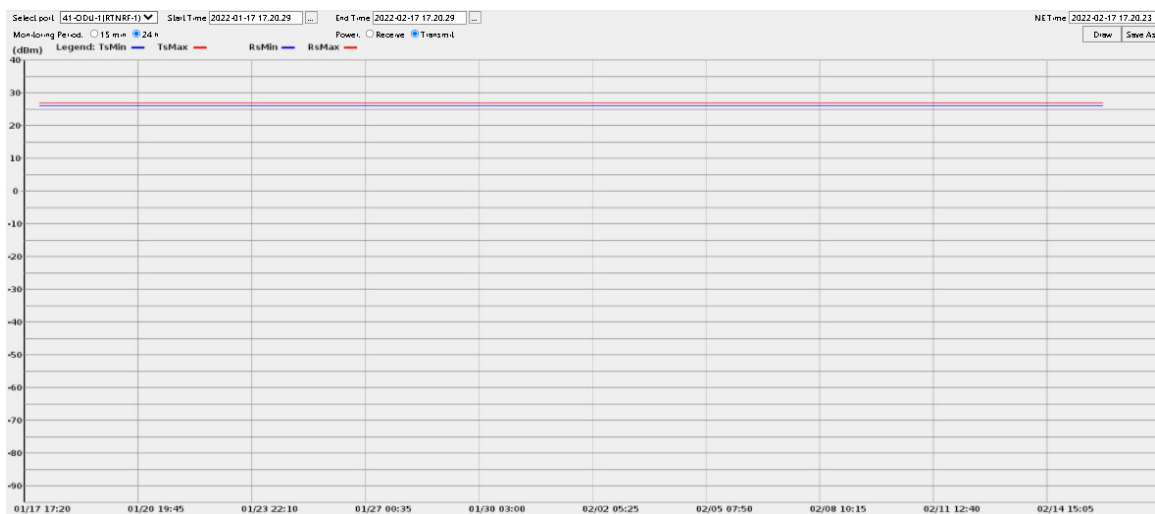


Figura 171. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1era portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

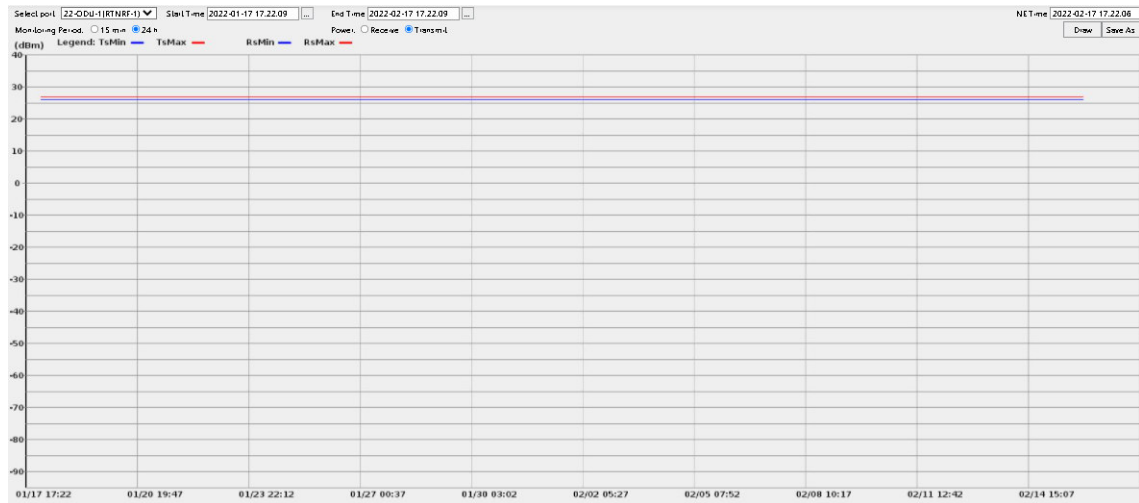


Figura 172. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

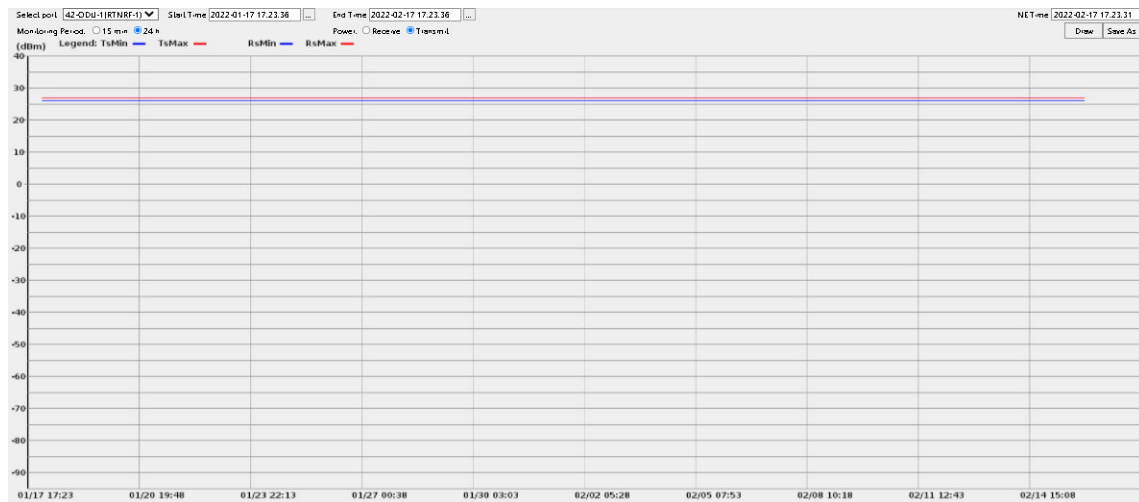


Figura 173. Registro histórico de niveles TSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Anexo 22. Gráficas del performance RSL de las ODUs del enlace 2+0 XPIC

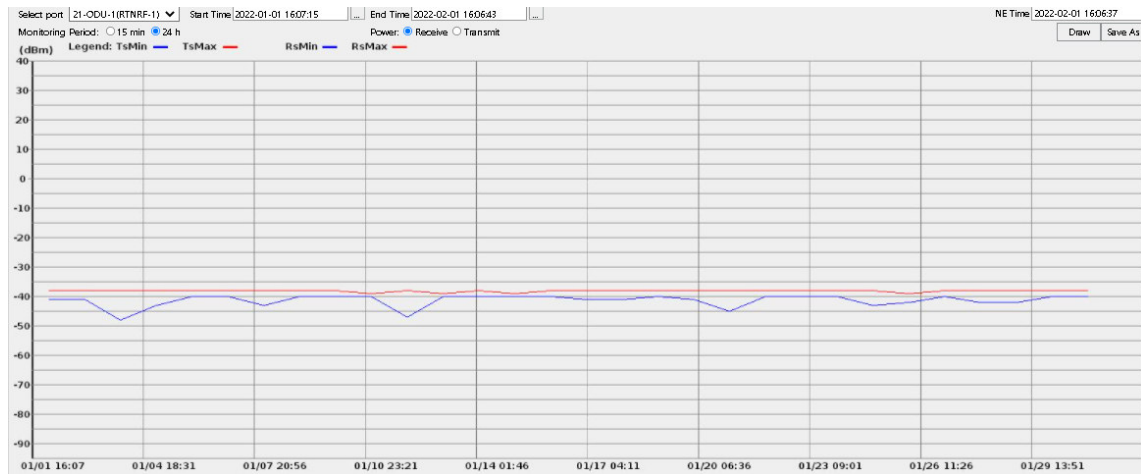


Figura 174. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

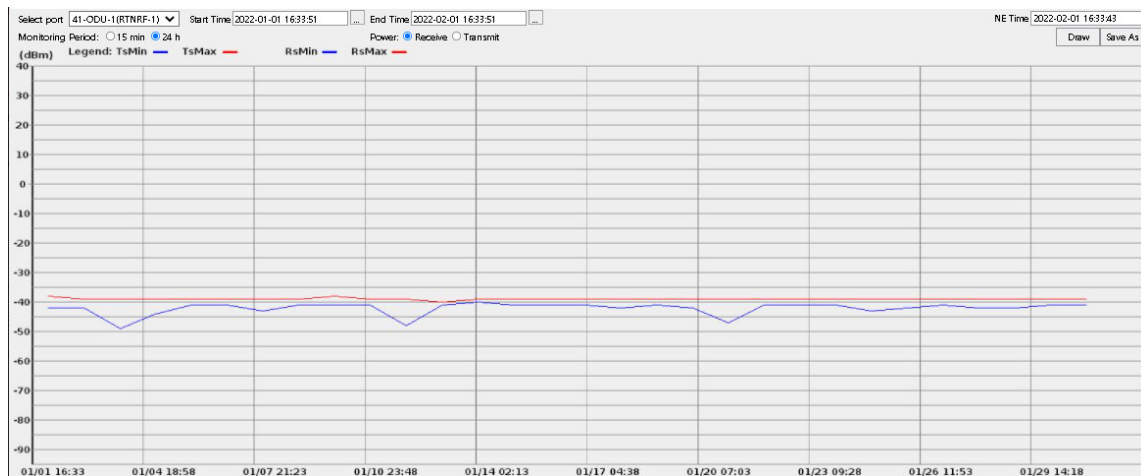


Figura 175. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

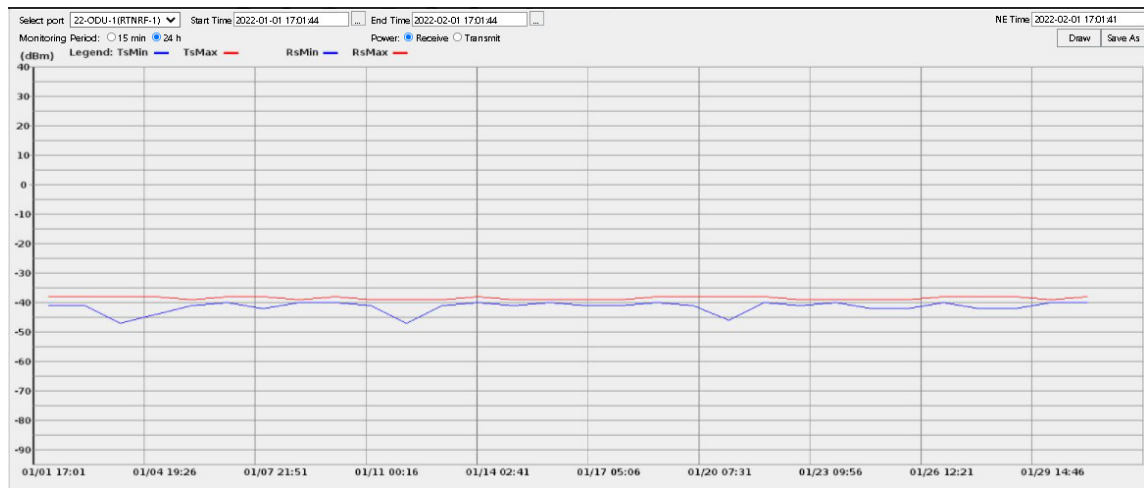


Figura 176. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

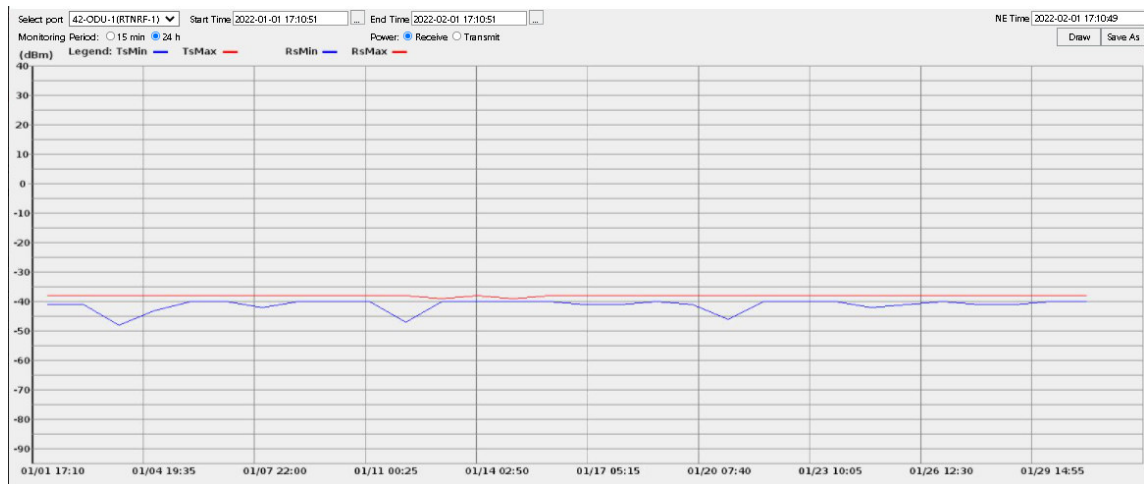


Figura 177. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Maria. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

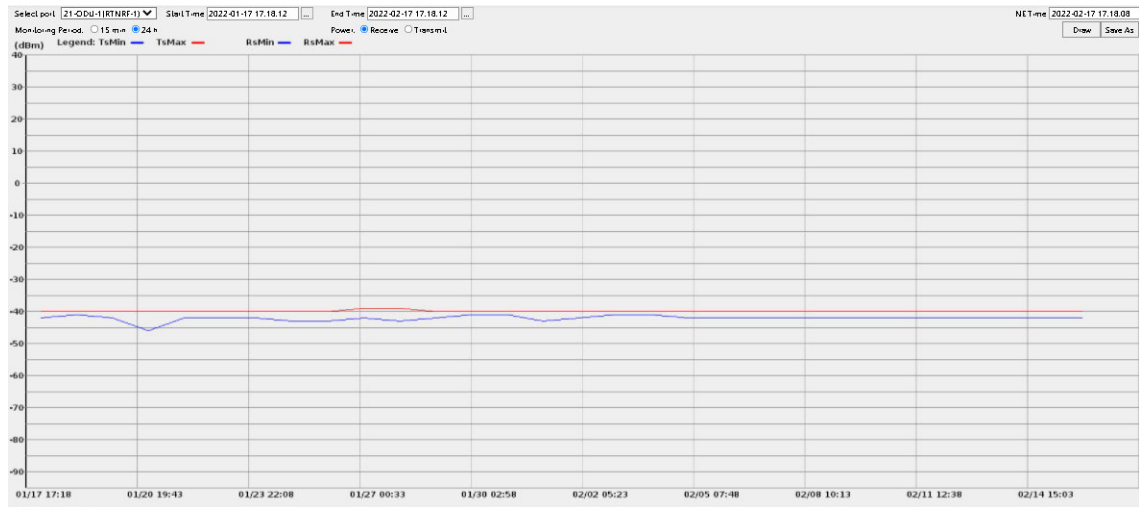


Figura 178. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

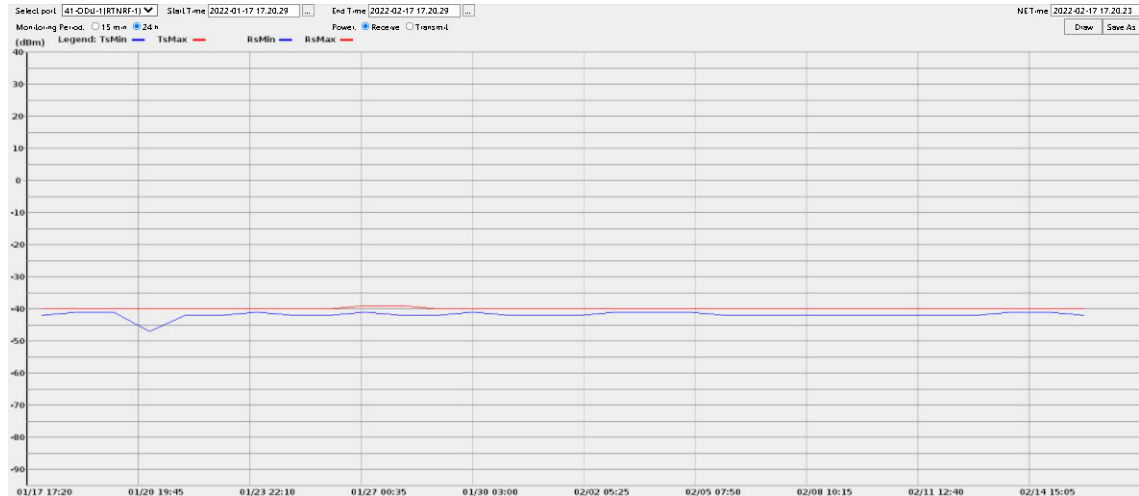


Figura 179. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 1ra portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

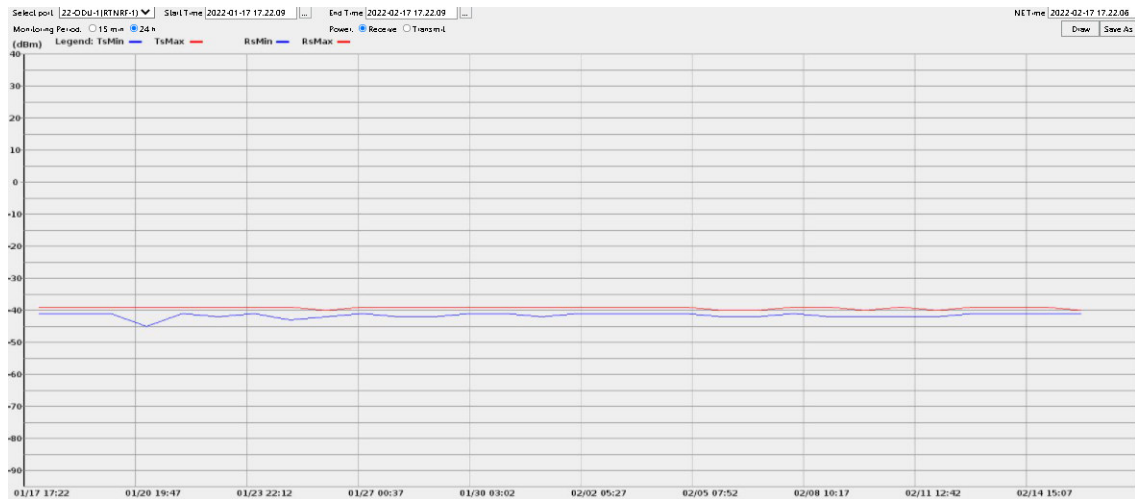


Figura 180. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Vertical correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

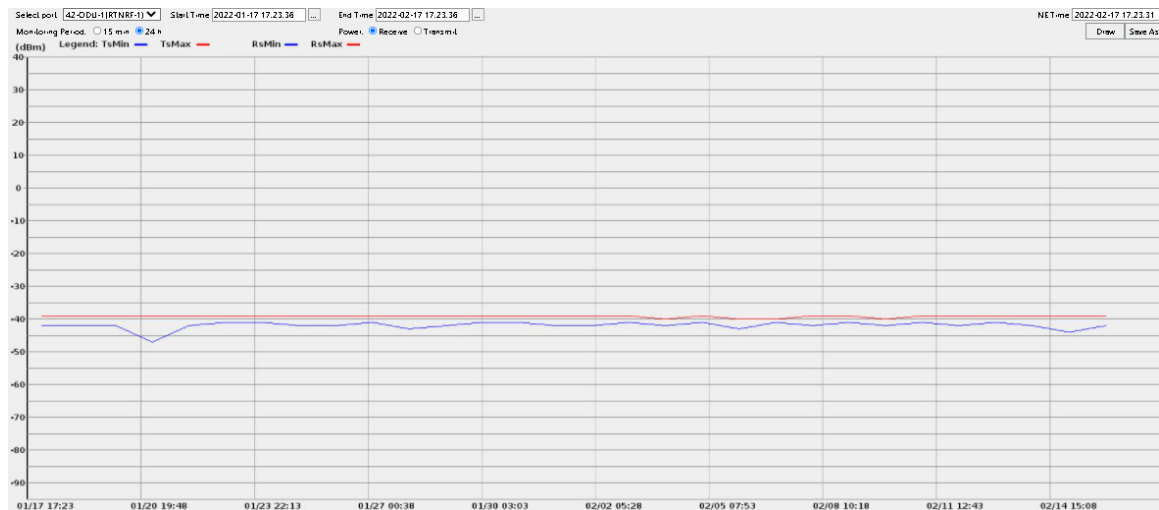


Figura 181. Registro histórico de niveles RSL de la ODU Horizontal correspondiente a la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Anexo 23. Proceso y resultado de pruebas de OFS del enlace 2+0 XPIC.

Iniciaremos con las ODUs de la polaridad V (lógicamente son las ODUs 22). Por lo que se necesita mutear previamente las ODUs correspondientes a la polaridad H (ODUs 42) y asegurar un correcto resultado.

Radio Frequency Attributes	Power Attributes	Equipment Information	Advanced Attributes
Board	RF Loopback	Configure Transmission Status	Actual Transmission Status
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-42-ODU	Non-Loopback	Mute	Unmute
		Mute	
		Unmute	

Figura 182. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Radio Frequency Attributes	Power Attributes	Equipment Information	Advanced Attributes
Board	RF Loopback	Configure Transmission Status	Actual Transmission Status
LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA-42-ODU	Non-Loopback	Mute	Unmute
		Mute	
		Unmute	

Figura 183. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Intjar	RADIO_MUTE	LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA	42-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1
Intjar	RADIO_MUTE	LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS	42-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1

Figura 184. ODUs Horizontales muteadas de la 2da polaridad para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

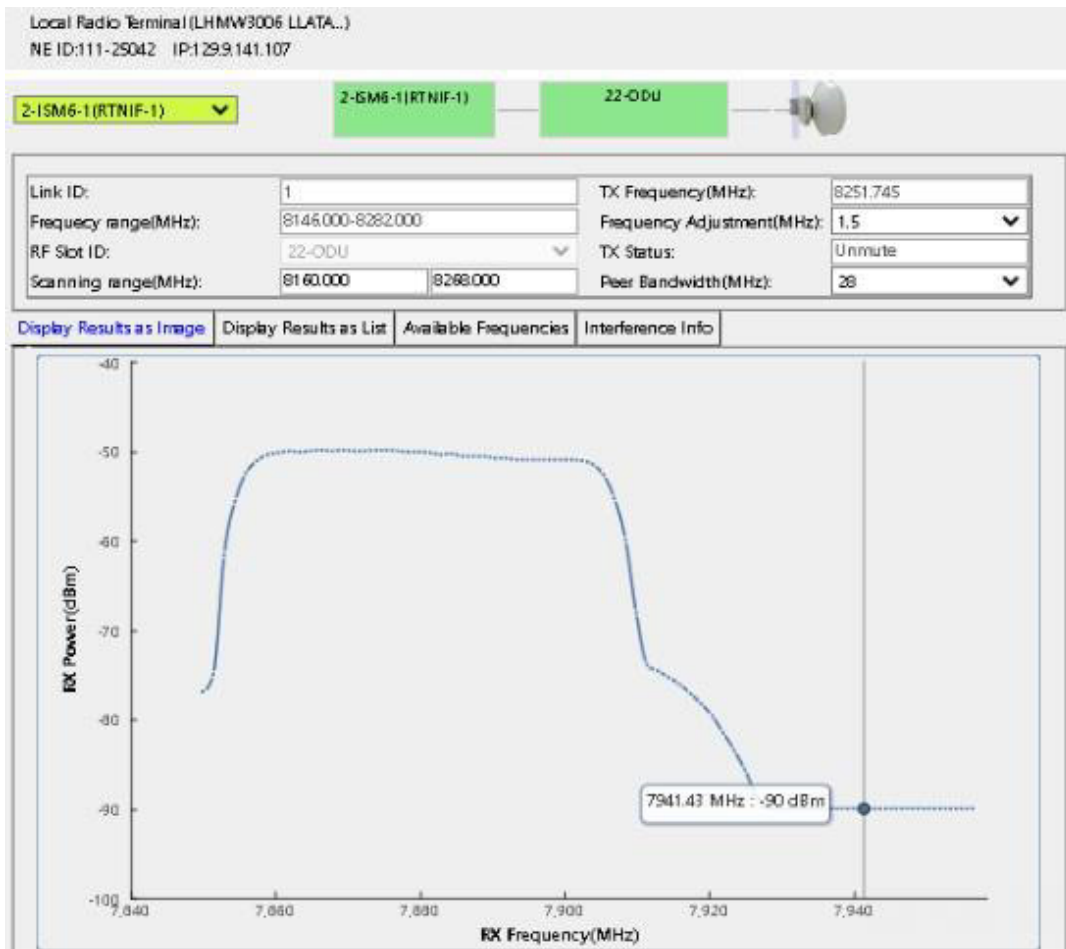


Figura 185. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Vertical de la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

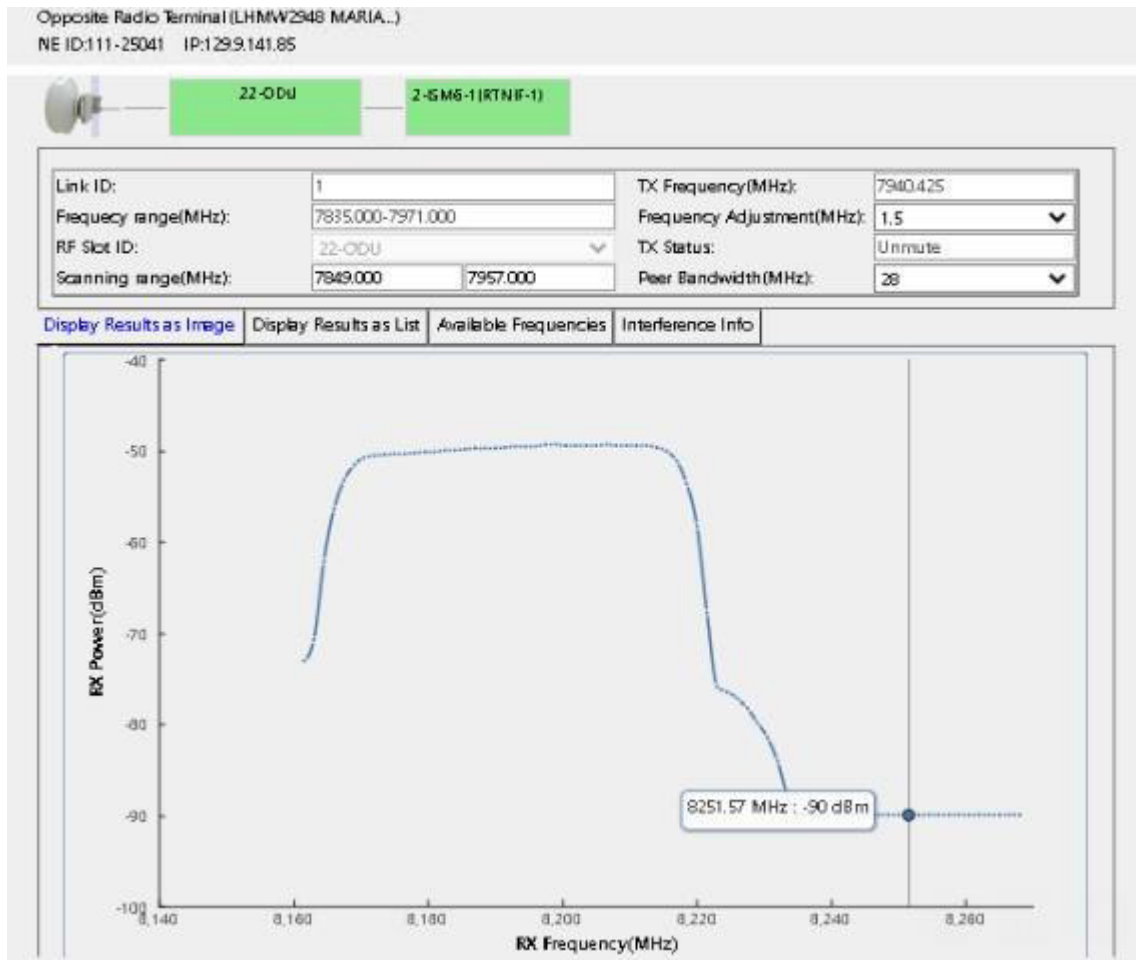


Figura 186. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

- Para culminar, finalizaremos con las ODUs de la polaridad H (lógicamente son las ODUs 42). Por lo que se necesita mutear previamente las ODUs correspondientes a la polaridad H (ODUs 22 a nivel lógico) y asegurar un correcto resultado.

Radio Frequency Attributes	Power Attributes	Equipment Information	Advanced Attributes	
Board	RF Loopback	Configure Transmission Status	Actual Transmission Status	
LHMW2948 MARIA3_to_LHMW3006 LLATA-22-ODU	Non-Loopback	Unmute	Unmute	
		Mute		
		Unmute		

Figura 187. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Radio Frequency Attributes	Power Attributes	Equipment Information	Advanced Attributes
Board		RF Loopback	Configure Transmission Status
LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS-22-ODU		Non-Loopback	Unmute
			Mute
			Unmute

Figura 188. Opciones de muteo de la ODU polaridad Horizontal de la 2da portadora en la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Mayor	RADIO_MUTE	LHMW3006 LLATA_to_LHMW2948 MARIAS	22-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1
Mayor	RADIO_MUTE	LHMW2948 MARIAS_to_LHMW3006 LLATA	22-ODU-1(RTNRF-1)-RTNRF:1

Figura 189. ODUs Verticales muteadas de la 2da polaridad para ejecución de pruebas de interferencia. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

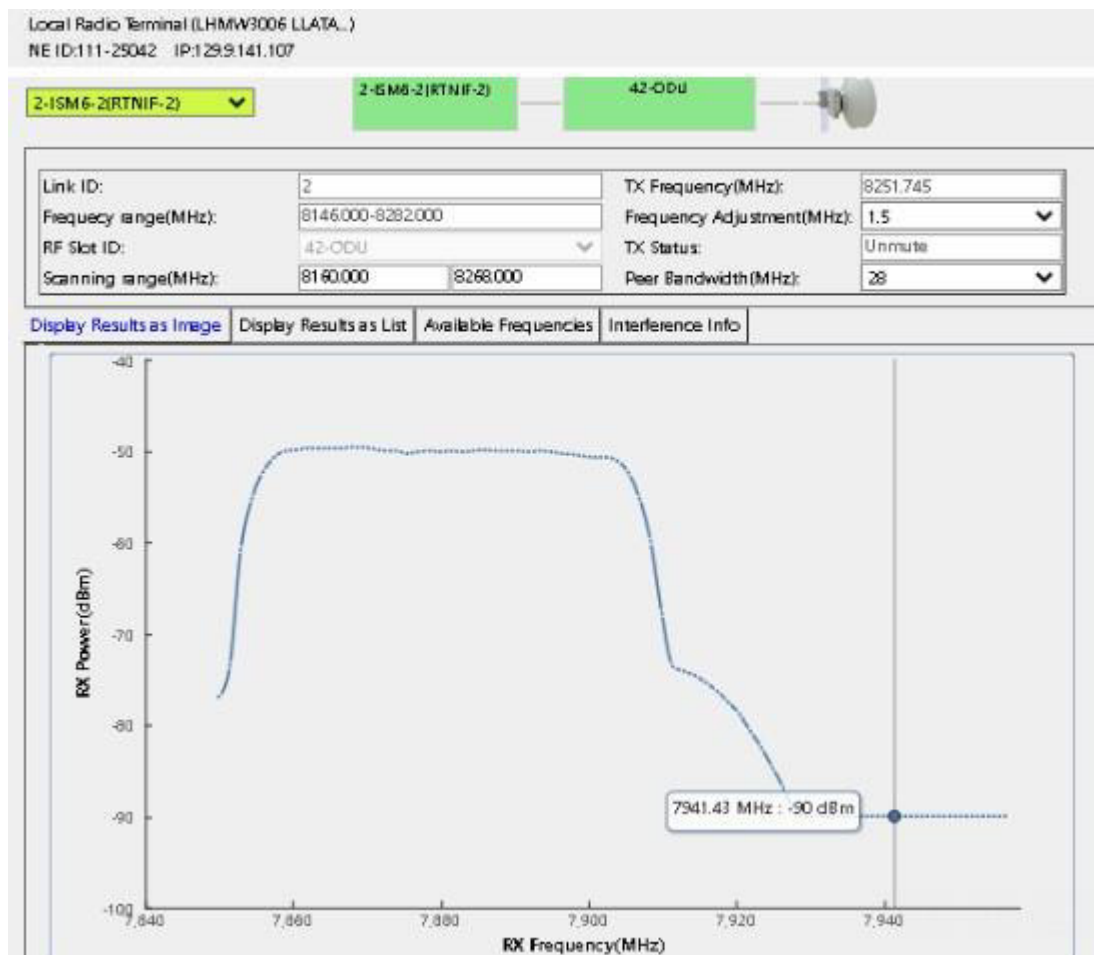


Figura 190. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Llata. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

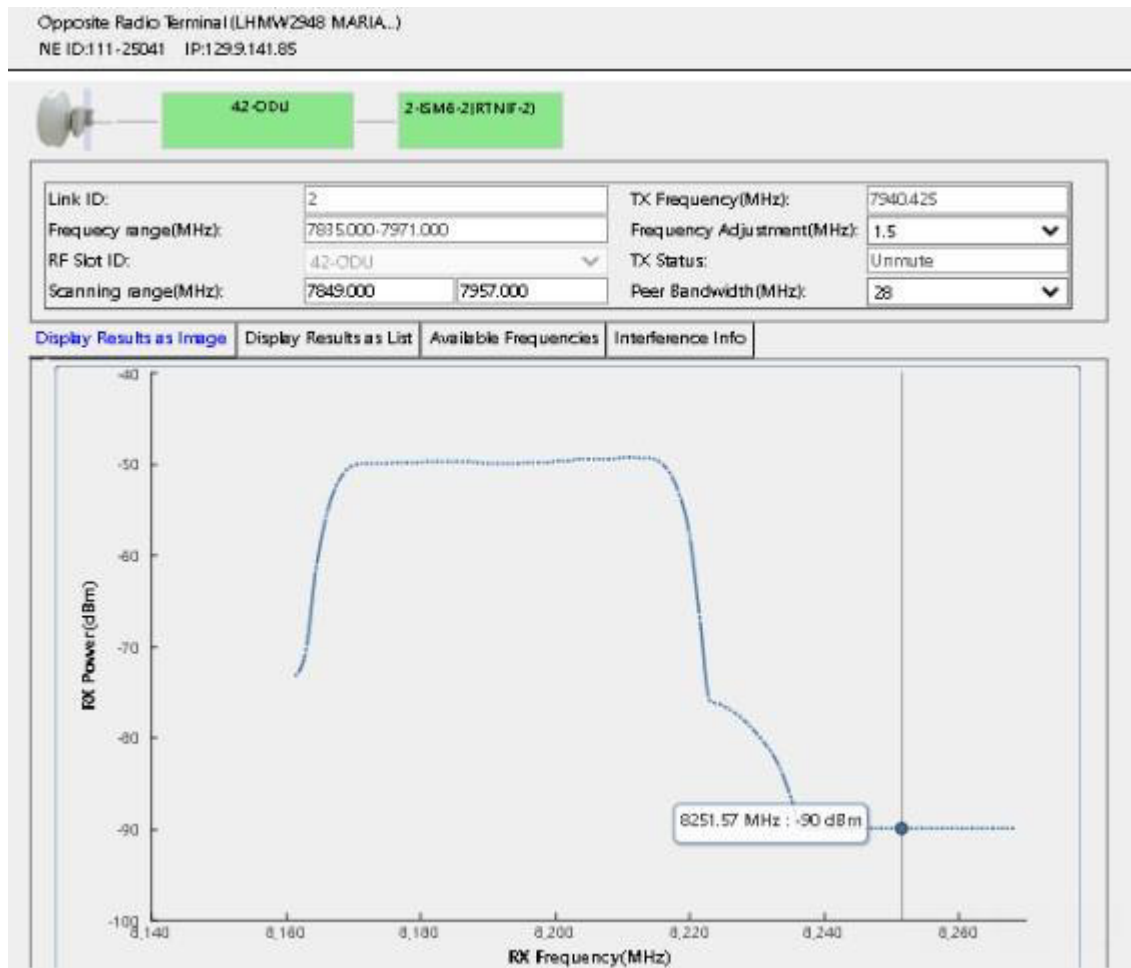


Figura 191. Resultado de pruebas de interferencia en la polaridad Horizontal de la 2da portadora de la estación Marias. Fuente: Gestor Web iMaster NCE

Anexo 24: Propuestas para escalabilidad frente a creciente demanda de tráfico y futuro 5G

MIMO (Multiple Input Multiple Output)

a) Principios

MIMO es una tecnología en la que los equipos microondas usan múltiples antenas para transmitir y recibir, en el que las antenas separadas espacialmente dan una diferencia de longitud de trayecto de ΔD , que corresponde a una diferencia de fase de 90° entre el trayecto directo y el cruzado. Con ello se logra multiplexar la misma frecuencia y el ancho de banda, funciona con algoritmos de procesamiento avanzado en banda base y con capacidad de ampliar la capacidad de transmisión y obtener una ganancia en el sistema. Ya que mediante el desfase de 90° y la combinación de las señales recibidas, los dos flujos de datos se restablecen perfectamente y sin pérdidas. De acuerdo con los principios básicos de LOS MIMO, en la solución MIMO, cuando la distancia entre antenas en el mismo sitio es igual a la distancia de Rayleigh, cuatro canales de señales pueden lograr el mejor efecto de cancelación de interferencia para maximizar el rendimiento de la transmisión de microondas.

La fórmula para calcular la distancia de Rayleigh es la siguiente

$$r = \sqrt{\frac{D^2 c}{2f}}$$

d indica la distancia de instalación entre antenas en un sitio, D indica la distancia de transmisión, c indica la velocidad de la luz y f indica la frecuencia de trabajo

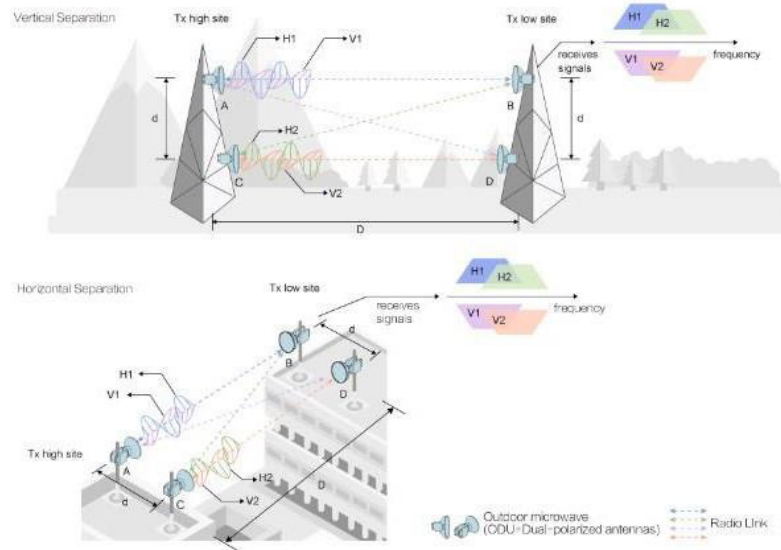


Figura 192. Principio de funcionamiento de tecnología MIMO. Fuente: Hedex – Huawei Library

b) Requisitos

Debemos considerar que para poder hacer uso de la tecnología MIMO se tienen requisitos mínimos tanto físicos que implican tarjetas controladoras, IF y ODUs; así como lógicos como se detalla posteriormente. Ver Tabla 41.

Tabla 58. Requerimientos a nivel de Hardware para habilitar tecnología MIMO. Fuente: Hedex - Huawei Library

Feature Name	Supported System Control Board	Supported IF Board	Supported ODU
MIMO	RTN 950: CSHU/CSHUA/CSHUF	ISM6	XMC-3 ODU
	- RTN 950A: SLF2CSHO/CSHOF - RTN 980: CSHNA/CSHNU	ISM8	XMC-5D ODU

La tecnología MIMO presenta conflicto a nivel de operación con las siguientes tecnologías:

- ATPC
- XPIC
- 1+1 protection
- N+1 protection

Carrier Agregation (C.A)

La combinación de espectros discontinuos requiere la conexión de un sistema transceptor independiente en modo combinado. Esto causa muchos problemas, como configuraciones complejas, más hardware de ODU, más cables de FI, gran uso de espacio en la torre y altos costes de mantenimiento.

La tecnología CA puede agregar múltiples canales dispersos para proporcionar un mayor ancho de banda lógico, abordando la transmisión por microondas de gran capacidad para las futuras redes 5G. La CA que agrega n canales se denomina configuración n CA. Por ejemplo, la configuración 2CA significa que dos canales se agregan en uno solo. La configuración 2CA equivale a la configuración 2+0.

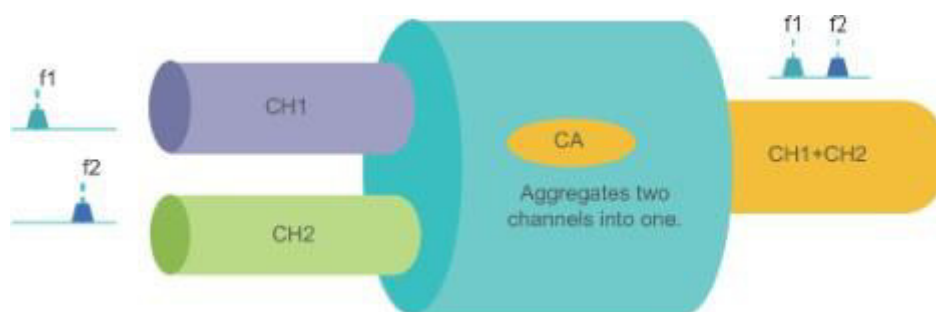


Figura 193. Tecnología Carrier Agregation. Fuente: Hedex - Huawei Library

La configuración tradicional $N+0$ requiere N ODU para la transmisión del enlace. Para realizar una ampliación, es necesario añadir nuevo hardware, como tarjetas IF, ODU, acopladores híbridos y antenas. Cuando se utiliza la ODU XMC-5D para la ampliación de la capacidad de CA, se reducen los costes de hardware y mantenimiento, se simplifica la instalación y se mejora la eficacia del despliegue. La tecnología CA también puede utilizarse con tecnologías de eficiencia espectral como XPIC y MIMO para proporcionar soluciones de mayor ancho de banda, por ejemplo, CA+MIMO y CA+XPIC.

En la última solución ODU de doble canal usando ISM8+XMC-5D de Huawei, cada canal admite 2CA y la suma de los espectros agregados puede ser de hasta 112 MHz. Se espera que la capacidad total de doble canal alcance unos 2,5 Gbit/s.

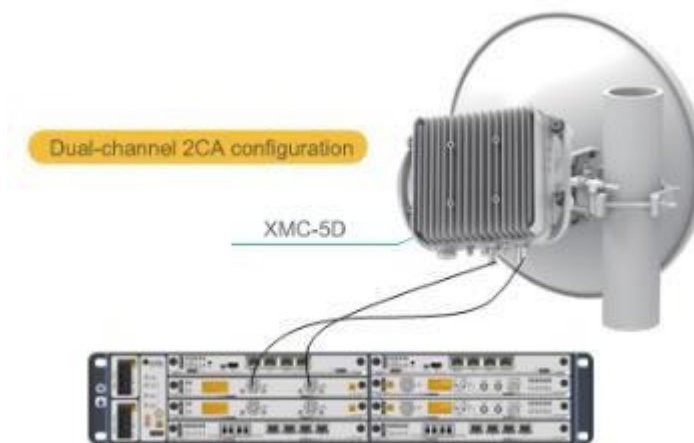


Figura 194. Configuración típica de Carrier Agregación. Fuente: Hedex - Huawei Library

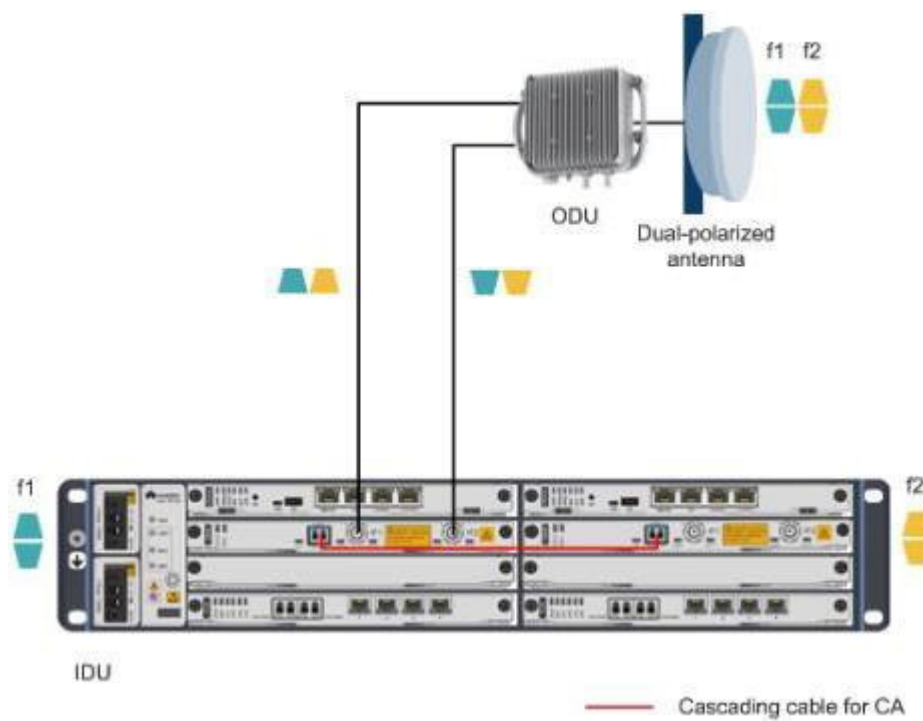


Figura 195. Configuración típica de Carrier Aggregation combinado con XPIC. Fuente: Hedex - Huawei Library

a) Principios

El extremo de transmisión de un sistema 2CA se utiliza como ejemplo para describir los principios básicos de la CA.

- Las señales de servicio se asignan a dos canales de la unidad de módem a través de la unidad de multiplexación y luego se modulan en dos canales de señales digitales.
- Las señales digitales se convierten en señales de FI a través de la unidad de FI y luego se combinan en un canal de señal de FI a través de la unidad de combinación de FI.
- La señal de FI combinada se envía a la unidad de RF.
- La unidad de RF divide la señal de FI recibida de un canal en dos canales de señales de FI y las envía a dos unidades de transmisión por separado.
- Los dos canales de portadoras se convierten en los intervalos de frecuencia requeridos y luego se combinan en un canal de señal a través de la unidad de agregación de RF.
- La señal agregada final se convierte en las frecuencias requeridas

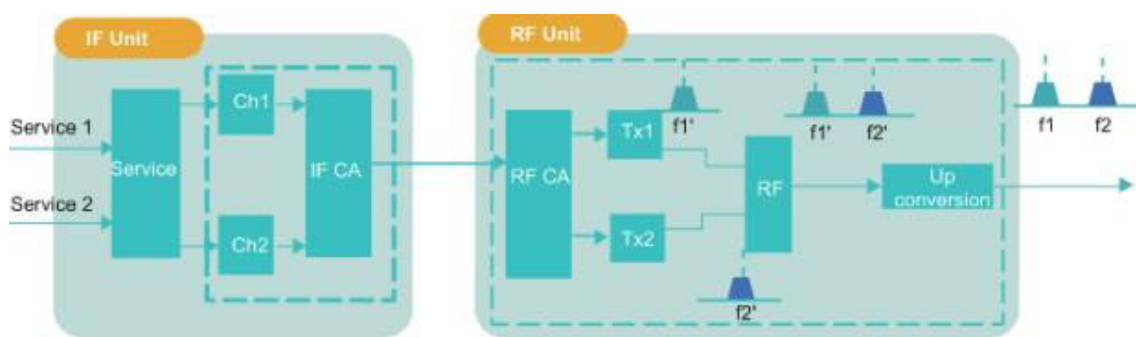


Figura 196. Diagrama de bloques de enlace con tecnología C.A. Fuente: Hedex - Huawei Library

b) Requisitos

A continuación en la Tabla 42 se especifica los requisitos a nivel de hardware que conlleva la aplicación de la tecnología C.A.

*Tabla 59. Requerimientos a nivel de Hardware para habilitar tecnología MIMO.
Fuente: Hedex - Huawei Library*

Feature Name	SCC Board Type	IF Board Type	ODU Type
CA	- RTN 950: CSHU/CSHUA/CSHUF - RTN 950A: SLF2CSHO/CSHOF - RTN 980: CSHNA/CSHNU	ISM8	XMC-5D ODU
	RTN 905 2F: CSHP	ISM8 (integrated IF unit)	

Anexo 25: KPIs relacionados al performance IF y RF de un enlace microondas

a) IF_MSE

Un valor elevado de MSE indica un alto grado de estabilidad del enlace microondas. Por el caso contrario, si el valor del MSE es pequeño, errores de bits pueden presentarse en el enlace microondas, ocasionando interrupción de servicio.

Tabla 60. Unidad de medición del parámetro IF_MSE en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library

Atributo	Descripción
Performance event	IF_MSE (IF_MSE_MAX, IF_MSE_MIN y IF_MSE_CUR) IF_MSE_AVG
Unit	dB

b) IF_BER (1.0E-10)

Indica el Bit Error Ratio en un enlace microondas. El BER es el número de bit errors presentes divididos por el total de bits transferidos en el enlace microondas en un intervalo especial de tiempo.

c) FEC_BEF_COR_ER

Indica el bit error rate antes que el FEC sea ejecutado. Este evento muestra el impacto ambiental externo a nivel de transmisión.

d) IF_BBE

Un BBE (background block error), se refiere a los bloques de información errados excluyendo aquellos en los que se encuentran en segundos de indisponibilidad o segundos donde existan severos errores.

e) IF_ES

Indica los segundos en los que un enlace microonda presenta errores. Un ES (errored second) se refiere a un segundo en que uno o más bloques de errores fueron detectados a nivel radio.

f) IF_SES

Indica los errores severos por segundo en un enlace microondas.

Un SES (several errored second) se refiere a 1 segundo en el que el 30% o más bloques errados son detectados (o al menos 1 SDP, serious disturbance period). Un SDP se refiere a un periodo en el que la señal se perdió lo que significa interrupción de servicio o un VER de 10-2.

g) IF_UAS

Indica el tiempo de indisponibilidad a nivel de segundos en un enlace microondas. Un periodo de UAS (unavailable second) inicia desde el primer segundo de 10 consecutivos SESs. Estos 10 segundos son parte del tiempo de indisponibilidad. Un nuevo periodo de segundos disponibles comienza a partir del primer segundo de diez no-SES consecutivos. Estos diez segundos forman parte del tiempo disponible.

Tabla 61. Unidad de medición del parámetro IF_BBE, IF_ES, IF_SES, IF_UAS, IF_BER en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library

Atributo	Descripción
Performance event	IF_BBE, IF_ES, IF_SES, IF_UAS IF_BER
Unit	Block (IF_BBE) Second (IF_ES, IF_SES, IF_UAS) None (IF_BER)

h) FEC_UNCOR_BLOCK_CNT

Indica el número de tramas que no pudieron ser corregidas a través del FEC.

Tabla 62. Unidad de medición del parámetro FEC_UNCOR_BLOCK_CNT en un enlace microondas. Fuente Hedex – Huawei Library

Atributo	Descripción
Performance event	FEC_UNCOR_BLOCK_CNT
Unit	Block

Anexo 26: Datasheet de equipamiento microondas de la marca ZTE

a) Controladora

Tabla 63. Características técnicas de la tarjeta controladora CSA2. Fuente: euniv.zte.com.cn.

Función	Características
Proceso de Paquetes	Conmutación L2/L3/MPLS/SDN/SR
Característica básica RF	7/14/28/56/112 Mhz, QPSK - 8192QAM, PLA, Header Compresion
Mejoras RF	MBL, Combinación Rx, CA (Carrier Agregation)
Puertos ETH	GE: 10/100/1000 Mbps, RJ45 XPE: 10GE/GE, SFP+
Configuración RF	2+0 XPIC, 1+1 HSB/SD/FD, E 2+2 XPIC, 4+0 XPIC, 4x4 MIMO con 1 MD/MD2
Gestión y otros	LMT, USB Wi-Fi, protección de entrada de energía.

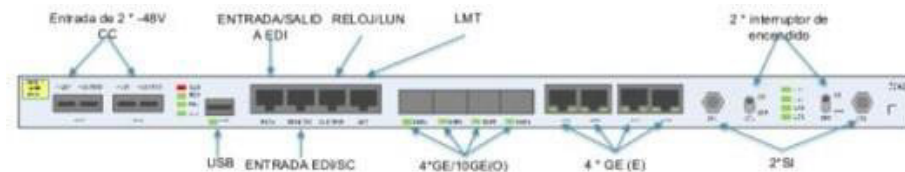


Figura 197. Descripción de las interfaces de la tarjeta controladora CSA2. Fuente: euniv.zte.com.cn

b) Tarjeta IF

Tabla 64. Características técnicas de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn.

Función	Características
Característica básica RF	7/14/28/56/112 Mhz, QPSK - 8192QAM, PLA, Header Compresion
Mejoras RF	MBL, Combinación Rx, CA (Carrier Agregation)
Configuración RF	2+0 XPIC, 1+1 HSB/SD/FD, E 2+2 XPIC, 4+0 XPIC, 4x4 MIMO

XGE	La interfaz XGE se usa para conectarse a la banda E en una configuración MBL.
Universalidad	Compatible con NR9250 y NR9350

Tabla 65. Interfaces de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn

Interfaz	Tipo	Descripción
OP1 OP2	Interruptor de Alimentación	Interruptores de alimentación para las ODUs
IF1, IF2	Conector SMA hembra	Interfaz para la señal IF
XGE	SFP+, LC	Interfaz 10GE SFP+, 10GBase-LR/ER/SR para interconexión de datos entre tarjetas MD2. Se utiliza para habilitar configuración MBL (Band E)

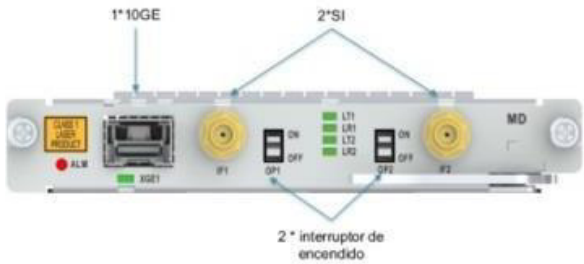


Figura 198. Vista frontal de la tarjeta IF MD2. Fuente: euniv.zte.com.cn

c) FAN



Figura 199. Vista frontal de la tarjeta FA. Fuente: euniv.zte.com.cn

