

NOMBRE DEL TRABAJO

DISEÑO E IMPLEMENTACION DE ENLACES PTP Y PMP PARA INSTALACION DE I AOS EN EL CLUSTER QUIPARACRA

AUTOR

LOBALDO ALLCCA BUENO

RECUENTO DE PALABRAS

18443 Words

RECUENTO DE CARACTERES

106246 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

136 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.4MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 17, 2024 9:43 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 17, 2024 9:45 PM GMT-5

● 20% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 0% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNTELS (Art. 45° de la ley N° 30220 – Ley)

Autorización de la propiedad intelectual del autor para la publicación de tesis en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur (<https://repositorio.untehs.edu.pe>), de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, Art. 10° del Rgto. Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales en las universidades – RENATI Res. N° 084-2022-SUNEDU/CD, publicado en El Peruano el 16 de agosto de 2022; y la RCO N° 061-2023-UNTELS del 01 marzo 2023.

TIPO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- 1). TESIS () 2). TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL (X)

DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: ALLCA BUENO LOBALDO
D.N.I.: 45583947
Otro Documento:
Nacionalidad: PERUANO
Teléfono: 977155134
e-mail: lobaldoalca2@gmail.com

DATOS ACADÉMICOS

Pregrado

Facultad: FACULTAD DE INGENIERIA Y GESTIÓN
Programa Académico: TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Título Profesional otorgado: INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

Postgrado

Universidad de Procedencia:
País:
Grado Académico otorgado:

Datos de trabajo de investigación

Título: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES PTP Y PMP PARA INSTALACIÓN DE IAOS EN EL CLUSTER QUIPARACRA
Fecha de Sustentación: 17 DE DICIEMBRE DEL 2023
Calificación: APROBADO POR UNANIMIDAD
Año de Publicación: 2024

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis, en el Repositorio Institucional de la UNTELS especificando los siguientes términos:

Marcar con una X su elección.

- 1) Usted otorga una licencia especial para publicación de obras en el REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR.

Si autorizo X No autorizo

- 2) Usted autoriza para que la obra sea puesta a disposición del público conservando los derechos de autor y para ello se elige el siguiente tipo de acceso.

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO ABIERTO 12.1(*)	info:eu-repo/semantics/openAccess (Para documentos en acceso abierto)	(X)

- 3) Si usted dispone de una **PATENTE** puede elegir el tipo de **ACCESO RESTRINGIDO** como derecho de autor y en el marco de confiabilidad dispuesto por los numerales 5.2 y 6.7 de la directiva N° 004-2016-CONCYTEC DEGC que regula el Repositorio Nacional Digital de CONCYTEC (Se colgará únicamente datos del autor y el resumen del trabajo de investigación).

Derechos de autor		
TIPO DE ACCESO	ATRIBUCIONES DE ACCESO	ELECCIÓN
ACCESO RESTRINGIDO	info:eu-repo/semantics/restrictedAccess (Para documentos restringidos)	()
	info:eu-repo/semantics/embargoedAccess (Para documentos con períodos de embargo. Se debe especificar las fechas de embargo)	()
	info:eu-repo/semantics/closedAccess (para documentos confidenciales)	()

(*) <http://renati.sunedu.gob.pe>



UNIVERSIDAD NACIONAL
TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

Rellene la siguiente información si su trabajo de investigación es de acceso restringido:

Atribuciones de acceso restringido:

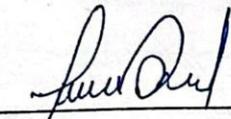
Motivos de la elección del acceso restringido:

ALLCA BUENO, LOBALDO

APELLIDOS Y NOMBRES

45883947

DNI


Firma y huella:



Lima, 26 de Agosto del 20 24

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES PTP Y PMP PARA
INSTALACIÓN DE IAOS EN EL CLUSTER QUIPARACRA”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
Para optar el Título Profesional de
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ALLCCA BUENO, LOBALDO
ORCID: 0009-0003-1419-2226

ASESOR
MORAN MONTOYA, ENRIQUE MANUEL
ORCID: 0009-0005-2964-746X

Villa El Salvador
2023



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional
Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

En Villa El Salvador, siendo las 17:36 horas del día 17 de diciembre de 2023, se reunieron en las instalaciones de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, los miembros del Jurado Evaluador del Trabajo de Suficiencia Profesional integrado por:

Presidente	:	DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS	CIP N° 181400
Secretario	:	MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN	CIP N° 310375
Vocal	:	MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA	CIP N° 124612

Designados con Resolución de Decanato de la Facultad de Ingeniería y Gestión N° 984-2023-UNTELS-R-D de fecha 13 de diciembre del 2023.

Se da inició al acto público de sustentación y evaluación del Trabajo de Suficiencia Profesional, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones, bajo la modalidad de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional (Resolución de Consejo Universitario N° 065-2023-UNTELS-CU de fecha 08 de agosto del 2023), en la cual se APRUEBA el "Reglamento, Directiva, Cronograma y Presupuesto del VI Programa de Titulación por la Modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur"; siendo que el Art. 4º del precitado Reglamento establece que: "La Modalidad de Titulación prevista consiste en la presentación, aprobación y sustentación de un Trabajo de Suficiencia Profesional que dé cuenta de la experiencia profesional y además permita demostrar el logro de las competencias adquiridas en el desarrollo de los estudios de pregrado que califican para el ejercicio de la profesión correspondiente. Quienes participen en esta modalidad no podrán tramitar simultáneamente otras modalidades de titulación. Además, los participantes inscritos en esta modalidad, deberán acreditar un mínimo de dos (02) años de experiencia laboral, de acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 174-2019- SUNEDU/CD y al anexo 1 sobre Glosario de Términos en el punto veinte (20)...", en el cual;

El Bachiller LOBALDO ALLCCA BUENO

Sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE ENLACES PTP Y PMP PARA INSTALACIÓN DE IAOS EN EL CLUSTER QUIPARACRA

Concluida la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, se procedió a la calificación correspondiente según el siguiente detalle:

Condición APROBADO POR UNANIMIDAD Equivalencia BUENO de acuerdo al Art. 65º del Reglamento General para el Otorgamiento de Grado Académico y Título Profesional de la UNTELS vigente.

Siendo las horas del día 17 de diciembre de 2023 se dio por concluido el acto de sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional, firmando la presente acta los miembros del Jurado.

PRESIDENTE
DR. MARK DONNY CLEMENTE ARENAS
CIP N° 181400

SECRETARIO
MG. LUDWIG PASCUAL LÓPEZ HUAMAN
CIP N° 310375

VOCAL
MG. MARTHA ROXANA QUISPE AYALA
CIP N° 124612

Nota: Art. 14º.- La sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional se realizará en un acto público. De faltar algún miembro del Jurado, la sustentación procederá con los dos integrantes presentes. En caso de ausencia del presidente del Jurado, asumirá la presidencia el docente de mayor categoría y antigüedad. En caso de ausencia de dos o más miembros del Jurado, la sustentación será reprogramada durante los 05 días siguientes.

Dedicatoria

A mis padres, Víctor y María por su apoyo incondicional y el gran ejemplo que me han dado durante toda mi vida y motivarme a culminar este proyecto. A mi compañera de vida Flor que siempre ha estado junto a mí, apoyándome a seguir adelante.

Agradecimiento

El agradecimiento a mi padre: por su gran ejemplo, de jamás darse por vencido ante las adversidades. A mi madre: por sus consejos cuando más lo necesite. A mis profesores: por su paciencia y dedicación. A mis hermanos, que siempre confiaron en mí.

INDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES	3
1.1. Contexto.....	3
1.1.1. Misión.....	3
1.1.2. Visión.....	3
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	3
1.2.1. Teórica.....	3
1.2.2. Espacial y Temporal.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Objetivo General.....	4
1.3.2. Objetivo Específico 1	4
1.3.3. Objetivo Específico 2	4
1.3.4. Objetivo Específico 3	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes:.....	5
2.1.1. Antecedentes Internaciones:	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales:	6
2.2. Bases teóricas:.....	9
2.2.1. Banda Ancha	9
2.2.2. Sistema de comunicaciones	9
2.2.3. Capacidad de acceso	9
2.2.4. Capacidad de canal.....	9
2.2.5. Interactividad	9
2.2.6. Latencia de red	10
2.2.7. Modulación	10

2.2.8. Radio enlace	10
2.2.9. Zona de Fresnel	11
2.2.10. Disponibilidad.....	11
2.2.11. Trthroughput.....	12
2.2.12. Margen de desvanecimiento	12
2.3. Definición de términos básicos:	12
2.3.1. Internet	12
2.3.2. Router.....	12
2.3.3. Switch.....	12
2.3.4. Longitud de onda	12
2.3.5. Espectro electromagnético	12
2.3.6. Punto a Multipunto.....	13
2.3.7. Punto a Punto	13
2.3.8. Shelter	14
2.3.9. Azimut	14
2.3.10. LOS.....	14
2.3.11. PIRE.....	14
2.3.12. NLOS	14
2.3.13. Mástil	14
2.3.14. Rango de cobertura.....	15
2.3.15. Antenas sectoriales.....	15
2.3.16. Antenas Direccionales	15
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	16
3.1. Determinación y análisis del problema	16
3.1.1. Geografía de la localidad	16
3.1.2. Descripción del problema.....	16
3.1.3. Análisis del proyecto	17
3.1.3.1. Características Generales.....	17
3.1.3.2. Punto a Punto Microondas	17
3.1.3.3. Punto Multipunto Microondas	20

3.2. Modelo de solución propuesto:	22
3.2.1. Diseño de enlace PTP	22
3.2.1.1. Generalidades	22
3.2.1.2. Topología	22
3.2.1.3. Diseño de enlace QUIPARACRA-SOCORRO	23
3.2.1.4. Diseño de enlace SOCORRO – LIRIO PAMPA	26
3.2.2. Diseño de los enlaces PMP	29
3.2.2.1. Generalidades	29
3.2.2.2. Diseño de enlaces Punto Multipunto PA-0191-AD-QUIPARACRA	30
3.2.2.3. Diseño de enlaces Punto Multipunto PA-0211-AI-SOCORRO ..	42
3.2.2.4. Diseño de enlaces Punto Multipunto de LIRIO PAMPA	51
3.2.3. Implementación PTP	62
3.2.3.1. Instalación de enlace QUIPARACRA – SOCORRO	64
3.2.3.2. Instalación de enlace SOCORRO-LIRIOPAMPA	69
3.2.4. Implementación PMP	74
3.2.4.1. Instalación de enlace QUIPARACRA – (IE02 y IE03)	75
3.2.4.2. Instalación de enlace QUIPARACRA – (CS01 y IE01)	78
3.2.4.3. Instalación de enlace SOCORRO – IE01	81
3.2.4.4. Instalación de enlace SOCORRO – IE02 y CS01	83
3.2.4.5. Instalación de enlace LIRIOPAMPA – IE01 y IE01(RANYAC)	86
3.2.4.6. Instalación de enlace LIRIOPAMPA – IE02 y CS01	88
3.2.5. Costo del Proyecto	74
3.2.6. Cronograma del Proyecto	74
3.3. Resultados:	91
3.3.1. Pruebas de desempeño de Instalaciones	94
3.3.1.1. Resultados en IAO PA-0191-IE02	94

3.3.1.2. Resultados en IAO PA-0191-IE03	96
3.3.1.3. Resultados en IAO PA-0191-IE01	97
3.3.1.4. Resultados de IAO PA-0191-CS01	99
3.3.1.5. Resultados en IAO PA-0211-IE01.....	100
3.3.1.6. Resultados en IAO PA-0211-IE02.....	102
3.3.1.7. Resultados en IAO PA-0211-CS01	103
3.3.1.8. Resultados en IAO PA-0210-IE01	105
3.3.1.9. Resultados en IAO PA-0234-IE01	106
3.3.1.10. Resultados en IAO PA-0210-IE02	107
3.3.1.11. Resultados en IAO PA-0210-CS01	109
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APA).....	113
ANEXOS	114

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de comunicación	9
Figura 2. Resumen de métodos de radio enlaces	11
Figura 3. Zona de Fresnel	11
Figura 4. Espectro electromagnético	13
Figura 5. Enlace PMP	13
Figura 6. Enlace PTP	14
Figura 7. Rango de cobertura en Google Earth.....	15
Figura 8. Ubicación de coordenadas para los enlaces	16
Figura 9. Ubicación geográfica de las Instituciones beneficiarias	17
Figura 10. Equipo RTN320F.....	18
Figura 11. Antena direccional.....	18
Figura 12. Diagrama de puertos.....	19
Figura 13. Configuración 1+0	19
Figura 14. Configuración 1+0 XPIC.....	20
Figura 15. Distribución de puertos ATN910 C-B	20
Figura 16. Diagrama de componentes de solución PMP	21
Figura 17. Red de microondas	23
Figura 18. Enlace PTP del nodo Quiparacra – Socorro	23
Figura 19. Perfil del enlace de Quiparacra-Socorro	24
Figura 20. Enlace PTP del nodo Socorro - Lirio Pampa.....	26
Figura 21. Perfil del enlace de Socorro - Lirio Pampa	27
Figura 22. Topología de red en ePlanner	29
Figura 23. Ubicación de IAOS en la localidad de Quiparacra	31
Figura 24. Sectores de las IAOS	32
Figura 25. Enlaces de las IAOS	32
Figura 26. Zona de cobertura Quiparacra	33
Figura 27. Perfil del enlace Quiparacra – IE03.....	34
Figura 28. Perfil del enlace Quiparacra – IE02.....	36
Figura 29. Perfil del enlace Quiparacra – CS01	38
Figura 30. Perfil del enlace Quiparacra – IE01.....	40

Figura 31. Ubicación de IAOS en la localidad de Socorro	43
Figura 32. Sectores de enlace para las IAOS	43
Figura 33. Enlaces de las IAOS	44
Figura 34. Zona de cobertura en Socorro	44
Figura 35. Perfil de enlace Socorro-IE01	45
Figura 36. Perfil del enlace Socorro – CS01	47
Figura 37. Perfil del enlace Socorro – IE02.....	49
Figura 38. Ubicación de IAOS en la localidad de Lirio Pampa y Ranyac.....	52
Figura 39. Sectores de enlace para las IAOS	52
Figura 40. Enlaces de las IAOS	53
Figura 41. Zona de cobertura Lirio Pampa.....	53
Figura 42. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac IE01	54
Figura 43. Perfil del enlace Lirio Pampa – IE01	56
Figura 44. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac IE02	58
Figura 45. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac CS01.....	60
Figura 46. Torre del nodo Socorro	62
Figura 47. Torre del nodo Quiparacra	63
Figura 48. Torre del nodo Lirio Pampa.....	63
Figura 49. Altura de antena instalada.....	64
Figura 50. Antena instalada y orientada hacia Socorro.....	65
Figura 51. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23	65
Figura 52. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.....	66
Figura 53. Altura de antena instalada.....	67
Figura 54. Antena instalada y orientada hacia Quiparacra.....	67
Figura 55. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23	68
Figura 56. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.....	69
Figura 57. Altura de antena instalada.....	70
Figura 58. Antena instalada y orientada hacia Lirio Pampa	70
Figura 59. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23	71
Figura 60. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.....	71
Figura 61. Altura de antena instalada.....	72
Figura 62. Antena instalada y orientada hacia Socorro.....	72

Figura 63. Instalación de datos en el puerto GE0/2/24	73
Figura 64. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.	73
Figura 65. Solución PMP Outdoor.....	74
Figura 66. Solución RT Outdoor en la Institución Abonada Obligatoria (IAO)	75
Figura 67. Instalación de sectorial 1 en el nodo Quiparacra	76
Figura 68. Instalación de datos en el puerto GE0/2/20	76
Figura 69. Instalación de IAO PA-0191-IE02.....	77
Figura 70. Instalación de IAO PA-0191-IE03.....	78
Figura 71. Instalación de sectorial 2 en el nodo Quiparacra	79
Figura 72. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21	79
Figura 73. Instalación de IAO PA-0191-IE01.....	80
Figura 74. Instalación de IAO PA-0191-CS01	81
Figura 75. Instalación de sectorial 1 en el nodo Socorro.....	81
Figura 76. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21	82
Figura 77. Instalación de IAO PA-0211-IE01.....	83
Figura 78. Instalación de sectorial 2 en el nodo Socorro.....	83
Figura 79. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21	84
Figura 80. Instalación de IAO PA-0211-IE02.....	85
Figura 81. Instalación de IAO PA-0211-CS01	85
Figura 82. Instalación de sectorial 1 en el nodo Lirio Pampa	86
Figura 83. Instalación de datos en el puerto GE0/2/20	87
Figura 84. Instalación de IAO PA-0234-IE01.....	87
Figura 85. Instalación de IAO PA-0210-IE01.....	88
Figura 86. Instalación de sectorial 2 en el nodo Lirio Pampa	89
Figura 87. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21	89
Figura 88. Instalación de IAO PA-0210-IE02.....	90
Figura 89. Instalación de IAO PA-0210-CS01	90
Figura 90. Cronograma del proyecto.....	93
Figura 91. home de la IAO PA-0191-IE02.....	95
Figura 92. Speed test PA-0191-IE02.....	95
Figura 93. home de la IAO PA-IE03.....	96
Figura 94. Speed test PA-0191-IE03.....	97

Figura 95. home de la IAO PA-0191-IE01	98
Figura 96. Speed test PA-0191-IE01	98
Figura 97. home de la IAO PA-0191-CS01	99
Figura 98. Speed test PA-0191-CS01	100
Figura 99. home de la IAO PA-0211-IE01	101
Figura 100. Speed test PA-0211-IE01	101
Figura 101. home de la IAO PA-0211-IE02	102
Figura 102. Speed test PA-0211-IE02	103
Figura 103. home de la IAO PA-0211-CS01	104
Figura 104. Speed test PA-0211-CS01	104
Figura 105. home de la IAO PA-0210-IE01	105
Figura 106. Speed test PA-0210-IE01	106
Figura 107. home de la IAO PA-0234-IE01	107
Figura 108. Speed test PA-0234-IE01	107
Figura 109. home de la IAO PA-0210-IE02	108
Figura 110. Speed test PA-0210-IE02	108
Figura 111. home de la IAO PA-0210-CS01	109
Figura 112. Speed test PA-0210-CS01	110

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	17
Tabla 2	25
Tabla 3	28
Tabla 4	30
Tabla 5	31
Tabla 6	35
Tabla 7	37
Tabla 8	39
Tabla 9	41
Tabla 10	42
Tabla 11	46
Tabla 12	48
Tabla 13	50
Tabla 14	51
Tabla 15	55
Tabla 16	57
Tabla 17	59
Tabla 18	61
Tabla 19	91
Tabla 20	92
Tabla 21	92

RESUMEN

Este trabajo de investigación se centra en el diseño e implementación de enlaces Punto a Punto (PTP) y Punto Multipunto (PMP) para proporcionar acceso a internet a 11 instituciones públicas en el clúster Quiparacra a través de la empresa Bandtel S.A.C. Estas instituciones incluyen establecimientos de salud, centros educativos y más en diferentes localidades. El objetivo principal es reducir la brecha digital y mejorar la educación en estas áreas.

El proceso del proyecto se divide en cuatro etapas, que incluyen la recopilación de requisitos, el diseño lógico y físico de la red, la implementación y configuración de equipos, pruebas de funcionamiento y mejoras. Se utilizan bandas licenciadas 8GHz y 11GHz para los enlaces Punto a Punto (PTP) y las bandas libres 5.4GHz y 5.8GHz para los enlaces Punto Multipunto (PMP), y se emplean equipos de la marca Huawei.

La red implementada garantiza un acceso confiable a internet con una disponibilidad del 99.99%. Además, se recomienda desarrollar un plan de operación y mantenimiento para garantizar la continuidad de la red en el futuro. En conclusión, este proyecto tiene como objetivo fundamental mejorar el acceso a internet en estas instituciones y, por ende, la calidad de la educación en la región.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación, titulado "Diseño e Implementación de enlaces PTP y PMP para instalación de IAOs en el Clúster Quiparacra," se centra en establecer una red inalámbrica utilizando radioenlaces PTP y PMP para proporcionar acceso a internet a 11 entidades en el Clúster de Quiparacra, ubicadas en Quiparacra, Lirio Pampa, Socorro y Ranyac, en el departamento de Pasco.

El documento se estructura en cuatro capítulos, los cuales son los siguientes:

El primer capítulo aborda Planteamiento del problema, donde se describe la problemática existente en relación con la penetración de la banda ancha fija en la región, especialmente en su impacto en la educación. También se formulan los objetivos y justificación a la investigación.

El segundo capítulo que aborda antecedentes, el marco teórico relacionado con los radioenlaces y redes inalámbricas, el modelo aplicativo propuesto y un marco conceptual.

El tercer capítulo aborda la metodológica, donde se detallan las etapas del modelo aplicativo diseñado, que permiten ofrecer acceso a internet a través de una red inalámbrica mediante radioenlaces.

El cuarto capítulo se aborda el análisis y presentación de los resultados de la investigación, destacando las mejoras logradas en comparación con la situación inicial. El capítulo concluye con una lista de conclusiones y recomendaciones.

Este trabajo se enfocó en resolver la falta de acceso a internet en la región y su impacto en la educación, utilizando una red inalámbrica mediante radioenlaces para beneficiar a las 11 instituciones involucradas.

CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Contexto

Bandtel se encuentra realizando el proyecto “Creación de Banda Ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la Región Pasco”, consiste en diseñar e implementar la red de acceso Microondas y FO que conectarán 264 localidades Beneficiarias.

Se implementará el servicio de internet e intranet a 545 instituciones públicas beneficiarias entre colegios, comisarías y centro de salud. Se ha seleccionado equipos de microondas punto a punto, punto multipunto y wifi de la marca Huawei para el diseño e implementación de la red de acceso. Es así que se va a desarrollar el diseño e implementación de una red, ubicada en el clúster Quiparacra.

1.1.1. Misión

La empresa bandtel ofrece servicios de internet de calidad y propone aplicar una nueva tecnología (Bandtel, s.f.).

1.1.2. Visión

Bandtel tiene como visión destacarse como el principal proveedor de servicios de internet tanto a nivel nacional como internacional. Ofrece servicios de internet de alta calidad con una gama de planes diseñados para satisfacer las necesidades del cliente, brindando experiencias tecnológicas excepcionales a precios asequibles (Bandtel, s.f.).

1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo

1.2.1. Teórica

El trabajo de suficiencia profesional se lleva a cabo en el Clúster de Quiparacra, ubicado en el Distrito de Quiparacra, Provincia de Pasco, con coordenadas geográficas de -10.642777° de latitud y -75.865520° de longitud. Esta área se encuentra a una altitud de 3,076.3 metros sobre el nivel del mar y cuenta con una población estimada de 3,500 habitantes. El proyecto incluye el diseño de 2 enlaces

Punto a Punto (PTP) y 11 enlaces Punto Multipunto (PMP), así como la implementación de 4 sitios y beneficia a 11 instituciones en las localidades de Quiparacra, Lirio Pampa, Ranyac y Socorro.

1.2.2. Espacial y Temporal

Se llevo a cabo a través de la empresa Bandtel S.A.C en el periodo de Julio del 2023, entre el 01 al 31 de Julio del 2023, se realiza alternativas de acceso al nodo distrital de Quiparacra, de la Red de Banda ancha implementada sobre la red dorsal nacional de fibra óptica de la región Pasco.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e implementar una red inalámbrica para llevar una nueva tecnología de servicio de internet al clúster de Quiparacra.

1.3.2. Objetivo Específico 1

Diseñar enlaces y antenas para garantizar un servicio confiable ante los factores del sitio.

1.3.3. Objetivo Especifico 2

Implementar un servicio de internet confiable y seguro en el clúster Quiparacra.

1.3.4. Objetivo Especifico 3

Determinar cómo influye la capacidad de acceso a un servicio de internet en las 11 entidades beneficiarias en la localidad de Quiparacra, distrito de Quiparacra, Provincia de Pasco y Departamento de Pasco-Perú.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes:

Las fuentes relacionadas con estos métodos ayudarán a fundamentar y respaldar la investigación, ofreciendo conocimientos y experiencias relevantes para la implementación de una red de telecomunicaciones en la localidad de Quiparacra y sus entidades beneficiarias, y para esto se aplica los siguientes métodos:

2.1.1. Antecedentes Internaciones:

El estudio técnico para la concesión de los radioenlaces de la Universidad Nacional de Loja (UNL) en la banda de 5.8 GHz se centra en la ubicación geográfica de las estructuras, los equipos utilizados, los valores de potencia y los requisitos que deben cumplir estos radioenlaces. En consecuencia, se llevará a cabo la implementación en la UNL mediante un diseño de sistema inalámbrico, respaldado por cálculos y simulaciones de los radioenlaces realizados en el software Radio Mobile. Este estudio técnico se asegura de que los radioenlaces cumplan con los parámetros y requerimientos necesarios para proporcionar una conectividad efectiva en la banda de 5.8 GHz en la Universidad Nacional de Loja. (Loaiza, 2015).

El autor propone una red de radioenlace que conecte la Universidad Nacional de Loja utilizando la banda de 5.8 GHz. En su diseño, el autor hace uso del software Radio Mobile para planificar y simular los radioenlaces.

Este trabajo se tomó como referencia la misma banda 5.8 GHz para proporcionar conectividad a través de radioenlaces y metodología de utilizar un software para el diseño y la implementación.

Lopez(2015) en su tesis titulada "Diseño de una red WiMAX en la ciudad de Granada, Nicaragua" tiene como objetivo la planificación y diseño de una red WiMAX para proporcionar servicios de datos en la ciudad de Granada. WiMAX es una tecnología de comunicación inalámbrica que ofrece amplia cobertura y calidad de servicio. En la planificación de la red, se seleccionan los puntos de acceso

estratégicos para su despliegue y se realizan predicciones para evaluar el estado inicial de la red.

El resultado de este estudio es la conexión de más del 1% de la población de Granada a la red WiMAX, lo que asegura la calidad del servicio y brinda acceso a servicios de datos a una parte significativa de la comunidad. El diseño y la implementación de redes WiMAX son importantes para mejorar la conectividad y el acceso a Internet en áreas urbanas y rurales, lo que contribuye al desarrollo de la sociedad y la economía.

Este trabajo se tomó como referencia la planificación de redes inalámbricas, donde se busca garantizar una cobertura efectiva y un rendimiento de calidad para las instituciones beneficiarias, realizando pruebas de cobertura, para asegurar un buen estado de la red.

Zambrano(2015) en su tesis titulada "Diseño e Implementación de un enlace de comunicaciones con tecnología WiMAX entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y el Centro de Telecomunicaciones de la FAE" en la Universidad Tecnológica de Israel, Ecuador, tuvo como objetivo diseñar e implementar un enlace de comunicación utilizando la tecnología WiMAX. Esta implementación permitió la comunicación entre el Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas y el Centro de Telecomunicaciones de la FAE.

Este trabajo se tomó como referencia la tecnología de radioenlace y la topología Punto Multipunto para mejorar la conectividad y obtener una cobertura efectiva y una distribución de datos eficientes en los puntos de interés.

2.1.2. Antecedentes Nacionales:

El autor ha diseñado e implementado una red de banda ancha en la localidad de Torohuichcana, distrito de Pampachiri, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac, Perú. El propósito principal de esta iniciativa es proporcionar servicios de Internet en una zona rural del país. Como resultado de la investigación y el diseño e implementación de la red, se ha logrado un aumento en el margen estándar de desvanecimiento de señal en toda la extensión de la red.

Un punto destacado es la implementación de un radioenlace con un margen de desvanecimiento de señal de 22.43 dB, que cubre una distancia de 12.83 km utilizando una frecuencia de 7 GHz. Además, se ha logrado mantener una latencia promedio en el margen de 3-5 ms. Estos resultados garantizan un despliegue exitoso y la disponibilidad de servicios de banda ancha en la localidad, lo que es fundamental para mejorar la conectividad y el acceso a Internet en áreas rurales (Sotelo, 2021).

Este trabajo se tomó como referencia el despliegue en instituciones educativas, que busca mejorar la conectividad en el entorno educativo, aumentando la cobertura y garantizar que la instalación funcione de acuerdo a los requerimientos de diseño. Además, se menciona la implementación de enlaces Punto a Punto (PTP) y Punto Multipunto (PMP).

El diseño y establecimiento de un enlace de radiocomunicaciones VHF Punto a Punto a través del electro chorro ecuatorial. El propósito principal es desarrollar un sistema prototipo de comunicaciones para evaluar su potencial y determinar los parámetros del canal con el fin de considerar posibles aplicaciones en comunicaciones rurales.

La tesis incluye cálculos de ingeniería para la implementación de un enlace inalámbrico preliminar en la banda de 50 MHz (VHF) entre Jicamarca y Paracas. Se llevan a cabo pruebas preliminares utilizando la infraestructura existente de un sistema de radar. Los resultados de los experimentos realizados se describen como satisfactorios y han permitido identificar tanto las potencialidades como las debilidades de esta tecnología de comunicación. Es importante destacar que el enlace Jicamarca-Paracas se estableció y probó con éxito durante dos campañas de comunicaciones. Este proyecto demuestra la viabilidad de utilizar el electro chorro ecuatorial y la tecnología VHF para establecer enlaces de comunicaciones, lo que podría tener aplicaciones significativas en áreas rurales y en otros contextos donde se requiera una conectividad efectiva (Chocos, 2005).

Este trabajo se tomó como referencia la aplicación de una topología Punto a Punto (PTP), lo que implica la conexión directa entre dos puntos, lo que es apropiado para

enlaces de comunicación de largo alcance y alta dirección. donde se centra en la idea de mejorar la conectividad entre los puntos de Quiparacra hacia Socorro y desde Socorro hacia Lirio Pampa.

El propósito de la tesis es diseñar una red de radioenlaces vía microondas que permita el acceso a Internet en las localidades más alejadas del distrito de Tambo Grande. Se utiliza la tecnología de enlace Punto a Punto (PTP) para conectar estos nodos, y se emplean equipos conectorizados PTP650 que se combinan con antenas de diferentes ganancias según las necesidades de cada enlace.

Se verifica la existencia de línea de vista en los enlaces y se ingresan los datos técnicos de los equipos. Como requisito mínimo, se establece que cada enlace debe proporcionar un throughput total de 50 Mbps y una disponibilidad del 99,9995%, el objetivo es mejorar la conectividad y el acceso a Internet en áreas remotas del distrito de Tambo Grande, teniendo en cuenta las carencias básicas y las necesidades de estas comunidades. La implementación de radioenlaces vía microondas permite llevar servicios de comunicación a lugares que, de lo contrario, podrían tener dificultades para acceder a la red (Cordova, 2019).

Este trabajo se tomó como referencia de diseñar una red de radioenlaces con el objetivo de proporcionar acceso a internet a las localidades más alejadas. En nuestro proyecto se busca mejorar la conectividad en áreas remotas y brindar servicios de comunicación a comunidades que de otro modo podrían tener dificultades para acceder a internet.

2.2. Bases teóricas:

2.2.1. Banda Ancha

Se define como una conexión a internet en manejo de información a altas velocidades (Rangel, 2013).

2.2.2. Sistema de comunicaciones

Un sistema de comunicación implica la transmisión de información de un lugar a otro, que puede ser en forma de voz, video o cualquier otro tipo de datos, a través de diversos medios. Estos medios pueden ser alámbricos, como cables ópticos, o inalámbricos, como ondas electromagnéticas y se muestra en la Figura 1 (Bautista, 2018).

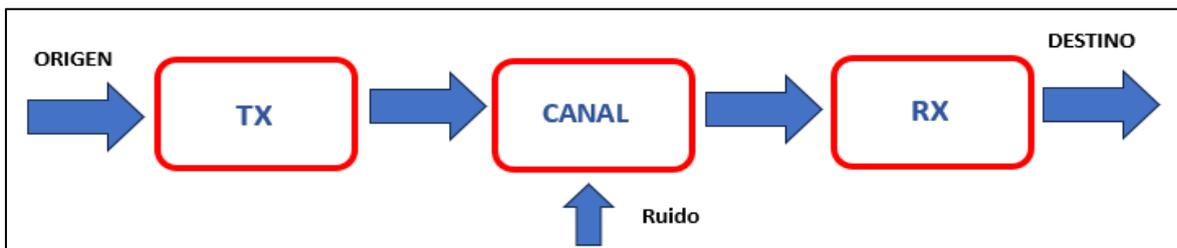


Figura 1. Sistema de comunicación
Fuente: Elaboración propia

2.2.3. Capacidad de acceso

Este concepto implica la consolidación de múltiples servicios o recursos en un solo punto, lo que facilita a los usuarios el acceso a diversas funciones o información sin tener que interactuar con sistemas separados (Sotelo, 2021).

2.2.4. Capacidad de canal

Es una medida de máxima cantidad de información que se puede transmitir a través de un canal comunicaciones (Carrera, 2018).

2.2.5. Interactividad

Es la comunicación entre las personas y los dispositivos o los contenidos digitales (Sotelo, 2021).

2.2.6. Latencia de red

Es el retraso en la comunicación de la red, es el tiempo que tardan los datos en transferirse.

Latencia alta es una red con retraso y latencia es baja la red tiene tiempo de respuestas rápidas, las redes con velocidades entre 10 y 100 Mbps tienen baja latencia y baja tasa de errores (Emilio Mendoza,2012).

2.2.7. Modulación

La modulación se refiere a la variación proporcional de uno o varios parámetros de una señal, llamada portadora, en función de otra señal, conocida como modulante. El resultado de este proceso es la señal modulada, que lleva la información de la señal modulante a través de la portadora.

En el contexto de la comunicación con amplitud modulada (AM), se destaca que este método no es eficiente en términos de potencia. La AM aprovecha solo el 33% de la potencia total para transmitir la información. Este hecho subraya una limitación en la eficiencia de la AM, y es una de las razones por las cuales otros esquemas de modulación, como la modulación de frecuencia (FM) y la modulación de fase (PM), son utilizados en ciertos sistemas de comunicación para mejorar la eficiencia y la calidad de la transmisión de la información (Jorge Chocos,2005).

2.2.8. Radio enlace

Se refiere a cualquier interconexión entre terminales de telecomunicaciones que se realiza mediante ondas radioeléctricas y se muestra un resumen de métodos de Radio enlace en la Figura 2 (Palomino, 2017).

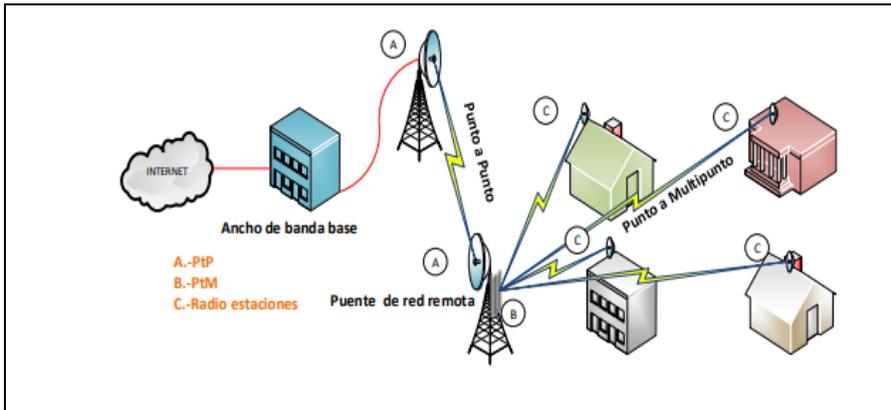


Figura 2.Resumen de métodos de radio enlaces
Fuente: (Patricia Palomino,2017)

2.2.9. Zona de Fresnel

Se define como el espacio entre transmisor y receptor de radio frecuencia, de manera que el desfase entre las ondas en dicho espacio no supere los 180°. Si llegan en fase es positivo la recepción y negativamente si llegan en contrafase, se muestra en la Figura 3 (Patricia Palomino,2017).

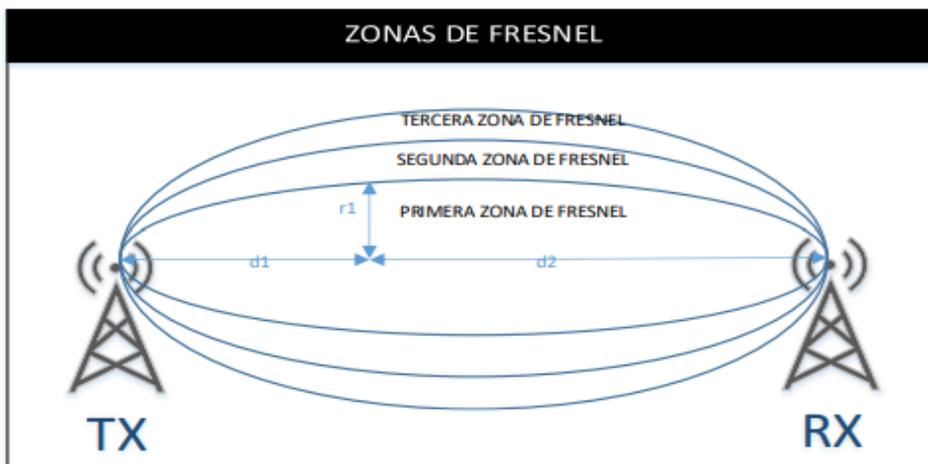


Figura 3. Zona de Fresnel
Fuente: (Patricia Palomino,2017)

2.2.10. Disponibilidad

la continuidad de servicios en telecomunicaciones se logra al cumplir con parámetros de disponibilidad establecidos y al mantener una calidad de radio enlace que cumpla con niveles aceptables. Las mediciones frecuentes de la calidad del enlace son esenciales para garantizar una respuesta rápida ante posibles problemas y mantener una conexión confiable para los usuarios. (Rodríguez, 2019)

2.2.11. Throughput

Es importante destacar que el throughput puede variar en una misma conexión de red debido a diversos factores, como el protocolo utilizado para la transmisión (TCP o UDP), el tipo de datos de tráfico y las condiciones de la red.

El throughput es esencial para garantizar un rendimiento eficiente de la red, especialmente en entornos donde se requiere una transmisión rápida y confiable de datos, como en aplicaciones multimedia, videoconferencias, transferencias de archivos grandes, entre otros (Vega, 2012).

2.2.12. Margen de desvanecimiento

refiere a la diferencia máxima que puede existir entre el nivel de potencia recibido de la señal y su valor nominal. En otras palabras, representa la cantidad de atenuación o pérdida de señal que ocurre debido a la interferencia entre las diferentes trayectorias de propagación (Vega, 2012).

2.3. Definición de términos básicos:

2.3.1. Internet: Es un conjunto descentralizado de redes interconectadas a través de un conjunto de protocolos denominado TCP/IP

2.3.2. Router: Es un dispositivo que proporciona wifi y que generalmente está conectada a un modem.

2.3.3. Switch: los switches son dispositivos cruciales para el funcionamiento eficiente de las redes de área local, proporcionando conectividad rápida y confiable entre los diversos equipos y dispositivos conectados a la red.

2.3.4. Longitud de onda: la longitud de onda es la distancia física entre dos puntos equivalentes en dos ciclos consecutivos de una onda y es una característica fundamental de cualquier tipo de onda, ya sea una onda de luz, sonido o cualquier otra forma de onda.

2.3.5. Espectro electromagnético: Es el conjunto de radiaciones electromagnéticas que se propagan a través del espacio en forma de ondas

constituye el espectro electromagnético, un aspecto fundamental en la física y en numerosas tecnologías y aplicaciones cotidianas, se muestra en la Figura 4.

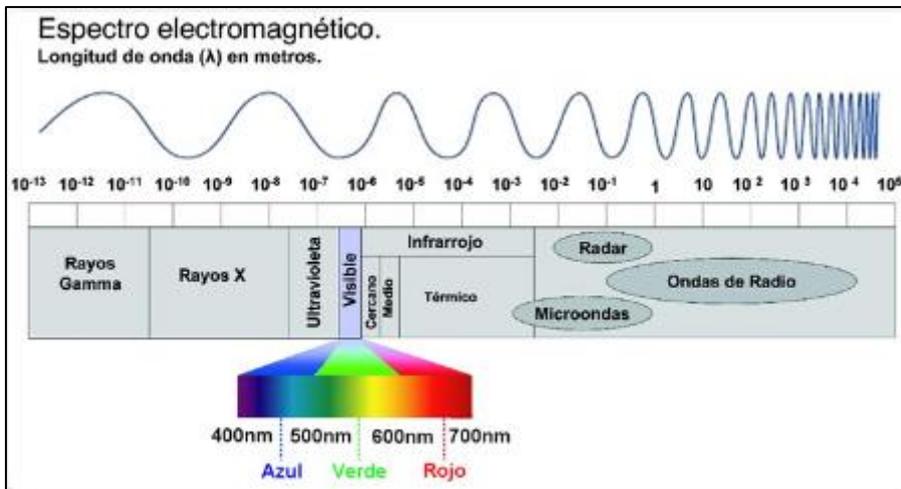


Figura 4. Espectro electromagnético

Fuente: (https://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/efecto_doppler/, s.f.).

2.3.6. Punto a Multipunto: Es un sistema de comunicación, dónde un transmisor envía señales a múltiples receptores que están dentro de su campo de visión directa o línea de vista, en la Figura 5 se muestra el enlace PMP.

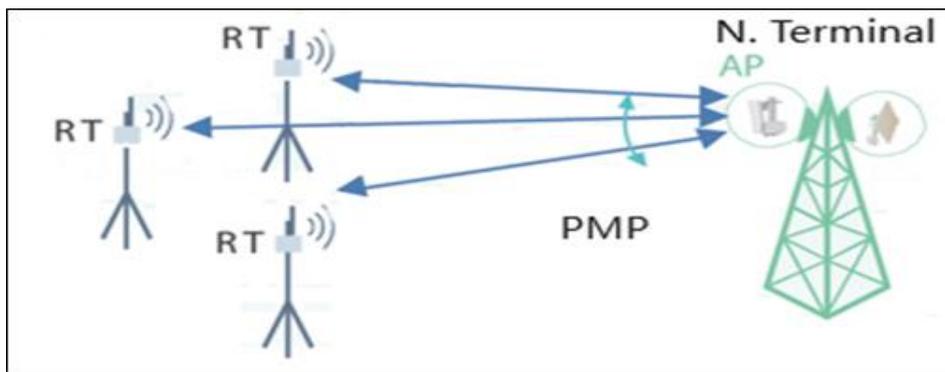


Figura 5. Enlace PMP

Fuente: Elaboración propia

2.3.7. Punto a Punto: un transmisor envía señales directamente a un receptor sin la necesidad de retransmisión o de que la señal se propague a través de múltiples estaciones y en la Figura 6 se muestra el enlace PTP.

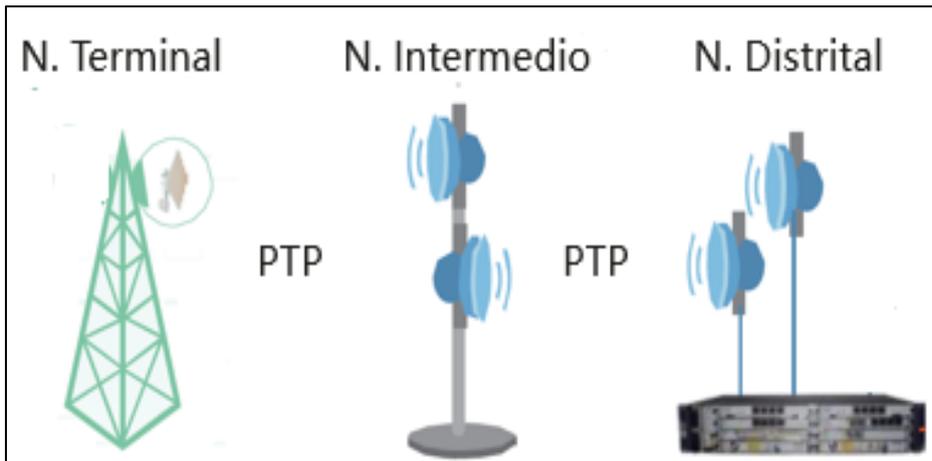


Figura 6. Enlace PTP
Fuente: Elaboración propia

2.3.8. Shelter: Es una estructura generalmente metálica, especialmente construida para alojar un sistema de datos y puede ser un data center, banco de baterías, gabinete de UPS, gabinetes de comunicaciones y otros.

2.3.9. Azimut: Es una medida angular que indica la dirección hacia la cual se está moviendo o apuntado algo, se expresa en grados y se utiliza referencia cardinal o una brújula.

2.3.10. LOS: Se refiere a una conexión entre dos puntos donde no hay obstrucciones directas entre ellos y ambos puntos tienen una visión clara y directa entre sí.

2.3.11. PIRE: Es una medida de la potencia efectiva irradiada por una antena en una dirección específica. Se utiliza para expresar la intensidad aparente de una señal electromagnética en una dirección particular, tomando en cuenta la ganancia de la antena.

2.3.12. NLOS: Se refiere a una conexión entre dos puntos donde hay obstrucciones directas entre ellos, impidiendo la visión clara y directa.

2.3.13. Mástil: Son estructuras artificiales diseñadas para soportar antenas para labores de radiodifusión y telecomunicaciones.

2.3.14. Rango de cobertura: Es el área geográfica en la que se dispone el servicio de internet y se muestra en la Figura 7.

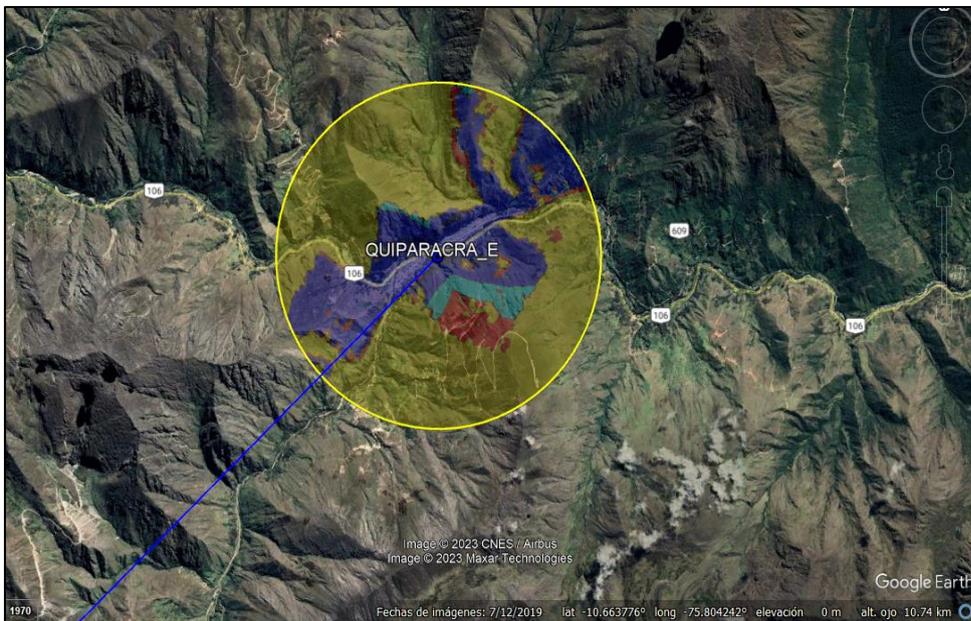


Figura 7. Rango de cobertura en Google Earth
Fuente: Elaboración propia

2.3.15. Antenas sectoriales: Esta antena está diseñada para proporcionar cobertura en un sector específico del espacio, generalmente en un ángulo de 90 grados, 120 grados u otro valor, mientras mantiene un rendimiento direccional (Carlos, 2020).

2.3.16. Antenas Direccionales: Las antenas direccionales están diseñadas para enviar y recibir señales en una dirección específica, a través de un haz estrecho, proporcionando un mayor alcance y concentrando la energía en una dirección particular (Carlos, 2020).

2.3.17. IAOS: Se define como Instituciones Abonadas Obligatorias.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

3.1. Determinación y análisis del problema

3.1.1. Geografía de la localidad

El clúster de Quiparacra contiene a 4 localidades que son: Quiparacra, Lirio Pampa, Ranyac y Socorro, su ubicación es la Provincia de Pasco, Departamento de Pasco con altitud de 3076.3 msnm y una población estimada de 3500 habitantes. En la Figura 8 se muestra la ubicación de coordenadas para los enlaces Quiparacra - Socorro y Socorro - Lirio Pampa.



Figura 8. Ubicación de coordenadas para los enlaces
Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Descripción del problema

En la descripción problemática de las 4 localidades, es que no contaban con el servicio de acceso a internet para sus instituciones, en total 11, en general implica que los estudiantes no puedan acceder a una educación de calidad, motivo por el cual en muchos casos los estudiantes y familias emigran a zonas urbanas, en consecuencia, es importante llevar a cabo las instalaciones en cada entidad para que permita que la población tenga las herramientas necesarias para lograr un

desarrollo social. En la figura 9, se observa una vista satelital de las 11 instituciones beneficiarias.



Figura 9. Ubicación geográfica de las Instituciones beneficiarias
Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Análisis del proyecto

3.1.3.1. Características Generales

Para las soluciones Punto a Punto (PTP), Punto Multi Punto (PMP) se han seleccionado los equipos y en la Tabla 1 se muestra el cuadro.

Tabla 1
Cuadro de Equipamiento

Solución	Equipos	Marca
Punto a Punto (PTP)	RTN 320F	HUAWEI
Punto Multi Punto (PMP)	RT510	HUAWEI

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2. Punto a Punto Microondas

El RTN 320F es un dispositivo de microondas de doble canal para exteriores que proporciona un gran ancho de banda. Cuenta con diseño dividido, implementación flexible y expansión de capacidad conveniente. Proporciona enlaces de backhaul

de microondas de 2 Gbps y se puede implementar en sitios de cola, agregación y retransmisión, el RTN 320F se muestra en la Figura 10.

El RTN 320F cumple con las especificaciones solicitadas en las bases:

- Equipos Carrier Class.
- Dos (02) puertos 1000 Base T + dos (02) puerto GE o 10Gbps SFP.
- Manejo mecanismos de priorización QoS para voz y datos.
- Manejo de VLANs, 9600 Bytes de MTU.
- Modulación y codificación adaptativa.
- Modulación de QPSK a 4096QAM, full dúplex.
- Control automático de potencia.
- Grado de protección IP 66



Figura 10. Equipo RTN320F
Fuente: Manual Huawei

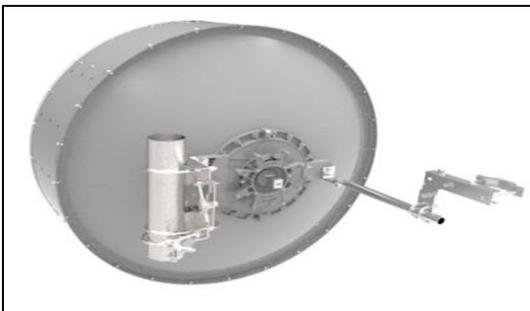


Figura 11. Antena direccional
Fuente: Manual Huawei

El RTN 320F OAU 2F va unido a una antena Direccional y se muestra en la Figura 11. El equipo proporciona múltiples puertos de servicio, puertos de administración

y mantenimiento y un puerto DC. A continuación, se describe los puertos en la Figura 12.

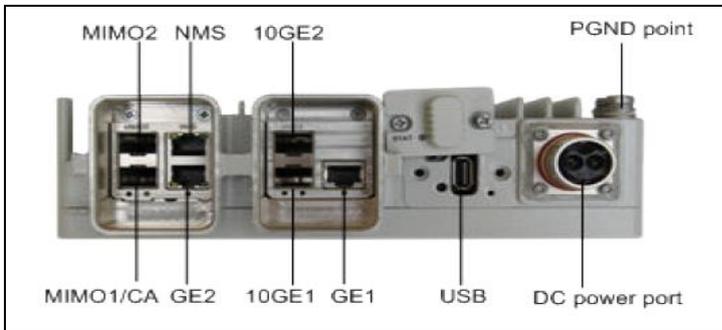


Figura 12. Diagrama de puertos
Fuente: Manual Huawei

Por otro lado, la RTN320F presenta los siguientes tipos de configuraciones que se implementara en el proyecto:

A) Configuración 1+0

En una configuración 1 + 0, se usa una antena de polarización única. Según las especificaciones de la antena, una ODU puede montarse directamente en una antena (montaje directo) o conectarse a una antena mediante accesorios (montaje dividido). El montaje integrado (solo aplicable a la ODU RTN3 XMC-3 y XCMC-2H) y el montaje dividido se pueden usar entre la OAU 2F y la ODU. La siguiente Figura 13 utiliza el montaje directo como ejemplo para ilustrar las configuraciones típicas de un sitio 1 + 0.

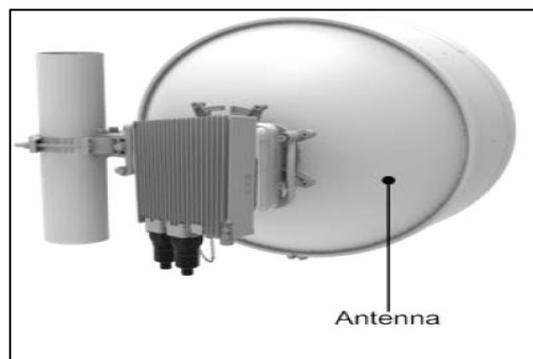


Figura 13. Configuración 1+0
Fuente: Manual Huawei

B) Configuración 1+0 XPIC

Una configuración XPIC es un enlace especial 1+0. Los enlaces de microondas proporcionados por un sitio XPIC funcionan a la misma frecuencia, pero sus direcciones de polarización son ortogonales. La función XPIC cancela la interferencia de polarización cruzada entre los dos enlaces de microondas. Se muestra la configuración en la Figura 14.

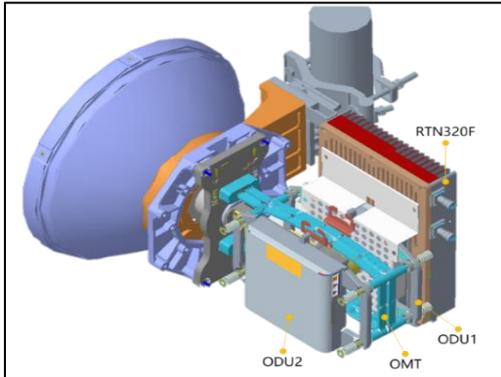


Figura 14. Configuración 1+0 XPIC
Fuente: Manual Huawei

C) Equipamiento

El router ATN 910 C-B que se instalará en todos los nodos de acceso soporta este tipo de soluciones, cuenta con puertos modulares, interfaces eléctricas de 1 Gbps y ópticas de 1/10Gbps de acuerdo a la Figura 15 se muestra la distribución de puertos.

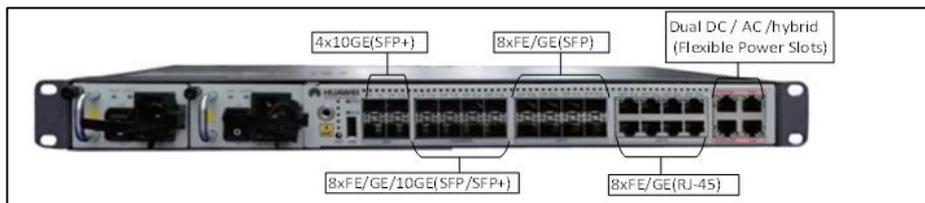


Figura 15. Distribución de puertos ATN910 C-B
Fuente: Manual Huawei

3.1.3.3. Punto Multipunto Microondas

La solución de microondas (punto a multipunto) presenta las ventajas de gran ancho de banda, fuerte anti interferencia, adaptación al entorno, simple operación

y mantenimiento, Ethernet mejorada, se convierte en la más adecuada solución de transmisión de radio para acceso masivo a sitios.

PMP no licenciado funciona de 4.91 a 5.97 GHz en frecuencias no licenciadas y puede ser desplegado en escenarios LOS (Line-of-Sight) y escenarios NLOS (sin línea de visión). La red PMP está conformada por un AP (Access Point, incluido AP equipos y antenas sectoriales) que permite conectar a los RTs (terminales remotas).

A continuación, el diagrama de componentes de la solución PMP, el cual se muestra en la Figura 16.

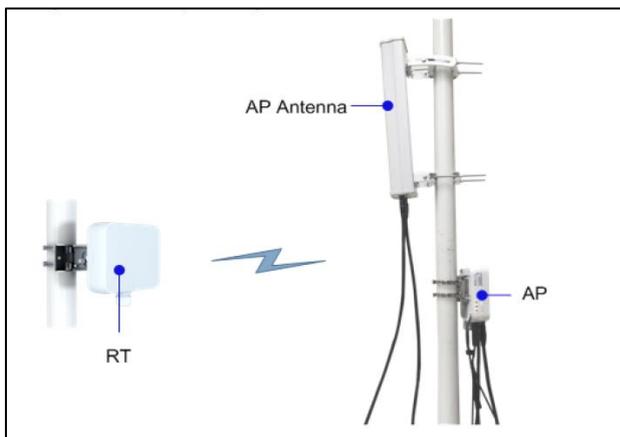


Figura 16. Diagrama de componentes de solución PMP
Fuente: Manual Huawei

3.2. Modelo de solución propuesto:

3.2.1. Diseño de enlace PTP

3.2.1.1. Generalidades

El procedimiento en general para la planificación de un enlace Punto a Punto es la determinación de las pérdidas máximas del trayecto: calculado por medio del link budget (presupuesto del enlace), el cual involucra el cálculo para uplink y downlink.

Para realizar el diseño de los enlaces Punto a Punto se utiliza el software propietario de Huawei iRiver Designer for RTN. Este software usa los mapas SRTM v3 para calcular los perfiles de los enlaces y cuenta con todas las librerías de los equipos microondas Huawei para poder realizar los cálculos de los enlaces de forma precisa.

A continuación, los criterios de dimensionamiento de la red de acceso

- Disponibilidad $\geq 99.99\%$
- Alturas de torres: 24, 30, 54 m.
- Clearance: 10m.
- Bandas 8GHz y 11 GHz.
- BW 40MHz, 56 MHz.
- Obstrucciones:
 - Vegetación: árboles de hasta 30m
 - Edificaciones: hasta 4m
- Cartografía SRTMV3 (Perú)
- $K= 1.33 100\%F1$, $K \text{ min (Según ITU-R P.453) } \%F1$
- ITU-R P.530-14/15
- Configuración de enlaces: 1+0

3.2.1.2. Topología:

Ubicación del nodo Quiparacra, Socorro, lirio pampa y Ranyac en la red microondas, se muestra en la red de microondas en la Figura 17.

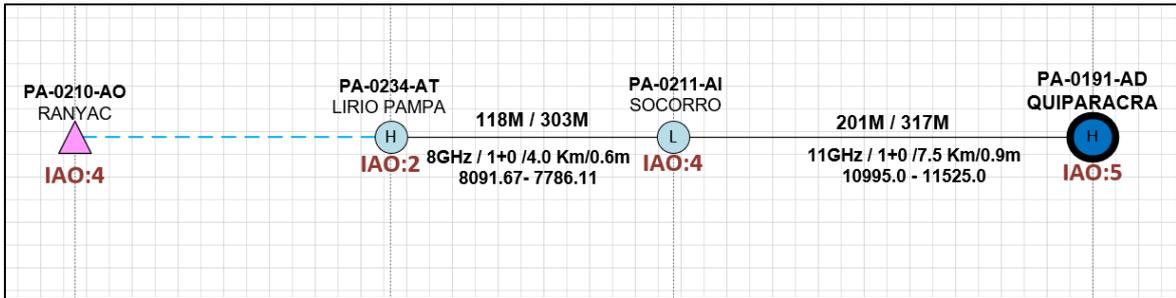


Figura 17. Red de microondas
Fuente: Elaboración propia

3.2.1.3. Diseño de enlace QUIPARACRA-SOCORRO

En la siguiente Figura 18 se muestra las coordenadas del nodo Quiparacra y el nodo Socorro con códigos PA-0211-AI y PA-0191-AD respectivamente.

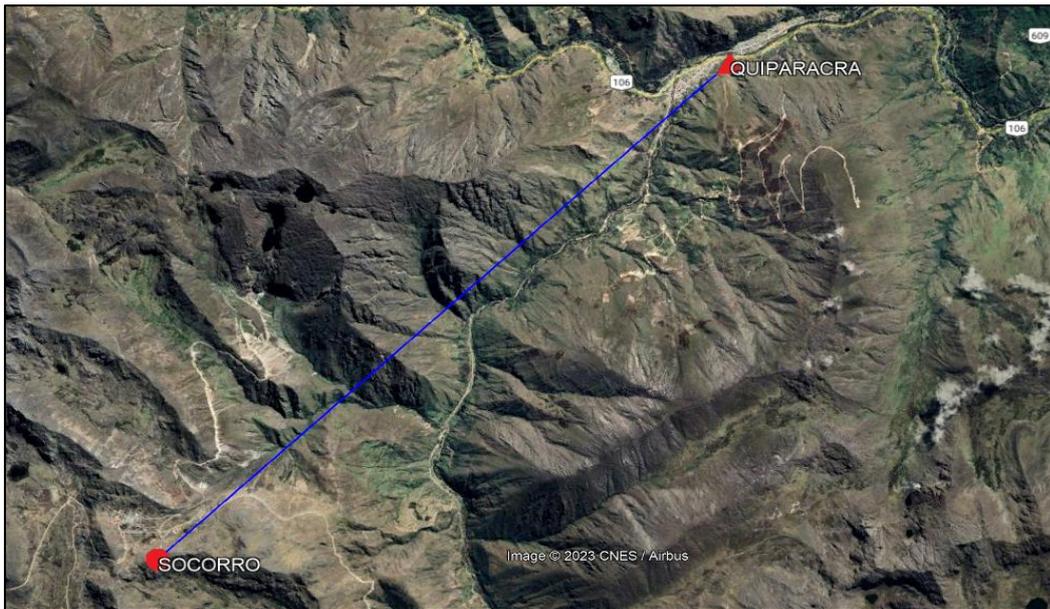


Figura 18. Enlace PTP del nodo Quiparacra – Socorro
Fuente: Elaboración propia

A) Perfil del enlace PA-0211-AI_PA-0191-AD

Se define la ubicación del nodo, donde se colocaría la antena y se realiza el estudio de línea de vista entre ambos sitios y para eso se recoge todos los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei iRiver, se encontró la distancia de 7.496 Km.

Se muestra la ecuación (1), para calcular la pérdida por espacio libre (Lfs), en función a la longitud de enlace y la frecuencia de trabajo, la cual es:

$$Lfs (dB) = 92.4 + 20 \log(D) + 20 \log(f) \dots \dots \dots (1)$$

Donde D es la distancia en kilómetros y f la frecuencia en GHz

Se usó la banda licenciada 11 GHz para cubrir los 7.496 km:

$$Lfs (dB) = 92.4 + 20 \log(7.496) + 20 \log(11) \text{ dB} \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{Resolviendo: } Lfs (dB) \approx 130.72 \text{ dB} \dots \dots \dots (ii)$$

Se observa que la pérdida por espacio libre es similar al cálculo con el software, el valor del cálculo es 130.93 dB y se muestra en la tabla 2.

Se diseña el enlace con las alturas de 52m y 22m, para que se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 19 se muestra el perfil de enlace entre los sitios Quiparacra hacia Socorro.

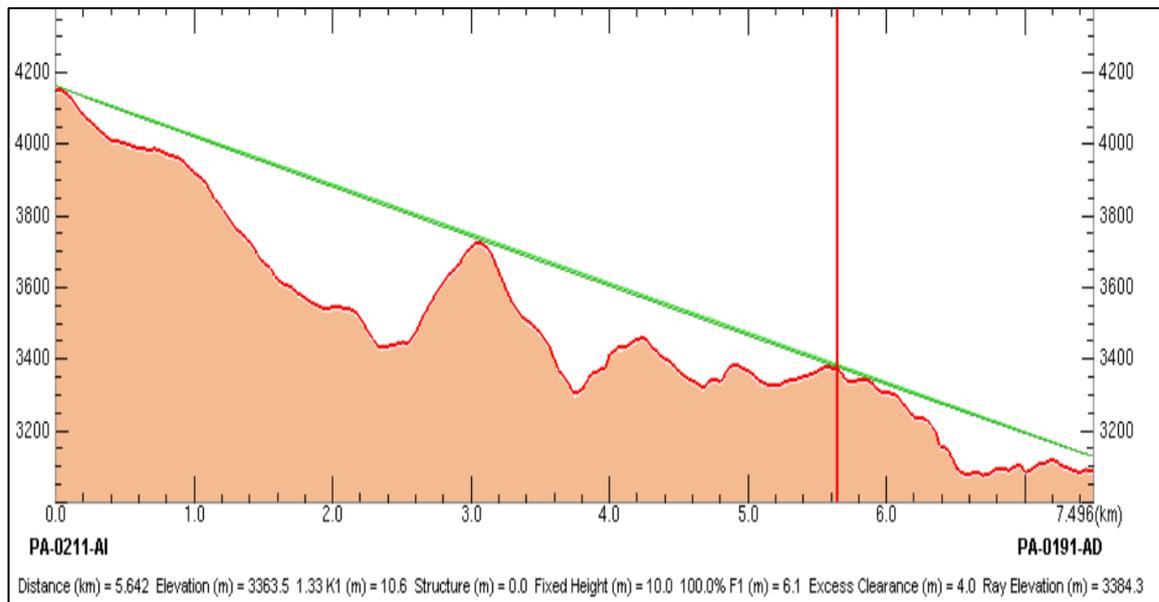


Figura 19. Perfil del enlace de Quiparacra-Socorro
Fuente: Elaboración software Huawei iRiver

B) Calculo de enlace

Se realiza el cálculo con el software iRiver del enlace Quiparacra hacia Socorro y se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2
Cálculo del enlace de Quiparacra – Socorro

ENLACE	PA-0211-AI_PA-0191-AD	
CODIGO NODO	PA-0211-AI SOCORRO	PA-0191-AD QUIPARACRA
Elevación (m)	4141.32	3076.32
Latitud	-10.689441	-10.642777
Longitud	-75.915211	-75.86552
Azimut de Antena (°)	46.49	226.48
Angulo Vertical (°)	-7.86	7.87
Altura de Torre (m)	24	54
Modelo de antena	A10WS09MAC-3NX	A10WS09MAC-3NX
Altura de antena (m)	22	52
Ganancia de antena (dBi)	38.4	38.4
Perdida de conector (dB)	0.5	0.5
Frecuencia (MHz)	11200	
Polarización	V	
Longitud enlace (km)	7.4967	
Perdida en espacio libre (dB)	130.93	
Perdida absorción atmosférica (dB)	0.12	
Field margin(dB)	1	
Perdida por difracción (dB)	0	
Modelo radio	11G_XMC3_512Q_40M_317M	11G_XMC3_512Q_40M_317M
Radio file name	11GXMC3512Q40M	11GXMC3512Q40M
Emission designator	40M0D7W	40M0D7W
Potencia TX (dBm)	23	23
RX threshold level(dBm)	-64.5	-64.5
Señal RX (dBm)	-33.23	-33.23
Margen desvanecimiento (dB)	31.26	31.26
Promedio temperatura anual (°C)	25	
Flat fade margin - multipath(dB)	31.26	31.26
Terrain roughness(m)	847.99	847.99
Disponibilidad anual (%-sec)	99.999916 - 26.49	
Enlace	CUMPLE	

Fuente: Elaboración software Huawei iRiver

3.2.1.4. Diseño de enlace SOCORRO – LIRIO PAMPA

En la siguiente Figura 20 se muestra el enlace punto a punto de los nodos Socorro y Lirio Pampa con códigos PA-0234-AT y PA-0211-AI respectivamente. Asimismo, se muestra que el nodo Ranyac es optimizado, debido a que se encuentra dentro del radio de cobertura del nodo Lirio Pampa.

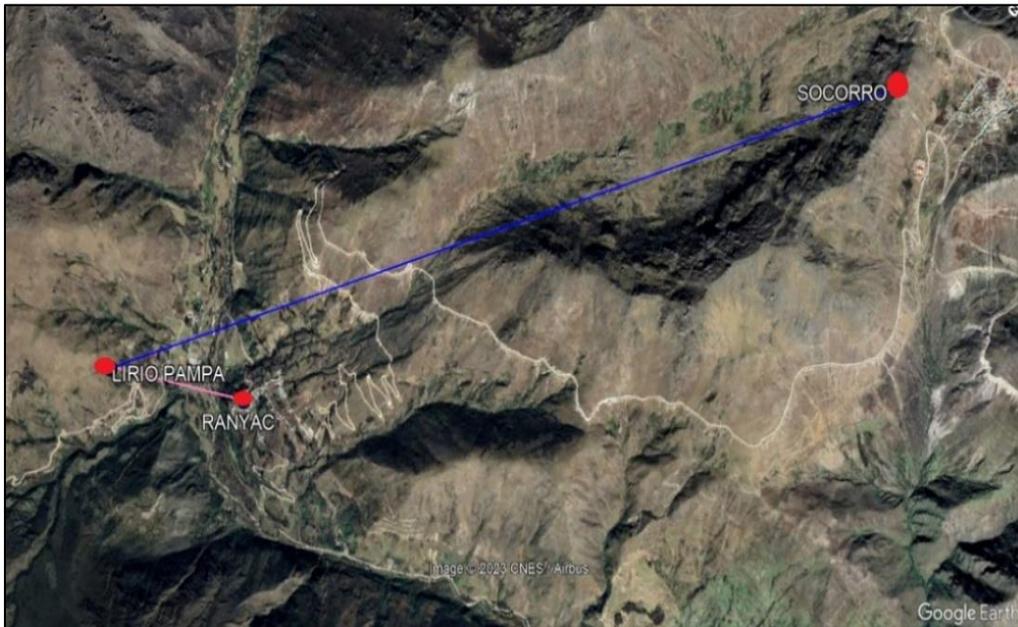


Figura 20. Enlace PTP del nodo Socorro - Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

A) Perfil del enlace PA-0234-AT_PA-0211-AI

Se define la ubicación del nodo, donde se colocaría la antena y se realiza el estudio de línea de vista entre ambos sitios y para eso se recoge todos los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei iRiver, se encontró la distancia de 4.039 Km

Se muestra la ecuación (1), para calcular la pérdida por espacio libre (Lfs), en función a la longitud de enlace y la frecuencia de trabajo, la cual es:

$$Lfs \text{ (dB)} = 92.4 + 20 \log(D) + 20 \log(f) \dots \dots \dots (1)$$

Donde D es la distancia en kilómetros y f la frecuencia en GHz

Se usó la banda licenciada 8 GHz para cubrir los 4.039 km:

$$Lfs \text{ (dB)} = 92.4 + 20 \log(4.039) + 20 \log(8) \text{ dB} \dots \dots \dots (i)$$

Resolviendo: $L_{fs} \text{ (dB)} \approx 122.58 \text{ dB}$ (ii)

Se observa que la pérdida por espacio libre es similar al cálculo con el software, el valor del cálculo es 122.63 dB y se muestra en la tabla 3.

Se diseña el enlace con las alturas de 28m y 22m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 21 se muestra el perfil de enlace entre los sitios Socorro hacia Lirio Pampa.

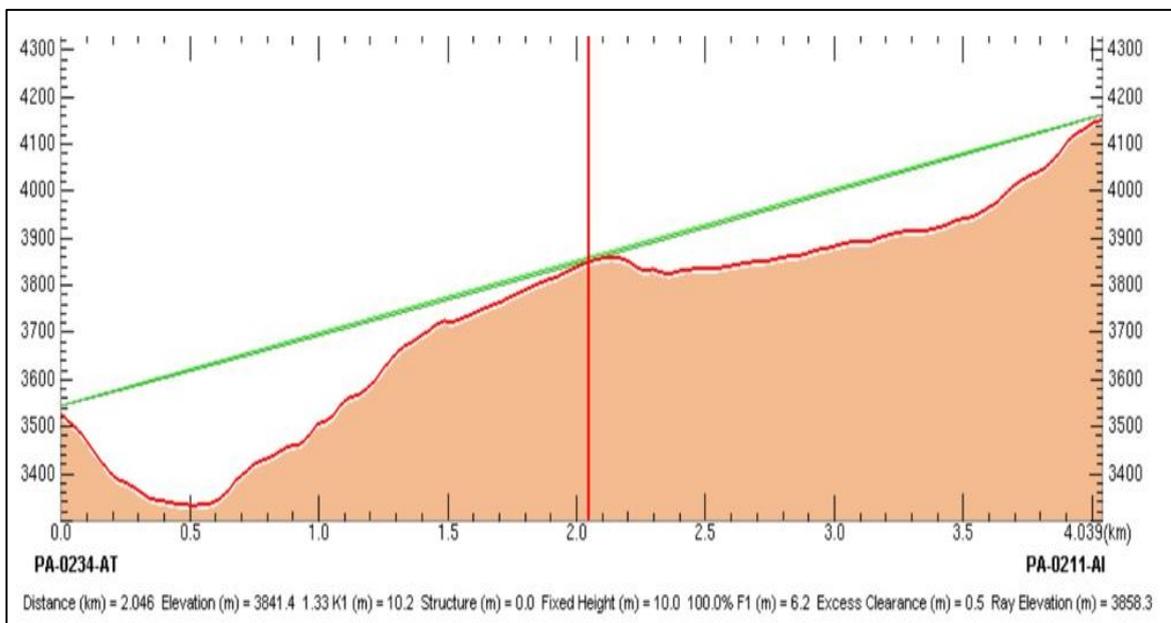


Figura 21. Perfil del enlace de Socorro - Lirio Pampa
Elaboración software Huawei iRiver

B) Cálculo de Enlace

Se realiza el calculo con el software iRiver del enlace Socorro hacia Liriopampa y se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3
Cálculo del enlace de Socorro - Lirio Pampa

ENLACE	LIRIO PAMPA - SOCORRO	
CODIGO	PA-0234-AT	PA-0211-AI
Elevación (m)	3517.22	4141.32
Latitud	-10.708511	-10.689441
Longitud	-75.883721	-75.915211
Azimut de Antena (°)	301.48	121.48
Angulo Vertical (°)	8.7	-8.69
Altura de Torre (m)	30	24
Modelo de antena	A7WS06MAC-3NX	A7WS06MAC-3NX
Altura de antena (m)	28	22
Ganancia de antena (dBi)	31	31
Perdida de conector (dB)	0.5	0.5
Frecuencia (MHz)	8000	
Polarización	V	
Longitud enlace (km)	4.0395	
Perdida en espacio libre (dB)	122.63	
Perdida absorción atmosférica (dB)	0.05	
Field margin(dB)	1	
Perdida por difracción (dB)	0	
Modelo radio	8G_XMC3_256Q_56M_382M	8G_XMC3_256Q_56M_382M
Radio file name	8GXMC3256Q56M	8GXMC3256Q56M
Emission designator	56M0D7W	56M0D7W
Potencia TX (dBm)	24	24
RX threshold level(dBm)	-66.5	-66.5
Señal RX (dBm)	-38.67	-38.67
Margen Desvanecimiento (dB)	27.82	27.82
Promedio temperatura anual (°C)	25	
Disponibilidad anual (%-sec)	99.999999 - 0.32	

Fuente: Elaboración software Huawei iRiver

3.2.2. Diseño de los enlaces PMP

3.2.2.1. Generalidades

Para el diseño de la solución PMP dependerá de la posición del Nodo con relación a sus Instituciones Beneficiarias y al número de habitantes de una zona determinada de la región de Pasco. Se realiza el estudio de cobertura para los sitios beneficiarios de la localidad. (Número de sectores para la cobertura). En la Figura 22 se verifica la ubicación de los beneficiarios y su distribución sobre la localidad y se definen la cantidad de sectores que van a dar la cobertura sobre la zona.

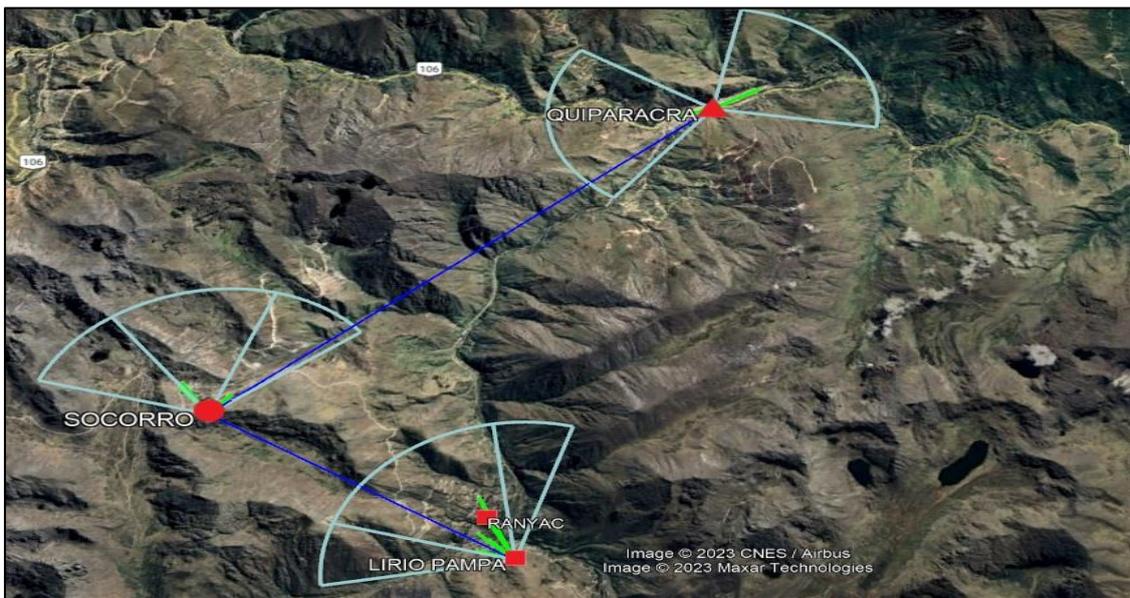


Figura 22. Topología de red en ePlanner

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el diseño de los enlaces Punto Multipunto se utiliza el software propietario de Huawei RTN ePlanner. Este software permite calcular los perfiles de los enlaces desde el nodo hacia cada Institución Beneficiaria y cuenta con todas las librerías de los equipos microondas Huawei para poder realizar los cálculos de los enlaces de forma precisa.

A continuación, los criterios de dimensionamiento de la red de acceso:

- ✓ Disponibilidad $\geq 99.99\%$
- ✓ Alturas de mástiles: 3,6 y 9 m.

- ✓ Bandas No licenciadas: 5.4GHz Y 5.8 GHz.
- ✓ BW: 20 MHz y 40 MHz
- ✓ Capacidad de Instituciones Beneficiarias: Max: 40Mbps
- ✓ PIRE: 36 dBm
- ✓ Nivel de recepción en el beneficiario ≥ -70 dBm
- ✓ Rango de cobertura del sector: 2Km
- ✓ Capacidad de Instituciones Beneficiarias agregado ≥ 50 Mbps
- ✓ Relación subida – bajada: 1:4
- ✓ Se considera un radio de cobertura del AP alrededor de la Plaza para la localidad, el rango varía de acuerdo a la población y se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Cuadro de población por rango

POBLACION	RANGO
Menos de 500	300 m
de 501 a 2000	500 m
de 2001 a 2500	700 m
más de 2500	1000 m

Fuente: Elaboracion propia

3.2.2.2. Diseño de enlaces Punto Multipunto PA-0191-AD-QUIPARACRA

Primero se ubica el Nodo Quiparacra, luego se identifica las instituciones beneficiarias y se procede a realizar el estudio de cobertura en la localidad, para después definir la cantidad de sectores y realizar el estudio de línea de vista entre el nodo Quiparacra y las instituciones, finalmente ingresar todos los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner.

- **Entidades Beneficiarias**

En la siguiente Tabla 5 se muestra el cuadro se precisa la cantidad de instituciones beneficiarias ubicadas en la localidad de Quiparacra.

Tabla 5

Cuadro de cantidad de instituciones beneficiarias en Quiparacra

CÓDIGO NODO	NOMBRE DEL NODO	CODIGO DE LA IIBB	NOMBRE DE BENEFICIARIO	TIPO DE IBB
PA-0191-AI	QUIPARACRA	PA-0191-IE03	34007 ISABEL ALCANTARA	LOCAL ESCOLAR
		PA-0191-IE02	JOSE GALVEZ BARRENECHEA	LOCAL ESCOLAR
		PA-0191-IE01	SAN CRISTOBAL	LOCAL ESCOLAR
		PA-0191-CS01	QUIPARACRA	ESTABLECIMIENTO DE SALUD

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación de las instituciones beneficiarias.**

En la siguiente Figura 23 elaborada en Google Earth se muestra la ubicación de las instituciones beneficiarias.



Figura 23. Ubicación de IAOs en la localidad de Quiparacra

Fuente: Elaboración propia

- **Cantidad de Sectores**

Luego de realizar el estudio de cobertura en la localidad, se define 2 sectores para enlazar a las 4 instituciones beneficiarias. En la siguiente Figura 24 se muestra la cantidad de sectores:



Figura 24. Sectores de las IAOS
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 25 se muestra los enlaces punto multipunto del nodo Quiparacra hacia 4 instituciones beneficiarias (3 colegios y un centro de salud).

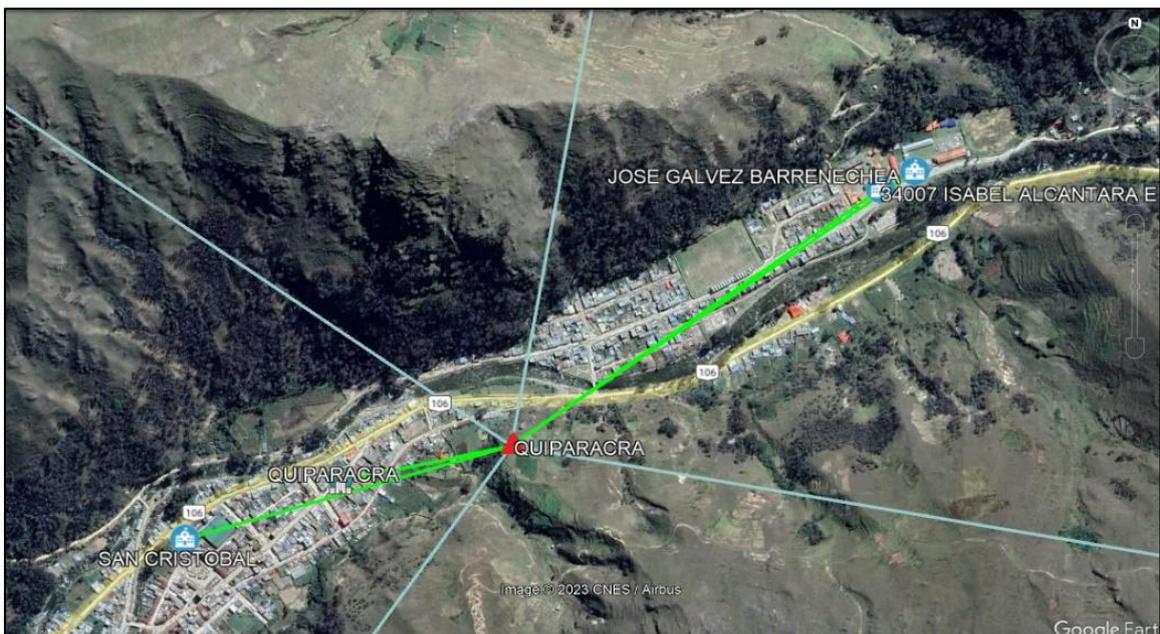


Figura 25. Enlaces de las IAOS
Fuente: Elaboración propia

- **Zona de cobertura**

En la Figura 26 se muestra los niveles de recepción de acuerdo a la leyenda mostrada en la localidad de Quiparacra, el color azul es el que cumple los niveles y esta de (-70 a -50) dBm, el color celeste se encuentra en el margen (-80 a -70) dBm, el color Rojo y amarillo no cumplen, hay perdidas en el enlace (-110 a -80) dBm.

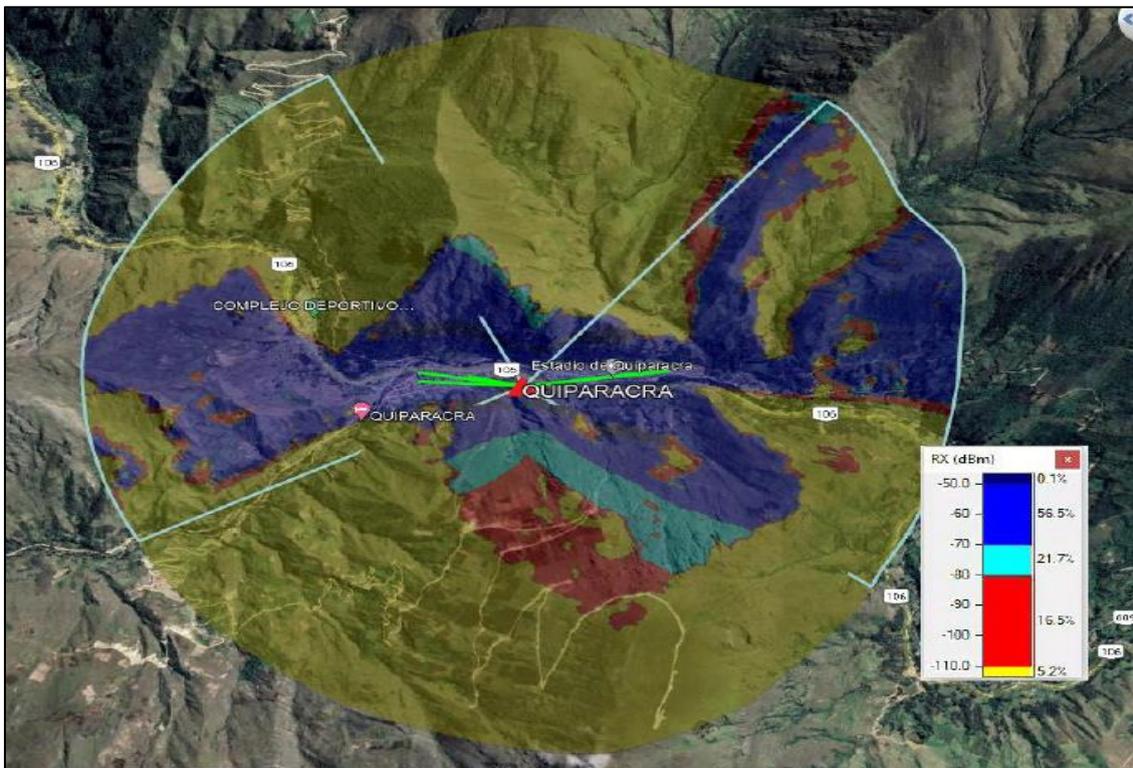


Figura 26. Zona de cobertura Quiparacra
Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0191-AD QUIPARACRA_PA-0191-IE03**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Quiparacra y la institución beneficiaria con código PA-0191-IE03 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.649 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 42m y 6m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 27 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Quiparacra hacia el colegio 34007 Isabel Alcántara.

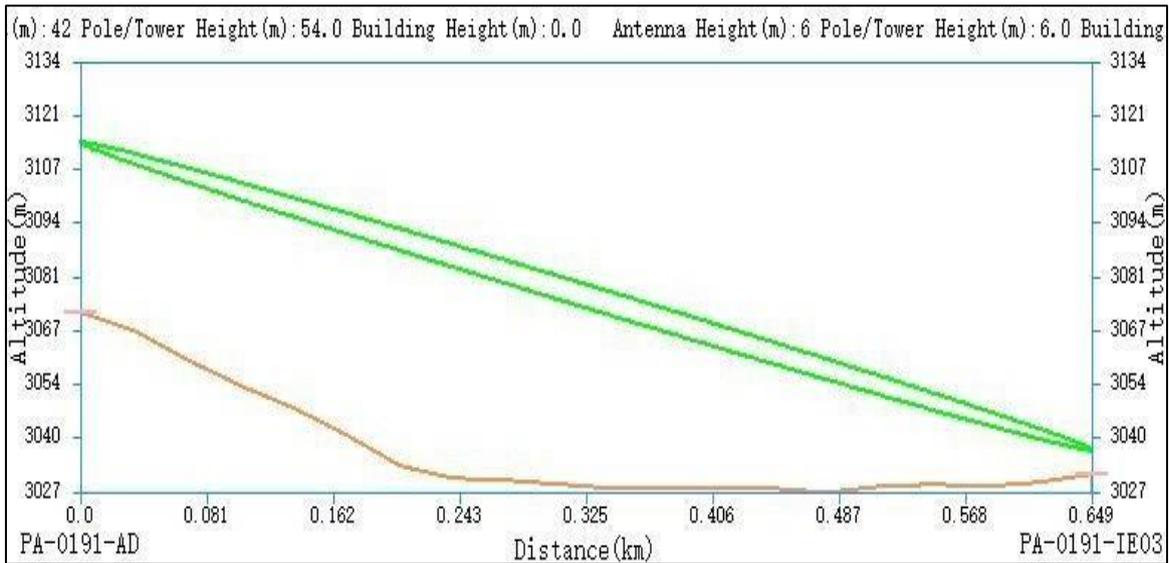


Figura 27. Perfil del enlace Quiparacra – IE03

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 6 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 1 hacia la Institución IE03.

Tabla 6
Cuadro cálculo de enlace S1 – IE03

ENLACE	PA-0191-AD-S1_PA-0191-IE03	
CODIGO	PA-0191-AD	PA-0191-IE03
Elevación (m)	3076.3	3032
Frecuencia (MHz)		57550
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.649
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.642777°	-10.63936°
Longitud	-75.86552°	-75.86071°
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	42	6
Angulo Azimut (°)	55	234.1
Angulo vertical (°)	-6.2	6.7
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS8
Potencia Tx (dBm)		18
Señal Rx (dBm)		-57.01
Margen desvanecimiento (dB)		5.99
Throughput	25.9	103.6
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0191-AD QUIPARACRA_PA-0191-IE02**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Quiparacra y la institución beneficiaria con código PA-0191-IE02 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.705 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 42m y 6m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 28 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Quiparacra hacia el colegio Jose Gálvez Barrenechea.

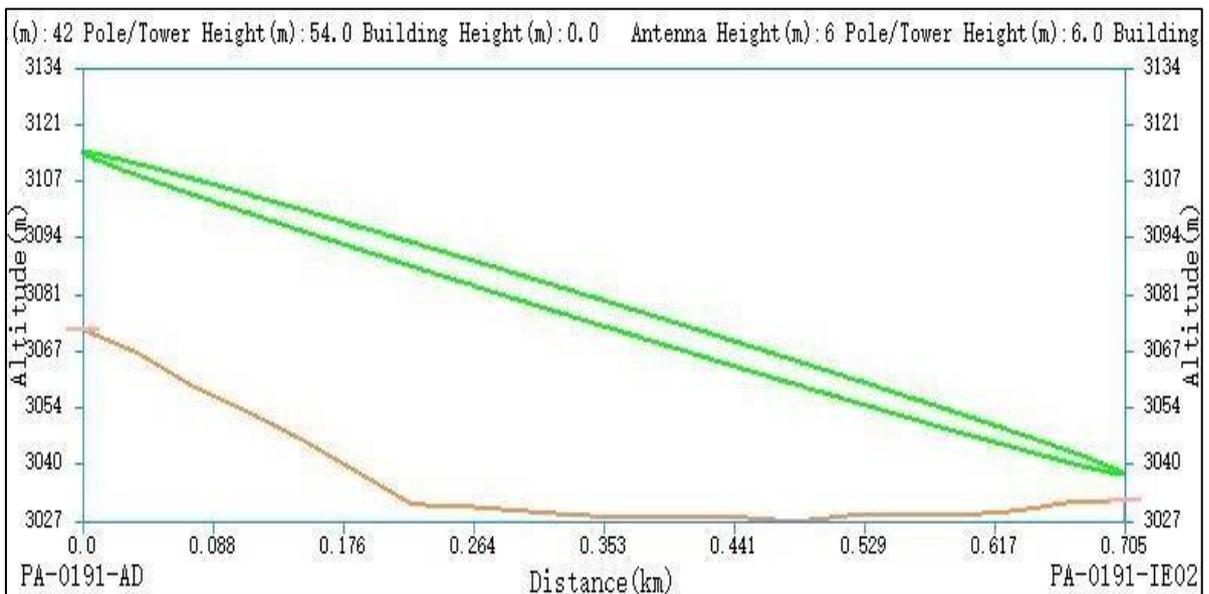


Figura 28. Perfil del enlace Quiparacra – IE02

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 7 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 1 hacia la Institución IE02.

Tabla 7

Cuadro cálculo de enlace S1 – IE02

ENLACE	PA-0191-AD-S1_PA-0191-IE02	
CODIGO	PA-0191-AD	PA-0191-IE02
Elevación (m)	3076.3	3031
Frecuencia (MHz)		5755
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.705
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.642777°	-10.63912
Longitud	-75.86552°	-75.86026
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	42	6
Angulo Azimut (°)	55	234.7
Angulo vertical °)	-6.2	6.2
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS8
Potencia Tx (dBm)		18
Señal Rx (dBm)		-57.68
Margen desvanecimiento (dB)		5.32
Throughput	25.9	103.6
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **PA-0191-AD QUIPARACRA_PA-0191-CS01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Quiparacra y la institución beneficiaria con código PA-0191-CS01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.255 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 42m y 7m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 29 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Quiparacra hacia el Establecimiento de salud.

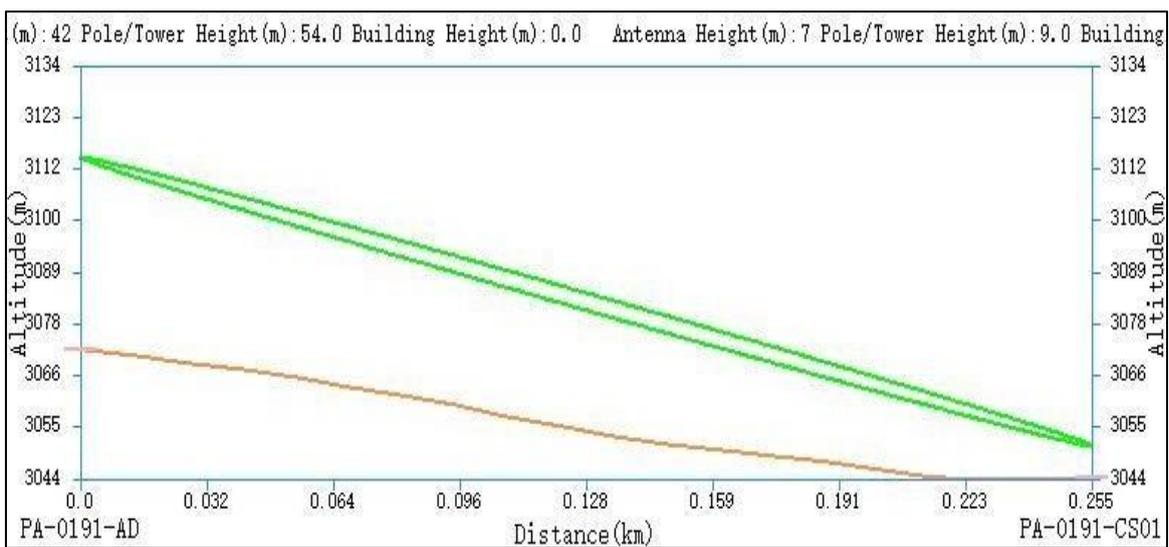


Figura 29. Perfil del enlace Quiparacra – CS01

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo de enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 8 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Establecimiento de Salud.

Tabla 8
Cuadro cálculo de enlace S2 – CS01

ENLACE	PA-0191-AD-S2_PA-0191-CS01	
CODIGO	PA-0191-AD	PA-0191-CS01
Elevación (m)	3076.3	3034
Frecuencia (MHz)		5795
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.255
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.642777°	-10.64329
Longitud	-75.86552°	-75.86779
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	42	7
Angulo Azimuth (°)	260	77
Angulo vertical °)	-6.5	13.9
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS8
Potencia Tx (dBm)		18
Señal Rx (dBm)		-57.67
Margen desvanecimiento (dB)		5.33
Throughput	17.27	69.07
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0191-AD QUIPARACRA_PA-0191-IE01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Quiparacra y la institución beneficiaria con código PA-0191-IE01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.493 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 42m y 9m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 30 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Quiparacra hacia el colegio San Cristóbal.

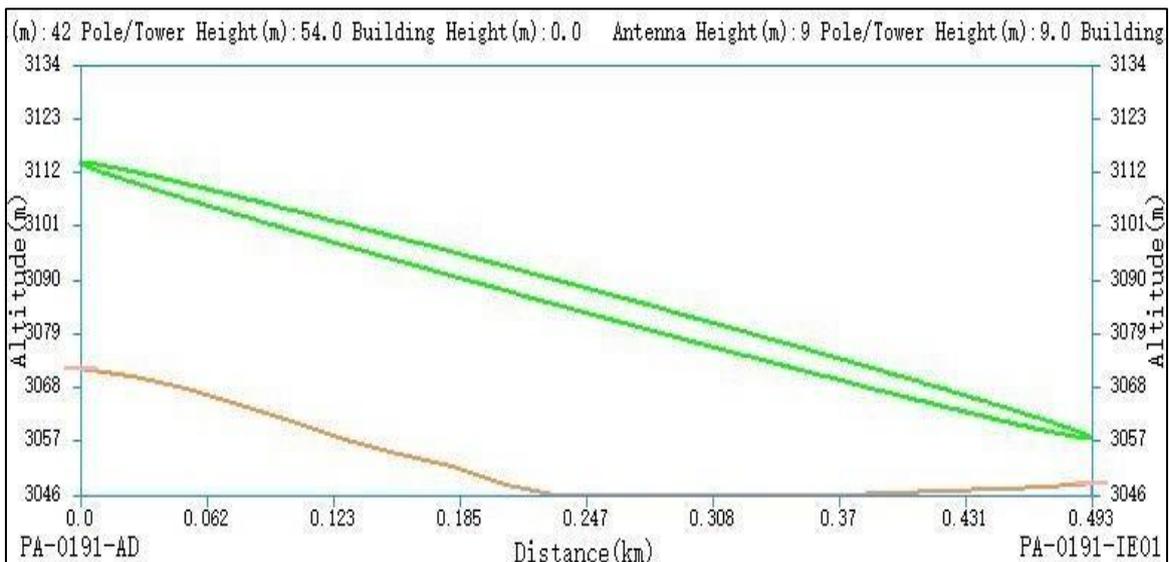


Figura 30. Perfil del enlace Quiparacra – IE01
Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo de enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 9 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Colegio IE01.

Tabla 9

Cuadro cálculo de enlace S2 – IE01

ENLACE	PA-0191-AD-S2_PA-0191-IE01	
CODIGO	PA-0191-AD	PA-0191-IE01
Elevación (m)	3076.3	3047
Frecuencia (MHz)		5795
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.255
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.642777°	-10.64407
Longitud	-75.86552°	-75.86983
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	42	9
Angulo Azimut (°)	260	73
Angulo vertical (°)	-6.5	6.5
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS9
Potencia Tx (dBm)		17
Señal Rx (dBm)		-55.67
Margen desvanecimiento (dB)		5.33
Throughput	19.8	79.2
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3. Diseño de enlaces Punto Multipunto PA-0211-AI-SOCORRO

Primero se ubica el Nodo Socorro, luego se identifica las instituciones beneficiarias y se procede a realizar el estudio de cobertura en la localidad, para después definir la cantidad de sectores y realizar el estudio de línea de vista entre el nodo Socorro y las instituciones, finalmente ingresar todos los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner.

- **Entidades Beneficiarias**

En la Tabla 10 se precisa la cantidad de instituciones beneficiarias ubicadas en la localidad de Socorro.

Tabla 10
Instituciones Beneficiarias en Socorro

CÓDIGO NODO	NOMBRE DEL NODO	CODIGO DE LA IIBB	NOMBRE DE BENEFICIARIO	TIPO DE IBB
PA-0211-AI	SOCORRO	PA-0211-IE02	34079	LOCAL ESCOLAR
		PA-0211-IE01	TITO VALLE RAMIREZ	LOCAL ESCOLAR
		PA-0211-CS01	SOCORRO	ESTABLECIMIENTO DE SALUD

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación de las Instituciones Beneficiarias**

En la siguiente Figura 31 se muestra la ubicación de las instituciones beneficiarias.



Figura 31. Ubicación de IAOs en la localidad de Socorro

Fuente: Elaboración propia

- **Cantidad de Sectores**

Luego de realizar el estudio de cobertura en la localidad, se define 2 sectores para enlazar a las 3 instituciones beneficiarias. En la siguiente Figura 32 se muestra la cantidad de sectores:



Figura 32. Sectores de enlace para las IAOS

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 33 se muestra los enlaces punto multipunto del nodo Socorro hacia 3 instituciones beneficiarias (2 colegios y un centro de salud).



Figura 33. Enlaces de las IAOS

Fuente: Elaboración propia

- **Zona de cobertura**

En la Figura 34 se muestra los niveles de recepción de acuerdo a la leyenda mostrada en la localidad de Socorro, el color azul es el que cumple los niveles y esta de (-70 a -50) dBm, el color celeste se encuentra en el margen (-80 a -70) dBm, el color Rojo y amarillo no cumplen, hay perdidas en el enlace (-110 a -80) dBm.

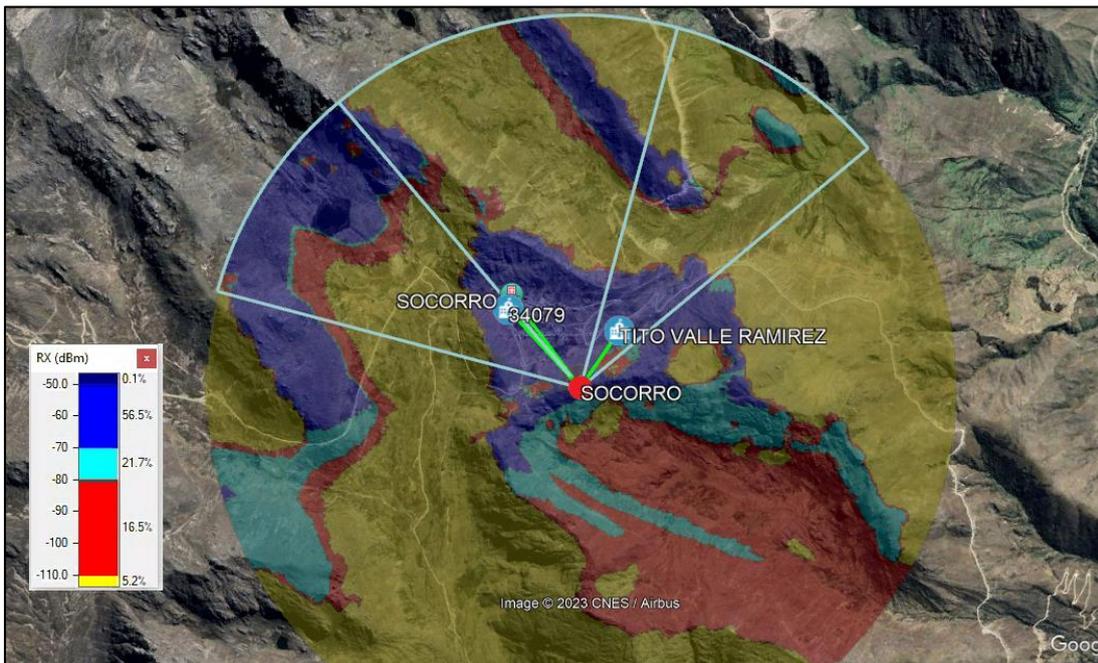


Figura 34. Zona de cobertura en Socorro

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0211-AI SOCORRO_PA-0211-IE01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Socorro y la institución beneficiaria con código PA-0211-IE01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.371 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 18m y 5m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 35 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Socorro hacia el Colegio Tito Valle Ramírez.

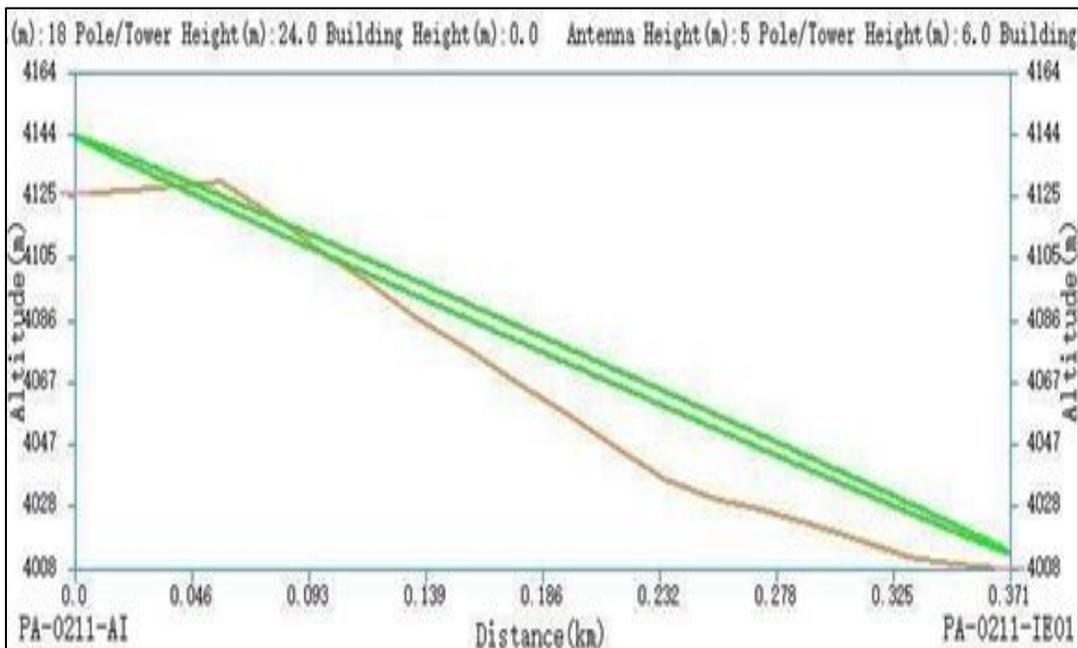


Figura 35. Perfil de enlace Socorro-IE01

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 11 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 1 hacia el Colegio IE01.

Tabla 11

Cuadro cálculo de enlace Socorro S1 – Colegio IE01

ENLACE	PA-0211-AI-S1_PA-0211-IE01	
CODIGO	PA-0211-AI	PA-0211-IE01
Elevación (m)	4125	4008
Frecuencia (MHz)		5510
Banda (GHz)		5.4
Distancia enlace (km)		0.371
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.689441	-10.686688
Longitud	-75.915215	-75.91331
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	18	5
Angulo Azimut (°)	5	214.2
Angulo vertical °)	-15	20.7
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS7
Potencia Tx (dBm)		19
Señal Rx (dBm)		-58.81
Margen desvanecimiento (dB)		8.19
Throughput	43.4	173.6
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0211-AI SOCORRO_PA.0211-CS01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Socorro y la institución beneficiaria con código PA-0211-CS01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.615 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 20m y 3m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 36 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Socorro hacia el Establecimiento de Salud.

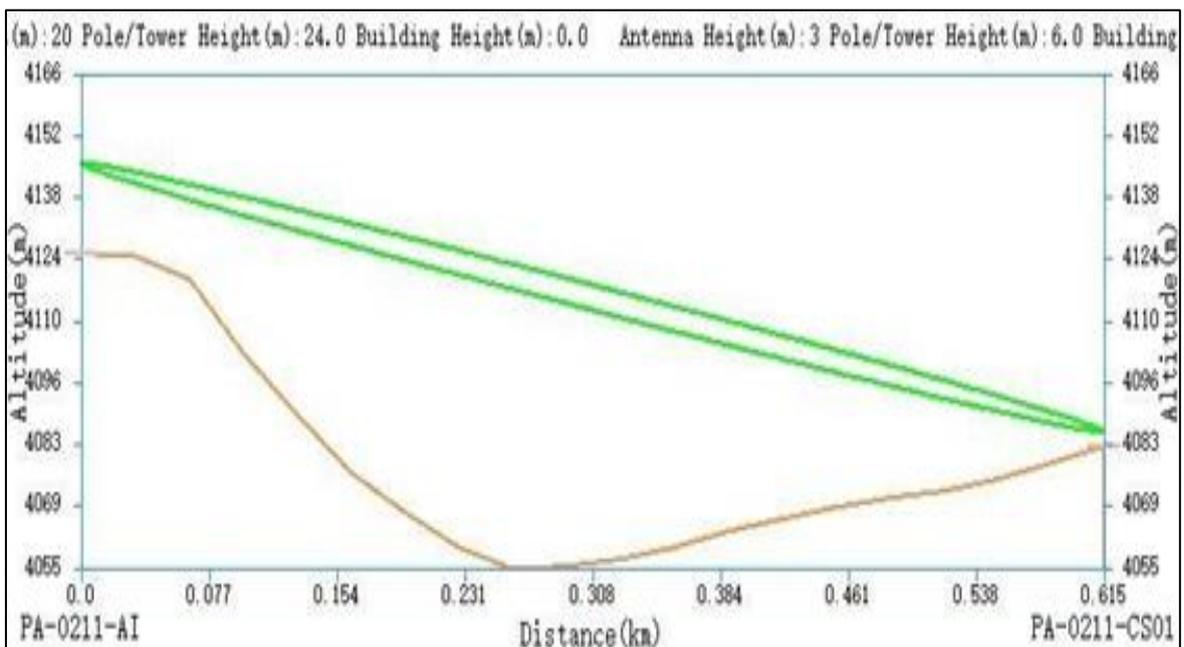


Figura 36. Perfil del enlace Socorro – CS01

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo de enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 12 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Establecimiento de Salud de Socorro.

Tabla 12
Cuadro cálculo de enlace Socorro S2 – CS01

ENLACE	PA-0211-AI-S2_PA-0211-CS01	
CODIGO	PA-0211-AI	PA-0211-CS01
Elevación (m)	4125	4083
Frecuencia (MHz)		5755
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.615
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.689441	-10.685001
Longitud	-75.915215	-75.918564
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	20	3
Angulo Azimut (°)	330	143.5
Angulo vertical °)	-6.5	6.5
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS8
Potencia Tx (dBm)		18
Señal Rx (dBm)		-56.69
Margen desvanecimiento (dB)		6.41
Throughput	17.27	69.07
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0211-AI SOCORRO_PA-0211-IE02**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Socorro y la institución beneficiaria con código PA-0211-IE02 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.569 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 20m y 6m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 37 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Socorro hacia el colegio 34079.

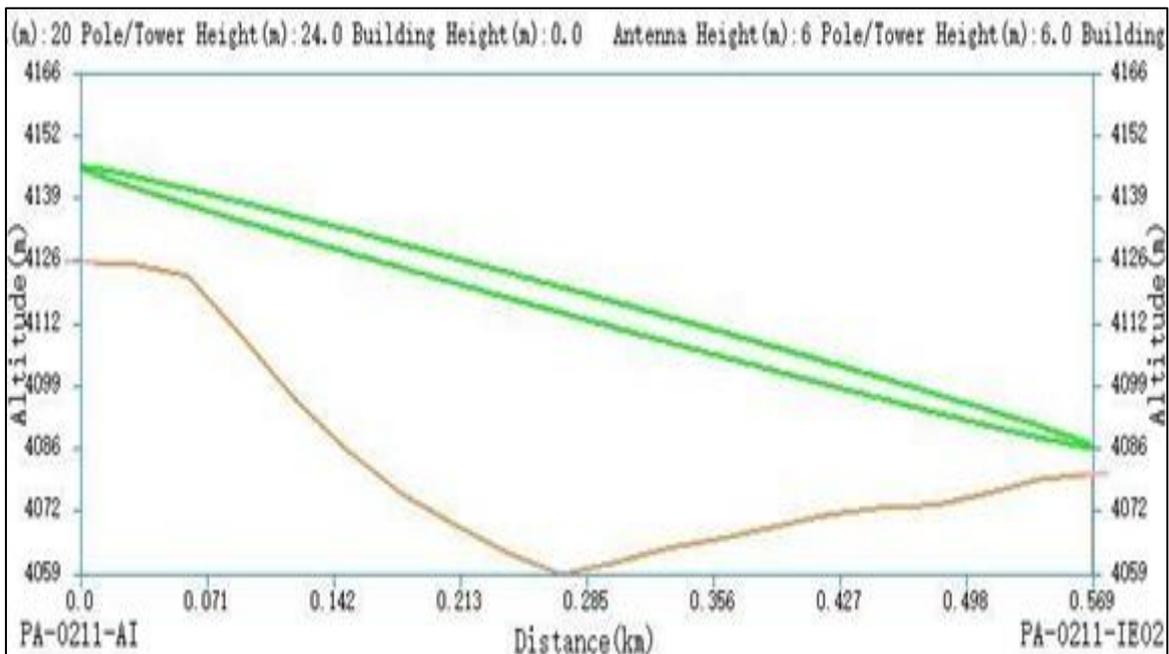


Figura 37. Perfil del enlace Socorro – IE02

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo de enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 13 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Colegio IE02.

Tabla 13
Cuadro cálculo de enlace Socorro S2 – IE02

ENLACE	SOCORRO S2- 34079 PRIMARIA	
CODIGO	PA-0211-AI-S2	PA-0211-IE02
Elevación (m)	4125	4080
Frecuencia (MHz)		5755
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.569
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.689441	-10.685665
Longitud	-75.915215	-75.9118724
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	20	6
Angulo Azimut (°)	330	137.6
Angulo vertical °)	-6.5	7
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS8
Potencia Tx (dBm)		18
Señal Rx (dBm)		-55.91
Margen desvanecimiento (dB)		7.09
Throughput	17.27	69.07
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4. Diseño de enlaces Punto Multipunto de LIRIO PAMPA

Primero se ubica el Nodo Lirio pampa, luego se identifica las instituciones beneficiarias y se procede a realizar el estudio de cobertura en la localidad, para después definir la cantidad de sectores y realizar el estudio de línea de vista entre el nodo Lirio Pampa y las instituciones, finalmente ingresar todos los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner.

- **Entidades Beneficiarias**

En la siguiente Tabla 14 se precisa la cantidad de instituciones beneficiarias ubicadas en la localidad de Lirio Pampa y Ranyac.

Tabla 14

cantidad de instituciones beneficiarias en Lirio Pampa y Ranyac

CÓDIGO NODO	NOMBRE DEL NODO	CODIGO DE LA IIBB	NOMBRE DE BENEFICIARIO	TIPO DE IBB
PA-0234-AT	LIRIO PAMPA	PA-0210-IE02	34078	LOCAL ESCOLAR
		PA-0210-IE01	AUGUSTO ELIAS ALANIA HUARICAPCHA	LOCAL ESCOLAR
		PA-0210-CS01	RANYAC	ESTABLECIMIENTO DE SALUD
		PA-0234-IE01	34094 LIRIO PAMPA	LOCAL ESCOLAR

Fuente: Elaboración propia

- **Ubicación de las instituciones beneficiarias**

En la siguiente Figura 38 se muestra la ubicación de las instituciones beneficiarias.

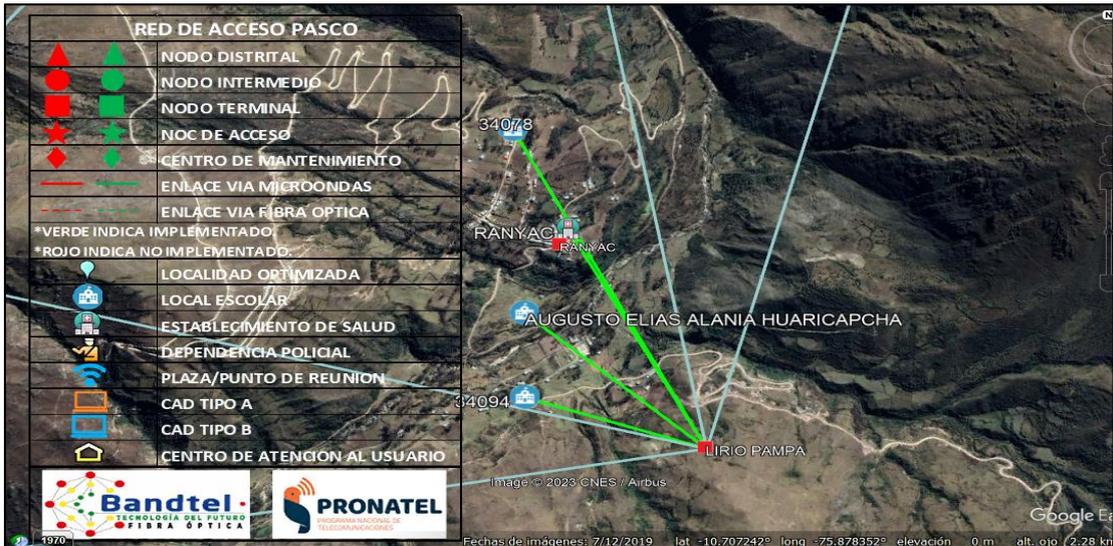


Figura 38. Ubicación de IAOs en la localidad de Lirio Pampa y Ranyac

Fuente: Elaboración propia

- **Cantidad de sectores**

Luego de realizar el estudio de cobertura en la localidad, se define 2 sectores para enlazar a las 4 instituciones beneficiarias. En la siguiente Figura 39 se muestra la cantidad de sectores:



Figura 39. Sectores de enlace para las IAOS

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente Figura 40 se muestra los enlaces punto multipunto del nodo Lirio Pampa hacia 4 instituciones beneficiarias (3 colegios y un centro de salud).

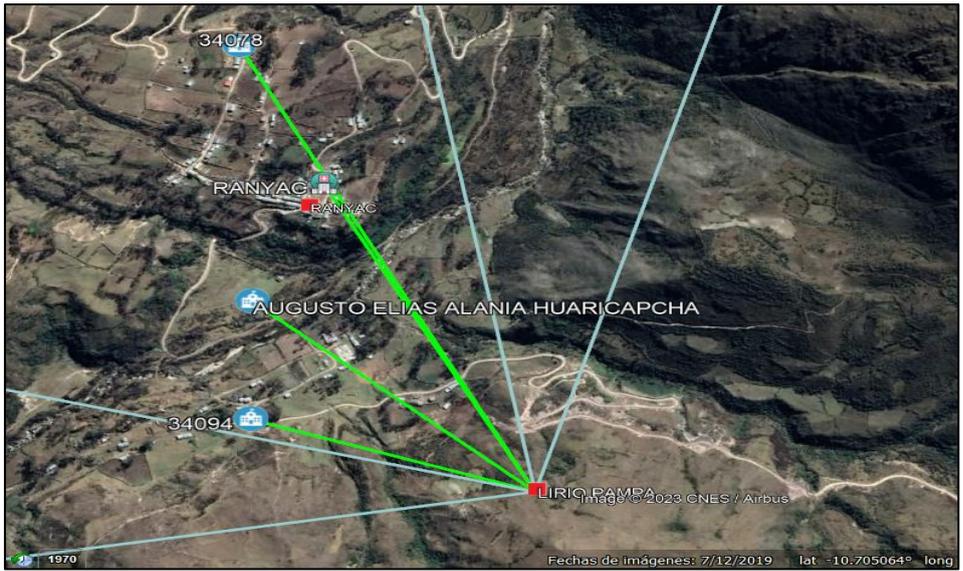


Figura 40. Enlaces de las IAOS
Fuente: Elaboración propia

- **Zona de cobertura**

En la Figura 41 se muestra los niveles de recepción de acuerdo a la leyenda mostrada en la localidad de Lirio Pampa, el color azul es el que cumple los niveles y esta de (-70 a -50) dBm, el color celeste se encuentra en el margen (-80 a -70) dBm, el color Rojo y amarillo no cumplen, hay perdidas en el enlace (-110 a -80) dBm.

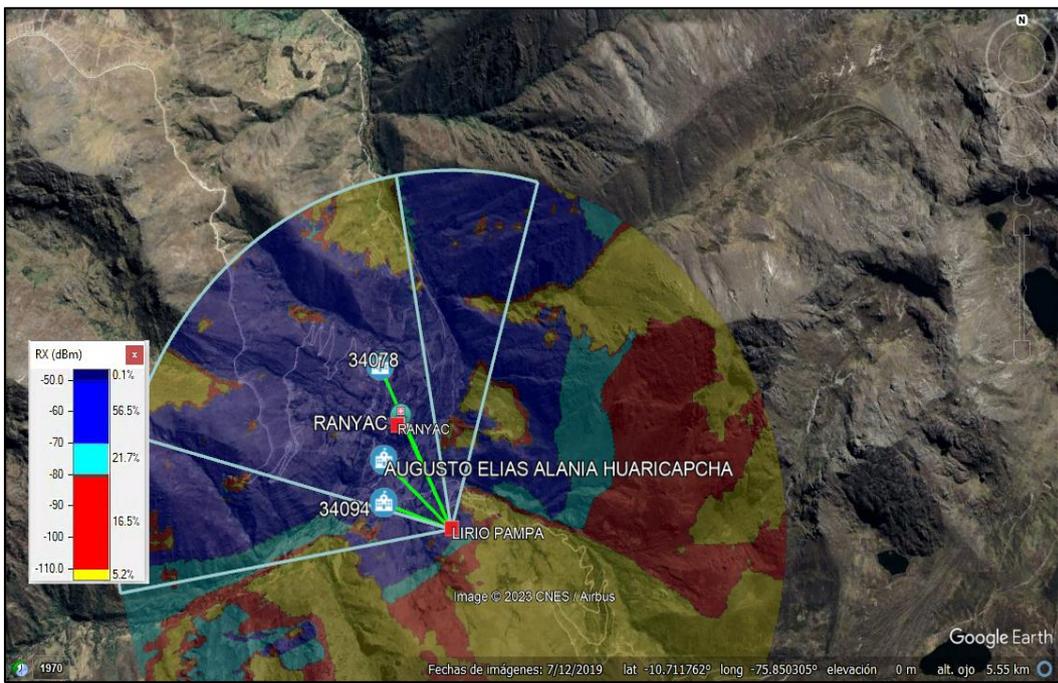


Figura 41. Zona de cobertura Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0234-AT LIRIO PAMPA_PA-0210-IE01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Lirio Pampa y la institución beneficiaria de la localidad de Ranyac con código PA-0210-IE01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.556 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 24m y 3m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 42 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Lirio Pampa hacia el colegio Augusto Elías Alania Huaricapcha (Ranyac).

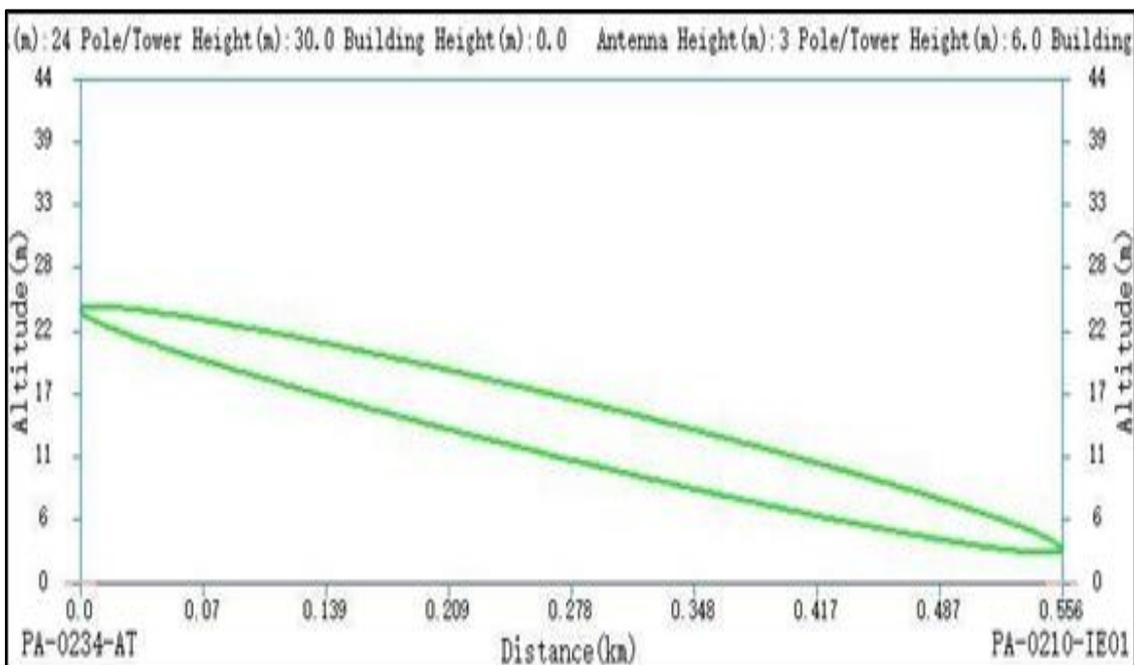


Figura 42. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac IE01

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 15 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 1 hacia el Colegio IE01 Ranyac.

Tabla 15

Cuadro cálculo de enlace Lirio Pampa S1 – Colegio Ranyac IE01

ENLACE	LIRIOPAMPA – COLEGIO RANYAC	
CODIGO	PA-0234-AT-S1	PA-0210-IE01
Elevación (m)	3517.2	3394
Frecuencia (MHz)		5755
Banda (GHz)		5.8
Distancia enlace (km)		0.556
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.708511	-10.705141
Longitud	-75.88372	-75.887474
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	24	3
Angulo Azimut (°)	305	132.4
Angulo vertical °)	-15	20.8
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS6
Potencia Tx (dBm)		20
Señal Rx (dBm)		-61.36
Margen desvanecimiento (dB)		7.64
Throughput	11.87	47.47
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **PA-0234-AT LIRIO PAMPA_PA-0234-IE01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Lirio Pampa y la institución beneficiaria con código PA-0234-IE01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.432 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 24m y 3m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 43 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Lirio Pampa hacia el colegio 34094.

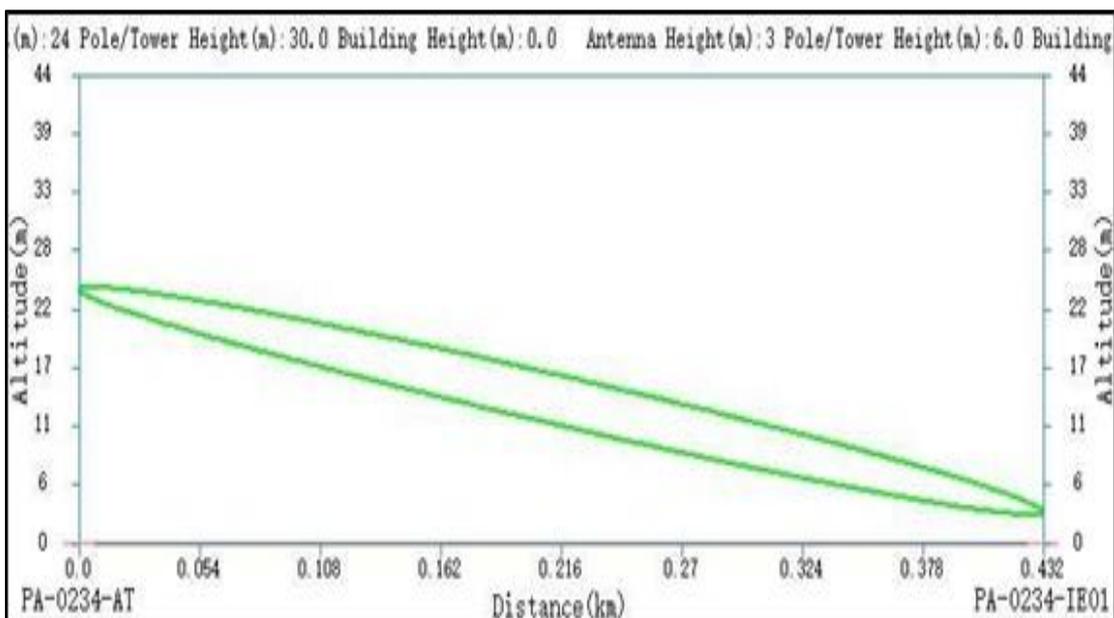


Figura 43. Perfil del enlace Lirio Pampa – IE01
Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 16 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 1 hacia el Colegio IE01.

Tabla 16
Cálculo de enlace Lirio Pampa S1 - IE01

ENLACE	LIRIO PAMPA - 34094 COLEGIO	
CODIGO	PA-0234-AT-S1	PA-0234-IE01
Elevación (m)	3517.2	3328
Frecuencia (MHz)	5755	
Banda (GHz)	5.8	
Distancia enlace (km)	0.432	
Ancho de banda (MHz)	40	
Latitud	-10.708511	-10.707261
Longitud	-75.88372	-75.88746
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	24	3
Angulo Azimut (°)	305	108.8
Angulo vertical °)	-15	24.2
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación	MCS6	
Potencia Tx (dBm)	20	
Señal Rx (dBm)	-61.45	
Margen desvanecimiento (dB)	7.55	
Throughput	11.87	47.47
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0234-AT LIRIO PAMPA_ PA-0210-IE02**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Lirio Pampa y la institución beneficiaria de la localidad de Ranyac con código PA-0210-IE02 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.999 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 26m y 3m, para se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 44 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Lirio Pampa hacia el colegio 34078 Ranyac.

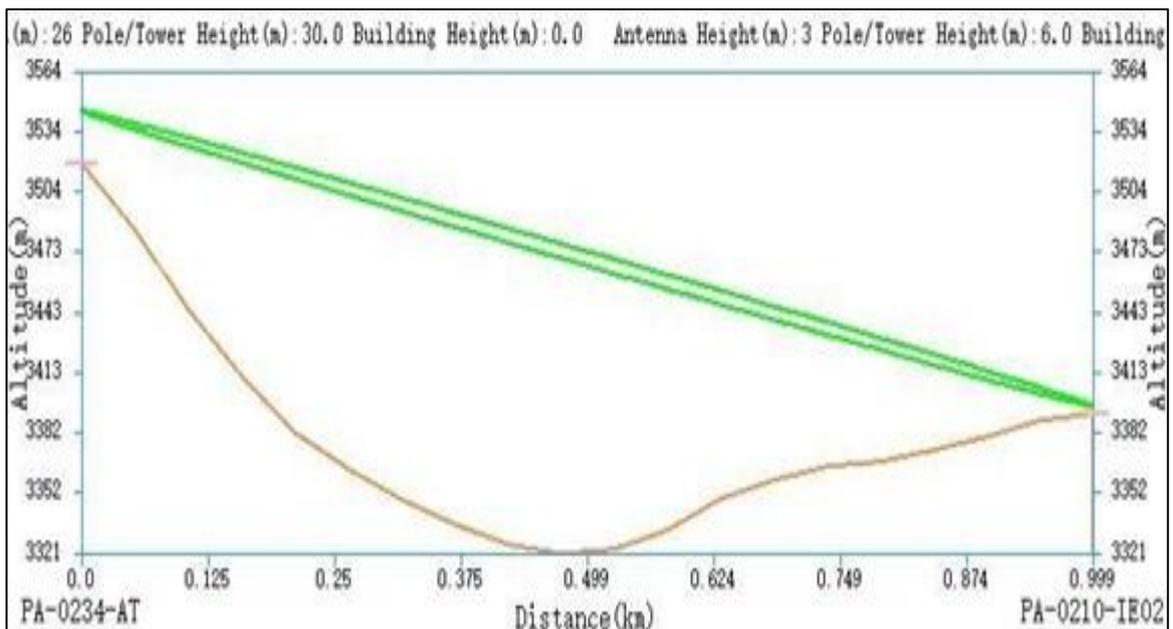


Figura 44. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac IE02
Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo de enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 17 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Colegio IE02 Ranyac.

Tabla 17
Cálculo de enlace Lirio Pampa S2 – Ranyac IE02

ENLACE	LIRIO PAMPA - 34078 COLEGIO RANYAC	
CODIGO	PA-0234-AT-S2	PA-0210-IE02
Elevación (m)	3517.2	3394
Frecuencia (MHz)		5510
Banda (GHz)		5.4
Distancia enlace (km)		0.999
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.708511	-10.700451
Longitud	-75.88372	-75.88773
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	26	3
Angulo Azimut (°)	330	153.9
Angulo vertical (°)	-8.5	8.5
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS7
Potencia Tx (dBm)		19
Señal Rx (dBm)		-59.19
Margen desvanecimiento (dB)		7.81
Throughput	14.47	57.87
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

- **Enlace PA-0234-AT LIRIO PAMPA_ PA-0210-CS01**

Se realiza el estudio de línea de vista entre el nodo Lirio Pampa y la institución beneficiaria de la localidad de Ranyac con código PA-0210-CS01 y para eso se recoge los datos necesarios para analizar mediante el software Huawei RTN ePlanner, se encontró una distancia de 0.688 Km.

A. Perfil del enlace

Se diseña el enlace con las alturas de 26m y 3m, para que se encuentre libre de obstáculos y en la siguiente Figura 45 se muestra el perfil de enlace entre el nodo Lirio Pampa hacia el Centro de Salud Ranyac.

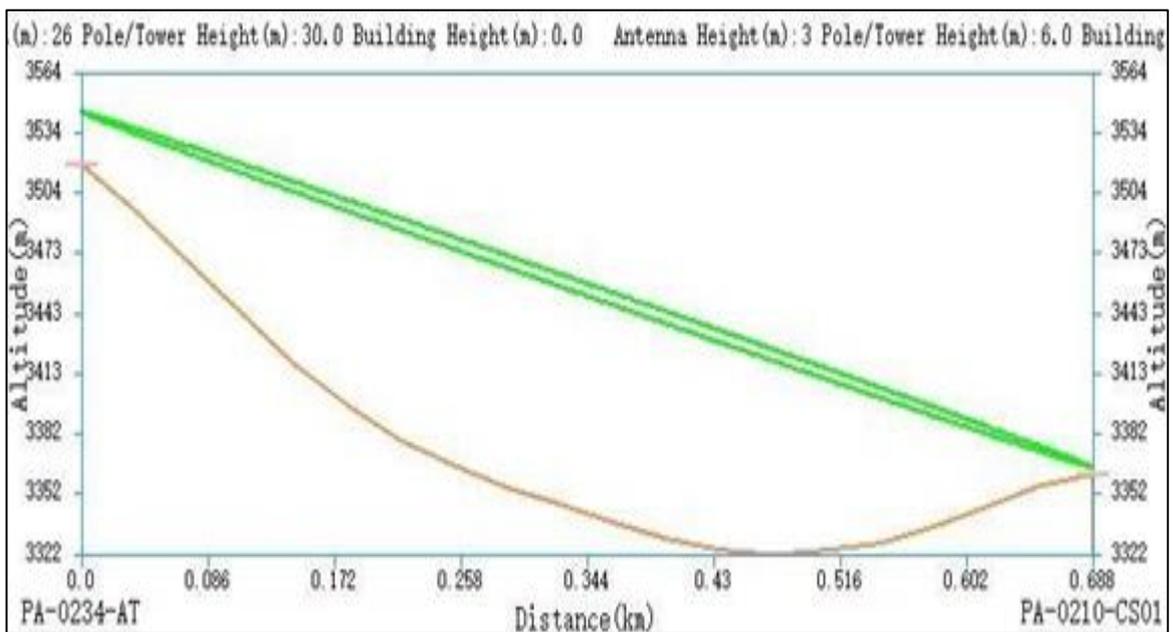


Figura 45. Perfil del enlace Lirio Pampa – Ranyac CS01

Fuente: Elaboración software eplanner

B. Cálculo del enlace

A continuación, se presenta en la Tabla 18 el resumen de cálculo para el enlace Punto Multi Punto, desde el sector 2 hacia el Centro de Salud de Ranyac.

Tabla 18

Cálculo de enlace Lirio Pampa S2 – CS01 Ranyac

ENLACE	LIRIO PAMPA - CENTRO DE SALUD RANYAC	
CODIGO	PA-0234-AT-S2	PA-0210-CS01
Elevación (m)	3517.2	3364
Frecuencia (MHz)		5510
Banda (GHz)		5.4
Distancia enlace (km)		0.688
Ancho de banda (MHz)		40
Latitud	-10.708511	-10.703
Longitud	-75.88372	-75.886566
PIRE (dBm)	40	40
Tipo de equipo	RTN 510 AP	RTN 510 RT
Tipo de antena	AS6D06HS NS	AS6D0XHD CFR
Ganancia de antena (dBi)	17	16
Altura de Antena (m)	26	3
Angulo Azimut (°)	330	153.1
Angulo vertical (°)	-8.5	14.6
Perdida de cable (dB)	1	0
Modulación		MCS6
Potencia Tx (dBm)		20
Señal Rx (dBm)		-62.82
Margen desvanecimiento (dB)		6.18
Throughput	11.87	47.47
Disponibilidad	99.999	99.999

Fuente: Elaboración propia

3.2.3. Implementación PTP

Con los resultados obtenidos durante el estudio de campo da por factible nuestro enlace y se procede a elaborar la implementación, se aplica los parámetros definidos durante la etapa de diseño.

Se realiza la instalación del cableado vertical a la entrada del shelter (un cable SFTP por la “Solución Outdoor” y un cable de energía).

Se realiza el alineamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido (Link Budget PTP).

Se realiza la instalación del cable SFTP outdoor de datos del equipo “RT N320F” hacia el router ATN910C-B en el puerto indicado por el diseño.

Aplicar el estándar de instalación para el cableado dentro del nodo y/o shelter.

El procedimiento del proyecto es implementar el enlace QUIPARACRA - SOCORRO con antenas direccionales con diámetro de 0.9m y de una polarización, y luego el enlace SOCORRO – LIRIO PAMPA con antenas de 0.6m de diámetro y una polarización. En la Figura 46 se muestra el nodo Quiparacra, y en la Figura 47 se muestra el nodo Socorro y en la Figura 48 se muestra el nodo Lirio Pampa.



Figura 46. Torre del nodo Socorro

Fuente: Elaboración propia



-10.6431S -75.8656W
Altitud:3140.9m
PASCO
PA-0191-AD QUIPARACRA

Figura 47. Torre del nodo Quiparacra
Fuente: Elaboración propia



-6.15
S:10° 42' 51" W:75° 58' 03"
Altitud:3559.0m
PASCO
PA-0234-AT LIRIO PAMPA

Figura 48. Torre del nodo Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

3.2.3.1. Instalación de enlace QUIPACRA – SOCORRO

Se dispone la instalación en el nodo Distrital y el nodo Intermedio compuesto por el equipo **IDU” RTN320F**”, una **“ODUXMC-3”** y una antena direccional (Diámetro de antena:0.9m) ubicadas en una torre autosoportada, la ODU se instalará con la antena y esta a su vez al soporte de la torre, mientras que el equipo IDU se instalará sobre la **“ODUXMC-3”** ajustándolo con los tornillos de montaje y continuar con la instalación del jumper IF ODU/RTN320F.

A) Instalación del nodo Quiparacra

Se empieza con la instalación del soporte especial para torre en antenas de 0.9 m de diámetro, luego se armó la antena a nivel de suelo y después se izó hasta una altura de 52 m como define el diseño, tal como se muestra en la Figura 49 y para llevar la antena a la altura solicitada, se usó una soga y poleas, a continuación, se ajustó el soporte orientándola hacia la estación remota y se alineo el Tilt y Azimut, en la siguiente Figura 50 se muestra la antena instalada.

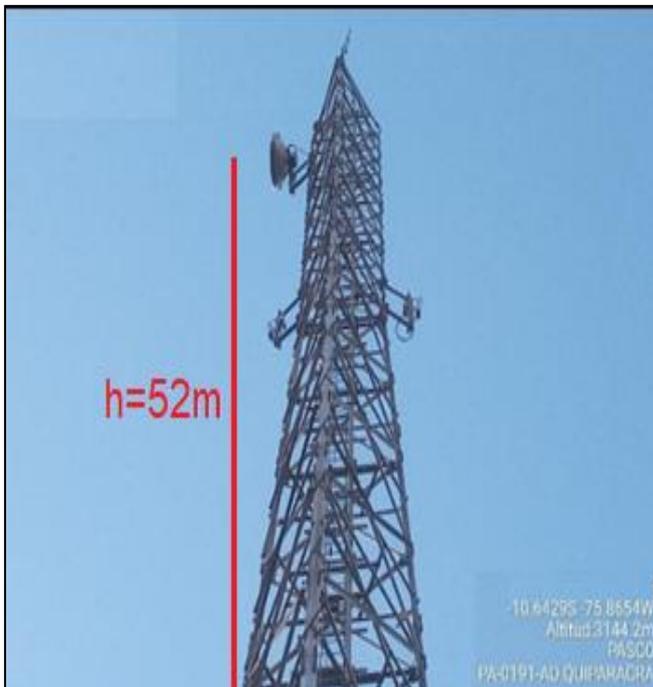


Figura 49. Altura de antena instalada
Fuente: Elaboración propia



Figura 50. Antena instalada y orientada hacia Socorro
Fuente: Elaboración propia

Se realiza cableado de instalación hasta el rack de comunicaciones, y se conectó el cable de datos y energía. En la Figura 51 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto indicado por el diseño.



Figura 51. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23
Fuente: Elaboración propia

Al configurar se obtiene buenos valores, luego se procedió a sacar las capturas de pantalla del estado del radio y valores de enlace para validar, y se muestra en la Figura 52. La información de la captura se detalla a continuación:

- Se afinó con una modulación de 512QAM lo que implica que no se tuvo problemas, pues no fue necesario bajarle la modulación para enlazar, el IDU y el ODU no presentan alarmas, el enlace quedo estable.

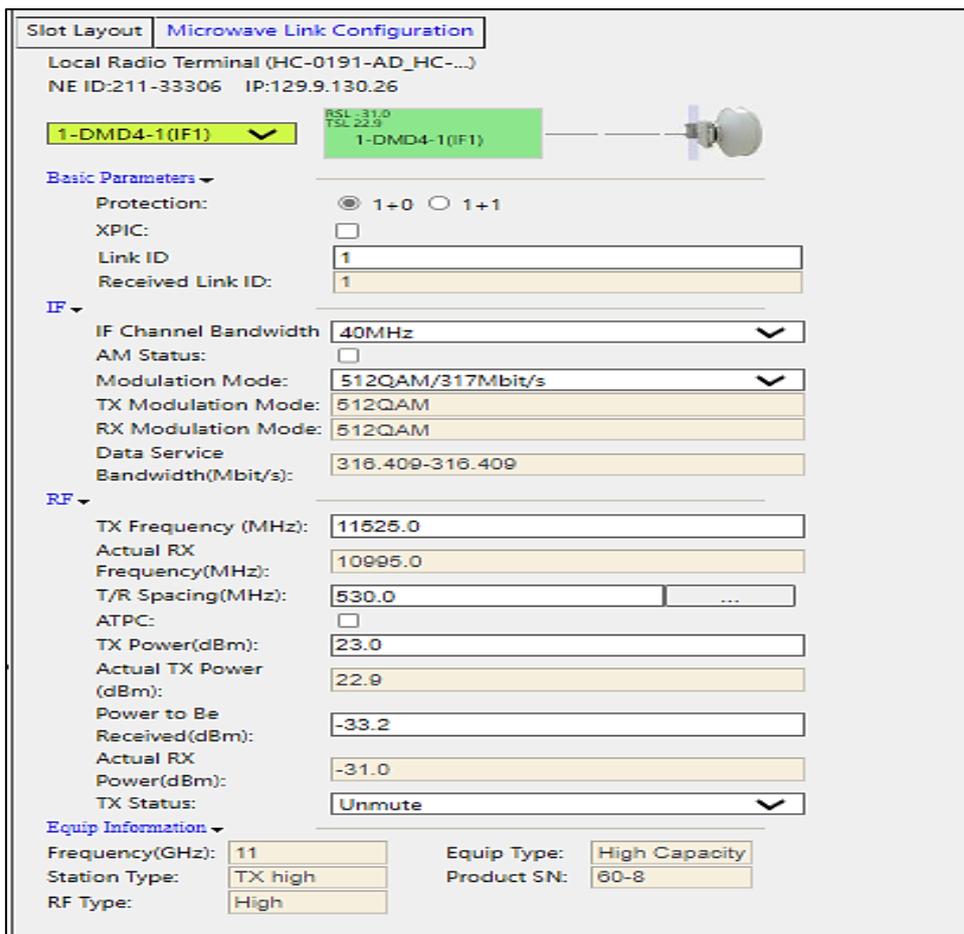


Figura 52. Captura de pantalla de la IDU Web Lct
Fuente: Elaboración propia

B) Instalación del nodo Socorro

Se empieza con la instalación del soporte especial para torre en antenas de 0.9 m de diámetro, luego se armó la antena a nivel de suelo y después se izó hasta una altura de 22 m como define el diseño, tal como se muestra en la Figura 53 y para llevar la antena a la altura solicitada, se usó una soga y poleas, a continuación, se ajustó el soporte orientándola hacia la estación de Quiparacra y se alineo el Tilt y Azimut, en la siguiente Figura 54 se muestra la antena instalada.



Figura 53. Altura de antena instalada
Fuente: Elaboración propia



Figura 54. Antena instalada y orientada hacia Quiparacra
Fuente: Elaboración propia

Se realiza cableado de instalación hasta el rack de comunicaciones, y se conectó el cable de datos y energía. En la Figura 55 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto indicado por el diseño.



Figura 55. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23
Fuente: Elaboración propia

Luego de configurar se obtiene buenos valores, se procedió a sacar los pantallazos de los estados del radio y valores de enlace para validar, y en la siguiente Figura 56 se muestra. La información de la captura se detalla a continuación:

- Se afinó con una modulación de 512QAM lo que implica que no se tuvo problemas en el afinamiento, pues no fue necesario bajarle la modulación para enlazar, el IDU y el ODU no presentan alarmas, el enlace quedo estable.

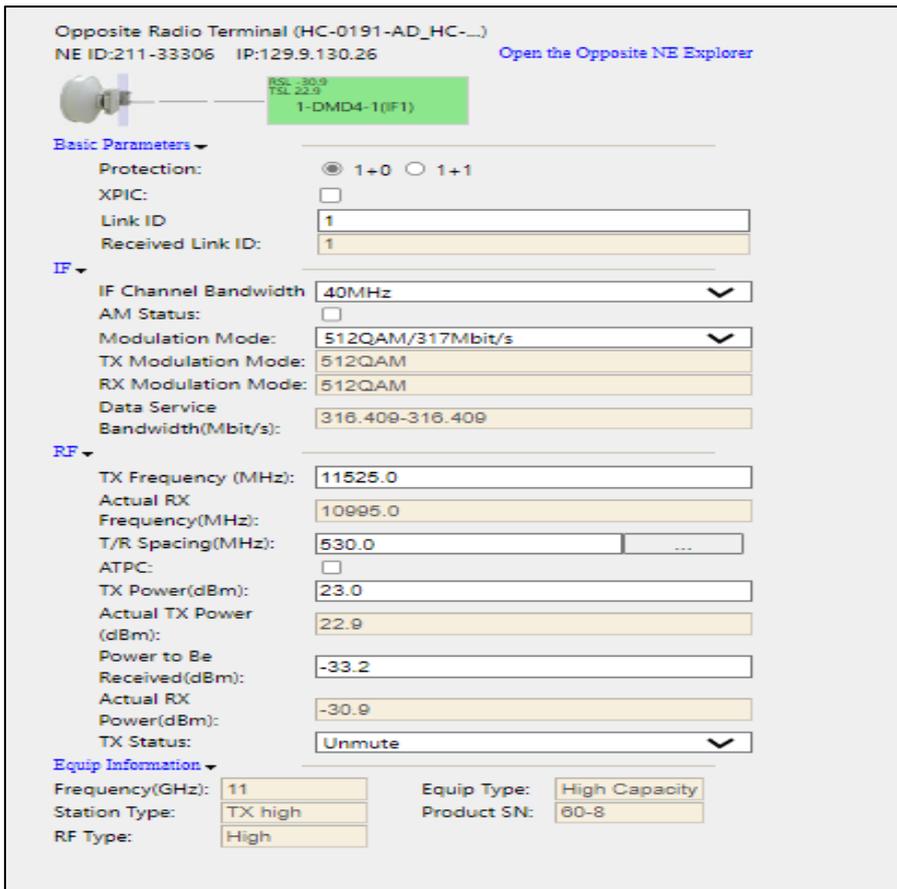


Figura 56. Captura de pantalla de la IDU Web Lct
Fuente: Elaboración propia

3.2.3.2. Instalación de enlace SOCORRO-LIRIOPAMPA

Se dispone la instalación en el nodo Intermedio y el nodo Terminal compuesto por el equipo **IDU” RTN320F”**, una **“ODUXMC-3”** y una antena direccional (Diámetro de antena:0.6m) ubicadas en una torre autosoportada, la ODU se instalará con la antena y esta a su vez al soporte de la torre, mientras que el equipo IDU se instalará sobre la **“ODUXMC-3”** ajustándolo con los tornillos de montaje y continuar con la instalación del jumper IF ODU/RTN320F.

A) Instalación del nodo Socorro

Se empieza con la instalación del soporte especial para torre en antenas de 0.6 m de diámetro, luego se armó la antena a nivel de suelo y después se izó hasta una altura de 22 m como define el diseño, tal como se muestra en la Figura 57 y para llevar la antena a la altura solicitada, se usó una soga y poleas, a continuación, se ajustó el soporte orientándola hacia la estación de Lirio Pampa y se alineo el Tilt y Azimut, en la siguiente Figura 58 se muestra la antena instalada.



Figura 57. Altura de antena instalada
Fuente: Elaboración propia



Figura 58. Antena instalada y orientada hacia Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

Se realiza cableado de instalación hasta el rack de comunicaciones, y se conectó el cable de datos y energía. En la Figura 59 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 23, indicado por el diseño.



Figura 59. Instalación de datos en el puerto GE0/2/23
Fuente: Elaboración propia

Luego de configurar se obtiene buenos valores, se procedió a sacar los pantallazos de los estados del radio y valores de enlace para validar, y en la siguiente Figura 60 se muestra. La información de la captura se detalla a continuación:

Se afinó con una modulación de 256QAM lo que implica que no se tuvo problemas en el afinamiento, el IDU y el ODU no presentan alarmas, el enlace quedo estable.

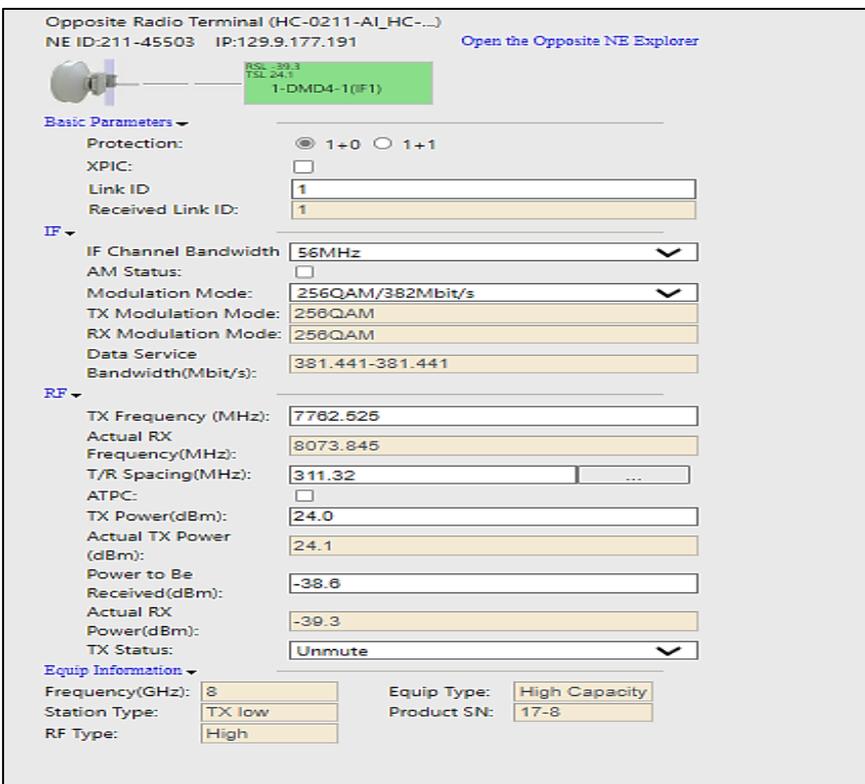


Figura 60. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.
Fuente: Elaboración propia

B) Instalación del nodo Lirio Pampa

Se empieza con la instalación del soporte especial para torre en antenas de 0.6 m de diámetro, luego se armó la antena a nivel de suelo y después se izó hasta una altura de 28 m como define el diseño, tal como se muestra en la Figura 61 y para llevar la antena a la altura solicitada, se usó una soga y poleas, a continuación, se ajustó el soporte orientándola hacia la estación de Lirio Pampa y se alineo el Tilt y Azimut, en la siguiente Figura 62 se muestra la antena instalada.

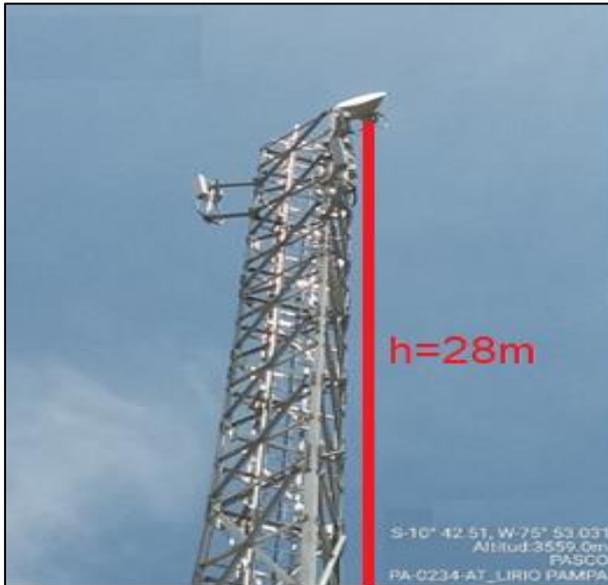


Figura 61. Altura de antena instalada
Fuente: Elaboración propia



Figura 62. Antena instalada y orientada hacia Socorro
Fuente: Elaboración propia

Se realiza cableado de instalación hasta el rack de comunicaciones, y se conectó el cable de datos y energía. En la Figura 63 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 24, indicado por el diseño.



Figura 63. Instalación de datos en el puerto GE0/2/24
Fuente: Elaboración propia

Luego de configurar obtuvimos buenos valores, se procedió a sacar los pantallazos de los estados del radio y valores de enlace para validar, y en la siguiente Figura 64 se muestra. La información de la captura se detalla a continuación:

- Se afinó con una modulación de 256QAM lo que implica que no se tuvo problemas en el afinamiento, el IDU y el ODU no presentan alarmas, el enlace quedo estable.

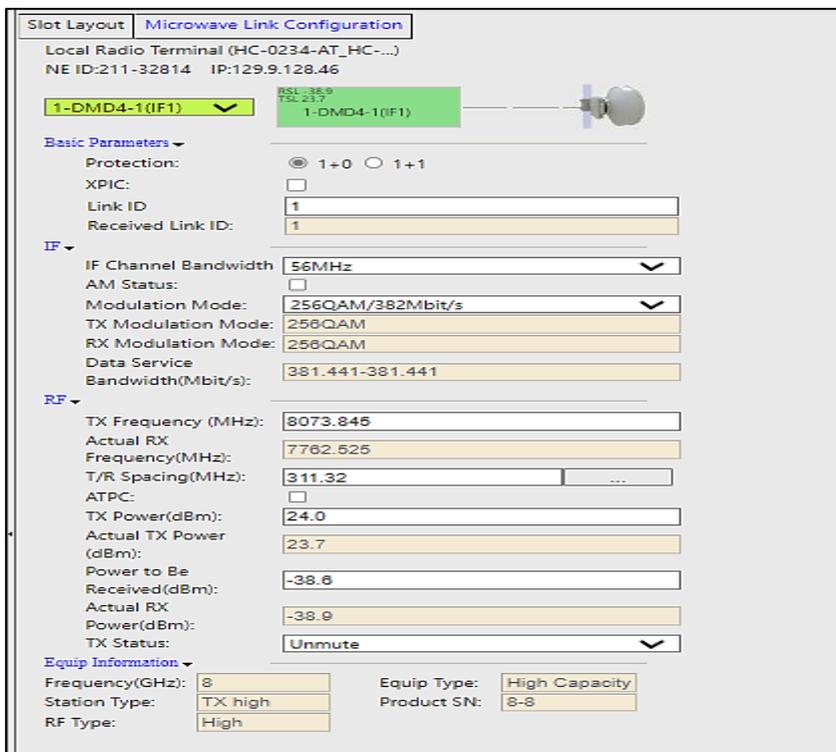


Figura 64. Captura de pantalla de la IDU Web Lct.
Fuente: Elaboración propia

3.2.4. Implementación PMP

Con los resultados obtenidos durante el estudio de campo da por factible nuestro enlace y se procede a elaborar la implementación, se aplica los parámetros definidos durante la etapa de diseño.

A. Solución Outdoor

Se dispone la instalación en el nodo de acceso compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en una torre. La antena sectorial se instalará sobre un soporte de la torre y se ajustará con dos soportes de fijación, mientras que el equipo **RTN510 AP** se instala con dos abrazaderas conectadas al mismo brazo tal como se muestra en la Figura 65.

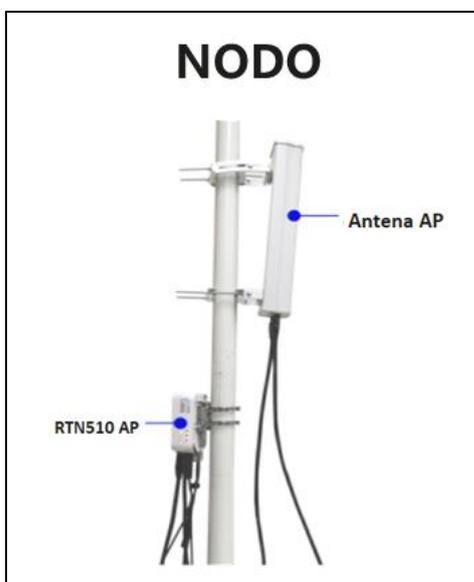


Figura 65. Solución PMP Outdoor
Fuente: Elaboración propia

B. Solución Indoor

Se realiza la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones (un equipo OptiX RTN PI-DC A11 por cada equipo **RTN 510 AP** instalado en torre).

Se realiza la conexión física (mediante cable categoría 5e), desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones.

Aplicar el estándar de instalación para el cableado dentro del nodo y shelter.

Solución RT IAO

Se dispone la instalación en una institución beneficiaria (IAO) del sistema compuesto por el equipo RTN510 RT, ubicado en un mástil de 1.5,3 o 6 metros de acuerdo a lo requerido, el equipo RTN510 RT se instala con dos abrazaderas conectadas al mástil tal como se muestra en la Figura 66.

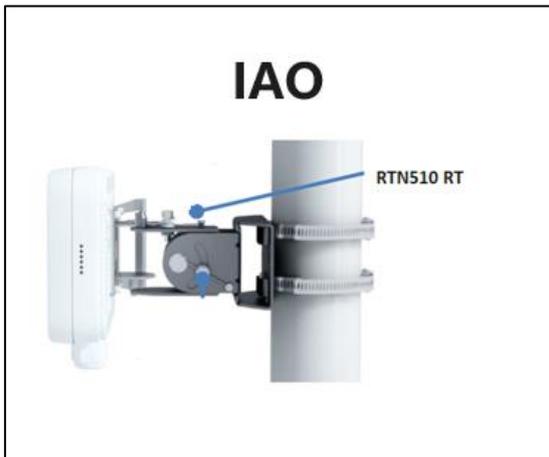


Figura 66. Solución RT Outdoor en la Institución Abonada Obligatoria (IAO)
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.1. Instalación de enlace QUIPARACRA – (IE02 y IE03)

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 1, con código **PA-0191-AD-S1** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia las instituciones beneficiarias IE02 y IE03.

- **Instalación en el nodo Quiparacra**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 67 se muestra la instalación de la antena sectorial 1.



Figura 67. Instalación de sectorial 1 en el nodo Quiparacra
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 68 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 20, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 68. Instalación de datos en el puerto GE0/2/20
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE02**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 69 se muestra la instalación en la IAO PA-0191-IE02.



Figura 69. Instalación de IAO PA-0191-IE02
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE03**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 70 se muestra la instalación de la IAO PA-0191-IE03.



Figura 70. Instalación de IAO PA-0191-IE03
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.2. Instalación de enlace QUIPARACRA – (CS01 y IE01)

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 2, con código **PA-0191-AD-S2** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia las instituciones beneficiarias CS01 y IE01.

- **Instalación en el nodo Quiparacra**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 71 se muestra la instalación de la antena sectorial 2.



Figura 71. Instalación de sectorial 2 en el nodo Quiparacra
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 72 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 21, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 72. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE01**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 73 se muestra la instalación en la IAO PA-0191-IE01.



Figura 73. Instalación de IAO PA-0191-IE01
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria CS01**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria del centro de Salud de Quiparacra.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 74 se muestra la instalación en la IAO PA-0191-C01.



Figura 74. Instalación de IAO PA-0191-CS01
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.3. Instalación de enlace SOCORRO – IE01

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 1, con código **PA-0211-AI-S1** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia la institución beneficiaria IE01.

- **Instalación en el nodo Socorro**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 75 se muestra la instalación de la antena sectorial 1.



Figura 75. Instalación de sectorial 1 en el nodo Socorro
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 76 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 21, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 76. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE01**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 77 se muestra la instalación de la IAO PA-0211-IE01.



Figura 77. Instalación de IAO PA-0211-IE01
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.4. Instalación de enlace SOCORRO – IE02 y CS01

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 2, con código **PA-0211-AI-S1** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia las instituciones beneficiarias IE02 y CS01.

- **Instalación en el nodo Socorro**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 78 se muestra la instalación de la antena sectorial 2.



Figura 78. Instalación de sectorial 2 en el nodo Socorro
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 79 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 21, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 79. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE02**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 80 se muestra la instalación de la IAO PA-0211-IE02.



Figura 80. Instalación de IAO PA-0211-IE02
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria CS01**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 81 se muestra la instalación de la IAO PA-0211-CS01.



Figura 81. Instalación de IAO PA-0211-CS01
Fuente: Elaboración propia

3.2.4.5. Instalación de enlace LIRIOPAMPA – IE01 y IE01(RANYAC)

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 1, con código **PA-0234-AT-S1** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia la institución beneficiaria IE01 – Lirio Pampa y IE01 - Ranyac.

- **Instalación en el nodo Lirio Pampa**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 82 se muestra la instalación de la antena sectorial 1.



Figura 82. Instalación de sectorial 1 en el nodo Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 83 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 20, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 83. Instalación de datos en el puerto GE0/2/20
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE01- Ranyac**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 84 se muestra la instalación de la IAO PA-0234-IE01.



Figura 84. Instalación de IAO PA-0234-IE01
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE01- Lirio Pampa**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 85 se muestra la instalación de la IAO PA-0210-IE01.



Figura 85. Instalación de IAO PA-0210-IE01

Fuente: Elaboración propia

3.2.4.6. Instalación de enlace LIRIOPAMPA – IE02 y CS01

Se dispone la instalación en el nodo Quiparacra desde la antena sectorial 2, con código **PA-0211-AI-S2** y está compuesto por el equipo **RTN510 AP** y una **antena AP sectorial** ubicadas en la torre. La función de este equipo es brindar señal de comunicación hacia las instituciones beneficiarias IE02 y CS01 - Ranyac.

- **Instalación en el nodo Lirio Pampa**

Se realiza instalación del cableado vertical a la entrada al shelter, con solo cable SFTP y luego se realiza el direccionamiento de las antenas (Tilt, Azimut) de acuerdo al diseño establecido para cada nodo y antena. En la Figura 86 se muestra la instalación de la antena sectorial 2.



Figura 86. Instalación de sectorial 2 en el nodo Lirio Pampa
Fuente: Elaboración propia

Realizar la instalación del equipo **OptiX RTN PI-DC A11** en el rack de comunicaciones y conectar mediante el cable categoría 5e, desde el equipo **OptiX RTN PI-DC A11** hacia el router **ATN910C-B** en el puerto indicado según standard diagrama de conexiones. En la Figura 83 se observa la instalación de datos en el router ATN910C-B en el puerto 20, indicado por el diseño y luego se realiza la configuración.



Figura 87. Instalación de datos en el puerto GE0/2/21
Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria IE02-Ranyac**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 88 se muestra la instalación de la IAO PA-0210-IE02.



Figura 88. Instalación de IAO PA-0210-IE02

Fuente: Elaboración propia

- **Instalación en la institución beneficiaria CS01-Ranyac**

Realizar la instalación del cableado vertical por el mástil, recorrido externo con tubería conduit, instalación subterránea, forados hasta el ingreso del cable a la institución beneficiaria.

Realizar el direccionamiento del equipo RTN 510 RT (Tilt, Azimuth) de acuerdo al diseño establecido para la institución beneficiaria. En la Figura 89 se muestra la instalación de la IAO PA-0211-CS01.



Figura 89. Instalación de IAO PA-0210-CS01

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Costo del Proyecto.

A continuación, se muestra los cálculos de inversión y operación; así como el cronograma de trabajo, se viene trabajando con la marca Huawei y el cálculo de costos que se muestran en la Tabla 19 y en la Tabla 20, el cálculo se realiza en base a estimaciones aproximadas de costos para equipos.

Tabla 19
Tabla de Costo CAPEX

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO USD \$	PRECIO TOTAL USD \$
RTN510 AP	6	1,010.63	6,063.78
RTN510_RT	11	194.97	2,144.67
ODU XMC	4	250.00	1,000.00
Microwave antena 8G	2	2,801.34	5,602.68
Microwave antena 11G	2	3,596.72	7,193.44
RTN ODU Spares	4	2,231.76	8,927.04
RTN 320F Spare	4	3,101.86	12,407.44
RTN ODU Support Service	1	149.32	149.32
RTN 320F Support Service	1	43.52	43.52
Transceivers	6	1,709.60	10,257.60
cable Outdoor SFTP CAT5E	400	5.00	2,000.00
cable UTP	400	4.00	1,600.00
soporte especial para antena	10	250.00	2,500.00
Gabinete	3	2,000.00	6,000.00
Estructura de mástil	11	100.00	1,100.00
Switch Huawei	3	1,500.00	4,500.00
Transporte de equipos	1	5,000.00	5,000.00
Estudio de campo	14	1,000.00	14,000.00
Mano de Obra calificada	4	6,000.00	24,000.00
Consumibles	1	3,000.00	3,000.00
Gastos de movilidad	1	8,000.00	8,000.00
Gastos administrativos	1	30,000.00	30,000.00
TOTAL			155,489.49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Tabla de Costo OPEX

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO MENSUAL USD \$	TIEMPO	PRECIO TOTAL USD \$
Ingeniero de Red y Supervisión (NOC)	1	1,200.00	12 meses	14,400.00
Personal técnico de campo	4	500.00	12 meses	24,000.00
Personal de Seguridad	3	400.00	12 meses	14,400.00
Transporte para Mantenimientos	2	350.00	6 veces	4,200.00
Instrumentos de medición y Herramientas				3,000.00
Otros				1,800.00
TOTAL				61,800.00

Fuente: Elaboración propia

3.2.6. Cronograma de Proyecto.

El proyecto se desarrolla con una duración de 30 días y eso implica una planificación y ejecución eficiente, para asegurar que todas las etapas se completen dentro del plazo establecido, se muestra el cronograma del proyecto en la Tabla 21 y en la Figura 101.

Tabla 21

Tabla del Cronograma del Proyecto

Proyecto	Inicio	Fin	Días Trabajados	Status
Transporte de equipos	1/07/2023	2/07/2023	2	Culminado
Instalación Nodo Quiparacra	3/07/2023	5/07/2023	3	Culminado
Cableado	6/07/2023	7/07/2023	2	Culminado
Instalación de antenas (2)	8/07/2023	10/07/2023	3	Culminado
Alineamiento Quiparacra	11/07/2023	11/07/2023	1	Culminado
Cableado	12/07/2023	12/07/2023	1	Culminado
Instalación Nodo Socorro	13/07/2023	15/07/2023	3	Culminado
Alineamiento Socorro	16/07/2023	16/07/2023	1	Culminado
Cableado	17/07/2023	18/07/2023	2	Culminado
Instalación N. Lirio Pampa	19/07/2023	21/07/2023	3	Culminado
Alineamiento Socorro	22/07/2023	22/07/2023	1	Culminado
Instalación de antenas s. (6)	23/07/2023	26/07/2023	4	Culminado
Instalación IAOS	27/07/2023	30/07/2023	4	Culminado
Alineamiento de IAOS	31/07/2023	31/07/2023	1	Culminado

Fuente: Elaboración propia

PROYECTO	1/07/2023	2/07/2023	3/07/2023	4/07/2023	5/07/2023	6/07/2023	7/07/2023	8/07/2023	9/07/2023	10/07/2023	11/07/2023	12/07/2023	13/07/2023	14/07/2023	15/07/2023	16/07/2023	17/07/2023	18/07/2023	19/07/2023	20/07/2023	21/07/2023	22/07/2023	23/07/2023	24/07/2023	25/07/2023	26/07/2023	27/07/2023	28/07/2023	29/07/2023	30/07/2023	31/07/2023	
Transporte de equipos	2 días																															
Instalacion Nodo Quiparacra			3 días																													
Cableado						2 días																										
Instalacion de antenas (2)								3 días																								
Alineamiento Quiparacra										1 días																						
Cableado											1 días																					
Instalacion Nodo Socorro													3 días																			
Alineamiento Socorro															1 días																	
Cableado																2 días																
Instalacion Nodo Lirio Pampa																				3 días												
Alineamiento Socorro																					1 días											
Instalacion de antenas sectoriales (6)																							4 días									
Instalacion IAOS																											4 días					
Alineamiento de IAOS																															1 días	

Figura 90. Cronograma del proyecto
Fuente: Elaboración propia

3.3. Resultados:

Al finalizar la etapa de diseño e implementación, se activó la conectividad; el cliente continúa operando con normalidad. Pero también se realizó pruebas para comprobar el funcionamiento.

3.3.1. Pruebas de desempeño de Instalaciones

Para garantizar un acceso confiable a internet se realiza la prueba de desempeño, que tiene como finalidad de verificar la correcta instalación de los equipos de Microondas (Enlaces Punto – Multipunto) desde la IAO.

3.3.1.1. Resultados en IAO PA-0191-IE02

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 19 dBm
- Frecuencia de 5755 MHz
- Modulación de MCS7
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -60/-56 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0191-IE02, la cual se muestra en la Figura 91. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

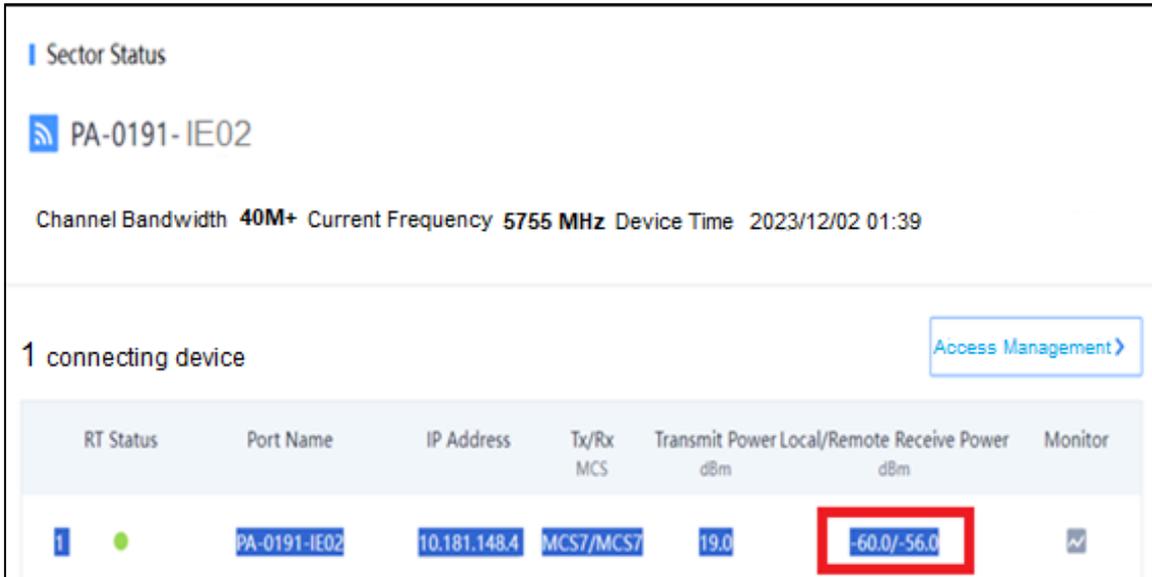


Figura 91. home de la IAO PA-0191-IE02

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la captura de pantalla, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 92.

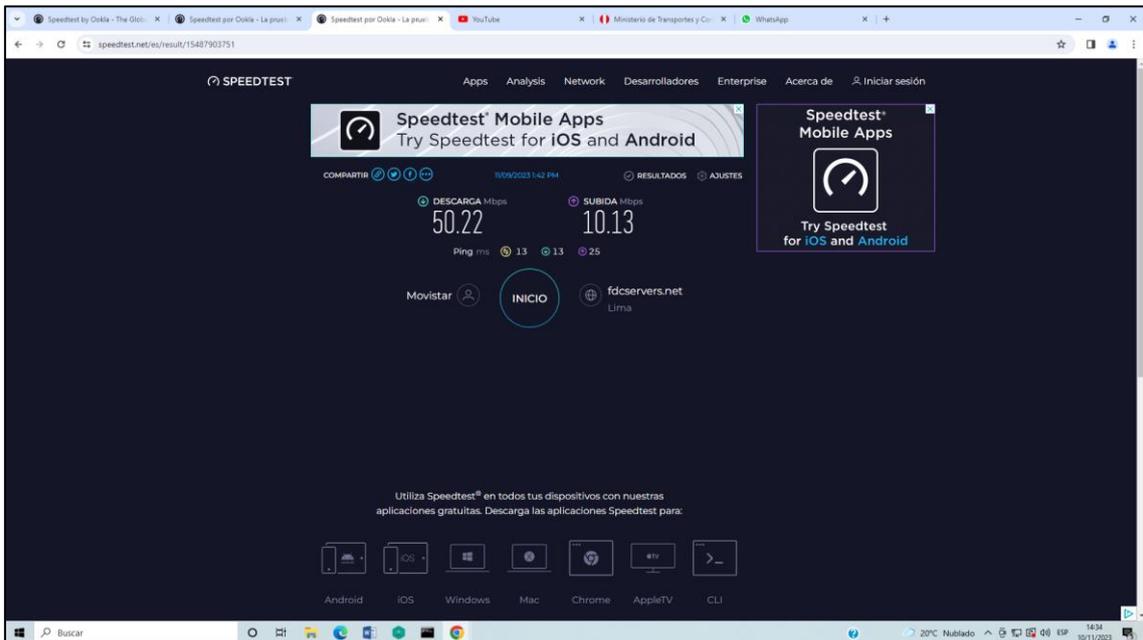


Figura 92. Speed test PA-0191-IE02

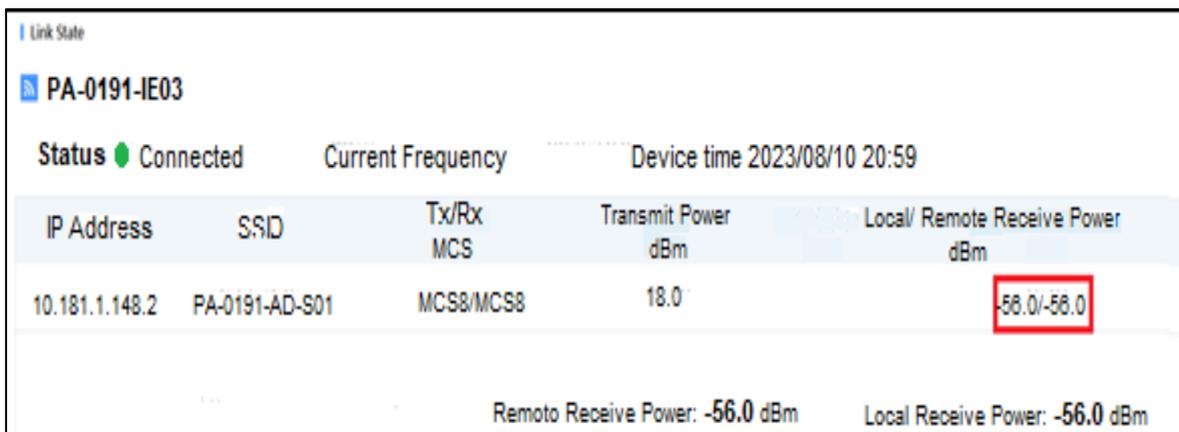
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.2. Resultados en IAO PA-0191-IE03

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 18 dBm
- Frecuencia de 5755 MHz
- Modulación de MCS8
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -56/-56 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0191-IE03, la cual se muestra en la Figura 93. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.



The screenshot displays the 'Link State' for the device PA-0191-IE03. It shows the status as 'Connected', the current frequency, and the device time as 2023/08/10 20:59. A table lists the IP Address (10.181.1.148.2), SSID (PA-0191-AD-S01), Tx/Rx MCS (MCS8/MCS8), and Transmit Power (18.0 dBm). The Local/Remote Receive Power is shown as -56.0/-56.0 dBm, with this value highlighted in a red box. At the bottom, it also indicates Remote Receive Power: -56.0 dBm and Local Receive Power: -56.0 dBm.

IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/ Remote Receive Power dBm
10.181.1.148.2	PA-0191-AD-S01	MCS8/MCS8	18.0	-56.0/-56.0

Figura 93. home de la IAO PA-IE03

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 94.

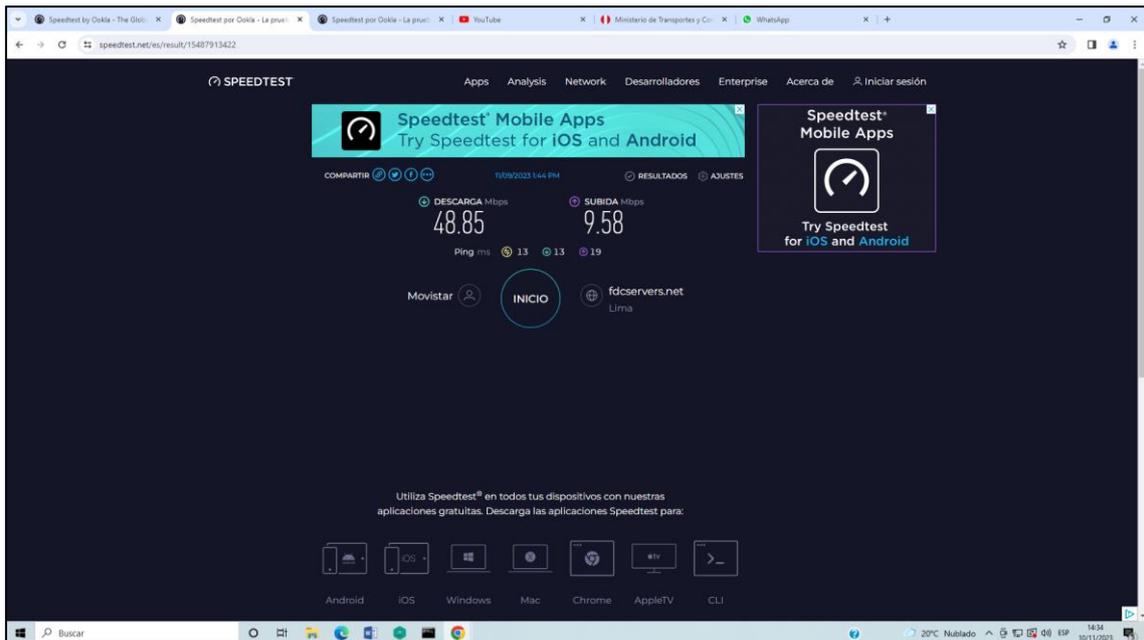


Figura 94. Speed test PA-0191-IE03

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3. Resultados en IAO PA-0191-IE01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 23 dBm
- Frecuencia de 5755 MHz
- Modulación de MCS1
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -66/-67 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0191-IE01, la cual se muestra en la Figura 95. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

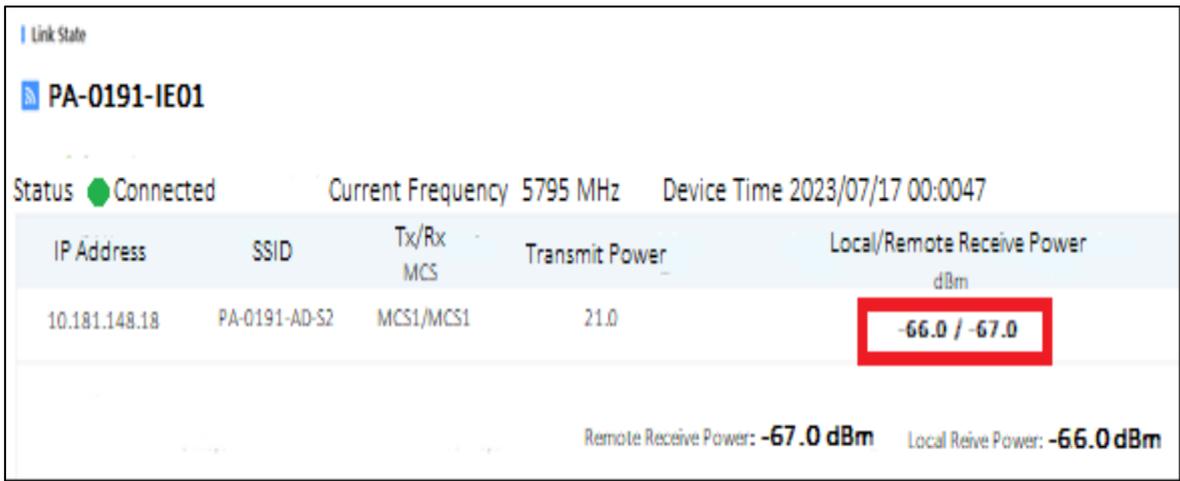


Figura 95. home de la IAO PA-0191-IE01

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 96.

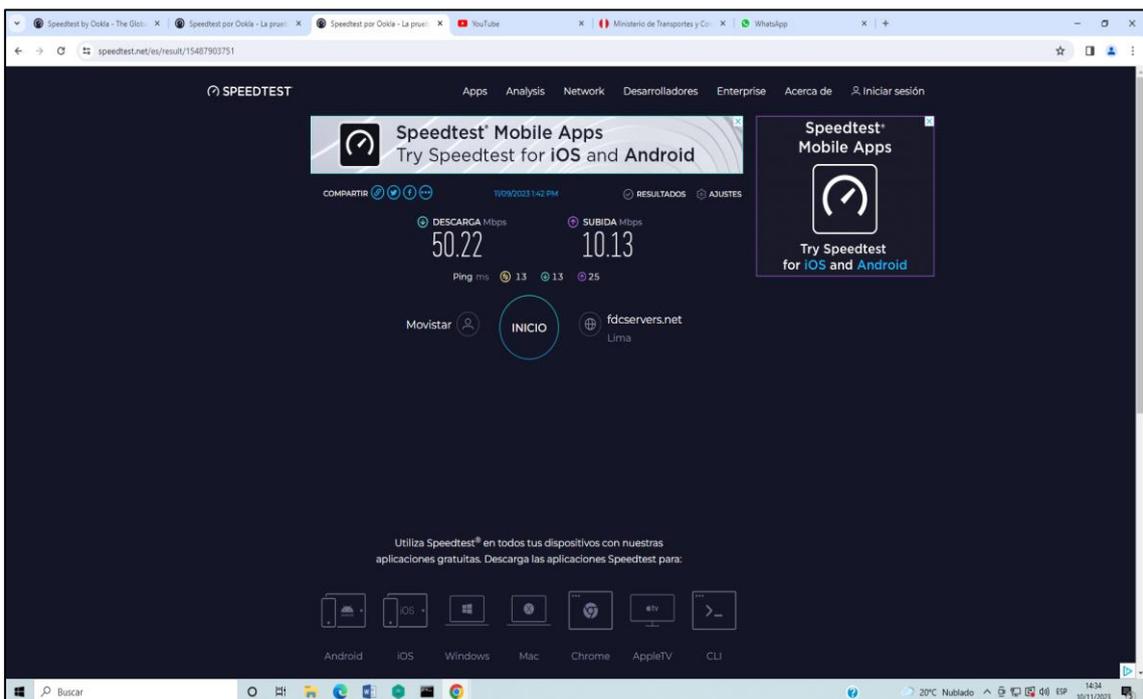


Figura 96. Speed test PA-0191-IE01

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.4. Resultados de IAO PA-0191-CS01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 20 dBm
- Frecuencia de 5795 MHz
- Modulación de MCS6
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -60/-62 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0191-CS01, la cual se muestra en la Figura 97. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

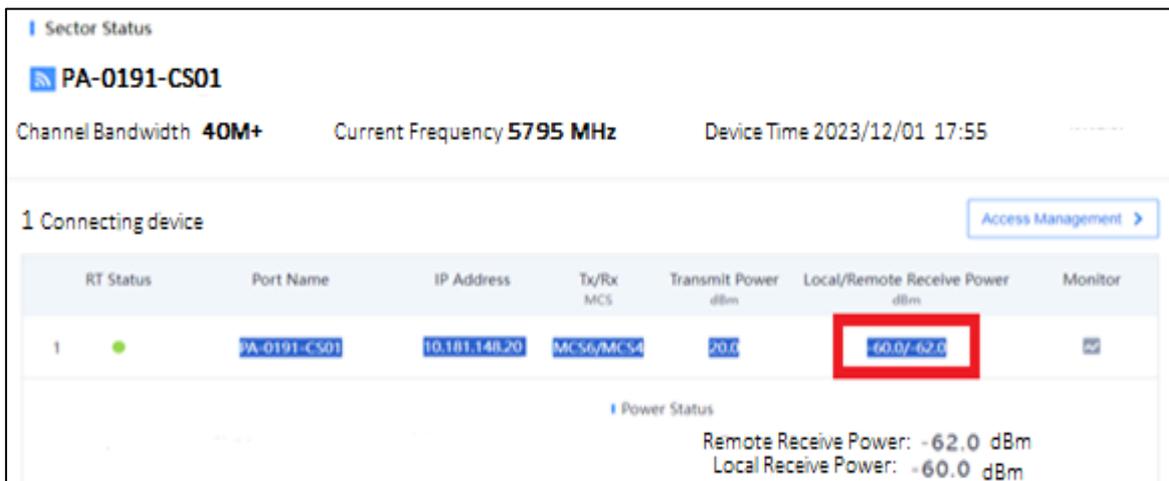


Figura 97. home de la IAO PA-0191-CS01

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 98.

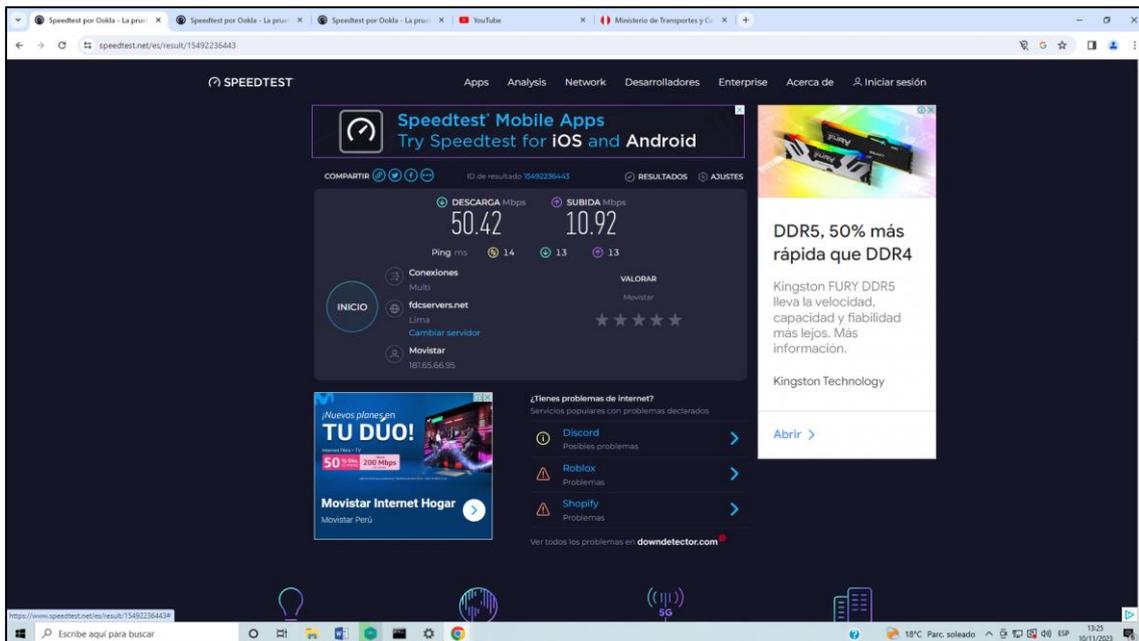


Figura 98. Speed test PA-0191-CS01
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.5. Resultados en IAO PA-0211-IE01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 19 dBm
- Frecuencia de 5510 MHz
- Modulación de MCS7
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -55/-56 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0211-IE01, la cual se muestra en la Figura 99. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

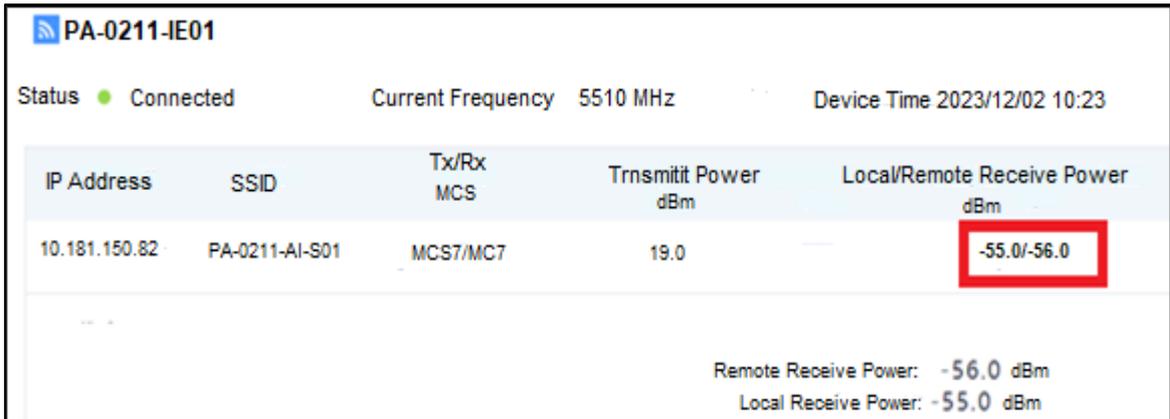


Figura 99. home de la IAO PA-0211-IE01

Fuente: Elaboración propia

Se realizo la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 100.

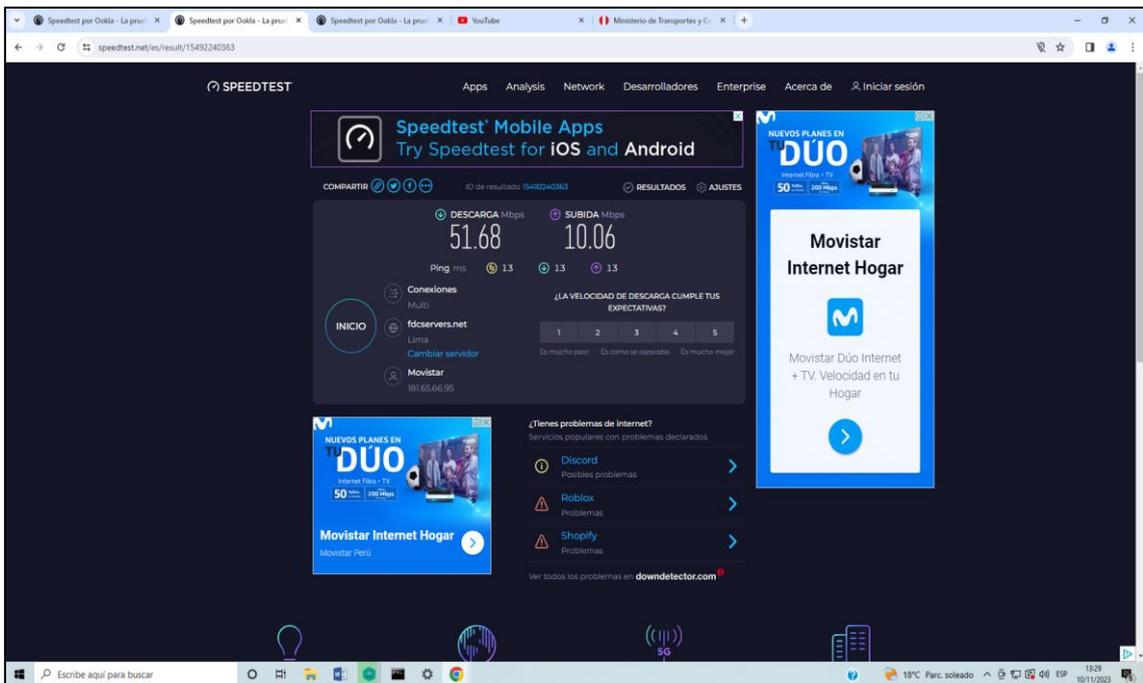


Figura 100. Speed test PA-0211-IE01

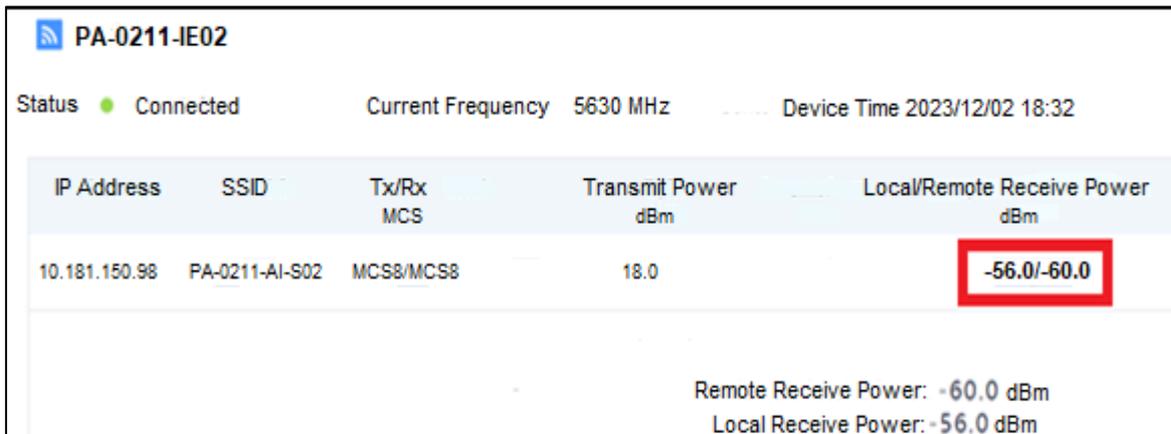
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.6. Resultados en IAO PA-0211-IE02

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 18 dBm
- Frecuencia de 5630 MHz
- Modulación de MCS8
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -56/-60 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0211-IE02, la cual se muestra en la Figura 101. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.



The screenshot displays the configuration and status of the IAO PA-0211-IE02. It shows the device is connected, with a current frequency of 5630 MHz and a device time of 2023/12/02 18:32. A table lists the connection parameters, including IP Address (10.181.150.98), SSID (PA-0211-AI-S02), Tx/Rx MCS (MCS8/MCS8), and Transmit Power (18.0 dBm). The Local/Remote Receive Power is highlighted as -56.0/-60.0 dBm. Below the table, the Remote Receive Power is -60.0 dBm and the Local Receive Power is -56.0 dBm.

IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/Remote Receive Power dBm
10.181.150.98	PA-0211-AI-S02	MCS8/MCS8	18.0	-56.0/-60.0

Remote Receive Power: -60.0 dBm
Local Receive Power: -56.0 dBm

Figura 101. home de la IAO PA-0211-IE02

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 102.

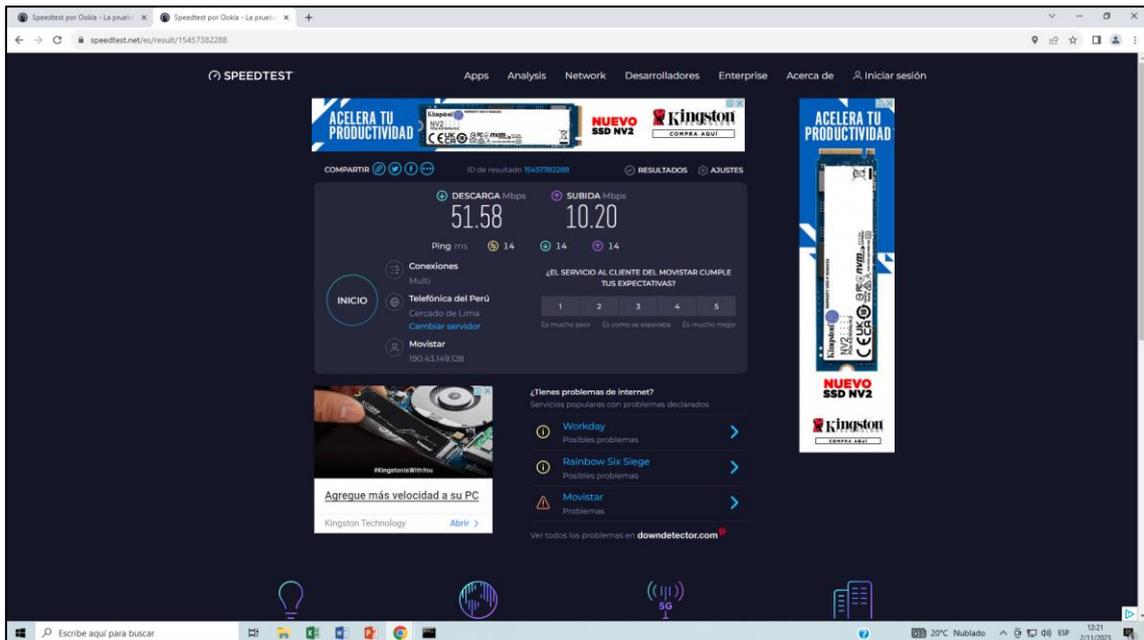


Figura 102. Speed test PA-0211-IE02

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.7. Resultados IAO PA-0211-CS01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 18 dBm
- Frecuencia de 5630 MHz
- Modulación de MCS8
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -60/-64 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0211-CS01, la cual se muestra en la Figura 103. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/Remote Receive Power dBm
10.181.150.98	PA-0211-AI-S02	MCS8/MCS8	18.0	-60.0/-64.0

Remote Receive Power: -64.0 dBm
Local Receive Power: -60.0 dBm

Figura 103. home de la IAO PA-0211-CS01
Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 104.

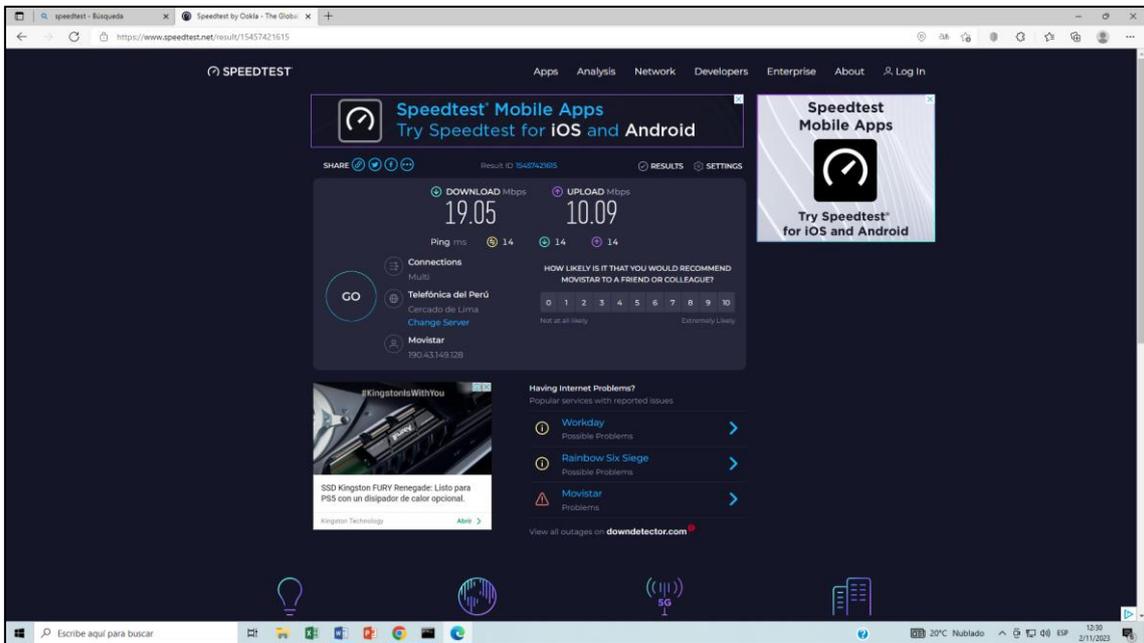


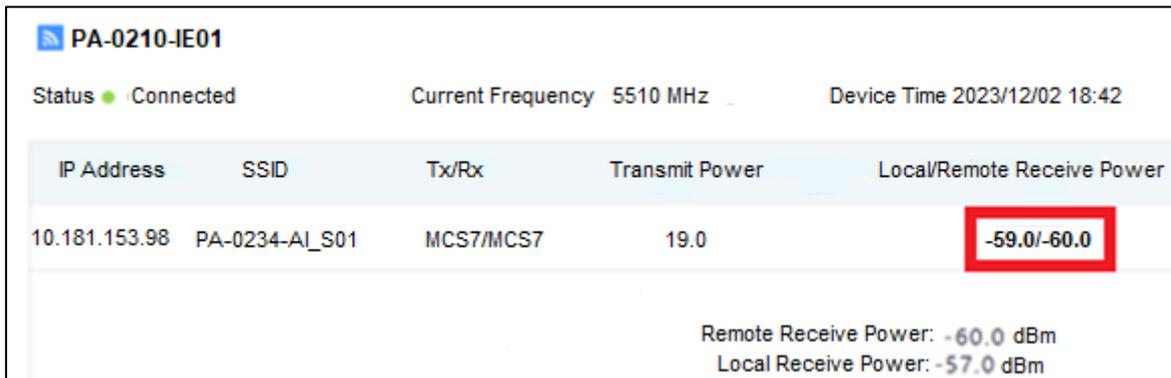
Figura 104. Speed test PA-0211-CS01
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.8. Resultados IAO PA-0210-IE01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 19 dBm
- Frecuencia de 5510 MHz
- Modulación de MCS7
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -57/-60 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0210-IE01, la cual se muestra en la Figura 105. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.



The screenshot displays the configuration and status of the IAO PA-0210-IE01. It shows a 'Connected' status, a current frequency of 5510 MHz, and a device time of 2023/12/02 18:42. A table lists the connection parameters, with the 'Local/Remote Receive Power' column showing '-59.0/-60.0' dBm, which is highlighted with a red box. Below the table, the 'Remote Receive Power' is specified as -60.0 dBm and the 'Local Receive Power' as -57.0 dBm.

IP Address	SSID	Tx/Rx	Transmit Power	Local/Remote Receive Power
10.181.153.98	PA-0234-AI_S01	MCS7/MCS7	19.0	-59.0/-60.0

Remote Receive Power: -60.0 dBm
Local Receive Power: -57.0 dBm

Figura 105. home de la IAO PA-0210-IE01

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 106.

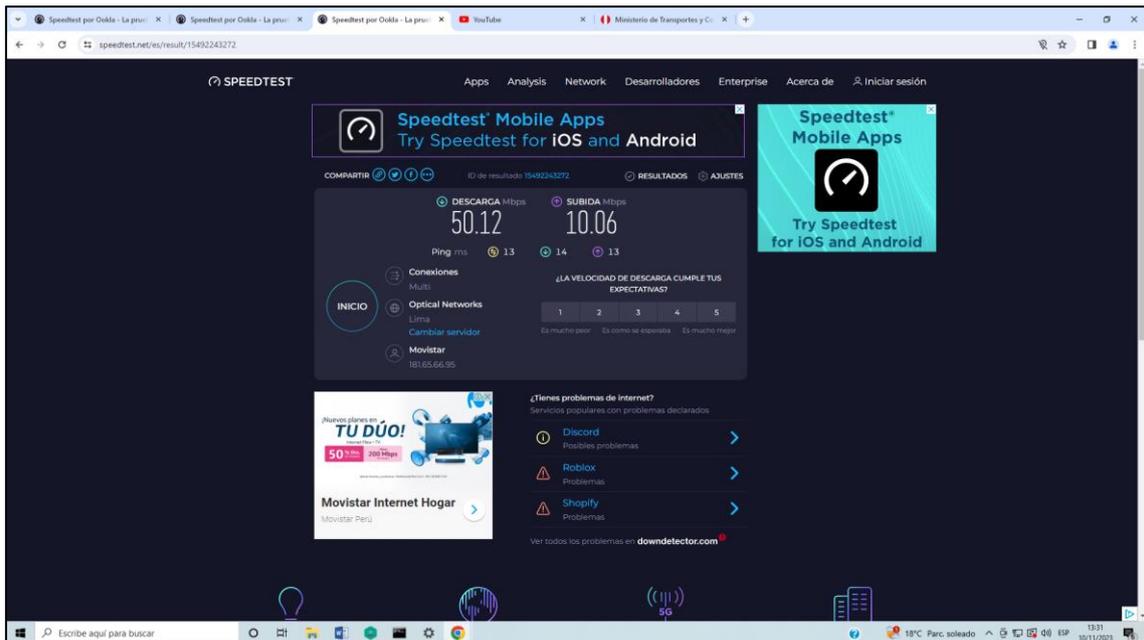


Figura 106. Speed test PA-0210-IE01

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.9. Resultados IAO PA-0234-IE01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 20 dBm
- Frecuencia de 5755 MHz
- Modulación de MCS6
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -60/-60 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0234-IE01, la cual se muestra en la Figura 107. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

PA-0234-IE01					
Status	Connected	Current Frequency	5755 MHz	Device Time	2023/08/11 22:36
IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/Remote Receive Power dBm	
10.181.153.98	PA-0234-AT-S01	MCS8/MCS8	20.0	-60/-60	
Remote Receive Power: -60.0dBm Local Receive Power: -60.0 dBm					

Figura 107. home de la IAO PA-0234-IE01

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 108.

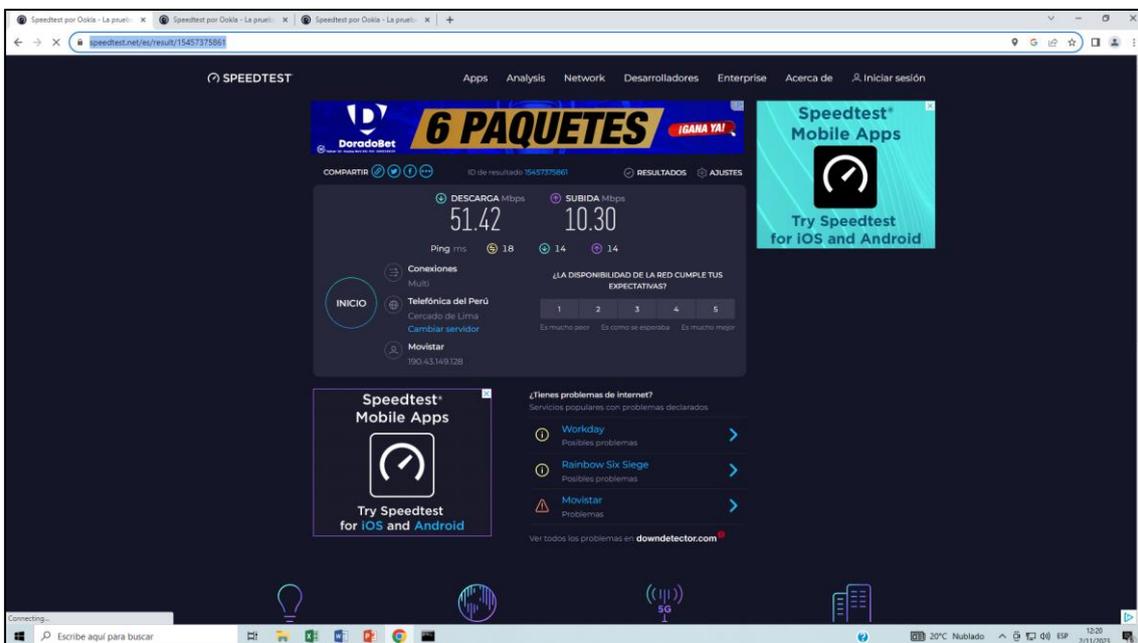


Figura 108. Speed test PA-0234-IE01

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.10. Resultados IAO PA-0210-IE02

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 20 dBm
- Frecuencia de 5630 MHz

- Modulación de MCS6
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -64/-67 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0210-IE02, la cual se muestra en la Figura 109. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.

The screenshot shows the IAO PA-0210-IE02 interface. At the top, it displays 'PA-0210-IE02' with a signal icon, 'Status Connected', 'Current Frequency 5630 MHz', and 'Device Time 2023/12/02 11:02'. Below this is a table with the following data:

IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/Remote Receive Power dBm
10.181.153.114	PA-0234-AT-S02	MCS6/MCS6	20.0	-64.0/-67.0

At the bottom right, it also shows 'Remote Receive Power: -67.0 dBm' and 'Local Receive Power: -64.0 dBm'.

Figura 109. home de la IAO PA-0210-IE02

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 110.

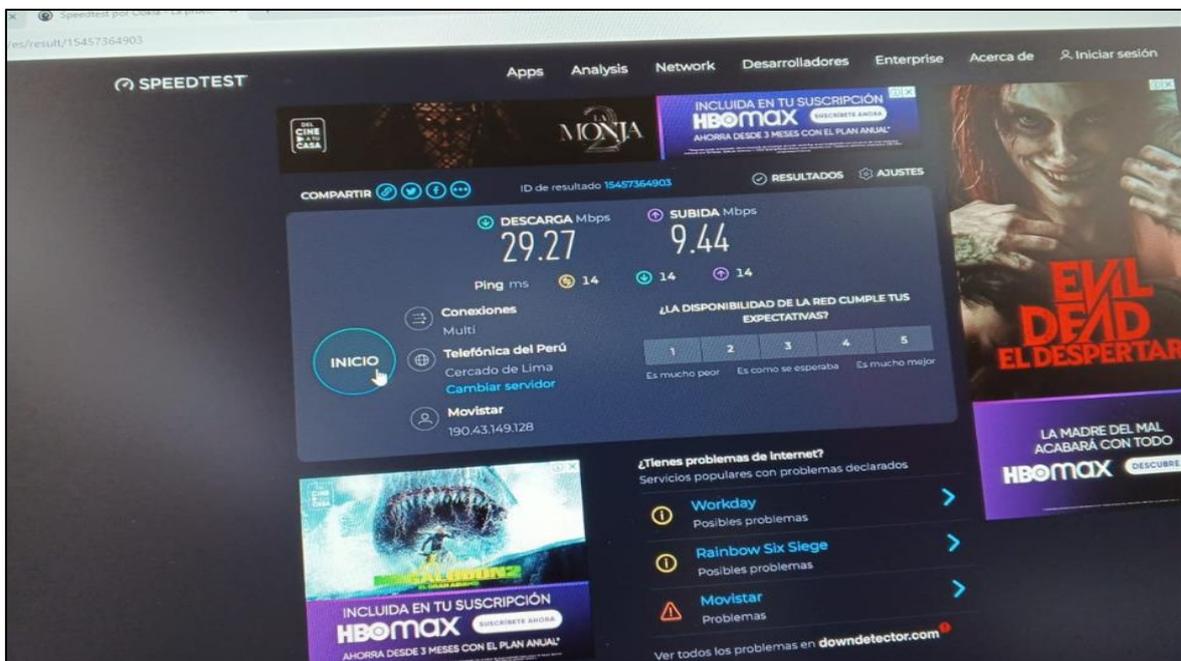


Figura 110. Speed test PA-0210-IE02

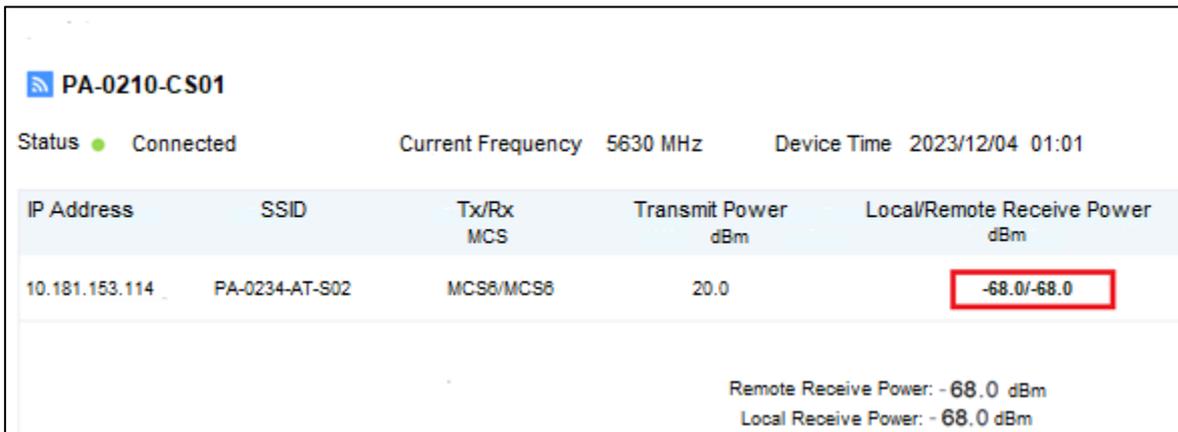
Fuente: Elaboración propia

3.3.1.11. Resultados IAO PA-0210-CS01

La presente prueba tuvo la finalidad de verificar los parámetros del enlace que corresponden con los parámetros de diseño y las cuales se muestran a continuación:

- Potencia de Transmisión de 20 dBm
- Frecuencia de 5630 MHz
- Modulación de MCS6
- Ancho de canal de 40MHz
- Nivel de recepción es de -68/-68 dBm

Se realizó la captura de pantalla de la IAO PA-0210-CS01, la cual se muestra en la Figura 111. Finalmente, los valores obtenidos son óptimos, debido a que el nivel de recepción en el beneficiario se encuentra en el nivel umbral de -70dBm, de acuerdo a los protocolos requeridos por la empresa.



The screenshot displays the configuration and status of the IAO PA-0210-CS01. It shows a 'Connected' status, a current frequency of 5630 MHz, and a device time of 2023/12/04 01:01. A table lists the connection details for the IP address 10.181.153.114, including the SSID PA-0234-AT-S02, MCS6/MCS8 modulation, and a transmit power of 20.0 dBm. The local and remote receive power is indicated as -68.0/-68.0 dBm, which is highlighted with a red box. At the bottom, it specifies Remote Receive Power: -68.0 dBm and Local Receive Power: -68.0 dBm.

IP Address	SSID	Tx/Rx MCS	Transmit Power dBm	Local/Remote Receive Power dBm
10.181.153.114	PA-0234-AT-S02	MCS6/MCS8	20.0	-68.0/-68.0

Figura 111. home de la IAO PA-0210-CS01

Fuente: Elaboración propia

Se realizó la prueba de speedtest, para validar la conectividad en la IAO, la cual se muestra en la Figura 112.

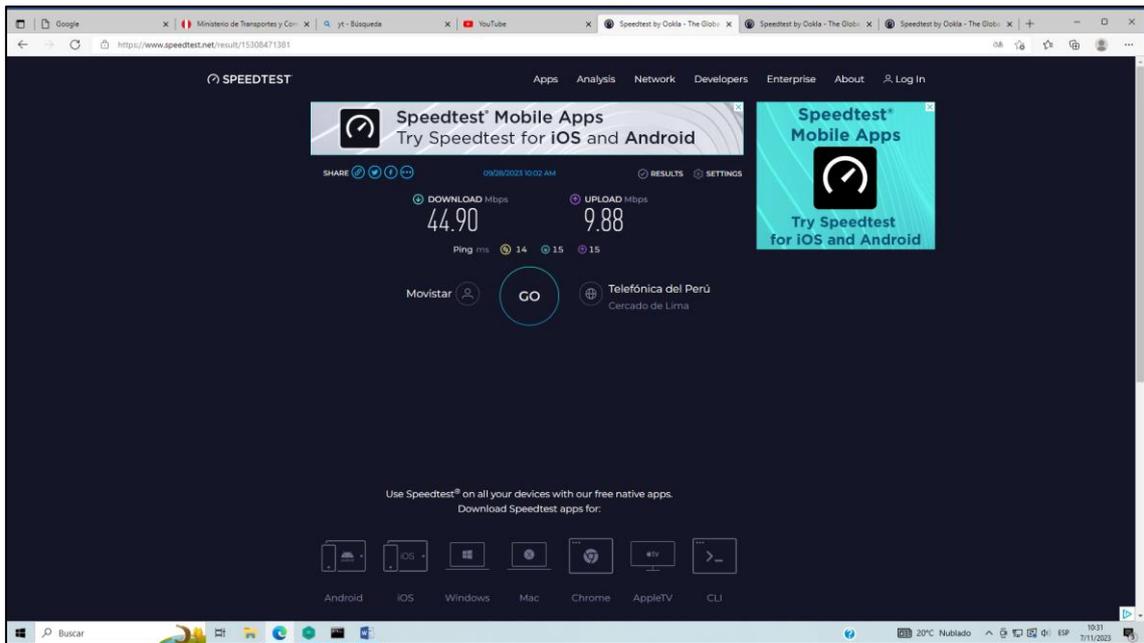


Figura 112. Speed test PA-0210-CS01

Fuente: Elaboración propia

Se puede verificar los resultados esperados, dado que los parámetros actuales del enlace si corresponden con los parámetros de diseño. A continuación, se detalla el cumplimiento:

- Verificación de la Potencia de transmisión TX (dBm) según Link
- Verificación de Frecuencia de Operación (MHz) según Link Budget.
- Verificación de la Modulación – Codificación según Link Budget.
- Verificación del Ancho de canal (MHz) según Link Budget.
- Verificación del Nivel de recepción RX (dBm) según Link Budget.
- Verificación del Servicio de Internet.

CONCLUSIONES

- Se logro Diseñar e implementar una red inalámbrica para llevar una nueva tecnología de servicio de internet al clúster Quiparacra, y estas tienen las siguientes características:
- Se logro diseñar los enlaces y antenas en la ubicación del nodo Quiparacra, Socorro, Lirio Pampa y las 11 instituciones Beneficiarias y para ello fue necesario realizar un estudio de factibilidad en cada sitio, considerando las distancias, verificando que no se presenten obstáculos futuros de línea de vista y esto corresponde a que las antenas se instalaron lo más alto posible.
- En el proyecto se logró instalar las antenas y estas fueron direccionales en los enlaces PTP y antenas sectoriales para los enlaces PMP, también los equipos de comunicación que conectan a los nodos de Quiparacra, Socorro, Lirio Pampa y a las 11 Instituciones beneficiarias, para ello se realizó las pruebas de desempeño, que consiste en verificar la correcta instalación de los equipos.
- Se logro obtener la capacidad de acceso a un servicio de internet, debido a que el nivel de recepción en cada beneficiario se encuentra en el nivel umbral aceptable $\geq -70\text{dBm}$ y como impacto significativo en diversas áreas y aspectos de la vida de las personas en el clúster de Quiparacra, con la instalación en las 11 instituciones se ha logrado acceso a información de salud y educación, como recursos educativos en línea, consultas médicas en línea y telemedicina, etc.

RECOMENDACIONES

- Realizar un plan de seguimiento y evaluación para medir el impacto real de tu proyecto una vez implementado. Esto puede demostrar la efectividad del proyecto a futuro y recuerda colaborar con las autoridades locales, comunidades y otras partes interesadas clave para garantizar el éxito y la sostenibilidad a largo plazo.
- En resumen, al considerar los costos, la eficiencia y la superación de obstáculos, implementar una estación repetidora se presenta como una solución estratégica y eficaz para garantizar la conectividad en entornos con problemas de línea de vista.
- Antes de realizar el cálculo de enlace, es necesario aplicar los principios teóricos. Además de disponer del procedimiento adecuado para la recolección de datos en sitio; todo esto con motivo de obtener los resultados más precisos y confiables al vaciar la información al software especializado (en este proyecto fue el Huawei iRiver y eplanner). Asimismo, considerar las condiciones climáticas y ambientales locales, ya que pueden afectar la propagación de la señal.
- Realizar mantenimiento preventivo en un periodo de 6 meses, para asegurar de que todas las conexiones estén firmes y en buen estado, así como realizar pruebas de funcionamiento para garantizar que todos los componentes operen correctamente.
- Si te enfrentas a problemas de recepción de señal en nodos implementados, es importante abordar las atenuaciones para mejorar la calidad de la señal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (APA)

- Bandtel*. (s.f.). Obtenido de <https://www.bantelperu.com/nosotros>
- Bautista, O. V. (2018). *MODERNIZACION DE ENLACES DE MIROONDAS PARA ZONAS RURALES UTILIZANDO PAQUETES ETHERNET*. Mexico.
- Carlos, L. J. (2020). *Medicion y Analisis de los Niveles de Electromog(RF) Generado por el standar 802.11(wifi) en las areas de exposicion ocupacional*. Arequipa.
- Carrera, J. U. (2018). *"Cálculo de la capacidad del canal de comunicacion para la gestion de datos en la localidad de Ocobamba, Distrito de circa, Provincia de Abancay, Departamento de Apurimac"*. Lima.
- Chocos, J. (2005). *Diseño y Establecimiento de un Enlace de Radiocomunicaciones VHF*. Lima.
- Cordova, A. (2019). *DISEÑO DE RED DE RADIOENLACES VÍA*. Piura.
- https://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/efecto_doppler/. (s.f.). Obtenido de Espectro electromagnetico: https://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/efecto_doppler/
- Loaiza, A. (2015). *ESTUDIO TÉCNICO PARA LA CONCESIÓN DE LOS RADIOENLACES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA EN LA BANDA DE 5.8GHZ*.
- Lopez, C. S. (2015). *DISEÑO DE UNA RED WIMAX EN LA CIUDAD DE GRANADA, NICARAGUA*.
- Mendoza, E. (2012). *"Diseño y construccion de una Red de computo bajo normas internacionales, aplicadas para un laboratorio de Redes de computadoras"*. Mexico D.F.
- Palomino, P. (2017). *"Propuesta del sistema de comunicacion de Radioenlaces para el sistema de referencia y contrareferencia de pacientes en situacion de emergencia entre los establecimientos de salud de Quico y Ocongate"*. Cusco - Peru.
- Rangel, E. (2013). *DISEÑO DE LA RED PARA EL PROYECTO DE BANDA ANCHA RURAL JULIACA - GABAN*.
- Rodriguez, J. (2019). *Estudio de la Viabilidad*. Sevilla.
- Sotelo, M. (2021). *Diseño e implementación de una red de banda ancha en apoyo a la localidad de Torohuichcana, distrito de Pampachiri, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac-Perú*. Lima.
- Vega, J. (2012). *Analisis sobre el comportamiento del throughput en redes LAN bajo tecnologia power line communications*.
- Zambrano. (2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN ENLACE DE COMUNICACIONES CON TECNOLOGIA WIMAX ENTRE EL COMANDO CONJUNTO DE LAS FUERZAS ARMADAS Y EL CENTRO DE TELECOMUNICACIONES DE LA FAE(CETEL)*.

PROTOCOLOS DE PRUEBA



1. Verificación de enlace PMP - RT

Objetivo

Verificar que los parámetros actuales del enlace corresponden con los parámetros de diseño (Link Budget).

Para obtener valores óptimos se verificará el nivel de recepción en el beneficiario, el cual debe ser al menos -70dBm.

Nivel de recepción en el beneficiario \geq -70dBm

Materiales y herramientas

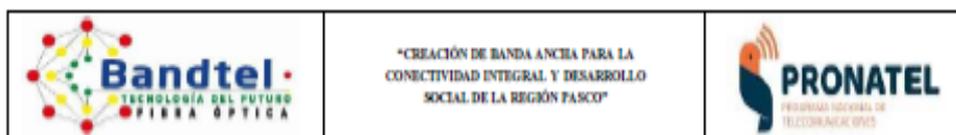
- Laptop de prueba.
- Sistema de gestión basado en web (Web-based NMS).
- Link Budget.

Procedimiento

- Conectarse al equipo al NMS vía Web.
- Ingresar a la Opción de "Link State".
- Verificar los parámetros del enlace.

Tabla 1 Verificación de enlace PMP RTN510-RT

Verificación enlace PMP microondas	CUMPLE	
	SI	NO
Verificación de la Potencia de transmisión TX (dBm) según Link Budget.	X	
Verificación de Frecuencia de Operación (MHz) según Link Budget.	X	
Verificación de la Modulación – Codificación según Link Budget.	X	
Verificación del Ancho de canal (MHz) según Link Budget.	X	
Verificación del Nivel de recepción RX (dBm) según Link Budget.	X	
Verificar que el equipo microondas no tiene alarmas activas.	X	



2. Verificación de conectividad

Objetivo

Verificar conectividad entre el RTN510-RT hacia el RTN510-AP y el NCE (NOC)

Materiales y herramientas

- Laptop de prueba.
- Sistema de gestión basado en web (Web-based NMS).

Procedimiento

- Conectarse al equipo vía Web-based NMS.
- Realizar la prueba de ping

Tabla 2 Verificación de conectividad.

2	Verificación de conectividad	SI	NO
2.01	<p>Verificación de comunicación desde el RTN510_RT al RTN510_AP a través de una prueba de ping.</p> <p><i>Esta prueba se realiza accediendo por Internet Explorer y colocando la IP de gestión del RTN510-RT instalado en el beneficiario, y realizando ping con los siguientes parámetros: MTU: 1500 Duración: 60 segundos IP destino: colocar la IP de gestión del equipo RTN510-AP del nodo que brinda cobertura.</i></p>	X	
2.02	<p>Verificación de comunicación por medio de un ping desde el RTN510_RT al sistema de gestión Huawei NCE ubicado en el NOC de Acceso.</p> <p><i>Esta prueba se realiza accediendo por Internet Explorer y colocando la IP de gestión del RTN510-RT instalado en el beneficiario, y realizando ping con los siguientes parámetros: MTU: 1500 Duración: 60 segundos IP destino: colocar la IP del servidor del Gestor NCE.</i></p>	X	



Antenna Product Specifications

AS6D06HSNS

Dual-Polarized Antenna, for 4.9~5.97GHz



Electric Performance

Frequency (GHz)	4.9~5.97
Polarization	Dual (V and H)
Gain, 4.9-5.97GHz (dBi)	≥17
Horizontal -3dB beamwidth (°)	90°
Horizontal -6dB beamwidth (°)	120°
Vertical -3dB beamwidth (°)	5
Cross. Pol. Disc (dB)	15(axial direction)
F/B Ratio (dB)	28
VSWR max	≤2
Isolation (dB)	≥30
Impedance (Ω)	50

Mechanical Performance

Connector	2×N-Female
Height/width/depth (mm)	590×170×90
Radome material	UPVC
Radome colour	RL7035
Mechanical tilt (°)	0-15
Angle adjustment accuracy (°)	2
Suitable pole diameter (mm)	Φ48~Φ114
Operational Temperature (°C)	-45~+55
Fastener Type	JM-VD

Wind Force

Wind Velocity Survival Rating (m/s)	67
Wind Velocity Operational (m/s)	55

Packed Dimensions

Gross Weight,Packed Antenna (kg)	6
Net Weight, Antenna (include Fastener) (kg)	4.5
Net Weight, Only Antenna (kg)	2.5
L×W×H (mm×mm×mm)	700×200×230

Figure 3-1 RTN510 system composition

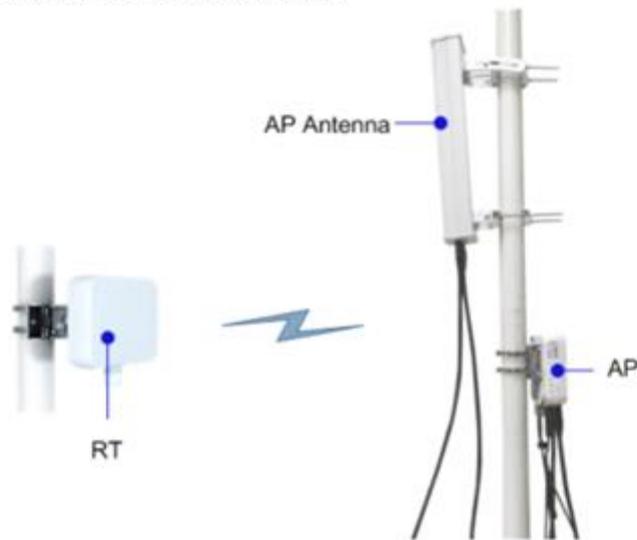


Table 3-1 RTN510 introduction

Item	Description		
	AP	RT	RT II
Frequency band	4.910 GHz to 5.970 GHz		
Channel spacing	10 MHz/20 MHz/40 MHz/80 MHz		
Modulation	MCS0 (BPSK) to MCS9 (256QAM)		
Maximum air-interface service throughput	750 Mbit/s	250 Mbit/s	250 Mbit/s
Service port	<ul style="list-style-type: none"> ● One GE optical port ● Two GE electrical ports (one for power over Ethernet (PoE)) 	One GE electrical port (for PoE)	Two GE electrical ports (one for PoE)

Typical network application

The RTN510 can provide low-cost, large-bandwidth, and highly reliable video links in the Safe City solution.

The PowerCube 500 provides power to the RT, and the RT is used for backhaul of service signals, such as video signals. The AP aggregates service signals from multiple RTs and backhauls them to the control device.

Figure 5-14 Front view of the RT II



Ports and Indicators

Figure 5-15 Positions of ports and indicators



Product Specifications



AXXS06MAC-3NX

0.6 m, High Performance, Single-Polarized Class3 Modular Antenna, XX for 7W ~ 80GHz

General Specifications

Brand	UHP-M
Product Type	Microwave antenna

Electrical Specifications

Model Number	Frequency (GHz)	Gain (dBi)			HPBW (°)	XPD (dB)	F/B Ratio (dB)	VSWR max	Return Loss(dB)	ETSI Standard	Flange Type
		Low	Mid	High							
A7WS06MAC-3NX	7.125 ~ 8.5	30.6	31	31.5	4.7	30	57	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R84
A10WS06MAC-3NX	10.125 ~ 11.7	33.5	34.5	35	3.3	30	61	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R100
A13S06MAC-3NX	12.75 ~ 13.25	35.8	36	36.2	2.7	30	61	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R120
A15S06MAC-3NX	14.4 ~ 15.35	36.5	36.8	37.2	2.4	30	65	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R140
A18S06MAC-3NX	17.7 ~ 19.7	38.6	39.4	39.8	1.8	30	67	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A23S06MAC-3NX	21.2 ~ 23.6	40.2	40.7	41.2	1.55	30	66	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A26S06MAC-3NX	24.25 ~ 26.5	41.5	42	42.5	1.3	30	68	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A28S06MAC-3NX	27.5 ~ 29.5	42.5	42.8	43.2	1.2	30	69	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R320
A32S06MAC-3NX	31.8 ~ 33.4	43.2	43.5	43.8	1.1	30	63	1.3	17.7	Class 3b	153IEC-R320
A38S06MAC-3NX	37 ~ 40	44.6	45.2	45.8	0.9	30	66	1.3	17.7	Class 3b	153IEC-R320
A42S06MAC-3NX	40.5 ~ 43.5	45.7	46	46.3	0.8	30	67	1.3	17.7	Class 3b	153IEC-R400
A80S06MAC-3NX	71 ~ 86	50	50.5	51	0.5	30	68	1.5	14	Class 3	153IEC-R740

Mechanical Specifications

Diameter (m)	0.6
Antenna Color (color charts)	Pantone Light Gray 1C
Reflector	One-piece reflector
Radome Color	White
Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±15°
Diameter of mounting pipe (mm)	Φ51 to 114
Ice-load(mm)	25.4
Operational Temperature (°C)	-45 to +60

Product Specifications

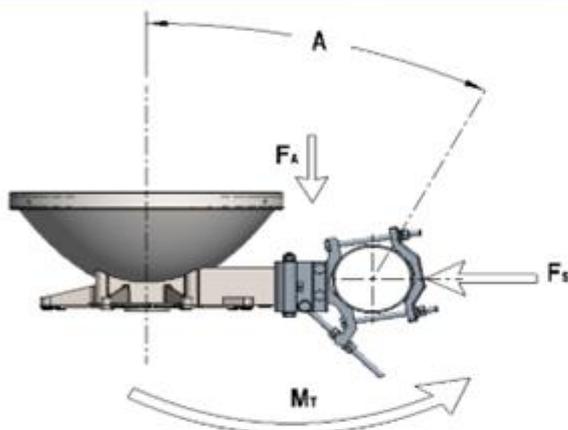


● Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating

Wind Velocity Survival Rating, km/h	250
Wind Velocity Operational, km/h	200 (Traditional band) 164 (E-Band , with side strut)
Axial Force (N)	1260
Side Force (N)	620
Twisting Moment (N·m)	490

⊗ The diameter of the mounting pipe is 114mm when testing

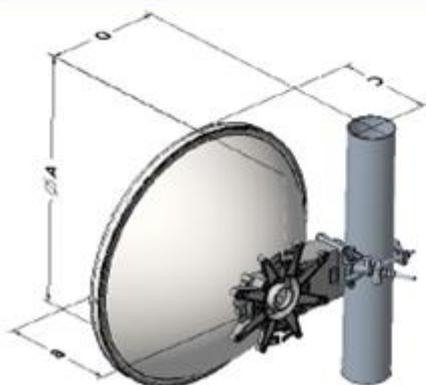
● Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating Image



● Packed Dimensions

Gross Weight,Packed Antenna (kg)	8.4 ± 1 (Traditional band) 13.2 ± 1 (E-Band , with side strut)
Net Weight,Only Antenna (kg)	6.8 ± 1 (Traditional band) 11.6 ± 1 (E-Band , with side strut)
L × W × H (mm × mm × mm)	790 × 600 × 340

● Antenna Dimensions



Dimensions in mm	
Antenna size,ft(m)	2(0.6)
A	667
B	304
C	261
D	314

Product Specifications



● Installation Requirements (A80S06MAC-3NX)

Side Struts, Included	1 inboard
-----------------------	-----------

Note

Gain	There may be an error in testing the gain in different test fields. The error should be less than 0.5dB.
Gain Risk of Upgrade	Because the installation accuracy of E-Band is very strict, the site upgrade cannot guarantee the same installation accuracy as the factory installation, so the gain index after upgrade cannot guarantee the complete consistency with the E-Band antenna. If the antenna is upgraded to E-Band frequency, the antenna gain may fall back to a maximum of 1dB.
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	RPE of antenna is generated with the stated gain, so there will be a deviation of RPE when the gain is deviated. Theoretically, the pattern deviation dose not exceed 0.5dB.
Front-to-Back Ratio	Indicates the highest backward radiation, relative to the main lobe, in the range of $180^\circ \pm 40^\circ$. Production antennas do not exceed rated values by more than 2dB unless stated otherwise.
Cross Polarization Discrimination (XPD)	The stated 30dB antenna XPD is tested in professional test field. Both antennas have 30dB XPD in a link, but the detected link XPD may fall back to the worst 24dB.

Product Specifications



AXXS09MAC-3NX

0.9 m, High Performance, Single-Polarized Class3 Modular Antenna, XX for 6W ~ 26GHz

General Specifications

Brand	UHP-M
Product Type	Microwave antenna

Electrical Specifications

Model Number	Frequency (GHz)	Gain (dBi)			HPBW (°)	XPD (dB)	F/B Ratio (dB)	VSWR max	Return Loss(dB)	ETSI Standard	Flange Type
		Low	Mid	High							
A6WS09MAC-3NX	5.925 ~ 7.125	32	33.3	34.3	3.6	30	59	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R70
A7WS09MAC-3NX	7.125 ~ 8.5	34.8	35.3	35.8	3	30	60	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R84
A10WS09MAC-3NX	10.125 ~ 11.7	37.8	38.4	39	2.1	30	63	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R100
A13S09MAC-3NX	12.75 ~ 13.25	39.9	40	40.1	1.8	30	64	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R120
A15S09MAC-3NX	14.4 ~ 15.35	40.3	40.6	40.9	1.6	30	67	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R140
A18S09MAC-3NX	17.7 ~ 19.7	43.1	43.5	43.7	1.2	30	70	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A23S09MAC-3NX	21.2 ~ 23.6	44.5	44.8	45	1	30	67	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220
A26S09MAC-3NX	24.25 ~ 26.5	45.6	45.8	46.2	1	30	70	1.3	17.7	Class 3	153IEC-R220

Mechanical Specifications

Diameter (m)	0.9
Antenna Color (color charts)	Pantone Light Gray 1C
Reflector	One-piece reflector
Radome Color	White
Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±15°
Diameter of mounting pipe (mm)	Φ51 to 114
Ice-load(mm)	25.4
Operational Temperature (°C)	-45 to +60

Product Specifications

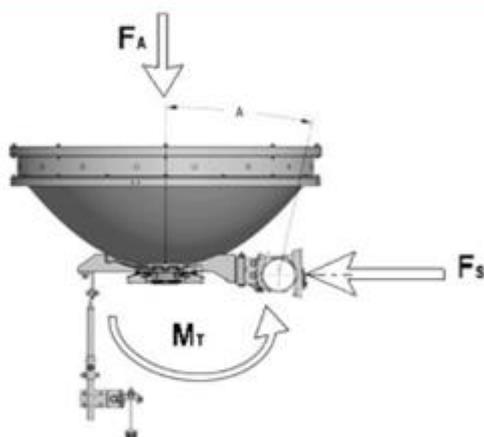


● Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating

Wind Velocity Survival Rating, km/h	250
Wind Velocity Operational, km/h	200
Axial Force (N)	3060
Side Force (N)	1780
Twisting Moment (N-m)	1144

ⓘ The diameter of the mounting pipe is 114mm when testing

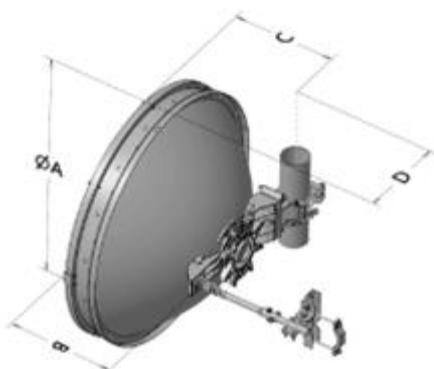
● Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating Image



● Packed Dimensions

Gross Weight, Packed Antenna (kg)	47 ± 4
Net Weight, Only Antenna (kg)	21.6 ± 1
L × W × H (mm × mm × mm)	1100 × 525 × 1270

● Antenna Dimensions



Dimensions in mm	
Antenna size, ft(m)	3(0.9)
A	1025
B	460
C	430
D	374

 **Note**

Gain	There may be an error in testing the gain in different test fields. The error should be less than 0.5dB.
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	RPE of antenna is generated with the stated gain, so there will be a deviation of RPE when the gain is deviated. Theoretically, the pattern deviation dose not exceed 0.5dB.
Front-to-Back Ratio	Indicates the highest backward radiation, relative to the main lobe, in the range of $180^{\circ} \pm 40^{\circ}$. Production antennas do not exceed rated values by more than 2dB unless stated otherwise.
Cross Polarization Discrimination (XPD)	The stated 30dB antenna XPD is tested in professional test field. Both antennas have 30dB XPD in a link, but the detected link XPD may fall back to the worst 24dB.