

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
SISTEMAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMEDICINA Y TELEFONIA IP
PARA EL MONITOREO DE PACIENTES EN LOS CENTROS DE
SALUD DEL DISTRITO DE ACORA UTILIZANDO 802.11AC”**

PRESENTADO POR:

JUAN RODRIGO CHECCA MALDONADO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PUNO PERÚ

2017

Universidad Nacional Del Altiplano

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y SISTEMAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMEDICINA Y TELEFONIA IP PARA EL MONITOREO DE PACIENTES EN LOS CENTROS DE SALUD DEL DISTRITO DE ACORA UTILIZANDO 802.11 AC”

TESIS PRESENTADA POR:

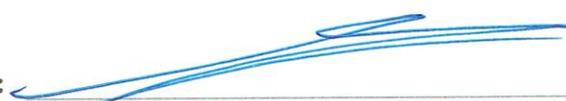
JUAN RODRIGO CHECCA MALDONADO

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE: INGENIERO ELECTRÓNICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:


MG. EUDES RIGOBERTO APAZA ESTAÑO

PRIMER MIEMBRO

:


ING. FERDINAND EDGARDO PINEDA ANCCO

SEGUNDO MIEMBRO

:


ING. JESÚS VIDAL LOPEZ FLORES

DIRECTOR DE TESIS

:

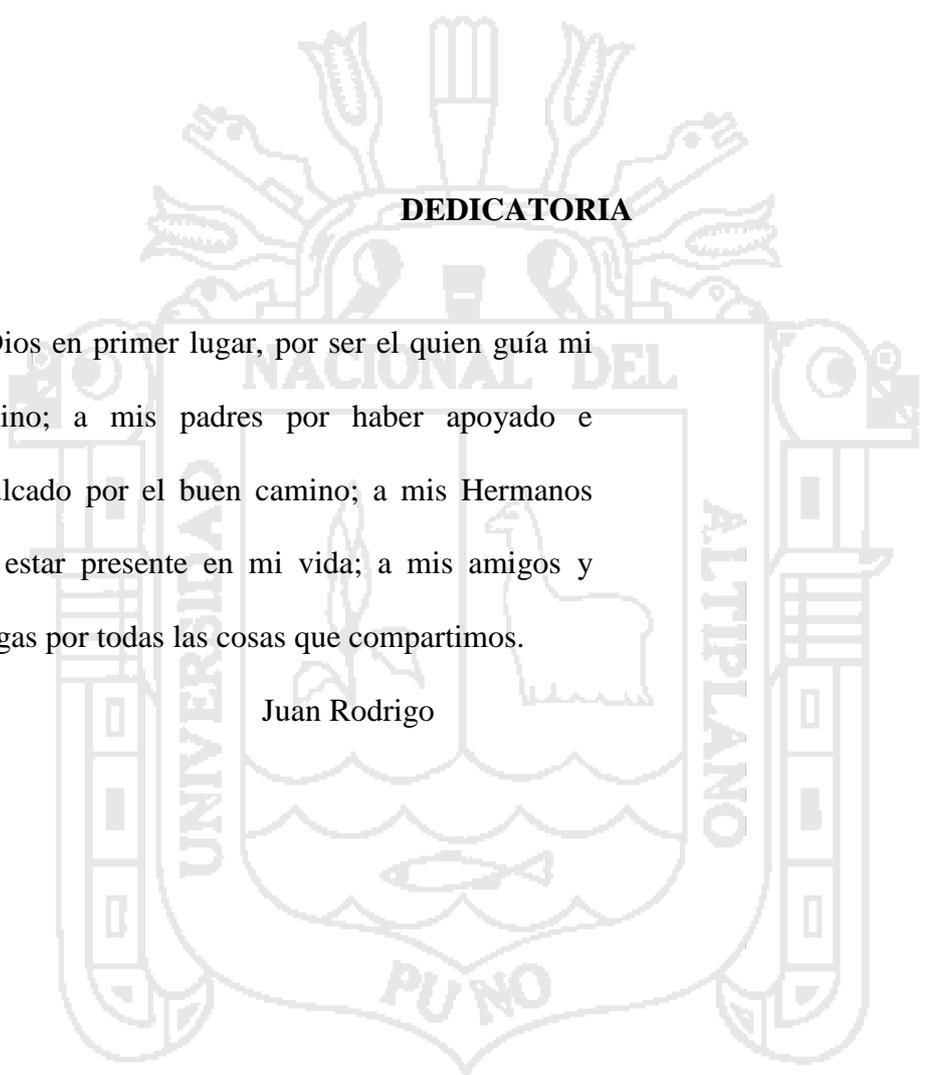

ING. LUIS ENRIQUE BACA WIESE

PUNO – PERÚ

2017

Área de investigación: Telecomunicaciones

Línea de investigación: Aplicaciones en telecomunicaciones



DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por ser el quien guía mi camino; a mis padres por haber apoyado e inculcado por el buen camino; a mis Hermanos por estar presente en mi vida; a mis amigos y amigas por todas las cosas que compartimos.

Juan Rodrigo

AGRADECIMIENTOS

El Agradecimiento del presente trabajo es en primer lugar a Dios quien me ha guiado y me ha dado fuerzas de seguir adelante también agradecer al invaluable apoyo e inspiración que generaron mis padres, hermanos; a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica – Puno, a todos ellos gracias.

INDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPITULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	19
1.1. PROBLEMÁTICA DE ATENCIÓN EN EL DISTRITO DE ACORA.....	19
1.1.1. Marco del proyecto.....	19
1.1.2. Necesidad de telemedicina en el distrito de Acora.....	20
1.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA.....	25
1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION.....	25
CAPÍTULO II.....	27
MARCO TEÓRICO	28
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.1.1. Antecedentes.....	28
2.2. REDES DE COMUNICACIÓN USADAS EN TELEMEDICINA.....	30
2.2.1. Elementos de redes de telecomunicación	30
2.2.2. Velocidad de transmisión de las redes.....	30
2.2.3. Clasificación según arquitectura y transporte de información	31
2.2.4. Clasificación según medio de transmisión	32
2.2.5. Redes de comunicación usados en telemedicina	34
2.2.5.1. Red mediante líneas eléctricas.....	34

2.2.5.2. Red mediante fibra óptica.....	36
2.2.5.3. Red mediante radio enlaces IP.....	38
2.2.5.4. Red basada en tecnología HF y VHF	39
2.2.5.5. Red de comunicación elegida para la red de telemedicina.....	41
2.3. TERMINALES DE ACCESO AL USUARIO	42
2.3.1. Electrocardiógrafo portátil.....	42
2.3.2. Espirómetro	43
2.3.3. MAPA (Presión arterial de 24 horas)	44
2.3.4. Holter de ritmo.....	45
2.4. ALTERNATIVAS PARA IMPLEMENTAR RED IP	46
CAPÍTULO III.....	51
DISEÑO METODOLOGICO DE INVESTIGACION	52
3.1. TIPO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	52
3.2. POBLACION DE LA INVESTIGACION.....	52
3.3. MUESTRA	52
3.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCION	52
3.5. RECOLECCION DE INFORMACION	53
3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACION	53
CAPÍTULO IV	54
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	55
4.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS	55
4.2. DIVISION ADMINISTRATIVA	55

4.3.	CENTROS POBLADOS	56
4.4.	DISEÑO DEL RADIO ENLACE PARA LA RED DE TELEMEDICINA	57
4.4.1	Puntos de referencia.....	57
4.4.2.	Simulación en Linnplanner.....	59
4.4.3.	Resultados de simulación	60
4.4.4.	Diseño de red piloto en cada centro de salud.	67
4.4.4.1.	Equipamiento elegido para red IP	68
4.4.5.	Especificaciones técnicas para red Ip	73
4.4.6.	Diseño del subsistema de energía.....	74
4.4.7.	Diseño del subsistema de protección eléctrica	75
4.4.8.	Instalación de red IP	77
4.5.	DISEÑO DE LA RED VOIP	82
4.5.1.	Equipos de red VoIP.....	82
4.5.2.	Diagrama de la red VoIP	84
4.6.	DISEÑO DE LA RED DE VIDEOCONFERENCIA IP	85
4.7.	RED PARA DISPOSITIVOS DE TELEMEDICINA.....	86
4.8.	RED LAN DENTRO DEL CENTRO DE SALUD DE CAPALLA.....	87
4.9.	DISEÑO DE LA RED VOIP.....	89
4.9.1.	Diseño de videoconferencia IP	93
4.9.2.	Equipos de telemedicina.....	94
4.9.3.	Equipos de LAN de centro de salud	97
4.10.	INTERCONEXIÓN CON REDES EXTERNAS	99

4.11.	ANÁLISIS DE COSTOS	101
4.11.1	Costos de inversión de la red de telemedicina.....	101
4.11.2	Costos radio enlace IP	102
4.11.3	Costos red VoIP para atención sanitaria.....	102
4.11.4	Costos red videoconferencia IP	103
4.11.5	Costos de equipos de telemedicina y cómputo.....	104
4.11.6	Costos de red LAN en el centro de salud de Capalla	104
4.11.7	Costos de equipos para el área administrativa.....	105
4.11.8	Costos de instalación de servicios de internet y telefonía fija.....	106
4.11.9	Costos de sistema de protección	106
4.11.10	Costos de instalación, configuración de la red de telemedicina	107
4.11.11	Costos de operación y mantenimiento de la red de telemedicina.....	109
	CONCLUSIONES.....	111
	SUGERENCIAS.....	112
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1: Mapa político del departamento de Puno.....	20
FIGURA N° 2: Cuadro de población del censo 2007.....	22
FIGURA N° 3: Distancia entre los distintos centros poblados.....	23
FIGURA N° 4: Electrocardiógrafo portátil.	43
FIGURA N° 5: Espirómetro.....	44
FIGURA N° 6: Dispositivo de presión arterial.....	45
FIGURA N° 7: Holter de ritmo.	46
FIGURA N° 8: Equipos de sistema Albentia.	47
FIGURA N° 9: Equipos de sistema Ptp 100 series Motorola.....	48
FIGURA N° 10: Equipos de sistema Winlink 1000.....	49
FIGURA N° 11: Mapa político del distrito de Acora – Puno.....	57
FIGURA N° 12: Ubicación geográfica de los puntos de referencia.....	58
FIGURA N° 13: Puntos de referencia con sus latitudes y longitudes.	58
FIGURA N° 14: Enlaces en LinkPlanner.....	59
FIGURA N° 15: Enlace Acora – Capalla.....	63
FIGURA N° 16: Resumen de desempeño (ITU-R).....	63
FIGURA N° 17: Enlace Acora – Caritamaya.....	64
FIGURA N° 18: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – Caritamaya.....	64
FIGURA N° 19: Enlace Acora – Chancachi.	65
FIGURA N° 20: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – Chancachi.	65
FIGURA N° 21: Enlace Acora - repetidor 1.	66
FIGURA N° 22: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – punto 1.....	66
FIGURA N° 23: Enlace óptimo en toda la red de radio enlaces.	67
FIGURA N° 24: Esquema general de red de telemedicina.	68

FIGURA N° 25: Arquitectura de sistema Winlink 1000.....	69
FIGURA N° 26: Equipo Idu-C.....	70
FIGURA N° 27: Equipo Poe.	70
FIGURA N° 28: Alternativas de series Odu.....	71
FIGURA N° 29: Antenas externas de sistema Winlink 1000.	71
FIGURA N° 30: Esquema fotovoltaico.....	75
FIGURA N° 31: Esquema soporte de pararrayo.	77
FIGURA N° 32: Instalación típica de un nodo del sistema Winlink 1000.....	78
FIGURA N° 33: Esquema de una estación final A y B.....	79
FIGURA N° 34: Esquema para una repetidora.....	79
FIGURA N° 35: Diagrama de red Voip.....	84
FIGURA N° 36: Diagrama de red videoconferencia IP.....	86
FIGURA N° 37: Diagrama de red de dispositivos de telemedicina.....	87
FIGURA N° 38: Diagrama de red Lan dentro del centro de salud de Capalla.....	89
FIGURA N° 39: Características de hardware servidor Voip.....	91
FIGURA N° 40: Comparación de alternativas de gateway de voz.	92
FIGURA N° 41: Comparación de alternativas de teléfonos Voip.....	93
FIGURA N° 42: Comparación de alternativas de videoconferencia Ip.	94
FIGURA N° 43: Comparación de alternativas de espirómetros.....	95
FIGURA N° 44: Diagrama de interconexión de red de telemedicina con red.	99
FIGURA N° 45: Diagrama de interconexión de red de telemedicina con red pública telefónica.....	100

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Técnicas e instrumentos de información.	53
TABLA 2: Centros poblados del distrito de Acora – Puno	56
TABLA 3: Evaluación costos de radio enlace Ip.....	102
TABLA 4: Evaluación costos de red Voip.	103
TABLA 5: Evaluación costos de videoconferencia Ip.....	103
TABLA 6: Evaluación costos de equipos de telemedicina.....	104
TABLA 7: Evaluación costos de red Lan en centro de salud de Capalla	105
TABLA 8: Evaluación costos de equipos de área administrativa.....	105
TABLA 9: Evaluación costos de instalación de internet y telefonía fija.....	106
TABLA 10: Evaluación costos de sistema de protección.....	107
TABLA 11: Evaluación costos instalación red de telemedicina.....	107
TABLA 12: Evaluación costos instalación red de telemedicina.....	108
TABLA 13: Costos de servicios de telefonía e internet mensuales.....	109
TABLA 14 Costos de personal de mantenimiento y operación de la red de telemedicina	110
TABLA 15 Costos totales mensuales de mantenimiento y operación dela red de telemedicina.....	110

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS 1: Radio enlaces de los centros de salud del distrito de Acora. 115



RESUMEN

El presente proyecto consiste en el diseño de una red de telemedicina en el Distrito de Acora se encuentra en la parte sur de la provincia de Puno. La red básicamente consistirá en unir remotamente los 19 centros de salud en los distintos centros poblados de todo el distrito de Acora. Para que los pobladores de este distrito tengan una mejor atención médica. Está centrado en analizar los problemas que se han encontrado en el Distrito de Acora tanto desde el punto de vista tecnológico como del punto de vista social, también se evaluarán los problemas para proponer objetivos de la red de telemedicina y finalmente se define la información a transmitir. Busca presentar las diferentes tecnologías de redes usadas para telemedicina y elegir uno de ellos así como los diversos dispositivos de telemedicina que se utilizan en nuestro país. Describe el método de investigación las técnicas y observaciones realizadas, muestras, etc. En el ámbito de estudio del presente proyecto, características de la población y lugares donde se harán los estudios. Damos los resultados de nuestra investigación, el diseño de nuestra red de telemedicina y telefonía IP, alternativa para un mejor diseño. La red permitirá reducir tiempo, optimizar costos, mejorar la calidad de los servicios, disminuir riesgos y ampliar la cobertura de los servicios médicos a los pobladores de los sectores mencionados, que son de difícil acceso.

Palabras claves: Red de telemedicina, tecnología de redes, telefonía IP, diseño.

ABSTRACT

The present project consists of the design of a network of telemedicine in the District of Acora is in the southern part of the province of Puno. The network will basically consist of remotely joining the 19 health centers in the different population centers throughout the district of Acora. So that the residents of this district have better medical care. It is focused on analyzing the problems that have been found in the District of Acora from both a technological and a social point of view, as well as evaluating the problems to propose objectives of the telemedicine network and finally defining the information to be transmitted . It seeks to present the different network technologies used for telemedicine and choose one of them as well as the various telemedicine devices that are used in our country. Describe the method of investigation techniques and observations made, samples, etc. In the scope of study of the present project, characteristics of the population and places where the studies will be done. We give the results of our research, the design of our telemedicine network and ip telephony, alternatives for a better design. The network will reduce time, optimize costs, improve the quality of services, reduce risks and expand coverage of medical services to the inhabitants of the sectors mentioned, which are difficult to access.

Key words: Telemedicine network, network technology, IP telephony, design.



INTRODUCCIÓN

Actualmente, el desarrollo de las telecomunicaciones ha logrado alcanzar un punto en el cual muchos servicios pueden ser soportados fácilmente a través de las diversas redes de telecomunicaciones como son conexión permanente con tus amigos a través de páginas de redes sociales o poder ver a un familiar que se encuentra en un país lejano gracias a la videoconferencia a través de internet, etc.

En nuestro país se ha desarrollado las telecomunicaciones a grandes pasos durante los últimos años, lamentablemente este desarrollo se ha concentrado en Lima y en las provincias con mejor desarrollo económico y sobre todo en las zonas urbanas de dichas provincias. Actualmente en la zonas urbana del departamento Puno tiene una buena infraestructura de telecomunicaciones; sin embargo, en distritos no tan alejados como Acora no se tiene una gran infraestructura y por experiencia propia se pudo apreciar la falta de desarrollo de las tecnologías de telecomunicaciones y también el déficit que se tiene en dichos centro de salud ya que es el distrito más grande del provincia de puno q cuenta con 22 centros poblados por falta de doctores y sobre todo por la falta de especialistas en enfermedades de infecciones de vías respiratorias que es lo que más afecta a los pobladores del distrito de Acora.

La telemedicina es el vínculo entre telecomunicaciones y telemedicina y puede proveer a centros de salud de una mejor atención sanitaria a través de un monitoreo y tratamiento pacientes por parte de doctores especialistas que se encuentran en un lugar remoto y que gracias a las telecomunicaciones pueden brindar a los pacientes un adecuado monitoreo y tratamiento de enfermedades.

De este modo se ha realizado un estudio profundo analizando cada uno de los factores que podrían derivar en indicadores, los cuáles serían objeto de evaluación en un estudio de impacto posterior. Se llevó a cabo el desarrollo del trabajo técnico, la intervención

fue dada en el distrito mencionado y tuvo una duración de 30 días, donde también fueron efectuadas actividades tales como:

a) Visita técnica y la obtención de coordenadas geográficas de los puestos de salud, con la finalidad de analizar las condiciones de la población, viabilidad y necesidad de continuar con el desarrollo futuro de la extensión de la red.

b) Evaluación de la realidad que la población respecto a temas como accesibilidad, transporte, aislamiento, acceso a medios de comunicación y recursos para el desarrollo, así como como también energía eléctrica (no siempre presente en los lugares donde se pretende colocar una repetidora).

c) Asesoría de la EPIE-UNAP, IEEE Communications Society UNAP y la colaboración técnica de los diferentes puestos de salud con el fin de efectuar mediciones y evaluar las instalaciones eléctricas y los puntos de red involucrados.

Al final se podrá decir que, al día de hoy, el diseño de la red de Telemedicina en la Micro Red de Acora está listo para su implementación. Después de la fase de pruebas y el monitoreo de los enlaces simulados en diferentes software, podemos asegurar que el radio enlace IP, es capaz de ofrecer caudales muy elevados, incluso en regiones como Puno donde el clima y la orografía del terreno hacen poco difícil su implementación. El desarrollo de esta investigación se ha organizado en cuatro capítulos.

El primer capítulo está centrado. Analizar los problemas que se han encontrado en el distrito de Acora y sus diecinueve centros poblados, tanto desde el punto de vista tecnológico como del punto de vista social, también se evaluarán los problemas para proponer objetivos de la red.

En el segundo capítulo se busca presentar las diferentes tecnologías de redes usadas para telemedicina y elegir el que se adecue a las necesidades dadas así como los diversos dispositivos de telemedicina que se vienen utilizando en nuestro país.

El tercer capítulo está referido a la metodología, desarrolla el tipo, nivel, diseño de la investigación, población, muestra y las técnicas e instrumentos utilizados.

El cuarto capítulo, describe el diseño de la red de telemedicina tanto el enlace IP que se realizará como los diseños y equipos de la red VoIP, videoconferencia IP, dispositivos de telemedicina, acceso a internet y la red LAN local de los establecimientos de salud de la Micro Red de Acora.

Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, de que las redes de telemedicina son una herramienta útil para la atención oportuna y de calidad en las poblaciones del distrito de Acora.





CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. PROBLEMÁTICA DE ATENCIÓN EN EL DISTRITO DE ACORA

1.1.1. Marco del proyecto

El siguiente proyecto consistirá en realizar una red de telemedicina que conecte los centros de salud ubicados en el distrito de Acora con la micro red Acora de categoría I-3 centros de salud o centros médicos. (Tejada Noriega, 2012).

El diseño de la red para este proyecto se realizará basándonos en el hecho de que ambos establecimientos pertenecen a la red de Puno. Mediante la red de telemedicina, el doctor especialista podrá acceder a la información de un paciente mediante algún dispositivo terminal que para este caso será una computadora que tiene acceso a la red que se instalará. Tanto en los dispositivos terminal de los centros de salud de Acora como en el terminal del centro poblado de Acora se guardará la información del paciente en una base de datos para hacer más fácil la tarea del doctor y que pueda dar un seguimiento al paciente de manera más efectiva y pueda evaluar el progreso del paciente.

Los servicios que brindarán se concentrarán en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades que afectan a la mayoría de la población del distrito de Acora para que el médico especialista de esa rama pueda dar un adecuado diagnóstico y tratamiento adecuado; a su vez, que irá monitoreando el progreso del paciente mediante la base de datos en el terminal al cual accederá. Este proyecto a su vez quedará como un antecedente para futuros proyectos de telemedicina en otros distritos que tienen un índice de pobreza alto y que no están cerca de los centros urbanos donde están los especialistas de diferentes ramas de medicina.

El distrito que se encuentra ubicado en la parte sur de la Provincia de Puno, en el sur del Perú. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 15° 53' 25" a 16° 56'

00" de latitud sur y 69° 33' 52" a 70° 24' 26" de longitud oeste, a una altitud comprendida de 3,825 a 5,432 m.s.n.m. está considerada en la región natural denominada Sierra, con una superficie de área total del Distrito, es de 2786.26 Km². Distribuidos entre 22 Centros Poblados, 62 Comunidades campesinas y 48 Parcialidades campesinas. Área de terreno firme es de 2756.90 Km² y área insular de 9.60 Km² y el área de Catura Pampa de 19.76 Km². A continuación se presenta el mapa político de la provincia de Puno. (nacional, 2011).

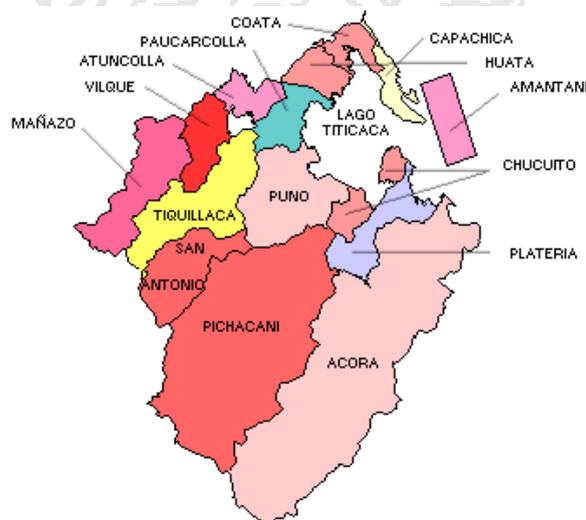


FIGURA N° 1: Mapa político del departamento de Puno.

Fuente: Mapa político del departamento de Puno Nacional, (2011).

1.1.2. Necesidad de telemedicina en el distrito de Acora

Los grandes beneficios de la telemedicina.

Según estudios de Cisco, cerca del 85% de las consultas médicas no requieren de una interacción física entre médicos y pacientes, por lo que la telemedicina, al masificarse, podría generar numerosos beneficios. Algunos de los que la compañía destaca son:

- Mayor cubrimiento de los sistemas de salud, tanto geográfico como en número de personas, a menores costos.
- Atención médica primaria, como diagnósticos, acciones de prevención y consultas generales, a distancia.
- Seguimiento remoto de tratamientos, lo que evita desplazamientos de los pacientes o de los profesionales de la salud.
- Mejor y más permanente cuidado de pacientes crónicos o con dificultades de movilidad.
- Ahorros de costos para entidades de salud, clínicas y hospitales y los propios pacientes.
- Información médica más oportuna, en línea, para médicos, enfermeras, personal administrativo y pacientes.

Es conocido que la medicina es parte esencial de nuestra sociedad ya que mediante ella se puede consultar por algún problema de salud que tengamos y así poder recibir un tratamiento indicado para aliviar los malestares. La medicina se ha ido desarrollando extraordinariamente durante los últimos años al igual que las telecomunicaciones. Como una unión de estos dos surgió lo que se conoce actualmente como telemedicina. A continuación, se brinda dos conceptos que tiene telemedicina: según OMS, es el suministro de servicios de atención sanitaria en los que la distancia constituye un factor crítico; Insalud, utilización de la tecnología de la información y de las comunicaciones de proveer servicios médicos independientemente de la localización, de los que ofrecen el servicio y de los que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial. La telemedicina se encarga de proveer servicios de atención sanitaria a distancia y esto es un problema muy común en nuestro país sobre

todo en las provincias en las cuales hay localidades muy distantes de otras y no todas cuentan con servicios de salud adecuados.

A continuación, se presentara un cuadro y un mapa de las lejanías de los centros de salud muchas personas pobres según datos del INEI del 2007 más del 40% de la población de Acora no pertenece a la Población económicamente activa dentro de la edad de personas que si pueden trabajar. (INEI, Instituto Nacional de Estadística e información., 2007).

POBLACIÓN POR PERIODO CENSAI 1981 - 2007

Nº	DISTRITOS	AÑO 1981	AÑO 1993	AÑO 2005	AÑO 2007
1	PUNO	78 195	100 168	123 906	125 663
2	ACORA	31 036	29 420	29 083	28 679
3	AMANTANI	3 475	3 913	4 255	4 255
4	ATUNCOLLA	4 158	4 830	3 984	5 333
5	CAPACHICA	12 937	11 435	10 320	11 387
6	CHUCUITO	9 153	9 833	9 366	7 913
7	COATA	5 401	6 301	6 994	7 387
8	HUATA	3 193	2 925	3 393	6 682
9	MAÑAZO	5 075	5 586	5 537	5 451
10	PAUCARCOLLA	4 126	4 382	4 511	4 864
11	PICHACANI	5 515	6 149	6 134	5 608
12	PLATERIA	9 688	9 287	8 835	8 268
13	S. A. DE ESQUILACHE	1 146	1 237	1 613	2 570
14	TIQUILLACA	2 486	2 638	2 019	2 053
15	VILQUE	1 774	3 101	2 947	3 123
TOTAL POB. PROVINCIAL		177 358	201 205	222 897	229 236

FIGURA N° 2: Cuadro de población del censo 2007.

Fuente: INEI, Instituto Nacional de Estadística e Informatica (2007).

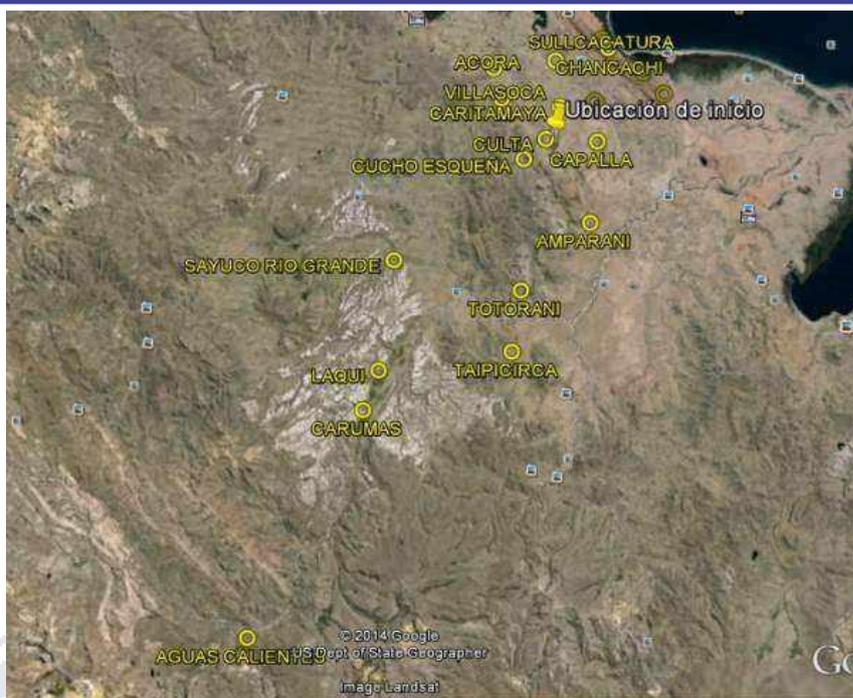


FIGURA N° 3: Distancia entre los distintos centros poblados.

Fuente: Google Earth (2015).

1.1.3. Necesidades sociales Salud

- **Diagnostico**

Una de las demandas más importantes de la sociedad es la relacionada con la salud, respecto a la atención médica que brindan las dependencias municipales, se carece de infraestructura, falta de medicamentos y personal con vocación de servicio que brinde atención en todo el ámbito del distrito de Acora.

El problema de la ausencia del personal de salud en los centros de salud de los centros poblados y comunidades campesinas del ámbito distrital, es un problema enorme por lo que genera la desconformidad de la población, así como la construcción de más centros de salud.

Los educandos, educadores, tercera edad, discapacitados, y población en general necesita una atención inmediata del personal de salud debido al clima frígido de la zona.

- **Líneas estratégicas**

- Diseñar y fortalecer un Plan para dar atención médica a las personas que lo necesiten de una manera coordinada con las autoridades de salud.
- Con la aprobación del Presupuesto Participativo Local y el Concejo de Coordinación Local, enviar una propuesta al Congreso de la República para implementar un programa de fortalecimiento del Sistema Municipal de Salud.
- Fomentar Campañas de vacunación y desparasitación en todas las instituciones Educativas del ámbito distrital.
- Contratación de personal profesional de salud con una actitud de servicio que favorezca una relación cordial entre ciudadanos y Gobierno Municipal.

Según datos de OMS (Organización mundial de la salud), se estima que a nivel mundial se tiene alrededor de 13 médicos por cada 10000 habitantes, es decir, un aproximado de 1.3 médicos por cada 1000 personas; sin embargo, esto no se cumple en el caso del distrito de Acora ya que se tienen alrededor de 8000 pobladores y solo hay un médico en el centro de salud y según niveles mundiales deberían haber por lo menos unos 10 médicos para la cantidad de habitantes que tiene el distrito de Acora.

1.1.4. Necesidades económicas

Las necesidades económicas con las que cuenta la población del distrito de acora son muy graves ya que es un poblado que es dependiente de la agricultura y ante una mala temporada debido al clima u otros factores las familias de este distrito pierden buena parte de sus ingresos.

El factor económico es importante ya que muchas veces esta falta de dinero provoca que la gente no pueda trasladarse con facilidad desde dicho poblado hacia la zona poblada dado el poco ingreso que tienen y que muchas veces el único centro de salud al que pueden acceder es el de propio distrito que no cuenta con los recursos de

personal e implementos sanitarios necesarios.

1.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

Dada la necesidad de mejorar la capacidad de diagnóstico en los centros de salud ubicados en el distrito de Acora, Puno y en especial, la urgencia de contar con mayores y mejores capacidades en cuanto a la capacidad de diagnóstico, puesto que los pacientes del distrito no cuentan con la atención acorde a la exigencia de la situación, surge la idea de diseñar la Red de Telemedicina y telefonía IP en una red asistencial de Puno.

La Telemedicina es una excelente opción para atender nuestra problemática. A continuación mencionamos aquellas posibles ventajas que esta aportará.

Posibles ventajas de la Telemedicina:

- Pacientes: Brindar diagnósticos y tratamientos más rápidos y oportunos.
- Médicos de atención Primaria: Nuevas posibilidades de efectuar consultas con especialistas.
- Hospitales: Reducción de la pérdida de exámenes. Mejor comunicación entre los distintos servicios.
- Sistema de Salud: Mejor utilización y aprovechamiento de los recursos. Mejora de la gestión de salud pública.

1.3. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red de telemedicina y telefonía IP para el control y monitoreo de pacientes en los Centros de Salud en el distrito de Acora utilizando 802.11ac.

OBJETIVO ESPECIFICO

- a. Diseñar un sistema de telemedicina y telefonía IP utilizando 802.11AC, para el control y monitoreo de pacientes en el distrito de Acora.
- b. Realizar el diseño de la red de Acora, de sus 19 centros de salud con especificaciones y normas.





MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hará un estudio sobre las tecnologías que vienen siendo usadas para redes de telemedicina en diferentes lugares; asimismo, se analiza los terminales que se vienen usando en telemedicina para las diversas patologías existentes y sobre todo analizará la viabilidad de las tecnologías y de los terminales para el uso que el sistema requiere.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Hasta la actualidad se han desarrollado proyectos acerca de sistemas de videoconferencia, es por eso que se desarrolla uno específicamente para la Micro Red de Acora, que realmente logre ayudar a brindar un mejor servicio a los pacientes de la zona.

Respecto a los antecedentes locales, existen las siguientes tesis:

2.1.1. Antecedentes

- **Título:** Diseño e implementación de radioenlaces y estaciones repetidoras wi-fi para conectividad de escuelas rurales en zona sur del Perú.
- **Autor:** Cristhian Condori Choque.
- **Lugar:** Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
LIMA.
- **Año:** 2012.

En el marco de un proyecto de cooperación internacional, el presente artículo presenta un resumen general del desarrollo de una red piloto que integra tecnología Wi-Fi con plataformas tipo embedded para la inclusión y conectividad de zonas rurales aisladas. Se indican aspectos relevantes del diseño e implementación de los enlaces inalámbricos proyectados, tales como el uso de las herramientas de modelado utilizadas

y algunos resultados verificados en terreno, permitiendo así definir las líneas futuras de trabajo para la necesaria continuidad de la intervención. (Choque, 2012).

- Título: Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya.
- Autor: MALDONADO SIFUENTES, Pedro Cesar.
- Lugar: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. LIMA.
- Año: 2012.

El presente proyecto de tesis consiste en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Sicaya, perteneciente a la provincia de Huancayo, Junín. La red básicamente consistirá en unir remotamente el centro de salud de Sicaya con el hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo para que de esta manera los pobladores de Sicaya reciban una mejor atención médica. (Maldonado Sifuentes Pedro Cesar, 2012).

- Título: Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ism para brindar servicios de telemedicina a la provincia de Loja.
- Autor: Viviana Mishel Apolo Márquez y Gabriela Virginia Vidal Barba.
- Lugar: Universidad nacional de ingenierías, Lima.
- Año: 2014.

Este documento presenta una propuesta de diseño de red de telecomunicaciones, articulada al Plan Nacional de Telemedicina del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, orientada al mejoramiento de la calidad de los servicios de salud públicos de la provincia de Loja; a través del uso de los recursos disponibles y de tecnologías de comunicación de bajo costo; de modo que la red está basada en tecnología WiFi estándar IEEE 802.11n. (Apolo Marquez Viviana Mishel, 2014).

2.2. REDES DE COMUNICACIÓN USADAS EN TELEMEDICINA

La sociedad de la información ha traído nuevas modalidades de comunicación y transporte de la misma, como resultado de esta tendencia de uso en diferentes sectores se empezó a usar la tecnología de la información para la atención sanitaria y fue denominado como telemedicina. En los últimos años, la telemedicina ha ido progresando enormemente en muchos países sobre todo en Europa y USA donde se aplican eficientemente ayudados también de su desarrollo tecnológico tanto en el área de telecomunicaciones como en el sector de medicina.

2.2.1. Elementos de redes de telecomunicación

A continuación se presenta los componentes de las redes de telecomunicación que sirven para el transporte de información que también será usado para el transporte de datos relacionados a los síntomas y estado de los pacientes.

- Terminal. Se denomina así al equipo o conjunto de equipos usados para comunicarse (teléfonos, computadoras, equipos médicos de medida, etc.).
- Interfaz. Puntos de conexión que hay para el o los terminales de la red. o Medios de transmisión.
- Se denomina así el medio en el cual se transporta la información, también llamados “canales de información” donde se entiende a canal como el medio físico por donde viaja la información de un punto a otro.nodos. Esta encargado de transportar y gestionar la información de un terminal a otro a través del medio de transmisión.

2.2.2. Velocidad de transmisión de las redes

La velocidad con la que se transporta la información en el medio físico estará expresado en bits por segundo (bps), kilobits por segundo (Kbps), megabits por segundo

(Mbps), gigabits por segundo (Gbps). Un bit es la unidad de información que está dada por un dígito binario ya sea este 1 o 0. Un byte estará compuesto de ocho bits o un octeto de bits. La velocidad puede ir variando dependiendo del ancho de banda del canal, el cual se define como el rango de frecuencias en el cual puede transmitirse esta información de forma efectiva a través del canal y se expresa en Hertzios (Hz), kilohertzios (KHz), mega hertzios (MHz) y giga hertzios (GHz). Un hertzio se podría definir como un número de repeticiones por segundo de una onda electromagnética completa. La relación será directa entre ancho de banda y velocidad de transmisión, es decir, a mayor ancho de banda se podrá tener mayor velocidad de transmisión. Dependiendo de la capacidad de las bandas se puede clasificarlas en banda estrecha y banda ancha.

2.2.3. Clasificación según arquitectura y transporte de información

Según la arquitectura y manera en que se transporta la información, las redes de telecomunicaciones se dividen en redes conmutadas y redes de difusión.

- a) **Redes conmutadas:** Consiste en una red alternada de nodos y canales de comunicación, es decir a la información se transmite a un nodo a través de un canal. Este a su vez gestionara hacia donde se va la información. Las redes conmutadas se dividen en dos:
- En conmutación de paquetes, el mensaje a transmitir se divide en pequeños paquetes que serán enviados por partes de nodo en nodo siguiendo diversas rutas. En el receptor final, el mensaje será juntado nuevamente y se le entrega al receptor.
 - En conmutación de circuitos, se busca y reserva una determinada ruta entre usuarios. Una vez que la comunicación está establecida, esta trayectoria se mantiene durante todo el tiempo que se transmite la información. Con esta

técnica se requiere de una señal que reserve diferentes segmentos de red entre ambos usuarios.

- b) Redes de difusión:** Se trata de una red a la cual todos los usuarios están conectados a cierto canal, todos los usuarios podrían recibir el mensaje pero solo lo recibirán aquellos que tengan su dirección como destinatario. Para este tipo de redes, es típico que se use canales de radio aunque también puede realizarse la difusión por medio de canales metálicos. En este tipo de redes se tiene un solo nodo en el cual se pone la información a un canal al cual están conectados todos los usuarios.

2.2.4. Clasificación según medio de transmisión

Los medios de transmisión son los canales de transmisión de la información. Las redes también pueden ser clasificadas de acuerdo al tipo de medio de transmisión que utilicen. A continuación, se presentara la clasificación:

- a. Red alámbrica:** En esta clasificación se incluye medios físicos como cables par trenzado de cobre, cable coaxial y fibra óptica.
- Cable de par trenzado de cobre: Se trata de un par de hilos de cobre aislados trenzados entre si y cubiertos por una malla protectora. Es usado tanto en transmisión analógica como digital. Es el más económico y tiende a usarse en cable de telefonía fija. Su ancho de banda depende de la sección de cobre que use así como la distancia que tenga que recorrer. Su velocidad dependerá del tipo de cable usado para transmitir.
 - Cable coaxial: Consiste en un núcleo de cobre envuelto por una capa aislante; a su vez están cubiertos por una malla metálica para proteger de interferencias; este conjunto de cables está recubierto por una capa protectora. Es usado para transmisión de señales de televisión y de datos a alta velocidad para varios

kilómetros. Es importante tener en cuenta que para mayor velocidad de transmisión se podrá cubrir menor distancia.

- Cable de fibra óptica: Usan pulsos de luz a través de fibras de cristal para transmitir la información. Está compuesto de una fibra de cristal cilíndrico recubierto por una capa concéntrica de revestimiento, esto protege ante interferencias eléctricas haciendo más rápido la transmisión de datos que en el caso de los cables de cobre ya que la señal no se atenúa ni pierde energía muy rápidamente. Si bien el despliegue de cable de fibra óptica es más caro que los anteriormente mencionados, proporciona una mejor calidad de transmisión.
- b. Red Inalámbrica:** En este tipo de redes se usan microondas, luz infrarroja, señales de radio y satélites.
 - Microondas: Ondas de radio de alta frecuencia. Viajan en línea directa, es decir, para transmitir entre transmisor y receptor debe haber línea de vista. Las curvaturas e inflexiones del terreno muchas veces impiden esta línea de vista; por lo tanto, se tendrán que usar antenas más altas y también se hace uso de repetidores si persiste el problema.
 - Luz infrarroja: Consiste en la emisión y recepción de haces de luz, el emisor y receptor deben tener vista directa dado que la luz viaja en línea recta y ante una pequeña curvatura se distorsionaría la señal.
 - Señales de radio: Consiste en la emisión y recepción de señales de radio; por lo tanto, el emisor y receptor deben estar sintonizados a la misma frecuencia. No es necesario visión directa para la transmisión de datos.
 - Satélites: Consiste en el uso de satélites para transportar la información entre emisor y receptor. Su desventaja es que el costo de utilización del satélite es alto

mientras que su velocidad no es tan alta pero su ventaja consiste en que no es necesario tener una red instalada para poder hacer uso de este tipo de red.

2.2.5. Redes de comunicación usados en telemedicina

2.2.5.1.Red mediante líneas eléctricas

Es un sistema de telecomunicaciones que se basa en el uso de las líneas de distribución eléctrica para la transmisión de información. El sistema PLC (Power Line Communication) ofrece conectividad de banda ancha de alta velocidad para envío de datos, señales de control e información usando las redes eléctricas. Antes de empezar sobre PLC, se deben dar a conocer los diferentes tipos de redes eléctricas que existen actualmente. En primer lugar, se tienen las redes de alta tensión que se encargan de transportar la energía desde el primer transformador-amplificador a la primera subestación de transporte. Los valores de tensión eléctrica que transportan se encuentran en el orden de 220 y 400 Kv. En segundo lugar, se tiene a las redes de media tensión, su función es convertir energía eléctrica en valores de tensión inferiores con valores que se encuentren entre 15 y 20 Kv. Finalmente, se tiene las redes de baja tensión que se encarga de una última reducción de tensión para poder suministrar electricidad a los domicilios y la reducción de voltaje se dará hasta 220 voltios y 120 voltios. La energía eléctrica se distribuirá hacia cada abonado como corriente alterna de baja frecuencia (50 o 60 Hz).

El sistema PLC centra su atención en el tramo de Baja Tensión de la red eléctrica pero en alta frecuencia. El sistema PLC comparte la línea eléctrica con el envío de diferentes rangos de frecuencia. Los rangos de frecuencia se encontraran entre 1.6 y 30 MHz, es decir, en la banda de alta frecuencia.

Entre las principales características de sistemas PLC se encuentran:

- No es necesario obra civil ya que las redes eléctricas son usadas para transmisión de voz y datos. Es más accesible llegar a cualquier punto geográfico.
- Posibilidad de lograr conexión desde cualquier punto del hogar con el uso de uno o hasta dos módems.
- Conexión permanente las 24 horas del día.
- La instalación es rápida y simple.
- El ancho de banda para transmisión de datos, voz y video se realizan a una velocidad bastante aceptable.
- Se usan micro filtros para evitar interferencia con los electrodomésticos del hogar. Para el uso de esta tecnología se debe contar con los siguientes dispositivos.
 - Modem PLC: Instalado en el hogar del cliente y permitirá la transmisión de datos así como el servicio telefónico por voz.
 - Repetidor: Dispositivos que se conectara con el modem del usuario. Su función es regenerar señales PLC y permitir la conexión de hasta 256 módems.
 - Dispositivo Head End: Dispositivo ubicado en las compañías eléctricas. Son equipos preparados para conectarse con redes IP. El envío de información usando PLC es muy atractivo dado que a través de las redes eléctricas se puede suministrar señales de telecomunicaciones, es decir, las redes de baja y media atención se convierten en acceso a banda ancha a través de los enchufes tradicionales permitiendo diversos servicios como conectividad de alta velocidad, telefonía IP, aplicaciones multimedia, servicios de domótica; asimismo, se hará medición y control de diferentes variables de forma remota para gestión de seguridad de la

red permitiendo la aplicación de códigos de seguridad y la encriptación de la información; además, se puede proporcionar diversas aplicaciones para el área de telemedicina.

2.2.5.2.Red mediante fibra óptica

La fibra óptica es un medio de transmisión de información que utiliza ondas de luz como portadora de información. La fibra óptica es una de las tecnologías más usadas en el siglo XXI y permite integrar en el mismo canal varios servicios de telecomunicaciones.

La trayectoria que sigue el haz de luz a través de la fibra óptica se determina modos de propagación. Según el modo de propagación, la fibra se divide en dos:

Fibra multimodo: Consiste en que se pueden guiar muchos modos a través de la fibra óptica donde cada uno de estos modos seguirá un camino diferente. Esta característica ocasiona que su ancho de banda sea inferior que al de las fibras monomodo. Es usado de preferencia para comunicación en distancias pequeñas, hasta 10 km.

Fibra monomodo: Su principal característica es que el diámetro de su núcleo es tan pequeño que solo permite la propagación de un único modo que es propagado directamente y sin reflexión. Esta característica causa que su ancho de banda sea muy elevada. Es usado de preferencia para comunicación a grandes distancias, de preferencias superior a los 10 km.

En sistemas de comunicaciones basados en fibra óptica existe un emisor que se encarga de emitir haz de luz para transmisión de datos. Los emisores pueden ser de dos tipos: LED (Diodo emisor de luz) y LASER. En el otro extremo se tiene un detector óptico o receptor que sirve para transformar la señal de la luz que llega de la fibra en señales eléctricas. En los últimos años, los sistemas de fibra óptica se han convertido en una de las tecnologías más avanzadas usada para la transmisión de información.

Logra el transporte de información a mayor velocidad y disminuir en gran medida los ruidos e interferencias. Se ha planteado varias aplicaciones para fibra óptica además de telefonía como son: computación, sistema de televisión por cable, transmisión de información de imágenes de alta resolución, etc.

Las características de la fibra óptica respecto a otros medios físicos son las siguientes:

- Ancho de banda: Las fibras ópticas podrían llegar hasta alrededor de 1 THz aunque este rango no es usado en nuestros días. Su ancho de banda excede ampliamente al de los cables de cobre.
- Bajas pérdidas: Las pérdidas para el caso de fibra óptica no se verá afectado con la frecuencia como sucede en el caso de los cables de cobre. La baja atenuación ocasiona una mayor distancia entre repetidores (más de 100 Km.).
- Inmunidad electromagnética: La fibra no irradia y no es sensible a las radiaciones electromagnéticas.
- Confidencialidad: Es muy complicado intervenir una fibra. Es muy seguro como medio de transmisión ya que no puede captarse lo que se transmite mediante antenas al no irradiarse energía electromagnética.
 - Seguridad: Es apta para ser utilizada en ambientes peligrosos. Dado que no es conductor no presenta peligro de descargas eléctricas.
 - Bajo Peso: Pesa considerablemente menos que los cables de cobre.

Algunas desventajas de usar fibra óptica serían:

- Solo se podrá instalar en zonas donde ya está provista la red de fibra óptica.

- El costo de la conexión de fibra óptica es elevada ya que no se cobra por utilización sino por transmisión de información al ordenador que se mide en MB.
- El costo de instalación de fibra óptica es elevado.
- La fibra óptica es muy frágil.
- Los conectores que se usan son de disponibilidad limitada.
- Los cables de fibra roto son difíciles de ser reparados.

2.2.5.3.Red mediante radio enlaces IP

Con el desarrollo de las tecnologías de comunicaciones inalámbricas que se han ido desarrollando durante los últimos años y dado el uso de bandas libres tanto en banda de 2.4 GHz y de 5.8 GHz se permite ofrecer fáciles soluciones basados en radio enlaces IP punto a punto. Los radio enlaces IP punto a punto sirven para cubrir distancias grandes para operación de determinados codificadores de audio y video en función de las necesidades de transporte de señal que el cliente necesite.

Opcionalmente para hacer un buen uso del rendimiento de radiofrecuencia y para el ahorro de energía eléctrico se puede utilizar alimentación a través de un PoE, es decir, alimentación a través de la línea Ethernet.

Este tipo de radio enlaces suele usarse para enviarse voz, datos e internet desde un centro emisor hacia un centro remoto el cual recibirá las señales con la información requerida. Dado que por una sola unidad de Radiofrecuencia se puede enviar varias señales a la vez; entonces, será un producto muy útil para ser aplicado por muchos proveedores de servicios de internet así como por proveedores de líneas telefónicas.

Entre las principales ventajas de los radios enlaces IP se puede mencionar los Siguietes:

- Transmisión 100% Digital.

- Multicanal y multi dispositivo, un mismo enlace se puede utilizar para transportar múltiples canales de audio y voz independientemente.
- Facilidad de instalación y ajuste.
- Buena directivita de antenas para evitar interferencias con otros servicios.
- Cubre distancias mayores de 25 Km.
- Tiene un bajo costo de instalación y mantenimiento.
- Trabaja en bandas libres.
- Optimiza la utilización del espectro radioeléctrico.
- No requiere de mucho consumo eléctrico.

2.2.5.4.Red basada en tecnología HF y VHF

La tecnología HF y VHF es ampliamente usada en comunicaciones de voz semiduplex pero también puede ser usada para comunicaciones de datos. Esta tecnología ha sido usada por EHAS para las algunas redes de telemedicina que se hicieron para comunidades rurales dado su velocidad, calidad, robustez y sobre todo por el bajo costo del equipamiento. Otra de las ventajas es que esta tecnología no necesita línea de vista entre equipos terminales y es factible las comunicaciones sin importar demasiado lejanía y condiciones topográficas. Los servicios que se pueden brindar con tecnología VHF y HF serán explicados a continuación.

a. Servicios de voz

Las bandas en las que se trabajan son 30 – 3000 MHz. Usar esta tecnología resulta fiable para comunicación de zonas de cobertura de corta y media distancia que no tienen visibilidad directa. En la banda VHF es posible conectar estaciones con una buena calidad de voz en un radio aproximado de 50 km. (esto depende de la zona).

Esta banda presenta una gran estabilidad debido a que no es dependiente de las condiciones ambientales o del instante del día. En la banda HF (3 – 30 MHz) permite

comunicaciones de larga y muy larga distancia gracias al fenómeno denominado propagación ionosférica. Dicha propagación consiste en reflexión de señales de radiofrecuencia en las capas altas de la atmósfera (situada a unos 250 km. de altitud).

El principal defecto de HF es la baja calidad de transmisión ya que dichas señales están expuestas a diversos efectos de distorsión como absorción atmosférica, elevado ruido, multicamino, etc. Además, las transmisiones son muy dependientes del momento del día, estación del año, actividad de manchas solares, tormentas ionosféricas, entre otros factores medio ambientales que podrán hacer que la señal no se transmita con atenuaciones e interferencias en esta banda.

b. Servicios de datos

La transmisión de datos será un complemento valioso a la comunicación de voz ya que se aprovechan los mismos equipos usados para voz. Las estaciones clientes están equipadas por una PC de usuario, un router radio independiente, conectado por red ethernet, encargado del interfaz entre PC y radio transceptor. Las velocidades que se pueden transmitir a través de un canal de radio son relativamente bajas (9.6 Kbps para VHF y 2.5 Kbps para HF) pero esta velocidad será suficiente para transmitir correo electrónico, acceder a páginas web e incluso mensajería instantánea. Tanto en VHF como en HF, la topología más habitual de las redes EHAS es la centralizada en la que varios clientes se conectan a un solo servidor que tiene salida a Internet.

c. Pasarela a la red telefónica conmutada (RTC)

La solución tradicional usada para acceso a la línea telefónica desde estaciones de radio es el uso de un dispositivo hardware llamado phonepatch. Mediante este dispositivo, un usuario de la radio puede a través de micrófonos con teclado DTMF realizar y recibir llamadas dentro de la red telefónica. Sin embargo, también se podría usar telefonía por internet (VoIP: Voz sobre IP) cuyo uso está en expansión. Para trabajar con Asterisk (centralita telefónica software mas popular actualmente) en el

proyecto EHAS se desarrolló un phonepatch software. Este phonepatch para Asterisk es totalmente configurable y compatible con transceptores que trabajan tanto en HF como VHF. El esquema de red será parecido al de transmisión de datos con un servidor en un punto central conectado a Internet (VoIP) o RTC, y este es usado como estación de enlace para comunicación con otros clientes. De esta manera, se puede realizar y recibir llamadas a través de la red EHAS con teléfonos IP (sin costo) y a través de la red análoga (llamadas salientes, usando tarjetas prepago para no complicar el sistema de tarificación usado).

d. Limitaciones

- La comunicación de datos resulta siendo demasiado lenta limitando en muchos casos los servicios a los que se puedan acceder ya que por ejemplo no puede producirse comunicación de voz y datos a la misma vez.
- Los equipos para transmisión consumen mucha energía eléctrica, lo cual aumenta costos de instalación y reduce el tiempo que está disponible el enlace durante el día.
- La voz semi-duplex será difícil de ser adaptada a la red telefónica y se necesitará operar en frecuencias licenciadas lo cual implica mayores costos y todo un trámite adicional algo engorroso.

2.2.5.5.Red de comunicación elegida para la red de telemedicina

Para el proyecto de red de telemedicina, se analizaron cuatro diferentes casos. En primer lugar, se descartó el uso de PLC dado que los equipos que trabajan en la central eléctrica son demasiados caros; además, se estaría dependiendo del sistema de red eléctrica que usualmente falla ante grandes tormentas y descargas eléctricas lo que es usual en el clima donde se desarrolla el proyecto. En segundo lugar, se descarta el uso de fibra óptica dado que su implementación y tendido implica un costo demasiado caro para pese a que es la mejor opción en cuanto a velocidad y manejo de pérdidas, etc.

resulta siendo demasiado cara para el proyecto a implementar que busca ahorro de costos. En tercer lugar, entre las redes de VHF y los radio enlaces IP, se escoge la segunda alternativa dado básicamente por el hecho de que en los radio enlaces IP se pueden transportar tanto voz como datos además que pueden cursar un gran tráfico y esta es una característica muy importante y diferenciadora ya que en radio enlaces VHF solo se puede transportar o bien voz o datos; además, los radio enlaces IP son muy fáciles de implementar y no demandan un gran costo en cuanto equipos y despliegue de los mismos; por lo tanto, se usara un radio enlace IP para comunicar el centros de salud que será el centro emisor hacia el centro de salud de la RED DE ACORA que será el centro remoto a donde se enviaran los datos y donde se encontraran los médicos especialistas que atenderán las diversas enfermedades que se den en el centro poblados avocándose sobre todo en problemas de infecciones de vías respiratorias.

2.3. TERMINALES DE ACCESO AL USUARIO

2.3.1. Electrocardiógrafo portátil

Mediante la electrocardiografía se evalúa la actividad eléctrica del corazón y la vez grabar y realizar trazados de ECG de alta calidad y fiabilidad que pueden ser transmitidos a través de cualquier vía telefónica desde cualquier lugar con acceso a línea telefónica.

El funcionamiento de este electrocardiógrafo será simple ya que el doctor tratante obtiene el resultado del ECG siguiendo ciertos protocolos para luego hacer un diagnóstico apropiado de la patología o hacer el seguimiento de la patología que tiene el paciente; luego, el electrocardiógrafo en el centro de salud donde se encuentra el paciente realiza la toma del ECG y se realiza el trazado que será transmitido por el mismo dispositivo poniendo los datos básicos del paciente. Todo este proceso se

realizara a través de la línea telefónica convencional y todo el resultado obtenido del paciente será procesada y generara un informe electrocardiograma elaborado por el especialista. A través de esta red de telefonía donde funciona este dispositivo, también se podría realizar una interconsulta entre el paciente y el especialista para que el especialista pueda tener datos adicionales que requiera del paciente y así determinar adecuadamente la enfermedad del paciente o hacer un monitoreo más adecuado del progreso del paciente. (Innomed medical, 2015)



FIGURA N° 4: Electrocardiograma portátil.

Fuente: Innomed medical (2015).

2.3.2. Espirómetro

Este dispositivo es un equipo tipo turbina que realiza interrupción de infrarrojos con posibilidad de recolectar datos de saturación de oxígeno en sangre periférica (SpO₂) y cada uno de estos datos puede ser registrado en una memoria interna que garantizara las confiabilidad de las mediciones para lograr un buen diagnóstico. El espirómetro servirá para la detección o el seguimiento de patologías respiratorias como son EPOC (enfermedad obstructiva crónica), asma, fibrosis pulmonar y otras enfermedades relacionadas a vías respiratorias.

El funcionamiento del dispositivo será muy simple ya que cuando el médico

tratante desea tener un diagnóstico sobre una patología bronco-pulmonar solicita dicho estudio y el paciente a través del espirómetro realizara una maniobra denominada “expiración forzada” con el cual se realizaran una serie de cálculos que dependerán de ciertos datos del paciente como son edad, peso, talla, sexo. Posteriormente, estos datos son transmitidos a través de las líneas telefónicas hacia el centro de salud donde se encuentra el médico especialista sobre enfermedades de vías respiratorias (neumólogo) que a través de un análisis de variables y percentiles llega a una conclusión sobre el estado respiratorio de la persona y determinara el tratamiento más adecuado dependiendo de la dolencia y gravedad que tenga la enfermedad de dicha persona. (Medical International Research, 2016)

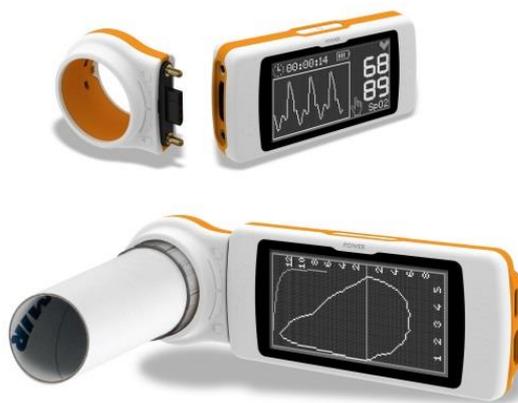


FIGURA N° 5: Espirómetro.

Fuente: Medical international research (2016).

2.3.3. MAPA (Presión arterial de 24 horas)

Registra la presión arterial sistólica y diastólica del paciente durante el día mientras este realiza sus actividades rutinarias. El examen se realizara para confirmar o diagnosticar si la persona sufre de hipertensión arterial; asimismo, se usara para dar un monitoreo a los pacientes ya diagnosticados y poder darles el tratamiento adecuado para la hipertensión. Este método es más fiable dado que el paciente al no encontrarse con el

doctor al lado no siente ningún tipo de presión extra y se podrá determinar adecuadamente si el paciente sufre de hipertensión si este presenta los síntomas mientras realiza sus actividades cotidianas.

El examen se realizara mediante un tensiómetro digital portátil que el paciente estará portando durante todo el día. El dispositivo ira realizando tomas de la presión arterial de forma sistemática mediante un manguito conectado a él y esta información la almacenara en memoria. Al finalizar, la información almacenada será descargada hacia una PC a través de un software que requerirá como entrada datos de paciente como antecedentes, medicación, síntomas y algún otro dato relevante para que posteriormente toda esta información sea transmitida hacia el médico especialista a través de internet. Una vez que el médico especialista reciba la información, procederá a analizarla y diagnosticar el estado en el que se encuentra el paciente ya sea para diagnosticar o darle el tratamiento adecuado.



FIGURA N° 6: Dispositivo de presión arterial.

Fuente: Medical international research (2016).

2.3.4. Holter de ritmo

Es un sistema capaz de registrar el electrocardiograma (ECG) del individuo para que posterior el especialista pueda evaluar y analizar. Para este sistema se dispondrá de

un sistema de electrodos, una grabadora y un electro analizador. Se analizara la actividad cardiaca permanentemente durante todo el día y lleva un registro de las actividades diarias de un individuo. Este registro será entregado al médico especialista para que haga el seguimiento del paciente y darle un tratamiento adecuado.



FIGURA N° 7: Holter de ritmo.

Fuente: Innomed medical (2015).

2.4. ALTERNATIVAS PARA IMPLEMENTAR RED IP

Sistema Albentia ALB-250-5 GHz band: Carrier class 802.16 broadband wireless solution. Es un sistema para radio enlaces punto a punto en el cual se tienen dos unidades ALB-250, uno que servirá como maestro y otro que servirá como esclavo. Cada estación estará provista de unidades outdoor a prueba de agua con antenas direccionales de 23 dBi, y una unidad indoor que sirve como interfaz con el sistema, las unidades indoor y outdoor se conectan a través de un cable Ethernet de estándar cat5. El sistema de integración y servicio es soportado por un poderoso sistema de administración basado en SNMP, web, interfaz de línea de comando y un sistema de configuración remoto basado en XML-RPC. El sistema posee mecanismos de seguridad y comunicación confiable como autenticación, ARQ (Solicitud de repite automático), encriptación 3DES, modulación adaptativa y mecanismos de corrección de errores El sistema ALB-250 de Albentia está compuesto de los siguientes equipos:



FIGURA N° 8: Equipos de sistema Albentia.

Fuente: Albentia ALB-250-5.

Características principales del producto:

- Trabaja bajo el estándar IEEE 802.16-2004 (WiMAX).
- Modulación adaptativa OFDM.
- Aplicaciones punto a punto.
- Trabaja en bandas no licenciada de 5725- 5875 MHz.
- Velocidad de transmisión de hasta 34.4 Mbps.
- Control automático de potencia.
- Anchos de banda de canal que soporta: 1.75, 3.5, 7 y 10 MHz.
- Método de duplexaje: TDD (Duplexaje por division de tiempo).
- Selección dinámica de frecuencia.
- Máxima potencia output 24 dBm.
- Antena integrada con ganancia de 23 dBi.
- Peso de la unidad outdoor: 3.2 Kg.
- Medidas de la unidad outdoor: 395x265x95 mm.

PTP 100 Series de Motorola: Este sistema provee radio enlaces punto a punto de bajo costo para implementación, extensión y expansión de redes de comunicaciones de banda ancha. Este sistema es confiable y provee de alta velocidad. Estos radio enlaces soportan comunicaciones de datos, voz y video y de esta manera proporciona una serie

de aplicaciones móviles para sistemas privados y públicos. Así también se tiene un software innovador que permite al cliente diseñar, implementar y administrar sus propias redes maximizando tiempo y confiabilidad y al mismo tiempo bajando los costos de instalación. Los equipos que se utiliza este sistema son los siguientes:



FIGURA N° 9: Equipos de sistema Ptp 100 series Motorola.

Fuente: PTP series de Motorola.

Características principales del producto:

- Trabaja bajo los estándares EC (5.4 GHz y 5.7 GHz), identificación FCC (2.3 GHz, 5.2 GHz, 5.4 GHz y 5.7 GHz) e Industry Canada IC (2.3 GHz, 5.2 GHz, 5.4 GHz y 5.7 GHz).
- Modulación FSK optimizado para rechazo de interferencia.
- Aplicaciones punto a punto.
- Trabaja en banda no licenciada de 2400 - 2483 MHz y 5725 – 5850 MHz.
- Velocidad de transmisión de hasta 14 Mbps.
- Anchos de banda de canal de 20 MHz y espacio de canal de cada 5 MHz.
- Método de duplexaje: TDD (Duplexaje por division de tiempo).
- Máxima potencia output 24 dBm.
- Ganancia de antena de 7 dBD o 9.14 dBi.
- Peso de la unidad outdoor: 0.45 Kg.

- Medidas de la unidad outdoor: 299x86x86 mm.

WinLink 1000 Point-to-Point Wireless TDM/IP Revision 7.0: Este sistema provee radio enlaces punto a punto con gran capacidad para transmisiones inalámbricas de banda ancha. WinLink 1000 combina servicios TDM y Ethernet sobre bandas licenciadas con alta velocidad para distancias de hasta 80 Km. con ayuda de una antena externa. El sistema soporta una variedad de espectros de banda y que pueden ser configurados para operar en cualquier canal de la banda con una resolución de portadora de 5 MHz. Este sistema cuenta con un simple procedimiento de instalación y configuración. Opera sobre condiciones climáticas adversas como niebla o lluvia intensa. El sistema está compuesto por los siguientes elementos:



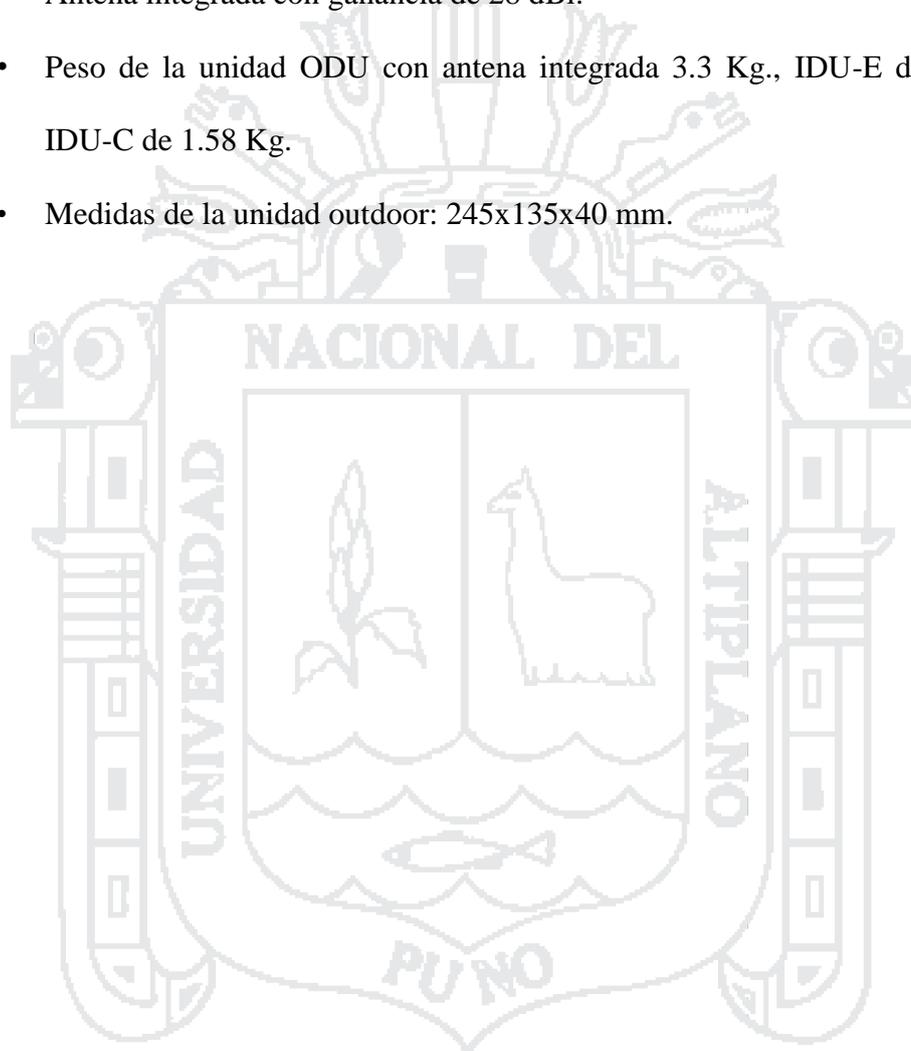
FIGURA N° 10: Equipos de sistema Winlink 1000.

Fuente: Radwin (2011).

Características principales del producto:

- Trabaja bajo los estándares FCC y ETSI.
- Modulación OFDM – BPSK, QPSK, 16 QAM y 64 QAM.
- Aplicaciones punto a punto.
- Trabaja en bandas no licenciada de 2400-2483 MHz y 5725- 5850 MHz.
- Velocidad de transmisión de hasta 48 Mbps.
- No posee control automático de potencia.

- Anchos de banda de canal que soporta: 5, 10 y 20 MHz.
- Método de duplexaje: TDD (Duplexaje por división de tiempo).
- Selección dinámica de frecuencia.
- Máxima potencia transmisión 23 dBm.
- Antena integrada con ganancia de 28 dBi.
- Peso de la unidad ODU con antena integrada 3.3 Kg., IDU-E de 0.58 Kg. E IDU-C de 1.58 Kg.
- Medidas de la unidad outdoor: 245x135x40 mm.





DISEÑO METODOLOGICO DE INVESTIGACION

3.1. TIPO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

La presente investigación pertenece al tipo de investigación de carácter descriptivo, ya que en la investigación se estudia objetivo de investigación.

3.2. POBLACION DE LA INVESTIGACION

La investigación se llevara a cabo en la provincia de Puno distrito de Acora, en los centros de salud de la micro red de nivel I – 3 (MINSA, 2015). La población o universo a la que está destinada la presente tesis es la cantidad total de zonas (sectores) del distrito de Acora.

Universo = 19 sectores

3.3. MUESTRA

Muestra = 19 sectores

Sectores: Caritamaya, Carumas, Taipicirca, Thunco, Villasoca, Cucho Esqueña, Capalla, Culta, Chancachi, Laqui, Santa Rosa Yanaque, Acora, Jayu Jayu, Totorani, Cocosani, Aguas Calientes, Sayuco Grande, Sallacacatura, Amparani.

3.4. UBICACIÓN Y DESCRIPCION

La investigación se llevara a cabo en la provincia de Puno distrito de Acora, en los centros de Salud de la Micro Red de nivel I – 3. En el que se diseñara la red y puntos de enlace. El distrito se encuentra ubicado en la parte sur de la Provincia de Puno, en el sur del Perú. Sus coordenadas geográficas se encuentran entre los 15° 53' 25" a 16° 56' 00" de latitud sur y 69° 33' 52" a 70° 24' 26" de longitud oeste, a una altitud comprendida de 3,825 a 5,432 m.s.n.m. (INEI, Instituto Nacional de Estadística e información., 2007)

3.5. RECOLECCION DE INFORMACION

Una vez cumplida la recolección de información de la investigación, se procederá al análisis de los datos obtenidos, lo que sirvió como un punto de referencia para el tema propuesto.

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION

El procesamiento de la información recolectada siguió el siguiente procedimiento:

- Revisión de la información recolectada.
- Repetición de la recolección de la información en ciertos casos individuales.
- Manejo de información.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

3.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECTAR INFORMACION

TABLA 1: Técnicas e instrumentos de información.

TECNICAS	INSTRUMENTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Observación • Análisis documental 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuaderno de notas • Guía de análisis

Elaboración: Propia.



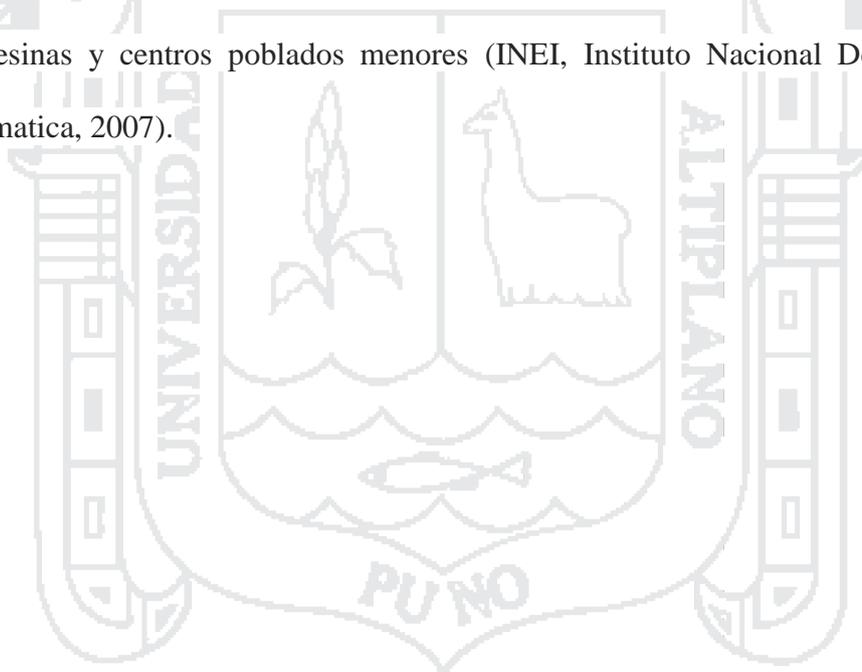
ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

4.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS

Ubicado en el altiplano a una altura de 3867 msnm a orillas del Lago Titicaca. El clima en la zona media es frío, templado y húmedo; en la zona alta y cordillera predomina un clima frío intenso y seco; y en la zona del lago posee un clima templado húmedo a frío, presentando condiciones micro climáticas muy favorables para el desarrollo de la actividad agrícola semi - intensiva y actividad pecuaria complementaria.

4.2. DIVISION ADMINISTRATIVA

El área total del distrito de 1871,31 km², distribuidos entre 115 comunidades campesinas y centros poblados menores (INEI, Instituto Nacional De Estadística E Informática, 2007).



4.3. CENTROS POBLADOS

TABLA 2: Centros poblados del distrito de Acora – Puno

Nº		UBICACIÓN	DISPOSITIVO DE RECONOCIMIENTO
1	Amaparani	Zona Alta	O.M. N° 096-2004-CMPP
2	DENOMINACIÓN	Cordillera	O.M. N° 096-2004-CMPP
3	Ciudad de Acora	Zona Centro	O.M. N° 096-2004-CMPP
4	Ccopamaya	Zona Lago	
5	Chancachi	Zona Centro	O.M. N° 096-2004-CMPP
6	Cocosani	Zona Lago	O.M. N° 096-2004-CMPP
7	Crucero	Zona Centro	-
8	Culta	Zona Centro	O.M. N° 096-2004-CMPP
9	Jayujayu	Zona Lago	O.M. N° 096-2004-CMPP
10	Jilatamarca Río Blanco	Zona Cordillera	O.M. N° 226-2008-CMPP
11	Marca Esqueña	Zona Centro	O.M. N° 096-2004-CMPP
12	Pasto Grande	Cordillera	O.M. N° 209-2008-CMPP
13	Sacuyo	Zona Alta	O.M. N° 096-2004-CMPP
14	Santa Rosa de Yanaque	Zona Lago	O.M. N° 096-2004-CMPP
15	Thunco	Zona Centro	-
16	Thunuhuaya	Zona Lago	O.M. N° 096-2004-CMPP
17	Totorani	Zona Alta	O.M. N° 096-2004-CMPP
18	Villa Socca	Zona Lago	O.M. N° 096-2004-CMPP
19	Aguas Calientes	Zona Cordillera	-

Elaboración: Propia

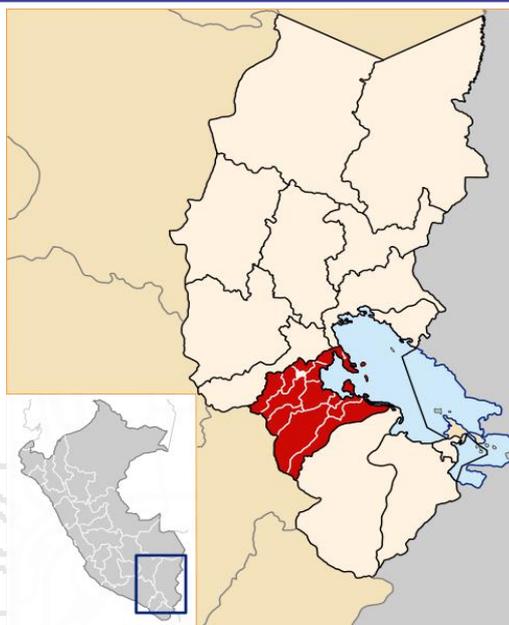


FIGURA N° 11: Mapa político del distrito de Acora – Puno.

Fuente: Nacional (2011).

4.4. DISEÑO DEL RADIO ENLACE PARA LA RED DE TELEMEDICINA

4.4.1 Puntos de referencia

En este proyecto, se debe llegar a poder comunicar todos los 19 centros de salud de la micro red del distrito de Acora, para tal fin se realizara un radio enlace para la red de telemedicina ya que es una tecnología óptima para este uso ya que puede viajar en bandas libres y es una tecnología que permitirá una futura expansión para transmisión de datos, para este fin se usara la herramienta Google Earth para ubicar exactamente la localización de ambos lugares y su respectiva latitud y longitud, se utiliza la información brindada por el ministerio de Salud (MINSA), donde constan las coordenadas de los establecimientos de salud.

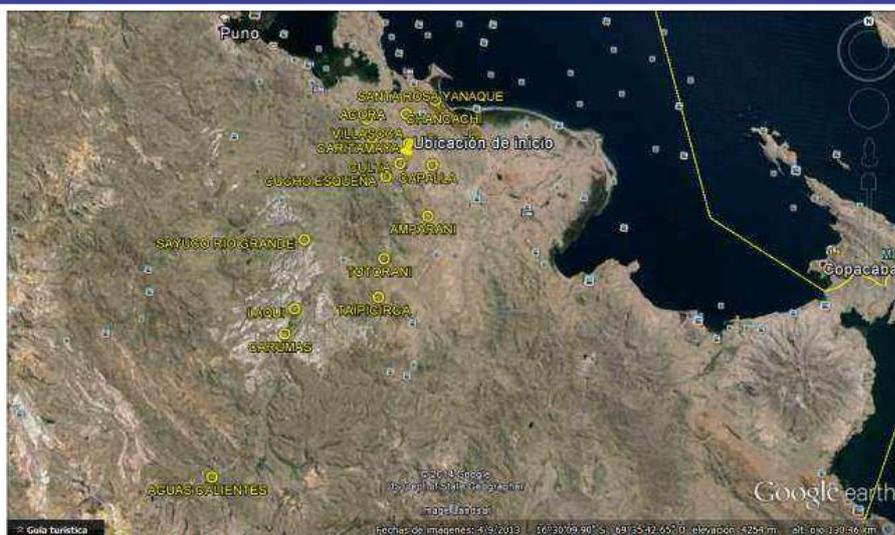


FIGURA N° 12: Ubicación geográfica de los puntos de referencia.

Fuente: Google earth (2016).

A partir de la ubicación de estos dos lugares se puede hacer una tabla donde especifique la latitud y longitud de los establecimientos de salud.

Name	Latitude	Longitude	Maximum Height (m)	Description
CARITAMAYA	16.00981S	069.73471W	10	
CARUMAS	16.29031S	069.92338W	10	
TAIPICIRCA	16.23641S	069.78107W	10	
THUNCO	16.00471S	069.70150W	10	
VILLASOCA	16.00189S	069.79062W	10	
CUCHO ESQUEÑA	16.05840S	069.76953W	10	
CAPALLA	16.04191S	069.69896W	10	
CULTA	16.03937S	069.74828W	10	
CHANCACHI	15.96659S	069.73882W	10	
LAQUIT	16.25362S	069.90851W	10	
SANTA ROSA YANAQUE	15.94668S	069.69444W	10	
COCOSANI	15.97714S	069.65498W	13	
ACORA	15.97380S	069.79804W	15	
JAYU JAYU	15.99746S	069.63505W	15	
TOTORANI	16.17987S	069.77238W	15	
PUNTO 3	16.08286S	069.75430W	15	
AGUAS CALIENTES	16.50050S	070.03411W	20	
SAYUCO RIO GRANDE	16.15175S	069.89372W	25	
SULLCACATURA	15.95490S	069.68854W	25	
PUNTO 6	16.17744S	069.78800W	30	
PUNTO 8	16.22208S	069.83408W	30	
PUNTO 7	16.22396S	069.79853W	30	
PUNTO 9	16.44946S	070.00489W	30	
PUNTO 4	16.09498S	069.76319W	30	
PUNTO 5	16.16513S	069.79748W	30	
PUNTO 1	15.98894S	069.64924W	30	
AMPARANI	16.11711S	069.70585W	20	
PUNTO 2	16.08463S	069.70416W	20	

FIGURA N° 13: Puntos de referencia con sus latitudes y longitudes.

Fuente: MINSA (2015).

4.4.2. Simulación en Linnplanner

Este programa está diseñado para el análisis de redes de microondas, donde se puede obtener aproximadamente, los niveles de potencia recibida y los puntos de reflexión de cada enlace, de igual forma permite trazar las trayectorias posibles para los enlaces, ya sea punto a punto o multipunto.

Para realizar la simulación mediante este programa primero se configuraron valores como la potencia del transmisor, frecuencia de operación, sensibilidad del receptor, ganancias y tipo de antenas. Seguidamente, se establecieron los valores aproximados de los parámetros de las atenuaciones en el sistema como son los alimentadores y el tipo de terreno.



FIGURA N° 14: Enlaces en LinkPlanner.

Elaboración: Propia.

4.4.3. Resultados de simulación

En cada uno de los perfiles estudiados mediante el software, se obtuvo los siguientes resultados para la banda no licenciada de 5,8 GHz.

CARACTERISTICAS DEL ENLACE:

- Frecuencia :5.8 GHz
- Longitud del enlace :13 Km
- Factor de rugosidad A :1
- Factor Climático B :1/2
- Confiabilidad : 99%

TRANSMISOR:

- Ganancia de la antena :28dBi
- Potencia de Transmisión :23 dBm
- Perdidas por branching :1dB
- Perdidas por guía de onda :1dB

RECEPTOR:

- Ganancia de la antena :28dBi
- Sensibilidad :-97dBm
- Perdidas por branching :1dB
- Perdidas por guía de onda :1dB

ANALISIS MATEMATICO

PERDIDA EN EL ESPACIO LIBRE SERA LA SIGUIENTE

En el caso del radioenlace, se aplican las formulas mencionadas anteriormente con los parámetros reales del radioenlace:

$$f = 5.8 \text{ GHz y } d = 13 \text{ Km}$$

$$L_p = 92.45 + 20 \log 5.8 + 20 \log 13 \Rightarrow L_p = 126.8 \text{ dBm}$$

PARA HALLAR LA POTENCIA RECIBIDA EN EL RECEPTOR, SE USAN LOS SIGUIENTES PARÁMETROS:

$$P_{TX} = 23 \text{ dBm}$$

$$L_{TX} \text{ y } L_{RX} = 4 \text{ dB (Atenuación considerada como estándar)}$$

$$L_p = 126.8 \text{ dBm}$$

$$G_{TX} = 28 \text{ dBi}$$

$$G_{RX} = 28 \text{ dBi}$$

$$P_{RX} = 23 + 28 + 28 - 4 - 126.8 \Rightarrow P_{RX} = -51.8 \text{ dBm}$$

A CONTINUACIÓN PROCEDEMOS A CALCULAR EL MARGEN DE DESVANECIMIENTO CON UN VALOR ESTIMADO DE CONFIABILIDAD DEL 99% SE TIENE:

$$FM = 30 \log(d) + 10 \log(6 * A * B * f) - 10 \log(1-R) - 70$$

$$FM = 33.41 + 17.4 - (-40) - 70$$

$$FM = 20.81 \text{ dB}$$

EL MARGEN RESPECTO AL UMBRAL ES:

$$Mu = Prx - Urx \text{ [dB]}$$

$$Mu = -51.8 - (-97)$$

$$Mu = 45.2 \text{ Db}$$

CON LOS VALORES CALCULADOS, SE VERIFICA QUE EL ENLACE ENTRE ACORA Y CAPALLA CUMPLE CON LA CONDICIÓN $MU \geq FM$, ES DECIR, EL ENLACE ESTÁ GARANTIZADO PARA LA CONFIABILIDAD ESTABLECIDA.

$$Mu \geq FM$$

$$45.2\text{dB} \geq 20.81 \text{ dB}$$

ANALIZANDO EL NIVEL DE CONFIABILIDAD ESTIMADO DEL 99% PROCEDEMOS A CALCULAR EL TIEMPO FUERA DE SERVICIO DEL RADIOENLACE:

$$Tf = (1-0.9999) * 365 \text{ dias} * 24 \text{ horas}$$

$$Tf = 0.876 \text{ horas}$$

Es decir 1.01 minutos a la semana, se encuentra fuera de servicio este salto 13 Km inalámbrico con tecnología Wi-Fi.

A continuación, se procede a realizar la simulación del radioenlace IP mediante Linkplaner el cual es un software libre muy usado para analizar la factibilidad de radioenlaces.

- Radio enlace entre Acora y Capalla, enlace PPP.

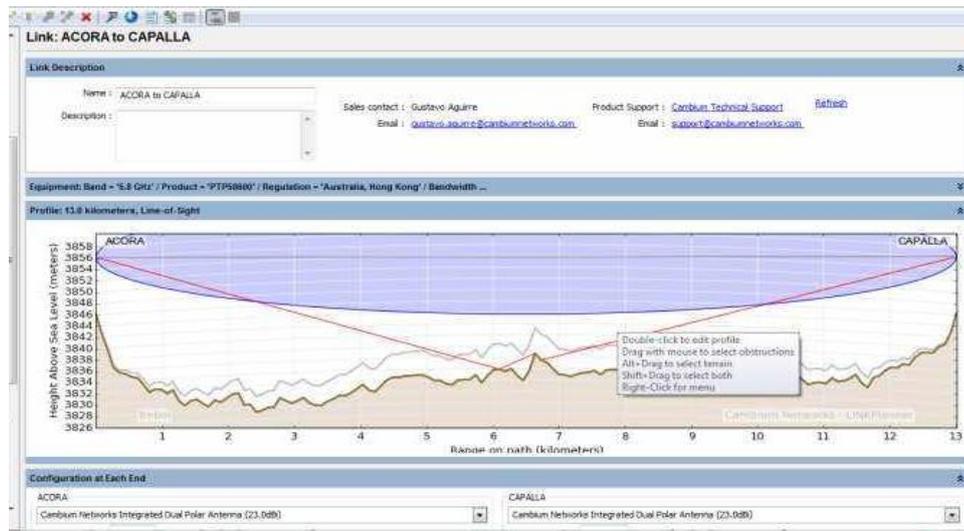


FIGURA N° 15: Enlace Acora – Capalla.

Elaboracion: Propia.

- Configuraciones de cada extremo Acora - Capalla. Resumen de desempeño (ITU-R)

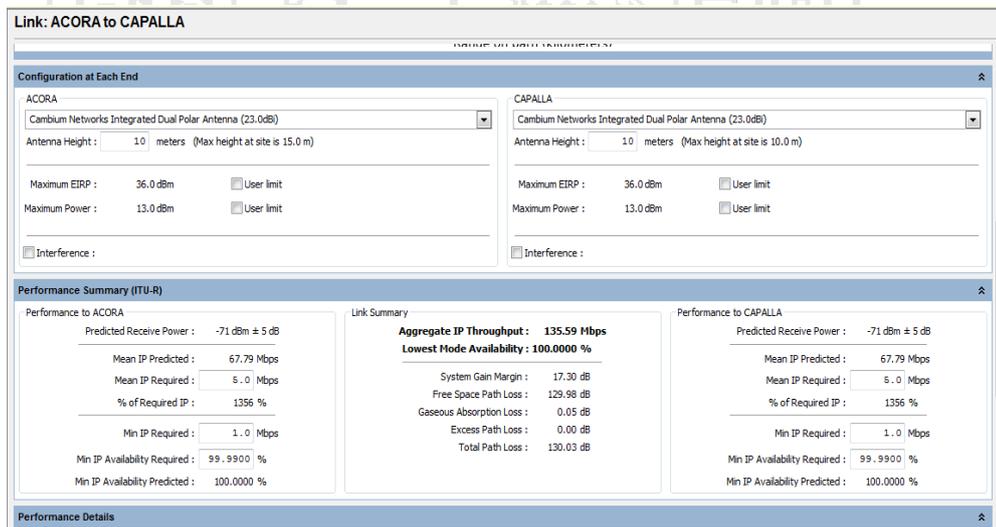


FIGURA N° 16: Resumen de desempeño (ITU-R)

Elaboración: Propia

- Radio enlace entre Acora y Caritamaya, enlace (PtMP).

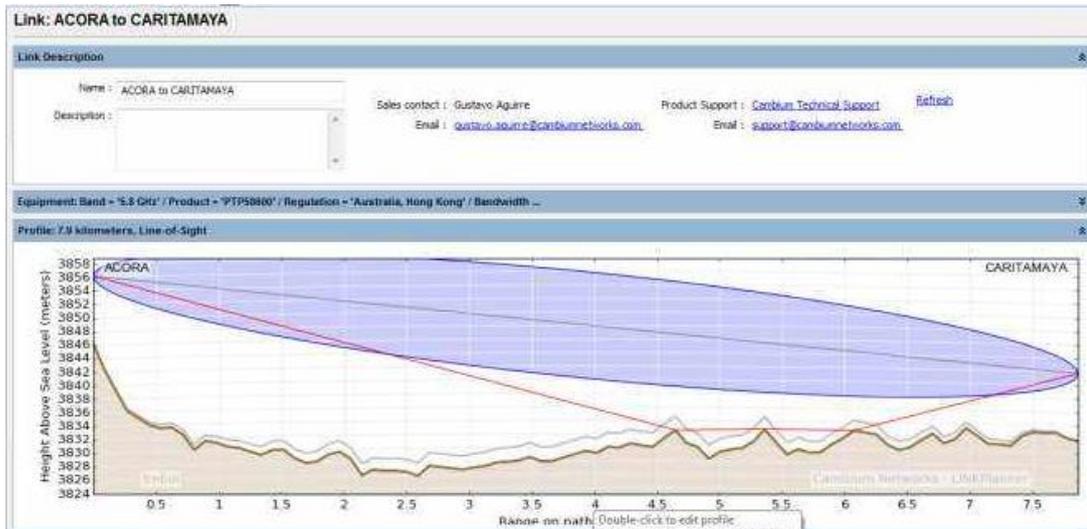


FIGURA N° 17: Enlace Acora – Caritamaya.

Elaboración: Propia.

- Configuración en extremo Acora - Caritamaya. Resumen de desempeño (ITU-R).

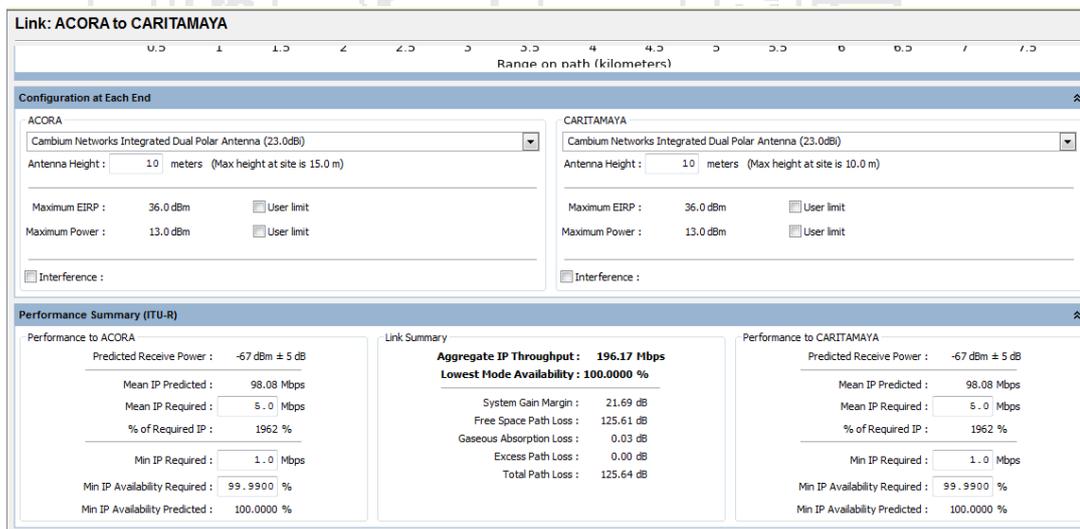


FIGURA N° 18: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – Caritamaya.

Elaboración: Propia.

- Radio enlace entre Acora y Chancachi enlace (PtMP).



FIGURA N° 19: Enlace Acora – Chancachi.

Elaboración: Propia

- Configuración en extremo Acora -Chancachi. Resumen de desempeño (ITU-R).

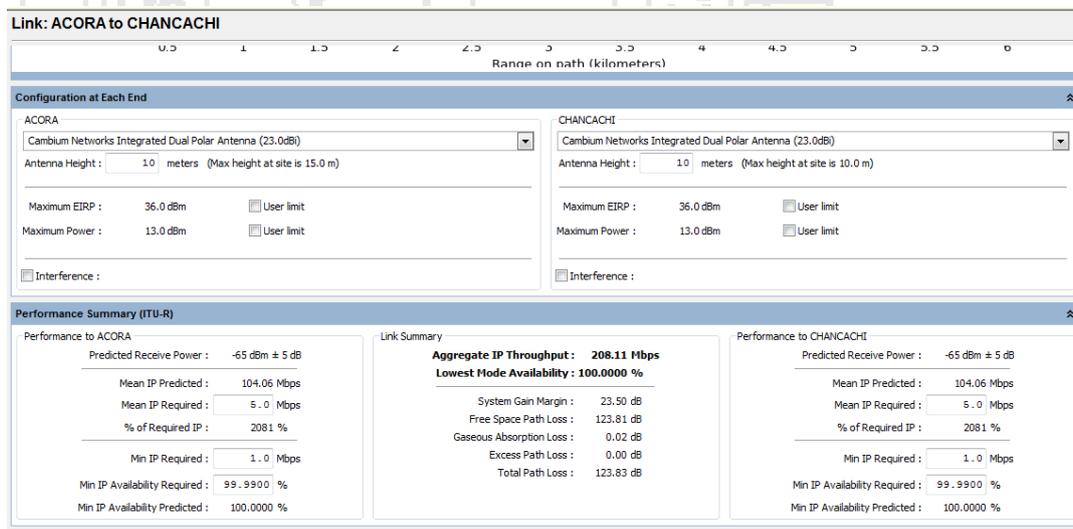


FIGURA N° 20: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – Chancachi.

Elaboración: Propia

- Radio enlace entre acora y repetidor 1 enlace (PPP).

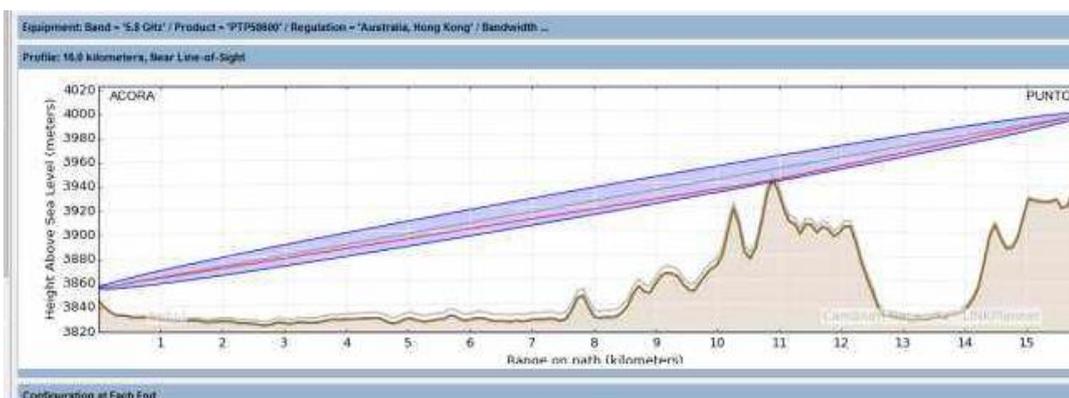


FIGURA N° 21: Enlace Acora - repetidor 1.

Elaboración: Propia

- Configuraciones de cada extremo Acora –repetidor 1. Resumen de desempeño (ITU-R).

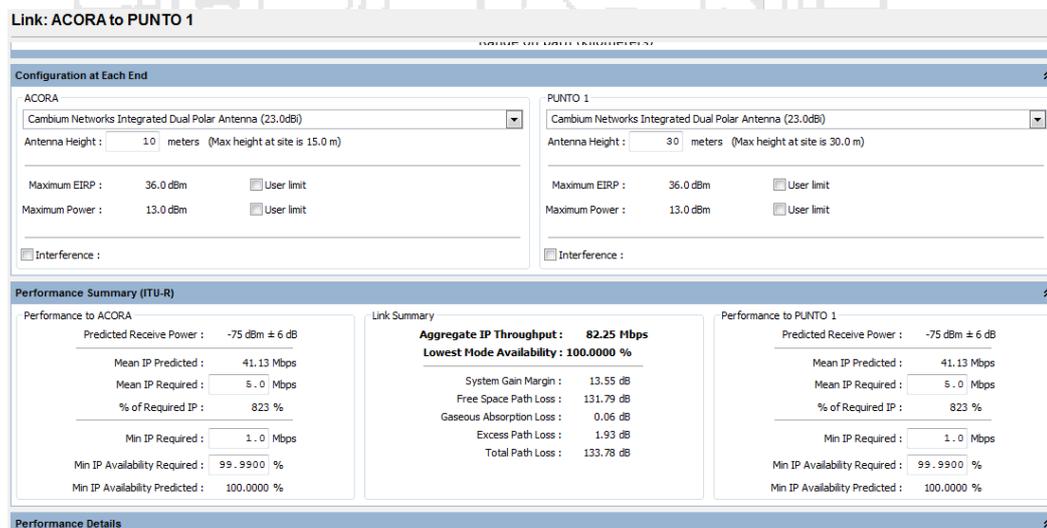


FIGURA N° 22: Resumen de desempeño (ITU-R) Acora – punto 1.

Elaboración: Propia.

El diseño de la red de telemedicina es óptimo en todos sus puntos de enlace.

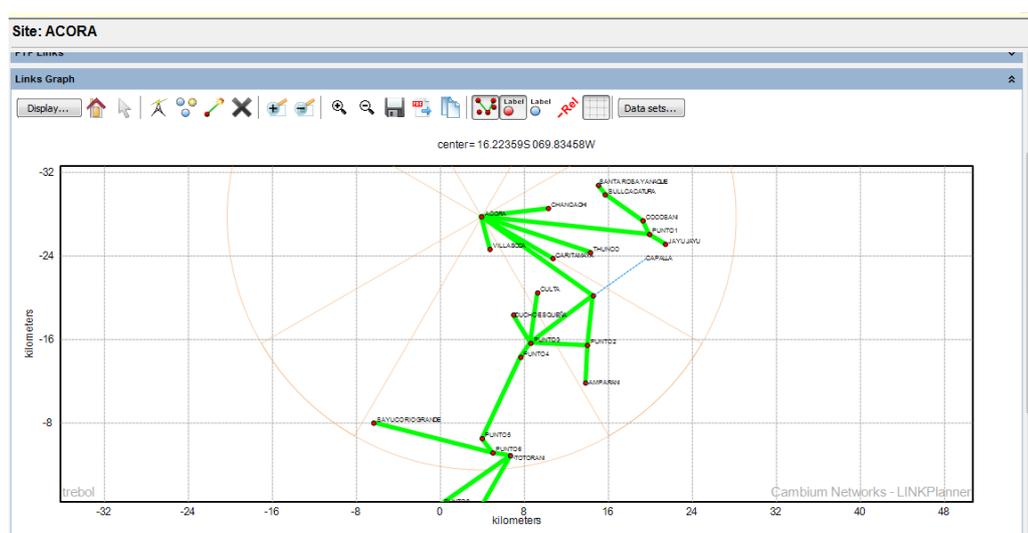


FIGURA N° 23: Enlace óptimo en toda la red de radio enlaces.

Elaboración: Propia

4.4.4. Diseño de red piloto en cada centro de salud.

Con estos datos se puede hacer un pequeño diseño del sistema a implementar para que a partir de ahí se trabaje de una manera óptima, como esta mencionado anteriormente se trabaja con un radio enlace sobre IP que se apreciara de la siguiente manera.



FIGURA N° 24: Esquema general de red de telemedicina.

Elaboración: Propia.

Como se puede apreciar en el gráfico anterior lo que se intenta es implementar no solo la información del dispositivo de telemedicina sino también se busca brindar internet para las computadoras, así como telefonía para que se pueda dar una mejor comunicación entre partes y dado que la red se comunicara con este hospital que cuenta con mejor tecnología gracias a que se encuentra en un centro urbano se puede aprovechar la mejor calidad de servicio de telecomunicaciones que se tiene y tratar de trasladarla al distrito de Acora.

Alternativas para el equipamiento:

Los equipos utilizados, deberán cumplir lo que establece la ley (DECRETO SUPREMO N° 038-2003-MTC), en cuanto a los LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE RADIACIONES NO IONIZANTES EN TELECOMUNICACIONES. Con su modificatoria el D.S. N° 038-2006-MTC.

4.4.4.1. Equipamiento elegido para red IP

El sistema que se ha elegido para realizar el radio enlace IP será el proporcionado

por WinLink 1000 dado que trabaja en banda no licenciada de 5800 MHz, tiene una buena velocidad de transmisión y posee antenas integradas con una buena ganancia necesaria para proveer de un buen radio enlace punto a punto y más en el tipo de clima y ambiente en donde se dará el radio enlace IP. Este equipo ha sido implementado en un sistema de radioenlace IP en la ciudad de Puno con un buen, por lo que eso le da una gran ventaja sobre las otras opciones. El equipamiento para el enlace se da de la siguiente manera para ambos lados, una unidad indoor (IDU), una unidad outdoor (ODU) y una antena. El enlace se configurara a través de una aplicación denominada WinLink 1000 Management. Un ejemplo simple de la arquitectura que se usara se presentara en el siguiente gráfico.

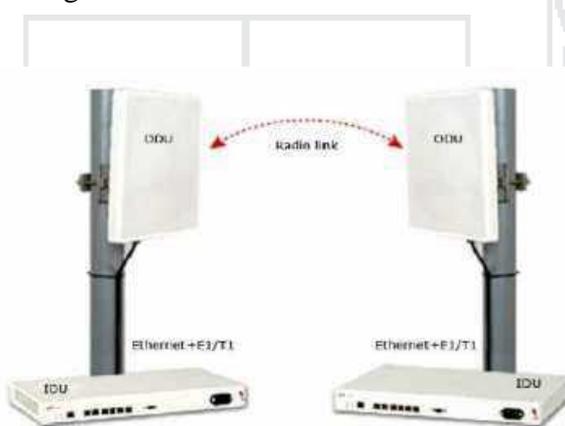


FIGURA N° 25: Arquitectura de sistema Winlink 1000.

Fuente: Radwin (2011).

A continuación, se describirán los elementos del sistema WinLink:

La IDU (Unidad Indoor) provee de puertos Ethernet así como E1/T1 para conectar al enlace. Además se encarga de proveer de energía a la unidad ODU. La IDU de WinLink 1000 tiene cuatro diferentes configuraciones, pero para el radio enlace se usara la siguiente configuración: IDU-C es una unidad de metal que provee dos puertos Ethernet e interfaces de 4xE1/T1 y alarma de contacto de conector seco.



FIGURA N° 26: Equipo Idu-C.

Fuente: Radwin (2011).

Adicionalmente, se usará un PoE (Power Over Ethernet) para poder proveer de energía para servicios de Ethernet, exactamente se usará la unidad O-PoE con una carcasa a prueba a la intemperie y sellado de fácil conectividad al aire libre.



FIGURA N° 27: Equipo Poe.

Fuente: Radwin (2011).

La ODU (unidad outdoor) es el radio transceptor del sistema WinLink y es el principal componente del sistema. La ODU se conecta con la antena que permite la radiocomunicación y que puede ser montada en un pequeño poste. Se conecta con la unidad IDU a través de un cable Cat5e. La unidad ODU viene en dos diferentes formas dependiendo del tipo de antena. Las 3 series que son usadas para ODU serán resumidas en la siguiente figura.

	WinLink™ 1000 Access	WinLink™ 1000	WinLink™ 1000 High End
Max Ethernet Throughput	2Mbps	18Mbps	18Mbps
Max. Rango	20Km	80Km	80Km
Equipos de IDU que soporta	PoE	PoE and IDU	PoE and IDU
Servicios	Ethernet	Ethernet and TDM	Ethernet and TDM
Poder de Transmisión	18 dBm	18 dBm	23 dBm

FIGURA N° 28: Alternativas de series Odu.

Fuente: Radwin (2011).

Se cuenta con la serie WinLink™ 1000 High End dado su buena capacidad máxima de transmisión aunque esto dependerá del ancho de banda que se usara y también se elige esta opción gracias a que cuenta con un alto poder de transmisión y que este sistema gracias a su máximo rango de distancia a transmitir también podría ser usado en otros sistemas de radio enlaces IP parecidos.

El ODU viene con un conector tipo N. La antena externa debe ser puesta al rango de frecuencias en el que se trabaja y muchas veces puede ser beneficiosa para evitar interferencias debido a factores medio ambientales. Las antenas externas que pueden usarse son las siguientes:



FIGURA N° 29: Antenas externas de sistema Winlink 1000.

Fuente: Radwin (2011).

Se elige antena de Flat Panel que cuenta con una ganancia de 28 dBi que provee de una buena ganancia necesaria para realizar el radio enlace IP teniendo en cuenta que se trabaja en la frecuencia de 5.8 GHz. Es importante recordar que se debe realizar un sistema de protección ante cualquier problema energético que se tenga ya sea por un problema de energía del sistema de alimentación o ya sea por alguna descarga atmosférica que pueda afectar el performance dichas antenas y del sistema en general. Este sistema de protección básicamente constara de un pararrayos y un sistema de puesta a tierra. No se tocara mucho este tema dado que estos sistemas son comunes y son fáciles de implementar pero siempre son necesarios de ser tomados en cuenta tanto en el diseño como en el presupuesto del proyecto y es por eso que me menciona escuetamente sobre este sistema.

El sistema WinLink cuenta con un software llamado WinLink 1000 Management que sirve para instalar y configurar el sistema WinLink apropiadamente. El Winlink 1000 Management es un elemento basado en SNMP y su aplicación sirve para la proveer radio enlaces a través de una simple dirección IP. Identifica la dirección IP, mascara de subred y el destino a seguir para cada sitio; adicionalmente, monitorea la interfaz de radio- RSS y los servicios sobre Ethernet- tasa de recepción y tasa de transmisión. El software proporciona facilidades para la instalación y configuración del radio enlace entre las unidades ODU. Es un software de fácil uso que tiene una interfaz gráfica MS-Windows y que puede ser utilizado tanto localmente como remotamente.

El WinLink 1000 Management proveerá de los siguientes recursos.

- Herramienta para planeamiento de enlaces como Link Budget Calculador para calcular la performance de un posible radio enlace así como las posibles configuraciones para un rango específico de radio enlace.
- Asistente para la instalación.

- Permite al administrador monitorear el servicio y estatus de cada enlace.
- Monitoreo mediante alarmas para equipos y monitoreo de QoS.
- Pruebas de bucle local y remoto.
- Ajustes de configuración.
- Manual de usuario on-line y archivos de ayuda.
- Actualizaciones de software sobre el aire.

4.4.5. Especificaciones técnicas para red Ip

WinLink está configurado para ser usado en diferentes frecuencias, para el radio enlace a diseñar será usada la banda licenciada de 5800 MHz que está regulada bajo el estándar FCC y que según norma peruana está destinada a aplicaciones ICM (Industriales, científicas y médicas). Además, es bueno mencionar que se usa esta frecuencia y no la de 2400 MHz dado que esta frecuencia pese a tener mejores propiedades viene siendo muy usada para muchas aplicaciones por lo que se podrían ocasionar muchos problemas de interferencia de señal al transmitir a dicha frecuencia y por eso se transmite a 5800 MHz el cual no se encuentra muy usado y si en caso llegara a existir un problema de interferencia, este equipo cuenta con una selección automática de canal y cambia a otro canal donde no ocurra interferencia ya que se usaran canales de 5 MHz para la transmisión entre ambos puntos y se tienen otros canales de respaldo ante problemas en el canal actual en el que se transmite.

- Banda de frecuencia: 5725 – 5850 MHz.
- Ancho de banda de canal: 5 MHz.
- Técnica de duplexaje: TDD (Duplexaje por division de tiempo).
- Modulación OFDM (adaptativa): Se escogerá QPSK.
- Tasa de transmisión: 4.5 Mbps para 5 MHz.

- Selección automática de canal.
- Máxima transmisión de potencia: 23 dBm.
- Corrección de errores: FEC $K = 1/2, 2/3$ y $3/4$.
- Encriptación: AES 128.

4.4.6. Diseño del subsistema de energía

La geografía irregular de la zona nos obliga a hacer uso de repetidores en lugares donde no se da una línea de vista directa entre los establecimientos de salud, donde es necesaria la implementación de sistemas de energía autónoma que permita la alimentación de los equipos de comunicación; por tanto, para el diseño de la red de telemedicina de la Micro Red Acora, se plantea el uso de sistemas de energía fotovoltaica.

Tiempos de consumo. En las estaciones repetidoras se trabaja con el modelo de consumo WRAP que corresponde a un enrutador inalámbrico que consta de un IDU de WinLink 1000 que debe funcionar las 24 horas del día para proceder al encaminamiento de la información.

Como en las estaciones repetidoras donde se necesita energía fotovoltaica únicamente se encuentran equipos RB433AH el consumo por día es de 432 W/h, esto debido a que el RB tiene un consumo de 18 W y se encuentran encendido las 24 horas.

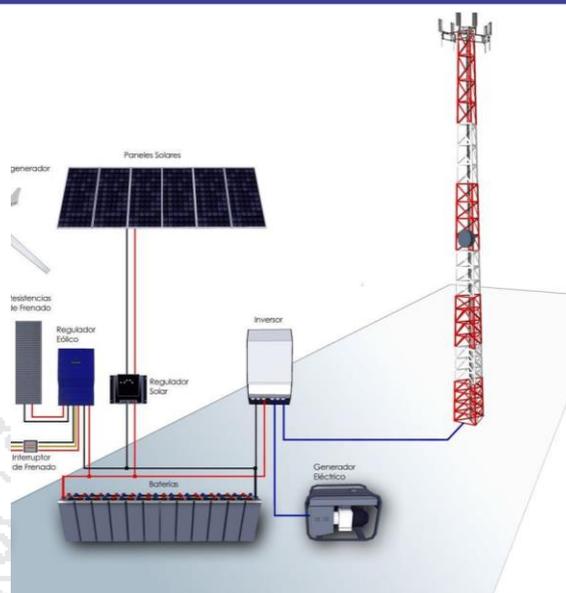


FIGURA N° 30: Esquema fotovoltaico.

Fuente: Radwin (2011).

4.4.7. Diseño del subsistema de protección eléctrica

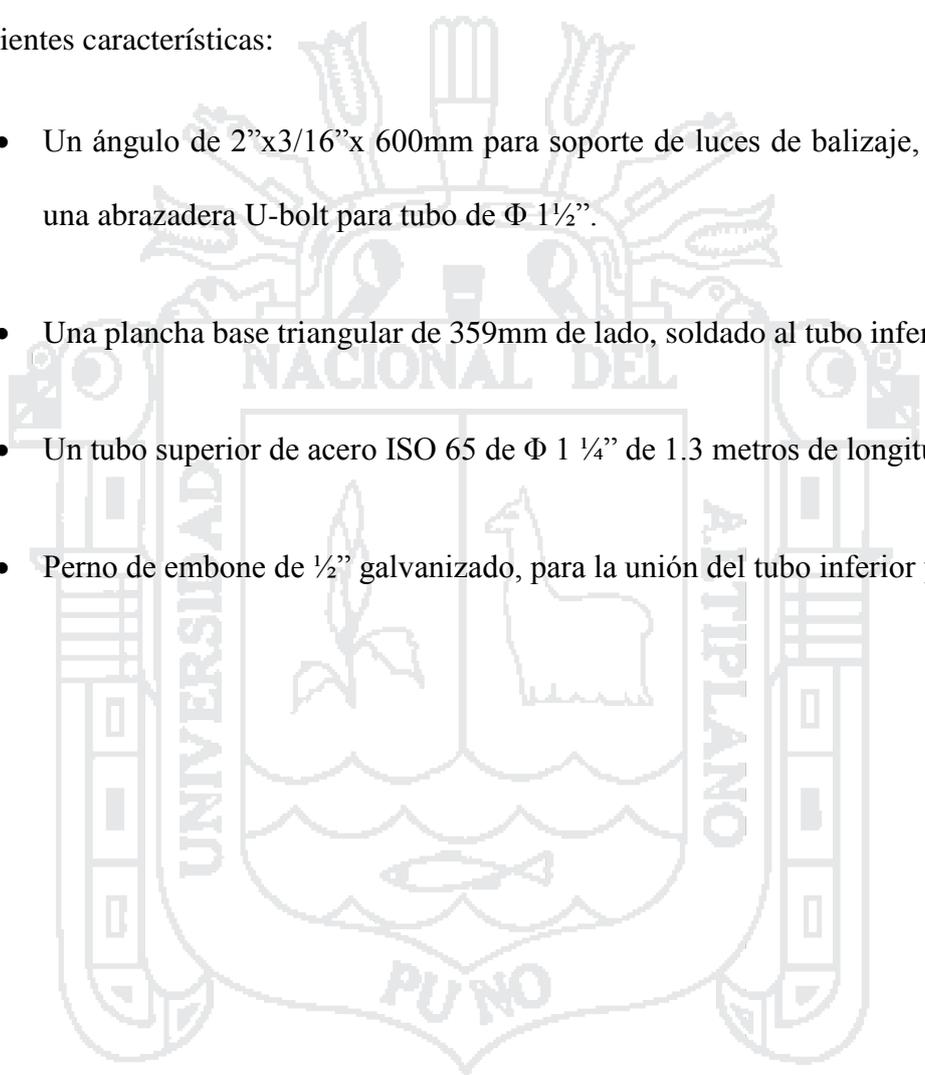
La IDU debe ir permanentemente conectado a tierra ante cualquiera problema que pueda haber como alguna sobrecarga o algún problema atmosférico. La conexión debe hacerse mediante un cable a tierra de 18AGW.

Las zonas involucradas en este diseño al ser del tipo rural, están expuestas a una diversidad de fenómenos eléctricos de origen atmosférico capaces de afectar el buen funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones. Por esto, es necesario llevar a cabo el diseño de un sistema de protección eléctrica que debe ser instalado en cada estación. El sistema integral de protección eléctrica que ha sido diseñado consta de un pozo de puesta a tierra (PAT) que rodeará a toda la instalación; un pararrayos pasivo ionizante Franklin que se encargará de capturar la descarga atmosférica; una barra máster para poner al mismo potencial los equipos de comunicación, energía y el PAT; y protectores de línea.

La estructura del subsistema de protección eléctrica, entre los elementos cuenta con el uso de un pararrayos tipo Franklin para cada torre, el soporte para éste deberá cumplir lo siguiente:

Un tubo inferior de acero ISO 65 de $\Phi 1\frac{1}{2}$ " de 1.5 metros de longitud con las siguientes características:

- Un ángulo de $2'' \times 3/16'' \times 600\text{mm}$ para soporte de luces de balizaje, esto incluye una abrazadera U-bolt para tubo de $\Phi 1\frac{1}{2}$ ".
- Una plancha base triangular de 359mm de lado, soldado al tubo inferior.
- Un tubo superior de acero ISO 65 de $\Phi 1\frac{1}{4}$ " de 1.3 metros de longitud.
- Perno de embone de $\frac{1}{2}$ " galvanizado, para la unión del tubo inferior y superior.



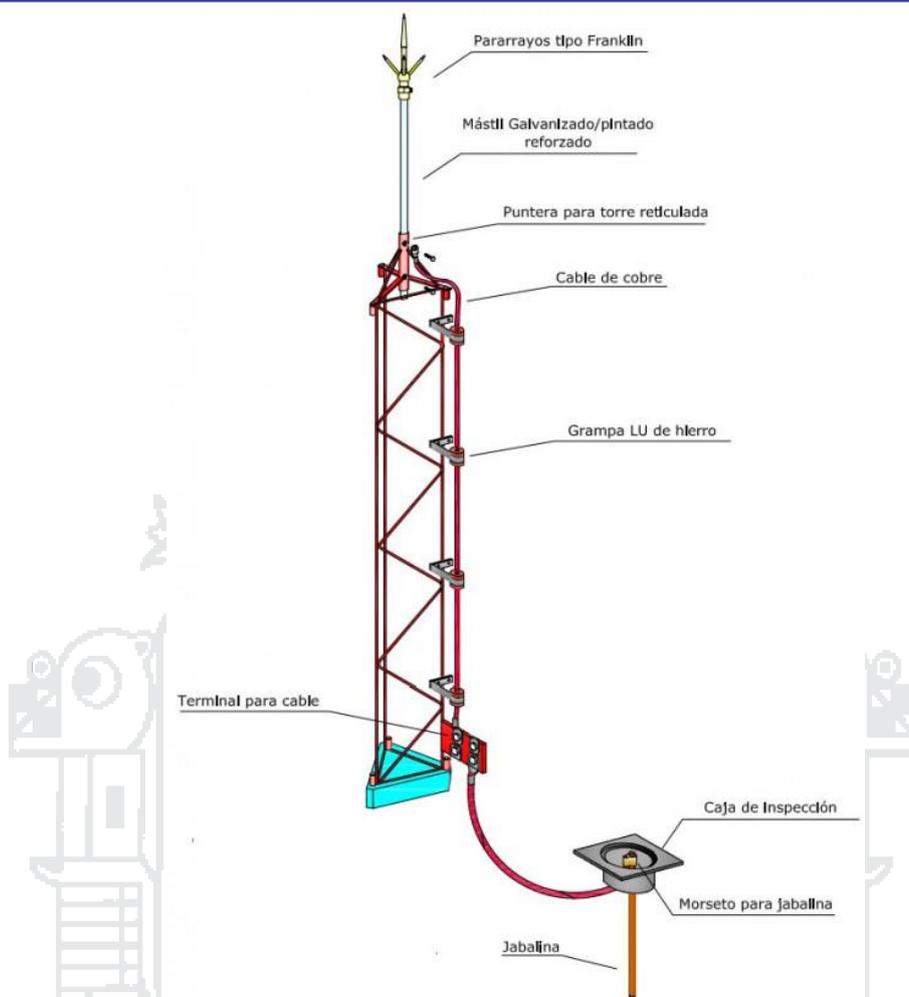


FIGURA N° 31: Esquema soporte de pararrayo.

Fuente: Radwin (2011).

4.4.8. Instalación de red IP

En el siguiente diagrama se ilustrara una clásica instalación del equipo WinLink 1000 en uno de los lados del enlace, se entiende también que al otro extremo el sistema se montara de la misma manera, para este caso se cuenta con antena externa, esto es opcional ya que también existen varias presentaciones vienen con antenas integradas.

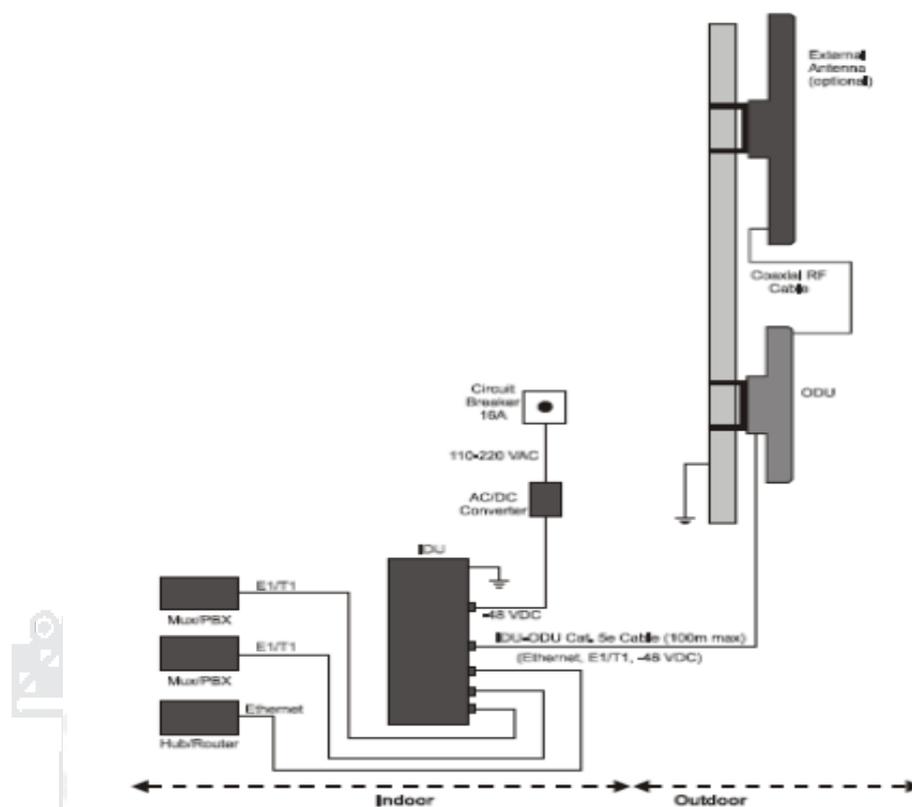


FIGURA N° 32: Instalación típica de un nodo del sistema Winlink 1000.

Fuente: Radwin (2011).

Como se puede apreciar en la figura 32, el subsistema de telecomunicaciones se inicia con la antena directiva la misma que se encuentra adherida a la torre a través de un soporte; de la antena sale el cable coaxial que antes de llegar al ODU pasa por un protector de línea. Del ODU baja el cable ethernet (del tipo para exteriores) para de este modo llegar al cliente.

En el caso que el cliente se encuentre a una distancia mayor a 100 m desde la torre, será necesario implementar otro sistema Wi-Fi (con menores requerimientos) que permita llegar a la estación cliente a través del radio enlace, quedando el esquema anterior de la siguiente manera

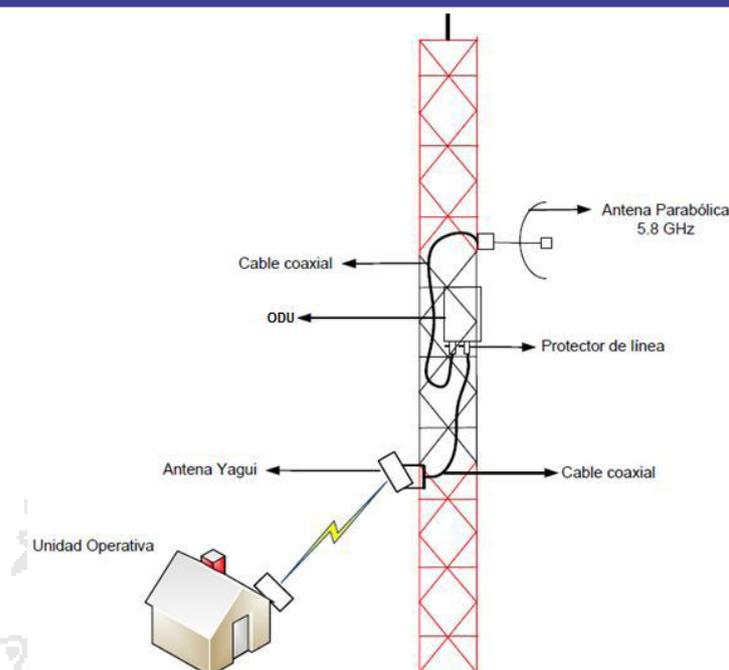


FIGURA N° 33: Esquema de una estación final A y B.

Fuente: Radwin (2011).

Para una estación repetidora el sistema queda estructurado como se muestra:

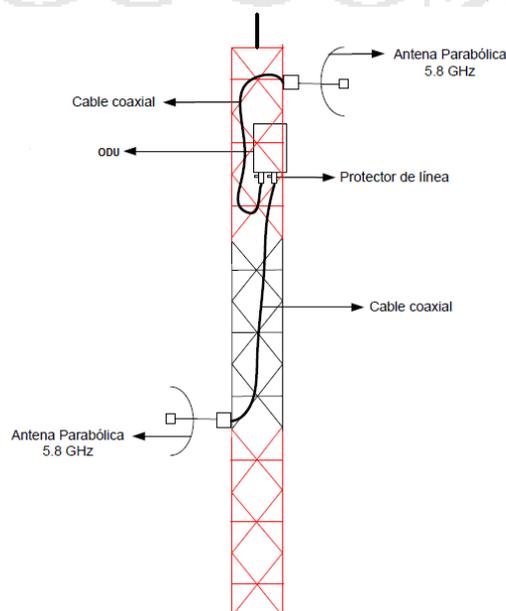


FIGURA N° 34: Esquema para una repetidora.

Fuente: Radwin (2011).

La instalación del radio enlace IP se dividirá en las siguientes fases:

Instalar el software WinLink 1000 management

Este software vendrá incluido en un CD-ROM con el sistema WinLink 1000, los requerimientos de la computadora que alojara este software serán los siguientes:

- Memoria: 128 MB RAM.
- Disco: 1 GB de espacio libre en disco duro.
- Procesador: Pentium 3 o más reciente.
- Red: 10/100BaseT NIC.
- Gráficos: Tarjeta y monitor que admitan 1024 X 768 y resolución con color de 16 bits.
- Sistema operativo: Windows 2000/XP.
- Microsoft Explorer 5.01 o más reciente.

Montar la unidad ODU

La unidad ODU es el elemento transceptor del sistema WinLink 1000 ya que se encarga de recepcionar y transmitir señales. La ODU podrá ser montada hacia una pared o un mástil. También se debe tener en cuenta que si la instalación debe ser hecha en algún poste alto o torre instalada, se debe contar con ayuda de un torrero profesional para evitar accidentes.

Conectar la unidad ODU a la unidad IDU

- El cable puesto entre ODU e IDU conduce todo el tráfico de los usuarios. El cable ODU-IDU además proporciona -48 DVC y Ethernet a la ODU. La máxima distancia para conectar un cable ODU-IDU es de 100 metros de acuerdo a las normas de 10/100BaseT.

- Para el caso de usar un OPoE, la distancia máxima de las dos piernas del cable de OPoE es de 100 metros de acuerdo también a las normas de 10/100BaseT.
- El cable ODU-IDU es suministrado antes de algún ensamblaje con conectores RJ-45. En el caso de que faltara el cable ODU-IDU, se debe usar el cable blindado Cat. 5e 24AWG.

Conexión a tierra de la unidad IDU

La IDU debe ir permanentemente conectado a tierra ante cualquiera problema que pueda haber como alguna sobrecarga o algún problema atmosférico. La conexión debe hacerse mediante un cable a tierra de 18AGW.

Instalación del enlace

Durante el proceso de instalación, la definición de todos los parámetros es aplicado automáticamente a ambos lados del enlace.

Se deberán seguir los siguientes pasos para la configuración del enlace.

Verificar que haya conectividad IP entre la estación base o laptop donde esté instalado el WinLink 1000 Management y la unidad IDU y que el software esté funcionando sin problema alguno.

Configuración de las opciones de VLAN

La administración de VLAN permite la separación de tráfico de usuario del tráfico NMS. El usuario decidirá si se realiza tal separación. Ambos lados del radio enlace pueden ser configurado con administración de VLAN. En esta opción, se introducirá un VLAN ID, el cual hará que solo paquetes con el VLAN ID especificado serán procesadas por la ODU. Esto incluye todos los protocolos soportados por la IDU tales como son ICMP, SNMP, TELNET y NTP. La prioridad de VLAN es usado para enviar

el tráfico desde la ODU hacia la administración de la estación de trabajo. Si el VLAN ID es olvidado o no existe una red VLAN conectada a la ODU, se debe reiniciar el equipo.

4.5. DISEÑO DE LA RED VOIP

4.5.1. Equipos de red VoIP

Los equipos necesarios para hacer una red VoIP es necesario equipos terminales, servidores (para registro o IP-PBX), un Gateway de voz para conmutar la red Telefónica Publica o PSTN y los equipos de networking para poder transmitir voz y datos entre el centro de salud del distrito de Acora y la red principal de Acora. La interconexión entre ambos lugares para transmisión de voz y datos y sus equipos fue definido en la parte de diseño del radio enlace IP. Por ahora, solo se definirán los equipos de la red VoIP.

Servidor

Su función principal es implementar la señalización de llamadas. Básicamente, se debe tener un dispositivo que soporte un buen procesamiento de llamadas y poder conectarse a la red de datos. El parámetro más importante para la elección del hardware es el número máximos de llamadas que se pueden dar al mismo tiempo. A parte de ello se deberán tener en cuenta los siguientes parámetros para elegir el servidor:

- El porcentaje de procesamiento que se requiere para codificar/decodificar la señal de voz.
- Complejidad para la marcación.
- Los procesos adicionales que se ejecuten.

En cuanto a la parte de software, se deben definir dos parámetros importantes como son el sistema operativo bajo el cual trabajara el servidor IP y el software IP/PBX.

La función principal del sistema operativo es levantar interfaces y archivos de sistema necesarios para operar correctamente el software de comunicaciones y otros programas que se instalaran en el servidor como Web Servers, FTP servers, etc. Se debe optar por un sistema operativo como Linux dado que es libre y que posee menos riesgos de seguridad que Windows y se le puede instalar software libre y trabajara eficientemente.

El software IP/PBX es el elemento principal del sistema ya que se encarga de realizar la comunicación extremo a extremo y ofrecer todas las funciones que realizaría una centralita telefónica tradicional. Sobre este software se configura el plan de marcación y si se desea algunos otros servicios. Dentro de los software libres más destacados se encuentran Asterisk o Elastik que es una centralita software (PBX). Dentro del paquete básico de Asterisk, se encuentran características como creación de extensiones, envío de mensajes de voz, llamadas en conferencia, menú de voz interactiva y distribución automática de llamadas. Adicionalmente, también se pueden crear nuevas funcionalidades mediante el lenguaje de Asterisk, módulos escritos en C o en otros lenguajes. Dado que el software con licencia resulta siendo más caro; entonces, se debe optar por un servidor que trabaje con Asterisk o Elastik.

Gateway de voz

Dispositivo que se encarga de realizar la conmutación hacia la red telefónica pública. Si en caso se necesitaría realizar una llamada hacia un abonado externo de la red PSTN, el servidor VoIP se encargara de realizar la llamada hacia el Gateway, que realizara la conmutación con la PSTN y viceversa si es que se diera el caso. El Gateway que debe elegirse debe tener entradas analógicas (línea FXO) que serán utilizadas de salida hacia la PSTN. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el códec elegido para que

se pueda realizar adecuadamente la decodificación de paquetes de voz y que sean convertidos en señales analógicas.

Dispositivos terminales

Se usaran hardphones que son teléfonos VoIP con un conector RJ45 para ser conectados directamente hacia la red de datos. Como se definió en el capítulo anterior, se usaran varios teléfonos en los centros de salud de Acora que estarán repartidos varias áreas.

4.5.2. Diagrama de la red VoIP

Una vez definidos los equipos y diseñada la red del radio enlace IP en el punto anterior; entonces, el diagrama de la red VoIP es el siguiente:

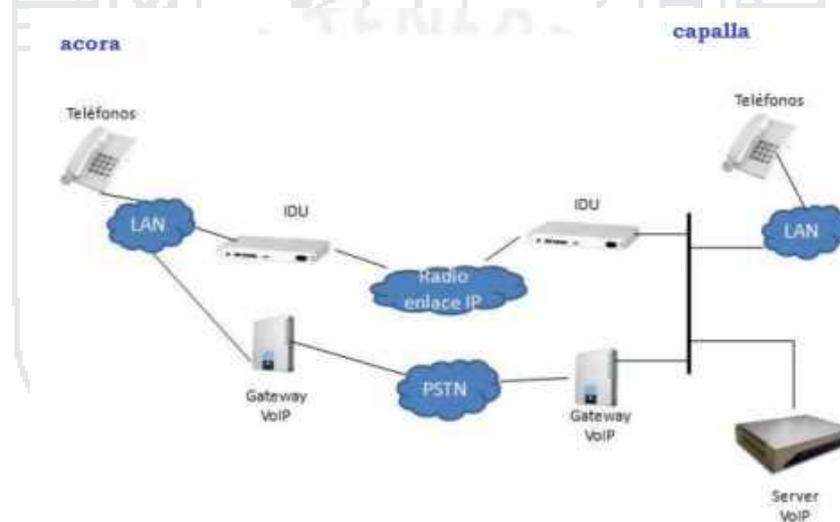


FIGURA N° 35: Diagrama de red Voip.

Elaboración: Propia

4.6. DISEÑO DE LA RED DE VIDEOCONFERENCIA IP

Los sistemas de video conferencia sirven para comunicar dos o más personas de forma remota y así estas puedan tener una comunicación más directa ya que se pueden ver mientras están conversando; a la misma vez, algunos sistemas permiten intercambio imágenes, datos o archivos que pueden ser útiles sobre todo en servicios como telemedicina. Se puede intercambiar información como la siguiente:

- Presentaciones PowerPoint.
- Pizarra electrónica.
- Proyector de documentos.

Las videoconferencias IP en nuestros días ofrecen una solución más adecuada y barata para prestar servicios de calidad con un buen audio e imagen que es muy útil para sistemas modernos de telemedicina que serán de gran ayuda para los médicos que usaran dicha tecnología.

Las videoconferencias se dividen de acuerdo a la tecnología que usan, para el caso de tecnología IP, se usa el estándar H.323. Dicho protocolo establece una base para comunicaciones tanto de audio, video y datos a través de una red IP. Los dispositivos que trabajan bajo el estándar puede operar junto con dispositivos de otros estándares y así no exista problemas de falta de compatibilidad. Esta recomendación cubre los requerimientos técnicos para servicios de comunicaciones entre redes basadas en paquetes (PBN) que pueden proporcionar calidad de servicio (QoS). Dichas redes de paquetes pueden incluir redes LAN, WAN, Intranets o incluso Internet. Adicionalmente, puede incluir conexiones telefónicas o punto a punto sobre la red telefónica conmutada o ISDN que usan debajo un transporte basados en paquetes.

La recomendación para un sistema H.323 incluye los siguientes componentes:

Terminales, Gateways, Gatekeepers, Controladores Multipunto (MC), Procesadores Multipunto (MP) y Unidades de Control Multipunto (MCU). Sin embargo para sistemas de teleconferencias punto a punto, se puede utilizar básicamente terminales simples que mediante ciertas configuraciones no tan complejas pueda realizar adecuadamente la videoconferencia IP sin problemas y con una muy alta calidad.

En la red de telemedicina se usarían dos terminales simples en cada nodo de la red para que se puedan conectar directamente a la red de datos y de esta manera se pueda transmitir imagen, voz y datos a través del radio enlace IP. El sistema a implementarse resultaría de la siguiente manera:

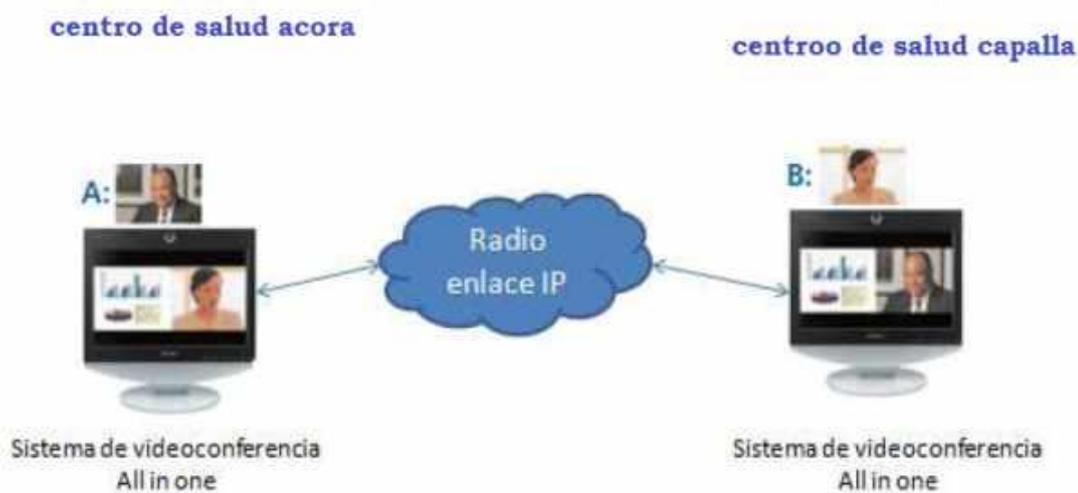


FIGURA N° 36: Diagrama de red videoconferencia IP

Elaboración: Propia.

4.7. RED PARA DISPOSITIVOS DE TELEMEDICINA

El sistema está basado en una estación de telemedicina realizada en otro país de Sudamérica. Básicamente, se contara con dos equipos espirómetros para medir el rendimiento de los pulmones así como poder detectar que tan avanzado o complicado se encuentra alguna enfermedad de relacionada las vías respiratorias. Para la interconexión

con la red de telemedicina, se tiene que tomar en cuenta que ambos elementos estarán conectados a la computadora del doctor desde donde se enviarán los datos al establecimiento de salud y donde se recibirá los datos para que sean analizados por el médico especialista y se pueda brindar un diagnóstico más acertado o un tratamiento más efectivo si la enfermedad fue detectado con anterioridad.

El diagrama para estos equipos y su conexión a la red se dará de la siguiente manera:

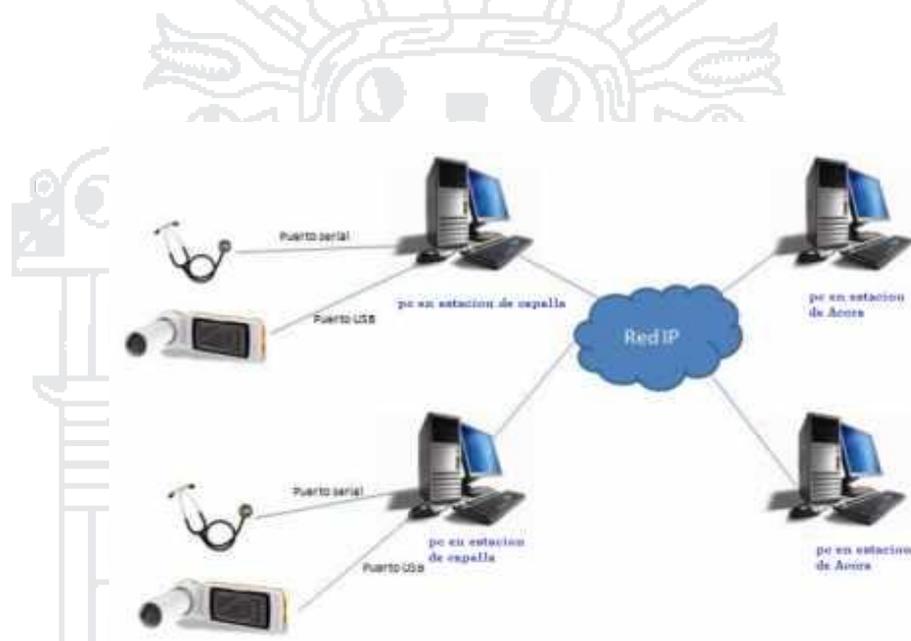


FIGURA N° 37: Diagrama de red de dispositivos de telemedicina.

Elaboración: Propia.

4.8. RED LAN DENTRO DEL CENTRO DE SALUD DE CAPALLA

En el caso de la LAN dentro del telecentro se establecerá teniendo en cuenta los dispositivos que estarán conectados a la red y dependiendo de su ubicación de las mismas dentro del telecentro. En este caso, se contarán con los siguientes elementos para formar el LAN dentro del centro de salud:

Router

Dispositivo de capa 3 que sirve para interconectar la red de radio enlace IP con la red local LAN y sus VLANs internas. En el caso de la red no se necesitara un Router con características muy complejas solamente que brinde una buena distribución a los diversos elementos con los que contamos en la red y deberá soportar las siguientes características:

- Mínimo dos puertos Ethernet 10/100/1000 Base T.
- Servicios integrados de voz y seguridad.
- Soporte de VoIP y videoconferencia.

Switch

Para el diseño del LAN se utilizara este dispositivo de capa 2 para poder distribuir diversos puntos de red a cada uno de los dispositivos que se conectaran a la red. Este dispositivo debe contar con las siguientes características:

- Por lo menos unos 16 puertos 10/100 Mbps.
- Velocidad de conexión 10 Base T y 100 Base T.
- Transmisión en full dúplex.
- Control de pérdidas de datos.

Firewall

Es un cortafuego de la red que brindara un mayor grado de seguridad a la red en cuanto a ataques externos provenientes de internet. Se desea bloquear contenido amenazante para brindar protección contra contenido además que estableces altas políticas de seguridad.

Dados los elementos mencionados anteriormente tanto para la red LAN como para las diversas redes a instalarse en el establecimiento de salud, el diagrama de red LAN quedara de la siguiente manera:

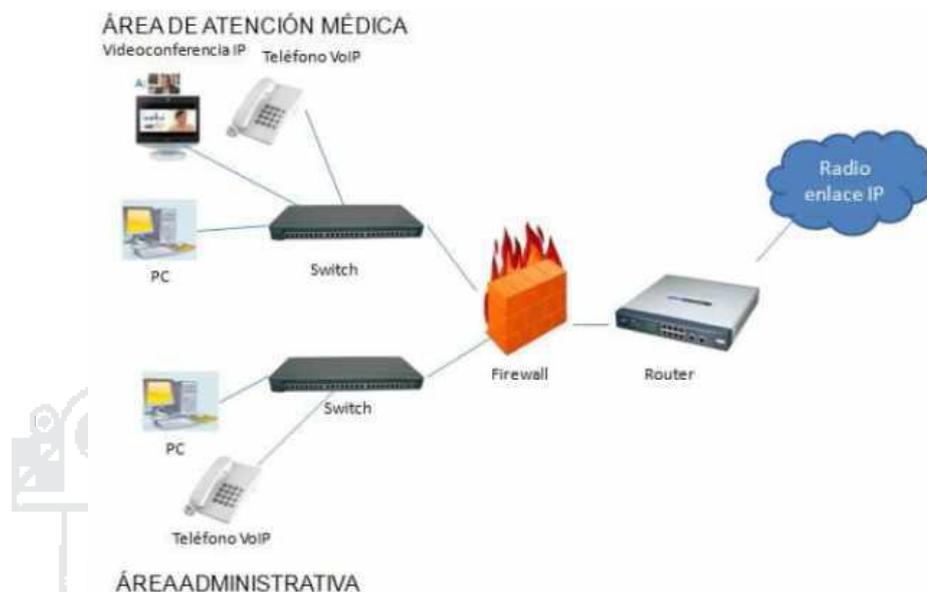


FIGURA N° 38: Diagrama de red Lan dentro del centro de salud de Capalla.

Elaboración: Propia.

En esta parte del diseño, es preciso también establecer el plan de direccionamiento IP dentro del centro de salud Capalla para saber exactamente que IP se le proporcionará a cada equipo y como estos serán conectados a la red. La división de subredes se realizara de manera simple tomando en cuenta los elementos que pertenecen a diferentes subredes para posteriormente que estén sean conectadas a la red y se usaran direcciones IP privadas de clase C para hacer su respectiva distribución.

4.9. DISEÑO DE LA RED VOIP

En el diseño de la red VoIP se definieron los tipos de equipos que se usaran; a continuación, se especificaran marcas y características de los equipos.

Servidor VoIP

Para el software del servidor se eligió asterisk dado sus principales características como no ser propietario; además, cuenta con características propias de una centralita basada en Hardware (conmutación, transferencia de llamada, llamada en espera, identificación de llamadas, buzón de voz, etc.).

Asterisk trabaja bajo el sistema operativo Linux que también es de libre distribución y podrá trabajar sobre cualquiera de sus distribuciones de Linux que sean gratuito como son Fedora, Debían, Centos y OpenSuse. La mejor opción sería Debían Linux dado sus siguientes características:

- Es de fácil instalación.
- Los paquetes necesarios para un buen funcionamiento de Asterisk son bastante estables por lo que se evitan problemas con el servidor.
- La instalación para un servidor Asterisk apenas ocupa unos 400 Mb de disco duro.
- No instala librerías que no se vayan a utilizar.
- Compatibilidad con tarjetas de telefonía.

Para definir el hardware del servidor se debe tomar en cuenta ciertos valores mínimos en cuanto al número de canales a usarse, dado que el número de canales es de 6; entonces, por lo menos el hardware para el proyecto debería contar con las siguientes características:

Componente	Característica	Fundamento
Procesador	1 GHz CPU	Recomendable para un sistema pequeño y se deja margen para usuarios futuros
Memoria RAM	512 MB	El servidor se usa solo para señalización, no se usa mucho procesamiento
Disco Duro	40 GB	El sistema operativo y el software Asterisk no ocupan más de 2 GB pero se necesita espacio adicional para Backups de información
Tarjeta de interfaz de red	FastEthernet 100/10	Con la cantidad de usuarios que contamos, no se necesita mayor capacidad para la tarjeta
Slots PCI	1 PCI Express	Para poder integrar tarjetas FXO, RXS o T1/E1

FIGURA N° 39: Características de hardware servidor Voip.

Fuente: ServerVoip (2015).

Dado estas características mínimas a implementar, por los avances de los equipos de computación, la mayoría de las PCs actualmente cumplen con dichas características y se definirá una PC que cumpla con los requisitos expuestos:

Pentium 4 Dell Optiplex GX280 de 2,8 GHz.

Características:

- Procesador Intel Real de 2,8 GHz LGA.
- Memoria RAM 1 GB DDR2.
- Disco Duro 40 GB SATA.

Gateway de Voz

Para definir el Gateway a usar, se debe tener en cuenta que se brinda servicio a 6 abonados dentro de la Red de Acora y eso será principal para la elección del Gateway, se procede a realizar una comparación entre diferentes alternativas para definir cuál es la más óptima.

	GrandStream GXW - 4108	Patton Smartnode 4520	Cisco SPA8000 8-Port
Puertos	<ul style="list-style-type: none"> • 8 FXS • 2 LAN/WAN 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 FXS • 2 LAN/WAN 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 FXS • 1 LAN/WAN
Señalización	<ul style="list-style-type: none"> • SIP 	<ul style="list-style-type: none"> • H.323v4 • SIP v2 	<ul style="list-style-type: none"> • SIP v2
Códecs	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 • G.723 • G.729A/B • G.726 	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 (a/μ) • G.723 • G.729ab • G.726 • G.727 • G.711 	<ul style="list-style-type: none"> • G.711 (a/μ) • G.726 (16/24/32/40 kbps) • G.729 A • G.723.1 (6.3 kbps, 5.3 kbps)
Administración	<ul style="list-style-type: none"> • HTTP • TFTP 	<ul style="list-style-type: none"> • HTTP • TFTP • SNMP • CLI, Telnet 	<ul style="list-style-type: none"> • HTTP • TFTP • HTTPS
Servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Provee FAX, voz, video vigilancia y soporte de módem. • Puede actuar como Gateway para comunicaciones IP • Interconecta líneas remotas de telefonía a través de Internet 	<ul style="list-style-type: none"> • Provee FAX, voz, video vigilancia y soporte de módem. • Se prioriza el tráfico de voz sobre el tráfico de datos. • Funciona como router con las siguientes características DHCP, NAT, Firewall/ACL y PPPoE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Provee FAX, voz, video vigilancia y soporte de módem. • Puede funcionar como un adaptador telefónico analógico. • Provee un alto nivel de seguridad basando en encriptación EAS para comunicaciones.

FIGURA N° 40: Comparación de alternativas de gateway de voz.

Fuente: ServerVoip (2015).

Se escogerá el Patton Smartnode 4520 dado que cuenta con un buen sistema de seguridad de datos así como cuenta con el códec a usarse y cuenta con VAD que nos servirá para ahorrar ancho de banda tal cual fue especificado anteriormente; adicionalmente, una de sus grandes características es que puede funcionar como Router y funcionaria como Router para gestión de ancho de banda y esto ayuda al retardo que en el caso de transmisión de voz en tiempo real es un tiempo crítico.

Teléfono VoIP

Para la elección del teléfono VoIP se debe tomar en cuenta características como que se cuente con VAD y que sea de un uso ligeramente simple para los doctores y personal administrativo que usen dichos aparatos. Es importante recordar que deben contar con el códec elegido determinar el ancho de banda que fue el códec G.726. A continuación, se procede a hacer una comparación entre las alternativas que contamos para el teléfono VoIP.

	GrandStream GXP-2000	Cisco SPA941	3Com 3101
Códecs	<ul style="list-style-type: none"> G.711 (a/μ) G.723.1 G.729A/B G.726 G.722 iLBC VAD 	<ul style="list-style-type: none"> G.711 (a/μ) G.726 (16/24/32/40 kbps) G.729 A G.723.1 (6.3 kbps, 5.3 kbps) VAD 	<ul style="list-style-type: none"> G.711 G.722 Dynamic Jitter Buffer G.729A/B
Protocolos	HTTP, ICMP, ARP/RARP, DNS,DHCP, NTP, PPPoE, STUN, TFTP	HTTP, ICMP, ARP, DNS, DHCP, TCP, UDP, RTP, RTCP, SNTP	DHCP, 802.1 p/q
Conectividad Ethernet	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX	1 Puerto RJ45 10/100 BaseTX	2 Puertos RJ45 10/100 BaseTX
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> Caller ID display or block, per call or permanent Call waiting, hold, mute, transfer (blind or attended),forward, and more 3-Way Conferencing 	<ul style="list-style-type: none"> Speakerphone Call hold Music on hold Call waiting Caller ID name and number Outbound caller ID blocking Call transfer: attended and blind Three-way call conferencing with local mixing 	<ul style="list-style-type: none"> Call Transfer Message waiting indication Name ID
Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> PoE (802.3af) AC Power 	<ul style="list-style-type: none"> AC Power 	<ul style="list-style-type: none"> PoE (802.3af) AC Power

FIGURA N° 41: Comparación de alternativas de teléfonos Voip.

Fuente: ServerVoip (2015).

El teléfono VoIP elegido es el GrandStream GXP-2000 dado que cuenta con VAD y además cuenta con PoE lo cual ayudara a mejorar el desempeño ya que se evitara energizar el equipo mediante toma eléctrica y se evitara tener problema durante posibles fallas eléctricas que se presenten en el establecimiento donde son instaladas.

4.9.1. Diseño de videoconferencia IP

Para la elección adecuada del equipo para videoconferencia se debe hacer un comparativo entre las diversas alternativas con que contamos en el mercado para que se pueda implementar de la manera más óptima y eficiente.

	Sony PCS-TL30	Polycom HDX 4000
Estándares de video	H.261, H.263, H.263+, H.263++, H.264, H.323, H.225, H.281 FECC, H.245, H.239, H.235, MPEG-4	H.264, H.263++, H.261, People+Content / H.239, H.263 y H.264, H.221, H.224/H.281, H.323, H.225, H.245, H.241, H.331, H.239, H.231, H.243, H.460
Códecs de audio	G.711, G.722, G.728, G.729	G.722, G.722.1, G.711, G.728, G.729A
Interfaz de red	10Base-T/100Base-TX x 1, (RJ-45)	2-port 10/100 auto NIC switch, RJ45 connectors y RJ11 analog phone connector
Ancho de banda	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 2 Mb/s (2048 kb/s) in H.323 (Incl. audio) G.711: 3.4 kHz at 56/64 kb/s G.722: 7.0 kHz at 48/56/64 kb/s G.728: 3.4 kHz at 16 kb/s G.729: 3.4 kHz at 8 kb/s MPEG4 AAC (mono) 14 kHz at 64/96 kb/s 	<ul style="list-style-type: none"> 22kHz BW con Polycom Siren 22 14kHz BW con Polycom Siren 14 , G.722.1 Annex C 7 kHz BW con G.722, G.722.1 3.4 kHz BW con G.711, G.728, G.729A H.323 hasta 4Mbps (2 Mbps standard) SIP hasta 4Mbps (2 Mbps standard)

FIGURA N° 42: Comparación de alternativas de videoconferencia Ip.

Fuete: Rafael Rodriguez Escobar (2015).

De estos dos sistemas de videoconferencia, se trabajara con el Sony PCS-TL30 que es un sistema que cuenta con todo en uno, además de ser más simple para una aplicación como en este proyecto en el cual no se necesita demasiada calidad de imagen y no se tiene que usar un gran ancho de banda. Por lo tanto, gracias a su poco ancho de banda estándar que usa y su buena calidad proporcionada y simplicidad se decide que Sony PCS-TL30 es la mejor opción.

4.9.2. Equipos de telemedicina

Para escoger el equipo espirómetro se cuentan con diferentes alternativas de entre las que se puede mencionar los siguientes como buenas alternativas para la red de telemedicina.

	Spirobank	Minispir	Spirodoc
Funcionalidad	<ul style="list-style-type: none"> Espirómetro para soluciones configurables y personalizables Cuenta con software especial para poder obtener informes del paciente. 	<ul style="list-style-type: none"> Espirómetro basado en PC Cuenta con oximetría en línea Cuenta con software especial para poder obtener informes del paciente. 	<ul style="list-style-type: none"> Espirómetro Pulsioxímetro Acelerómetro en 3D Cuestionario para control de síntomas Cuenta con software especial para poder obtener informes del paciente.
Conectividad	USB y Bluetooth	USB	USB 2.0 On-The-Go y Bluetooth 2.1
Pantalla	Gráfica LCD – FSTN 128 x 48 pixeles	No cuenta, los datos son mostrados directamente en la computadora	Táctil retro iluminada 128x64 pixeles
Alimentación	Pila de 9v DC	Alimentado por puerto USB	Batería recargable de Ion-Litio 3,7V, 1100 mA

FIGURA N° 43: Comparación de alternativas de espirómetros.

Fuente: Rafael Rodríguez Escobar (2015).

De estos equipos espirómetros, se descarta en primer lugar el primer equipo dado que tiene solo funcionalidad de espirómetro y siempre es necesario tener un análisis de oximetría para tener un buen informe de rendimiento de las vías respiratorias. En segundo lugar, se descarta el Minispir dado que es dependiente de las computadoras y si es que se llegara a malograr la computadora sobre la cual trabaja este Minispir; entonces, el dispositivo quedaría totalmente fuera de uso. Por lo tanto, se usara el equipo Spirodoc dado que es el equipo más completo, que cuenta con la mayor cantidad de funcionalidades, óptima para la red en la cual se trataran en mayor cantidad enfermedades relacionadas a las vías respiratorias y no será dependiente de una computadora para poder obtener rendimiento de vías respiratorias. Para la elección del estetoscopio electrónico no se encontró muchos buenos equipos, por lo que se eligió TR-1/EF Telephonic Stethoscope de la empresa Telehealth Technologies que cuenta con características óptimas para la red de telemedicina como son las que se mencionan a continuación:

- Se conecta a un equipo PC-1 que es una pieza de pecho que sirve para la auscultación del pecho tanto para estetoscopios analógicos como estetoscopios digitales.
- Auscultación de ancho de banda de 20 Hz a 1400 Hz con los ancho de banda más bajos como 19.6 Kbps.
- El mismo modulo puede ser usado como unidad de transmisión o recepción.
- Se puede controlar el volumen a la hora de hacer la auscultación.
- Cuenta con un Bell/Diafragma Switch que sirve para mejorar los exámenes de auscultaciones tanto cardiacas como pulmonares.
- Posición Bell: 20 Hz a 250 Hz, para mejorar bajas frecuencias para un buen énfasis en sonidos cardiacos.
- Posición diafragma: 1400 Hz para mejorar los sonidos pulmonares.
- Se puede conectar a la videoconferencia a través de un canal de datos (envía ancho de banda de los sonidos de auscultación mientras transporta el video).
- Se puede conectar a la red IP (Usa un puerto serial para conectar a la PC conectada a la red IP).
- También se puede conectar a líneas telefónicas usando un modem común.

Para el caso de las computadoras en la red de telemedicina se debe definir también las PCs que a usarse, dado que no se necesitara mucho procesamiento de datos y mucha complejidad que tenga como funciones principales las computadoras deben ser de bajo precio y eficientes. Tomando en cuenta estas características, se definió Compaq Desktop CQ1506LA Intel Atom D525 como la computadora a usarse en la red, esta computadora cuenta con las siguientes características:

- Computador ultra compacto.
- Procesador Intel Atom D525 de 1,8 GHZ.

- Memoria cache de 1 MB.
- Memoria RAM de 2 GB, expandible hasta 4 GB.
- Disco duro de 500 GB.
- Pantalla LED de 18,5".
- Tarjeta gráfica UMA Graphics Intel Pineview D525 integrada.
- Conexión USB.
- Sistema operativo Windows 7 Starter (64 bit).

4.9.3. Equipos de LAN de centro de salud

Para el caso de los elementos de la red LAN dentro del centro de salud de Capalla, se tiene que escoger entre diversas alternativas de equipos ya sea para firewalls, routers y switches. Como se saben los equipos más conocidos son los de las marcas Cisco y D-Link. Dado que se busca el ahorro en costos; entonces, se usarían solo equipos DLink para los dispositivos mencionados anteriormente ya que esta marca ofrece sus productos a bajo precio; sin embargo, el Router es un elemento principal dentro de la red y se debe asegurar un excelente equipo en este caso sin importar mucho el precio; entonces, para el router si se elegirá un equipo de la marca Cisco mientras en el caso de el firewall y los switches se eligen equipos D-Link dado su bajo costo. Para precisar, a continuación, se mencionan los equipos que se usaran y sus características principales que se apreciara claramente que cumple con los requisitos solicitados según el diseño de red LAN establecido anteriormente.

Router Cisco 2821

Este router cuenta con las siguientes características:

- Alto rendimiento para servicios simultáneos de seguridad y voz, y servicios avanzados de múltiples tasas de T1/E1/xDSL y WAN.
- Protección mejorada contra alta modularidad.
- Cuenta con 2 puertos Ethernet 10/100/1000.
- Sistema de seguridad con encriptación.
- Antivirus de defensa para ayuda del NAC (Control de admisión de red).
- Soporta llamadas de voz analógica y digital.
- Soporta correo de voz.
- De forma opcional, soporta procesamiento de llamada local de una empresa que tengan hasta 48 teléfonos IP.

D-Link DSS-16+ 16-Port 10/100 Desktop/Rackmount Switch

Este switch cuenta con las siguientes características:

- 16 puertos 10/100 TX.
- Es ideal para VoIP y sistemas con alta calidad de imagen como juegos en línea.
- Cuenta con una tasa de transferencia de datos en la red de hasta 200 Mbps en modo full dúplex.
- Se conectan a través de conectores RJ-45 para 10Base-T.
- Consume 6 Watts de potencias.

D-Link DFL-210 NetDefend Network Security UTM Firewall

Este firewall cuenta con las siguientes características de seguridad

- SPI (Inspección de paquetes de estado).
- Política de autenticación basada en usuario.
- Protección de ataque DoS/DDoS.
- Soporta RADIUS, LDAP, IAS.

- Filtra tráfico HTTP: Palabras clave, URL, lista de exentos.
- Filtros de script: Scripts Java, scripts VB, Cookies y ActiveX.

4.10. INTERCONEXIÓN CON REDES EXTERNAS

En este caso, se deben hacer dos claras distinciones de redes externas con las cuales se comunicara la red de telemedicina:

En primer lugar, se realizara conexión con la red ADSL que proveerá de internet a las computadoras del centro de Capalla, esta red ADSL brindara un rápido acceso a Internet a las computadoras de este centro de Salud; a la misma vez, a través de la red se podrá proveer de internet a las computadoras instaladas en centro de la salud de Acora. Para la red de telemedicina dado las necesidades actuales de velocidad y las nuevas medidas para proveer internet de banda ancha, se instalara internet con ADSL de 4 Mbps. Esta unión de red ADSL con la red de telemedicina se aprecia claramente en el siguiente esquema:

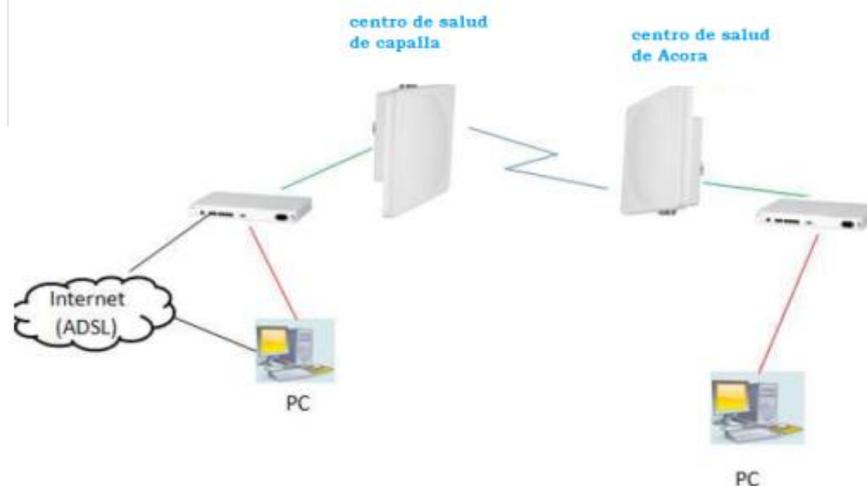


FIGURA N° 44: Diagrama de interconexión de red de telemedicina con red.

Elaboración: Propia.

ADSL (INTERNET)

En segundo lugar, se tiene que unir la red de telemedicina con la red pública telefónica para que nos provea de voz tanto en lo que respecta a los centros de salud de Acora, ya que pese a que se implementara VoIP se necesitara algunas líneas que demandaran salida hacia la red pública de telefonía; además, es necesario poder comunicarnos con abonados externos desde la red VoIP y por lo tanto ambos nodos de la red tendrán que estar conectados a dicha red. Como se mencionó en capítulos anteriores, se requerirán seis líneas para conectar la red de telemedicina con la red pública telefónica. El diagrama de conexión de la red de telemedicina con la red pública telefónica se apreciaría de la siguiente manera:

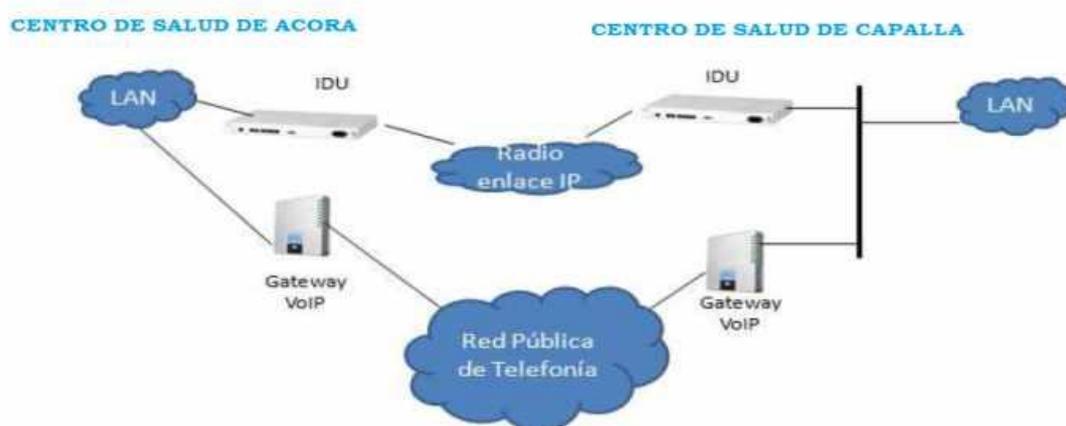


FIGURA N° 45: Diagrama de interconexión de red de telemedicina con red pública telefónica

Elaboración: Propia

4.11. ANÁLISIS DE COSTOS

4.11.1 Costos de inversión de la red de telemedicina

Se procede a analizar los costos iniciales que demandara desplegar la red de telemedicina propuesta en los capítulos anteriores. Para facilidad de evaluar costos, se evaluara costos de cada red a implementarse en el sistema iniciando con el principal del radio enlace IP. Asimismo, cabe resaltar que se evaluara el costo de instalación de los servicios de internet y los costos de las líneas fijas. Por otro lado, también se tomara en cuenta los el costo de personal de instalación de los dispositivos tanto de la parte técnica como de ingeniería. Vale la pena recordar que no se evalúa rentabilidad del proyecto e ingresos dado el carácter social de este proyecto que busca ayudar a mejorar la atención sanitaria en el distrito de Acora y por lo tanto este proyecto debería ser solventado por algún ente del estado como el MINSA o el FITEL y apoyado por dichos entes para su implementación y funcionamiento adecuado. En el caso de los precios de los equipos, la mayoría fue encontrado en páginas de Internet, en caso de tratarse de páginas del exterior se procedió a hacer un cálculo de sumarle el 15% de su precio de Internet para el respectivo precio que implicaría traerlo al país, cabe resaltar que estos precios podrían variar al momento de hacer una cotización real por parte de una empresa.

4.11.2 Costos radio enlace IP

Se proponen los costos del radio enlace IP tanto del nodo ubicado en el centro de salud de Capalla como el ubicado en el centro de salud de Acora. Es necesario notar que no se toma en cuenta costos por torres. A continuación, se procede a poner el presupuesto del radio enlace IP de acuerdo a precios de mercado local.

TABLA 3: Evaluación costos de radio enlace Ip.

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE RADIO ENLACE IP			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS S/.
Equipo ODU: WL1000-ODUHE/HE/ F58/FCC/EXT	1200.00	2	2400.00
Equipo IDU-C 4 puertos Ethernet + 2 E1	900.00	2	1800.00
Antena externa de 5.8 GHz Flat Panel	550.00	2	1100.00
		Costo Total	5300.00

Elaboración: Propia.

4.11.3 Costos red VoIP para atención sanitaria

Para el caso de la red VoIP se debe tener en cuenta que se implementa tanto en el caso del centro de salud de Capalla así como en centro de salud de Acora y se podrá conectar a mas terminales pero eso ya dependerá de un nuevo sistema pero eso ya dependerá de la adquisición de dichos terminales.

TABLA 4: Evaluación costos de red Voip.

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE RED VOIP			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS \$/.
Servidor VoIP : Microtech Desktop Intel Core i5 de 3,2 GHz	150.00	1	150.00.
Gateway de voz Patton Smartnode 4520	630.00	2	1260.00
Teléfono VoIP GrandStream GXP-2000	120.00	4	480.00
		Costo Total	1890.00

Elaboración: Propia.

4.11.4 Costos red videoconferencia IP

El sistema de videoconferencia IP será simple y conformado por un sistema de Sony que implementa simples terminales en ambos nodos de la comunicación y mediante configuración simple y unida a la red podrán realizar la videoconferencia tan importante para centros de salud que cuentan con un sistema de telemedicina.

TABLA 5: Evaluación costos de videoconferencia Ip.

TABLA DE EVALUACION DE COSTOS DE VIDEO CONFERENCIA IP			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS \$/.
Videoconferencia IP: Sony PCS-TL30	3450.00	2	6900.00
		Costo Total	6900.00

Elaboración: Propia.

4.11.5 Costos de equipos de telemedicina y cómputo

Se evalúan los costos de los equipos de telemedicina usados en el centro de salud que en este caso está conformado por dos estetoscopios electrónicos y dos equipos espirómetros. A su vez, estos equipos funcionan conectados a equipos de cómputo para que puedan ser transportados a la red y es por eso que en este capítulo se definen los costos de los equipos de cómputo que sirven para el área de atención médica que serán dos también.

TABLA 6: Evaluación costos de equipos de telemedicina.

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE EQUIPOS DE TELEMEDICINA			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS S/.
Espirómetro Spirodoc	1330.00	2	2660.00
TR-1/EF Telephonic Stethoscope + CP1 Chest Piece	1800.00	2	3600.00
Computadora Compaq Desktop CQ1506LA Intel Atom D525	1600.00	4	6400.00
		Costo Total	12660.00

Elaboración: Propia.

4.11.6 Costos de red LAN en el centro de salud de Capalla

Se evaluará los costos de instalar la red LAN dentro del centro de salud de Capalla donde se implementará seguridad además de una adecuada distribución de puertos Ethernet para permitir una adecuada conexión a la red de datos que viajarán entre el centro de salud Acora.

TABLA 7: Evaluación costos de red Lan en centro de salud de Capalla

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE RED LAN EN CENTRO DE SALUD DE CAPALLA			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS S/.
Router Cisco 2821	500.00	1	500.00
D-Link DSS-16+ 16-Port 10/100 Desktop/Rackmount Switch	90.00	2	180.00
D-Link DFL-210 NetDefend Network Security UTM Firewall	500.00	1	500.00
		Costo Total	1360.00

Elaboración: Propia.

4.11.7 Costos de equipos para el área administrativa

Se evaluara costos de los teléfonos IP instalados en esta área así como las computadoras instaladas para que puedan trabajar más eficientemente y estén conectados a la red y aumentar su eficiencia de trabajo.

TABLA 8: Evaluación costos de equipos de área administrativa

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE EQUIPOS DE ÁREA ADMINISTRATIVA			
ITEM	PRECIO UND.	CANTIDAD	COSTOS S/.
Teléfono VoIP GrandStream GXP-2000	120.00	4	480.00
Computadora Compaq Desktop CQ1506LA Intel Atom D525	1600.00	6	9600.00
		Costo Total	10080.00

Elaboración: Propia.

4.11.8 Costos de instalación de servicios de internet y telefonía fija

Para la evaluación de estos costos se tiene que tomar en cuenta los precios ofrecidos por los operadores locales para las instalaciones de dichos servicios. Para la red de telemedicina, estos servicios serán instalados en el distrito de Acora el cual es el nodo principal de la red de telemedicina.

TABLA 9: Evaluación costos de instalación de internet y telefonía fija.

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE INSTALACIÓN DE INTERNET Y TELEFONÍA FIJA	
Servicios	COSTOS S/.
Instalación del servicio de Internet de 4 Mbps	120.00
Instalación de las 6 líneas fijas	180.00
TOTAL	300.00

Elaboración: Propia.

4.11.9 Costos de sistema de protección

Básicamente consiste en un sistema integrado por un pararrayos y un sistema de pozo a tierra que no es muy visto durante los capítulos anteriores pero cuya instalación es muy necesaria por el tipo de clima que tiene en esta localidad en la cual caen grandes precipitaciones con descargas de rayos y truenos.

TABLA 10: Evaluación costos de sistema de protección.

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS DE SISTEMA DE PROTECCIÓN	
ITEM	COSTO S/.
Sistema de puesta a tierra	600.00
Sistema de pararrayos	480.00
TOTAL	1080.00

Elaboración: Propia.

4.11.10 Costos de instalación, configuración de la red de telemedicina

En el caso de los costos de instalación, configuración y puesta en operación se tomó en cuenta el precio que actualmente cobran muchas contratas para hacer instalaciones de dicho tipo. Se contara con ayuda de ingenieros y técnicos para poder terminar dicho trabajo. En este caso solo se tomara en cuenta el precio aproximado que pone una contrata para la instalación sin tomar en cuenta el personal que se enviara para dicho fin.

TABLA 11: Evaluación costos instalación red de telemedicina

TABLA DE EVALUACIÓN COSTOS INSTALACIÓN RED DE TELEMEDICINA	
SERVICIOS	COSTOS S/.
Instalación, configuración y puesta en servicio de la red de telemedicina	4000.00
TOTAL	4000.00

Elaboración: Propia.

Instalación, configuración y puesta en servicio de la red de telemedicina 4000 Una vez obtenidos todos estos costos de equipos, instalaciones y obtención de los servicios de redes externas para acceder a Internet y poder comunicarnos con la red pública telefónica, se procede a hacer un resumen final del costo total inicial que implicaría la red de telemedicina a implementarse.

TABLA 12: Evaluación costos instalación red de telemedicina

TABLA DE COSTOS TOTALES INICIALES DE RED DE TELEMEDICINA	
COSTO DE INSTALACION	COSTO S/.
Costo de radio enlace IP 5300	5300.00
Costo de red VoIP 1890	1890.00
Costo de red de videoconferencia IP 6900	6900.00
Costos de equipos de telemedicina y cómputo 8020	12660.00
Costos de red LAN en centro de salud 2680	1360.00
Costos de equipos para el área administrativo 3120	10080.00
Costos de instalación de internet y telefonía fija 230	300.00
Costos de sistema de protección 770	1080.00
Instalación, configuración y puesta en servicio de la red de telemedicina	4000.00
COSTO TOTAL DE INSTALACION DE LA RED DE TELEMEDICINA	43570.00

Elaboración: Propia.

4.11.11 Costos de operación y mantenimiento de la red de telemedicina

Los costos de operación y mantenimiento de red son costos variables que dependen del uso que se le den a los diversos elementos así como el cuidado que se tenga al usarlos. Para estos costos de operación básicamente divide en dos; en primer lugar, los servicios de telefonía e internet que deberán ser cancelados mensualmente y, por otro lado, de debe tener el personal que mantendrá la red trabajando de manera óptima y podrá resolver problemas ante posibles fallas de la red causadas por diversas razones.

Costos de servicios de telefonía e internet

Una vez instalados los sistemas de telefonía e internet se debe tomar en cuenta que se tiene que pagar mensualmente al operador correspondiente por dichos servicios. Teniendo en cuenta las tarifas de los operadores que operan en dicha ciudad se hizo un presupuesto de lo que se tendría que pagar mensualmente para tener acceso a telefonía e internet con buena calidad.

TABLA 13: Costos de servicios de telefonía e internet mensuales

TABLA DE COSTOS DE TELEFONIA E INTERNET MENSUAL	
SERVICIOS	COSTO MENSUAL S/.
Internet 4 mbps	120.00
6 lineas fijas	120.00
COSTO TOTAL	240.00

Elaboración: Propia.

Costos de personal de mantenimiento y operación de la red de telemedicina

Es importante contar con personal calificado para poder tener un buen mantenimiento de la red ante posibles fallas del sistema para que puedan ser arreglados

cuanto antes; además, dicho personal cada cierto tiempo evaluara el sistema y vera si se podría presentar posibles fallas en el futuro o si algún equipo no está funcionando adecuadamente.

TABLA 14 Costos de personal de mantenimiento y operación de la red de telemedicina

TABLA DE COSTOS DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES DE LA RED DE TEELEMEDICINA	
CARGO	COSTO MENSUAL S/.
Administrador de red	600.00
Personal para administrar red	400.00
Personal de seguridad	250.00
Mantenimiento de equipo	100.00
COSTO TOTAL	1350.00

Elaboración: Propia.

Una vez obtenidos todos estos costos de operación y mantenimiento de la red así como el pago mensual para acceder a Internet y poder comunicarnos con la red pública telefónica, se procede a hacer un resumen final del costo mensual que implicaría contar con esta red de telemedicina.

TABLA 15 Costos totales mensuales de mantenimiento y operación dela red de telemedicina

TABLA DE COSTOS TOTALES MENSUALES DE MANTENIMIENTO Y OPERACIONES DE LA RED DE TELEMEDICINA	
	COSTO MENSUAL S/.
Operación de mantenimiento	
Pago de servicios de internet y telefonía fija	200.00
Costos de personal de operaciones y mantenimiento	1350.00
Costo total	1550.00

Elaboración: Propia.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se hicieron estudios de población de Acora y sus necesidades tanto sociales como tecnológicas para determinar los equipos de telemedicina que usaríamos en la red en beneficio de la población y de esta manera reciban una mejor atención sanitaria.

SEGUNDA: Se eligió la alternativa más adecuada para realizar el radio enlace IP dado los parámetros con los que trabajaba este sistema.

TERCERA: Las bandas libres serán usadas correctamente sobre todo en el caso de la banda de 5.8 GHz que no viene siendo muy usada y no está demasiado congestionada todo lo contrario a la banda de 2.4 GHz la cual es muy usada en empresas para diversos fines y según ley estas bandas libres pueden ser aplicadas para usos médicos y en este caso se aprovecharía eficientemente.

CUARTA: Se dotara de un buen servicio de internet y de telefonía fija a los centros de salud de Acora para esto se debe contar con la ayuda de los operadores locales que tiene cobertura en dicho distrito.

QUINTA: Se brindara un buen nivel de seguridad de datos de pacientes y de los datos que se manejan en el centro de salud gracias al firewall con el que contamos para no permitir ingreso de ataques desde internet y evitar que los datos transmitidos puedan ser donados.

SUGERENCIAS

PRIMERA: Se recomienda que se realicen pruebas de conectividad de manera adecuada durante la instalación del equipo de Radio enlace IP; además de evaluar adecuadamente la línea de vista entre los centros de salud y la red de Acora dado que el linkPlanner evalúa solo la superficie terrestre y no casas o edificios que puedan interferir entre ambos nodos.

SEGUNDA: Se recomienda que se evalúe la red VoIP, videoconferencia y los equipos de telemedicina al mismo tiempo para comprobarse que la red soporta dichos servicios tal como en teoría debería hacerlo y calcular cuánto ancho de banda usa dicha red y que posibles dificultades podría tener durante su funcionamiento dado el clima en el departamento de Puno.

TERCERA: Se recomienda darle una capacitación adecuada tanto al personal administrativo del centro de salud así como a los doctores que sean parte de la red de telemedicina para que sepan usar los equipos de los cuales se les ha dotado y que la red de telemedicina sea aprovechada de una manera óptima.

CUARTA: Se recomienda implementar un sistema de puesta a tierra para los equipos que se usen en el centro de salud de Acora dado que de alguna manera estarán expuestos a lluvias, granizadas, rayos, truenos y otros factores climatológicos que pueden afectar el rendimiento de la electricidad y que pueda afectar a dichos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Apolo Marquez Viviana Mishel. (2014). Diseño de una red de telecomunicaciones en la banda ism para brindar servicio de telemedicina en la provincia de Loja.
- Choque, C. C. (2012). Diseño e implementación de radioenlaces y estaciones repetidoras wi-fi para conectividad de escuelas rurales en zona sur del Peru.
- Google. (16 de julio de 2016). Google Earth. Recuperado el 10 de agosto de 2016, de <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>.
- INEI. (21 de Octubre de 2007). Instituto Nacional De Estadistica E Informatica. Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://censos.inei.gob.pe/censos2007/>
- INEI. (23 de Noviembre de 2007). Instituto Nacional de Estadística e información. Recuperado el 17 de Diciembre de 2015, de <http://www.inei.gob.pe/>
- Innomed medical. (20 de agosto de 2015). Spectrum Ingenieron. Recuperado el 10 de diciembre de 2015, de http://www.spectrumperu.com/producto_descrip.php?id=110
- Maldonado Sifuentes Pedro Cesar. (2012). Diseño de la red interna de un telecentro polivalente para la ciudad de huancayo y sicaya.
- Medical International Research. (20 de agosto de 2016). Espectrum Ingenieros. Recuperado el 10 de setiembre de 2016, de http://www.spectrumperu.com/producto_descrip.php?id=31
- MINSA. (2015). Recuperado el 23 de Diciembre de 2015, de <http://www.geominsa.minsa.gob.pe>.

MINSA. (23 de Agosto de 2015). Ministerio de Salud del Peru. Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de <http://minsa.gob.pe/>

nacional, I. g. (14 de agosto de 2011). map Peru. Recuperado el 20 de diciembre de 2015, de <http://www.map-peru.com/es/mapas/ficha-departamento-de-puno-atlas-del-peru>

Radwin. (5 de julio de 2011). Radwin Ltd. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de www.radwin.com

Rafael Rodriguez Escobar. (12 de enero de 2015). C3ntro Telecom. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de <http://www.c3ntro.com/>

ServerVoip. (02 de junio de 2015). server voip. Recuperado el 20 de diciembre de 2016, de <http://www.servervoip.com/>

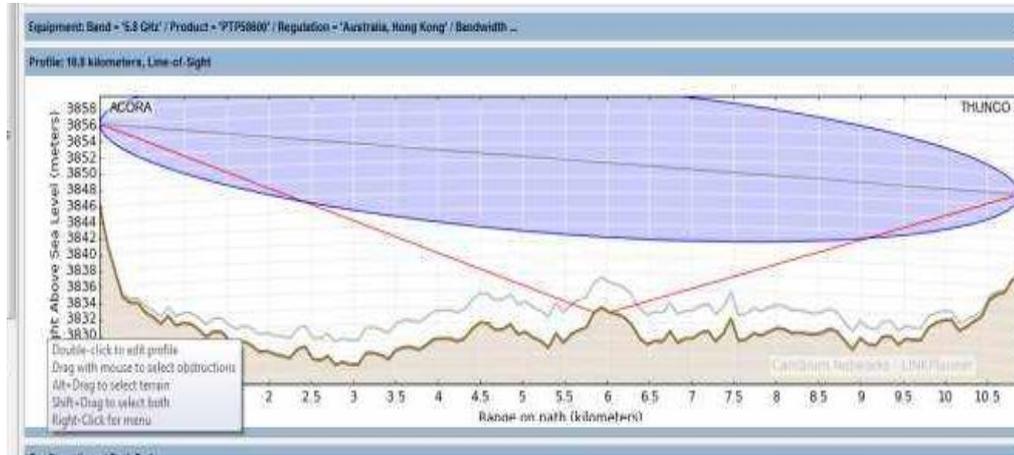
Tejada Noriega, C. A. (20 de julio de 2012). Minsa. Recuperado el 01 de enero de 2017, de <ftp2.minsa.gob.pe/destacados/archivos>



ANEXOS

ANEXOS 1: Radio enlaces de los centros de salud del distrito de Acora.

RADIO ENLACE ENTRE ACORA-Y THUNCO ENLACE (PPP)



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO ACORA –THUNCCO. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

Link: ACORA to THUNCO

Range on path (kilometers)

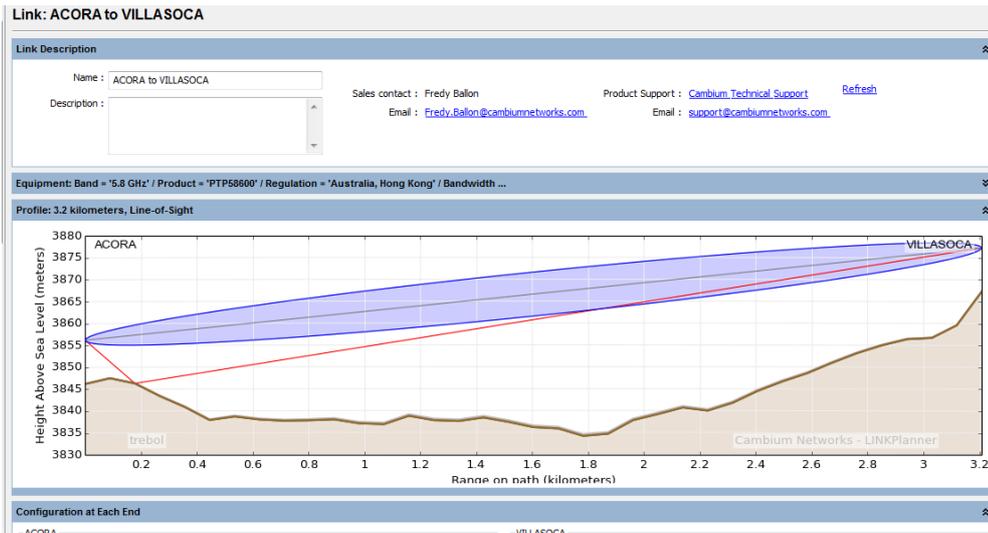
Configuration at Each End

ACORA	THUNCO
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Height : 10 meters (Max height at site is 15.0 m)	Antenna Height : 10 meters (Max height at site is 10.0 m)
Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
<input type="checkbox"/> Interference :	<input type="checkbox"/> Interference :

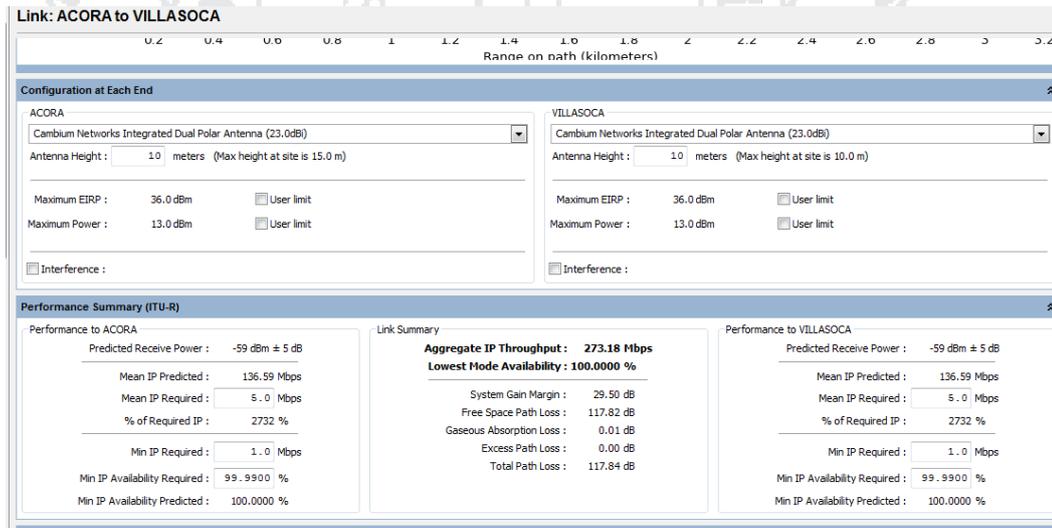
Performance Summary (ITU-R)

Performance to ACORA	Link Summary	Performance to THUNCO
Predicted Receive Power : -69 dBm ± 5 dB	Aggregate IP Throughput : 156.67 Mbps	Predicted Receive Power : -69 dBm ± 5 dB
Mean IP Predicted : 78.33 Mbps	Lowest Mode Availability : 100.0000 %	Mean IP Predicted : 78.33 Mbps
Mean IP Required : 5.0 Mbps	System Gain Margin : 18.86 dB	Mean IP Required : 5.0 Mbps
% of Required IP : 1567 %	Free Space Path Loss : 128.43 dB	% of Required IP : 1567 %
Min IP Required : 1.0 Mbps	Gaseous Absorption Loss : 0.04 dB	Min IP Required : 1.0 Mbps
Min IP Availability Required : 99.9900 %	Excess Path Loss : 0.00 dB	Min IP Availability Required : 99.9900 %
Min IP Availability Predicted : 100.0000 %	Total Path Loss : 128.48 dB	Min IP Availability Predicted : 100.0000 %

RADIO ENLACE ENTRE ACORA-Y VILLASOCA ENLACE (PPP)



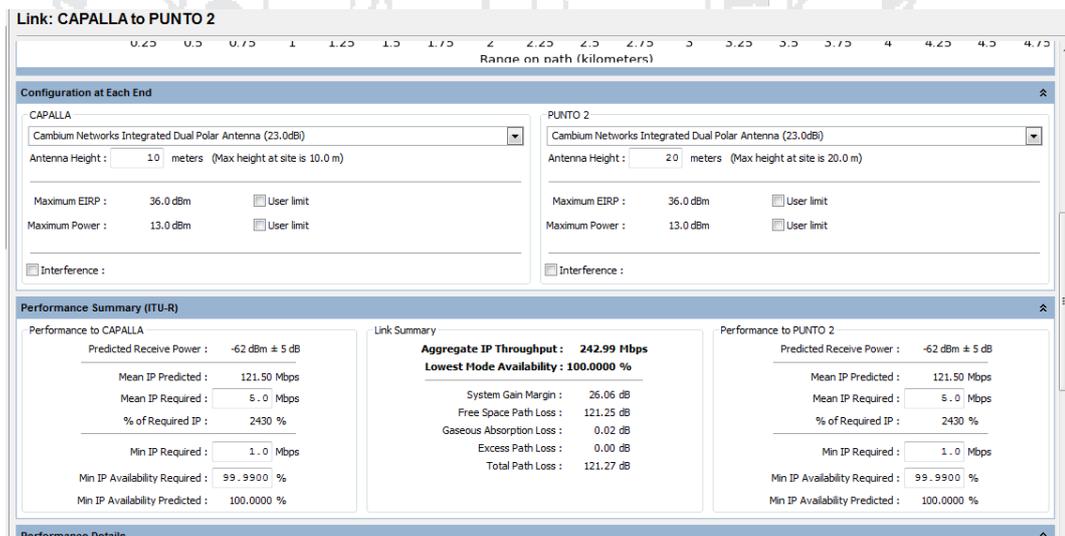
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO ACORA –VILLASOCA. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE CAPALLA Y REPETIDOR 2



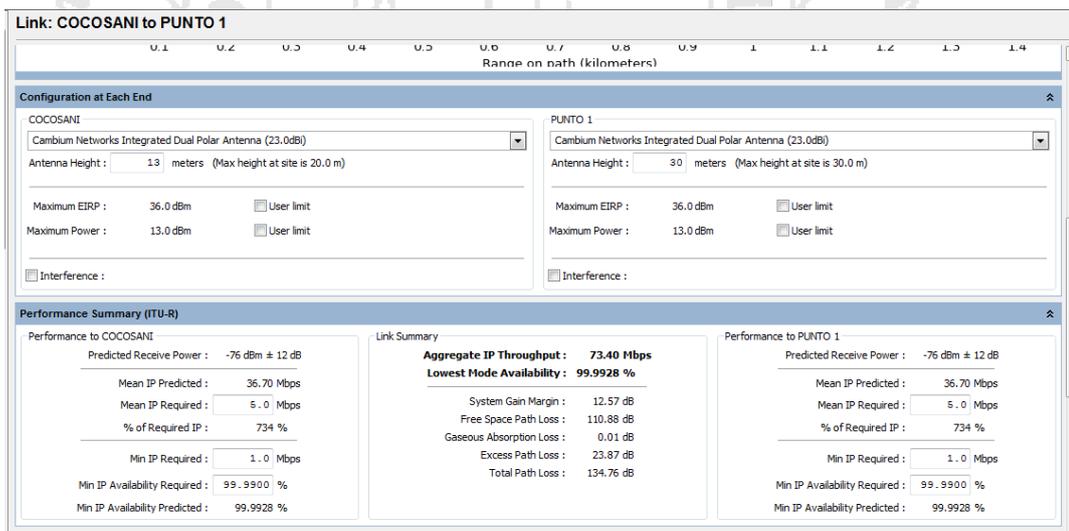
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO CAPALLA – REPETIDOR 2.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE COCOSANI Y REPETIDOR 1, ENLACE ()



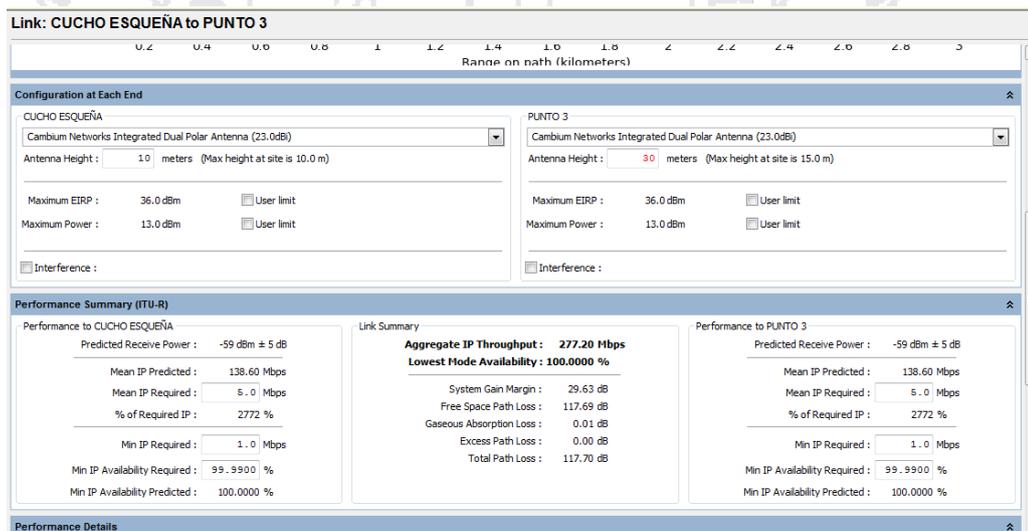
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO COCOSANI –REPETIDOR 1.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



ENLACE ENTRE CUCHO ESQUEÑA Y REPETIDOR 3



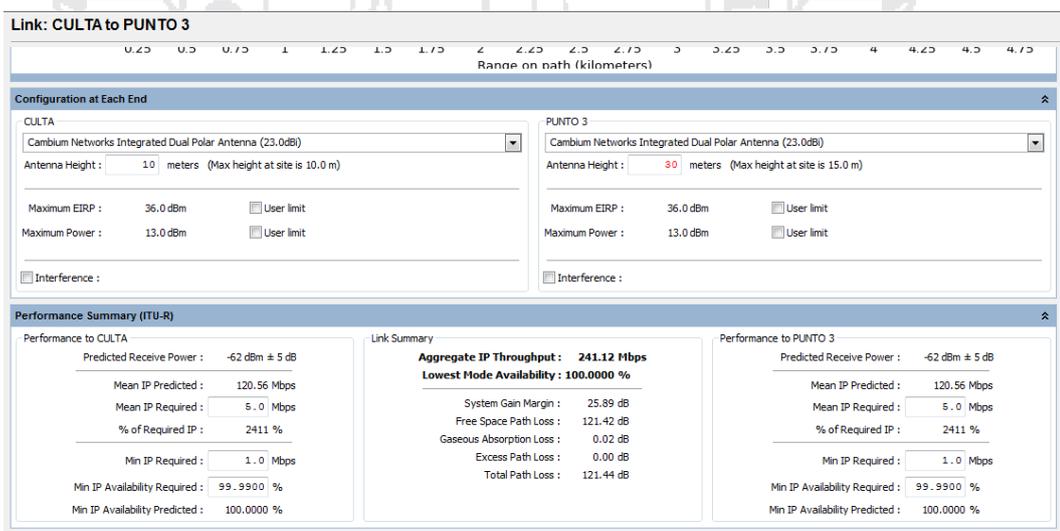
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO ESQUEÑA - REPETIDOR 3.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE CULTA Y REPETIDOR 3



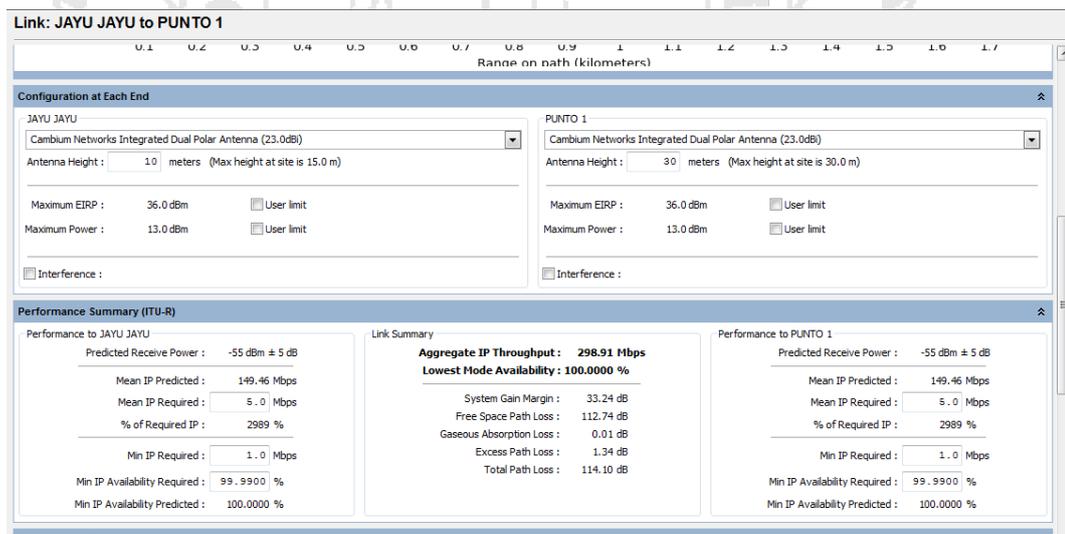
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO CULTA –REPETIDOR 3. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



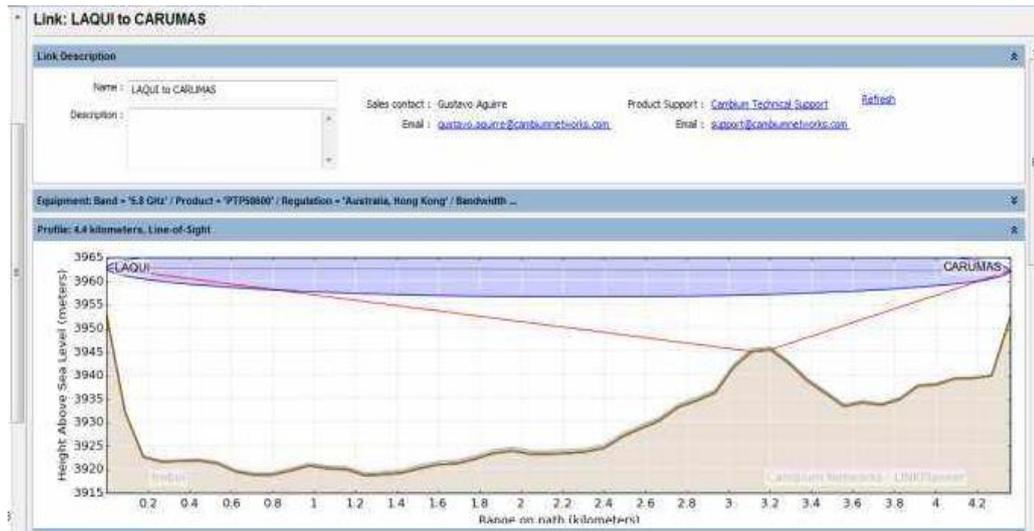
RADIO ENLACE ENTRE JAYU JAYU – REPETIDOR 1



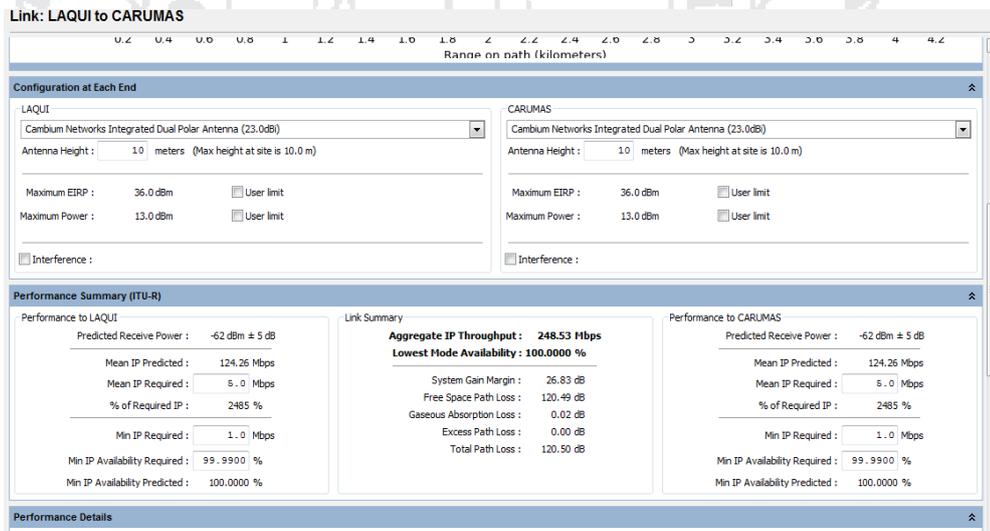
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO JAYU JAYU –REPETIDOR 1.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



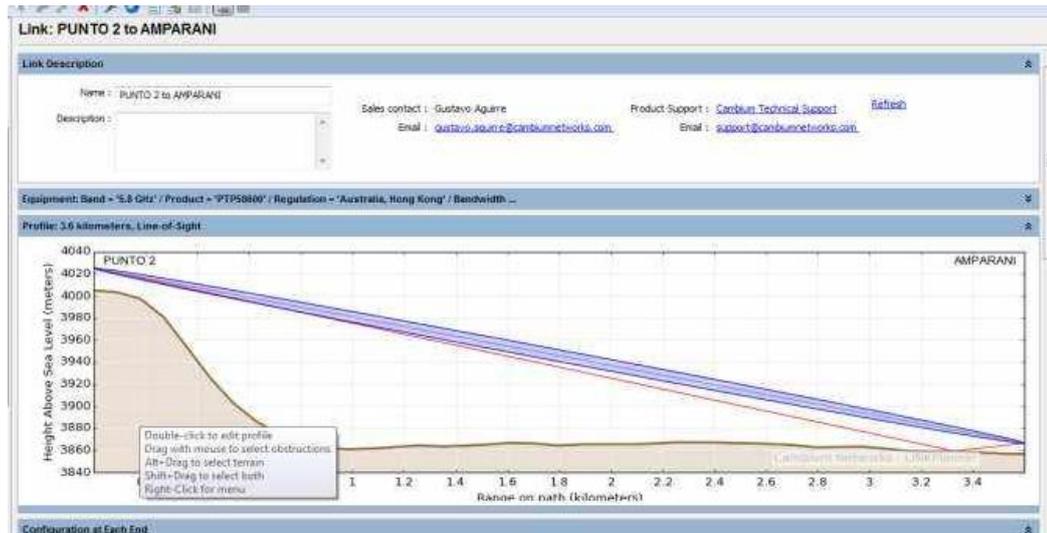
RADIO ENLACE ENTRE LAQUI Y CARUMAS



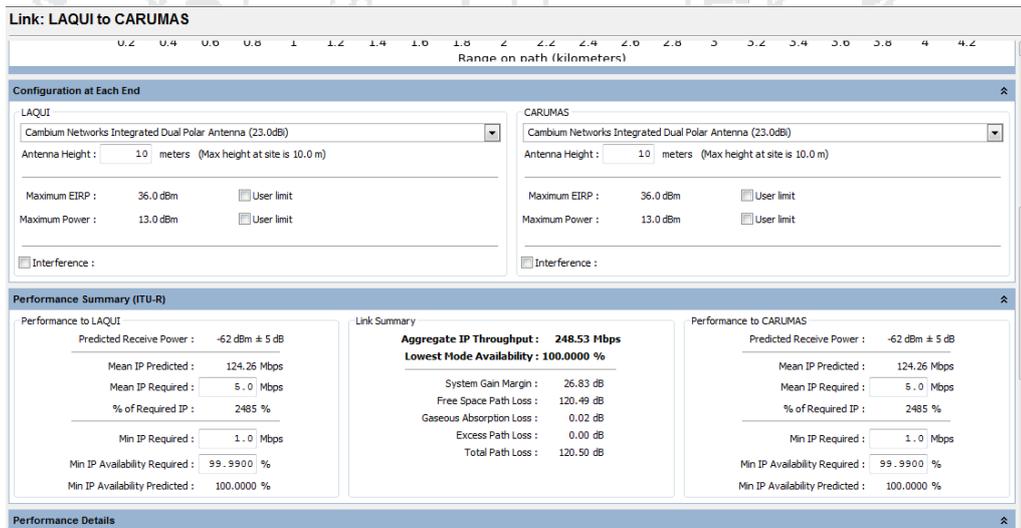
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO LAQUI - CARUMAS. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



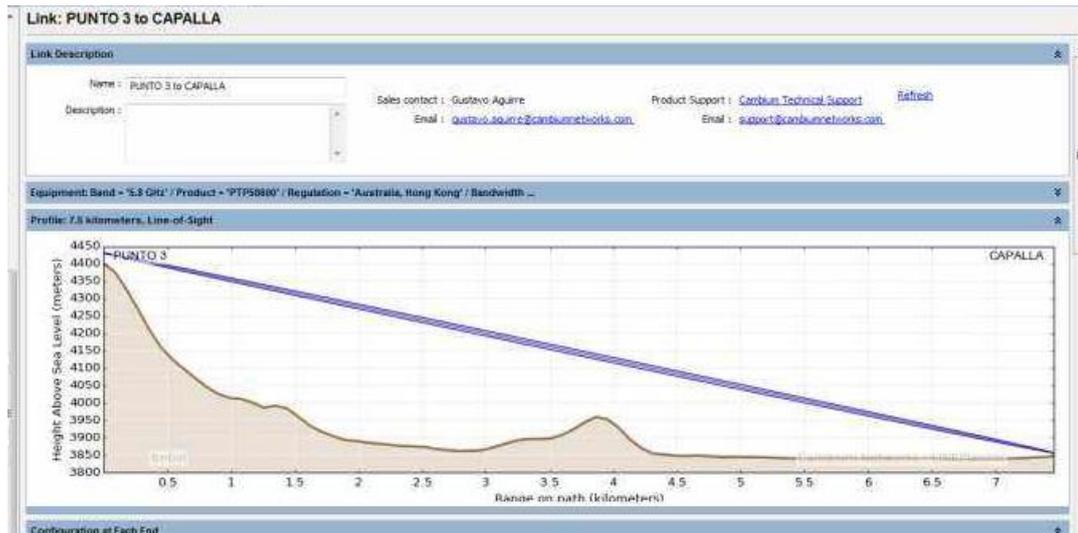
RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 2 Y AMPARANI, ENLACE (PPP)



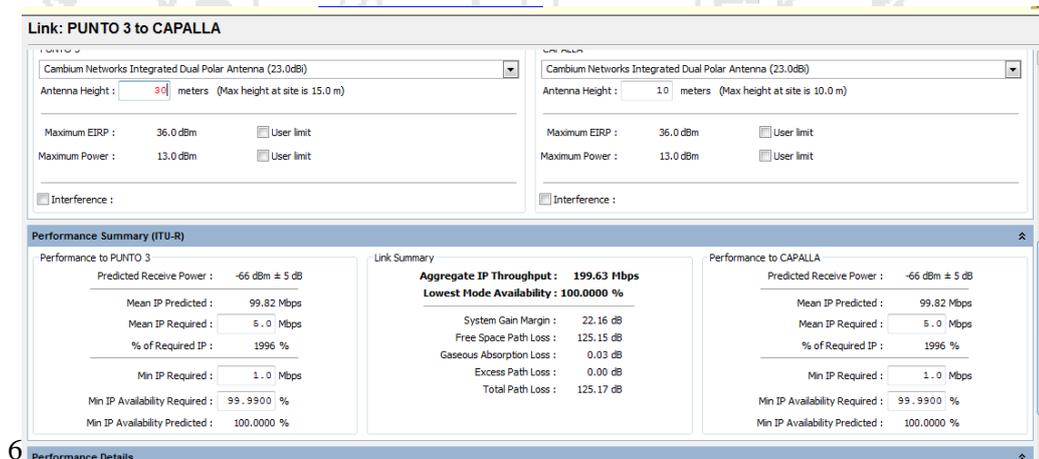
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO AMPARANI –REPETIDOR 2.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 3 Y CAPALLA



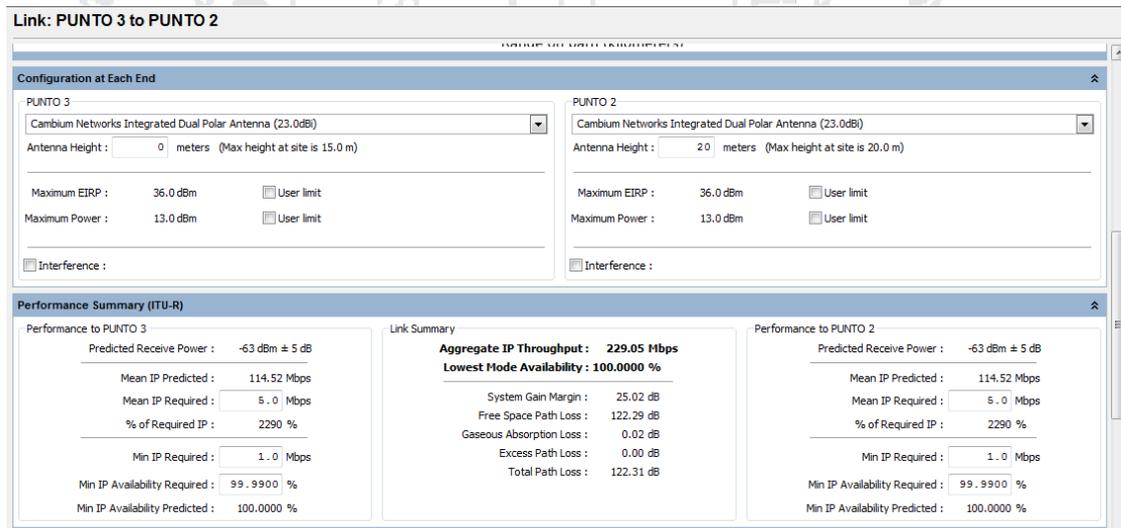
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO CAPALLA -REPETIDOR 3.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 3 Y REPETIDOR 2, ENLACE()



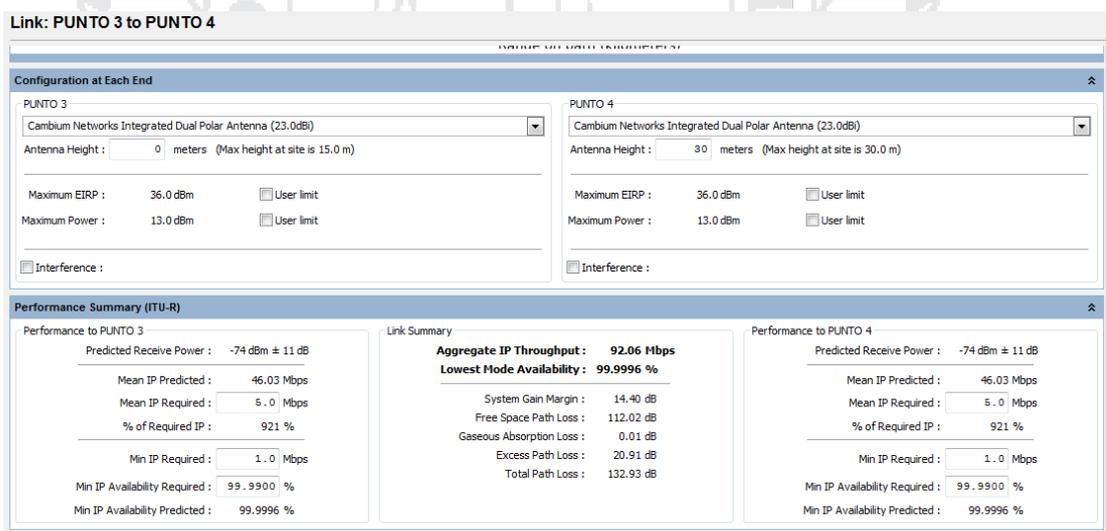
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO REPETIDOR 3 –REPETIDOR 2.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



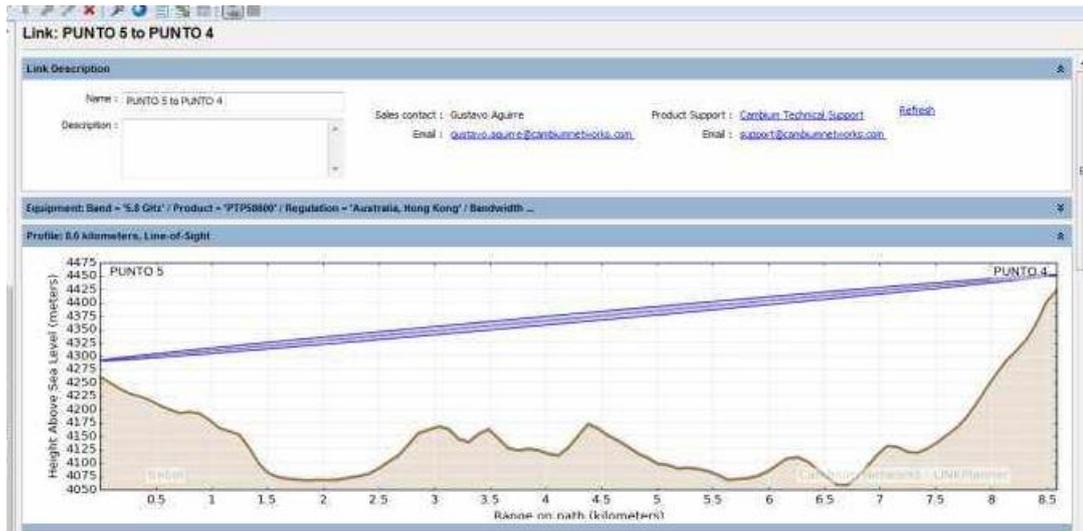
RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 3 Y REPETIDOR 4



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO REPETIDOR 3 Y REPETIDOR 4.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 5 Y REPETIDOR 4



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO REPETIDOR 5 –REPETIDOR 4.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

Link: PUNTO 5 to PUNTO 4

Configuration at Each End

PUNTO 5	PUNTO 4
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dB)	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dB)
Antenna Height : 30 meters (Max height at site is 30.0 m)	Antenna Height : 30 meters (Max height at site is 30.0 m)
Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
<input type="checkbox"/> Interference :	<input type="checkbox"/> Interference :

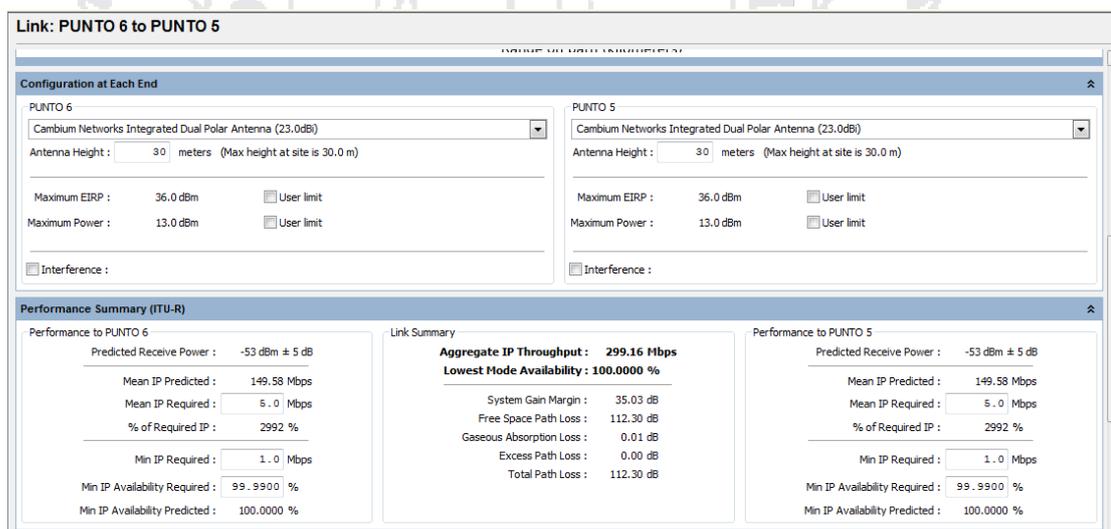
Performance Summary (ITU-R)

Performance to PUNTO 5	Link Summary	Performance to PUNTO 4
Predicted Receive Power : -67 dBm ± 5 dB	Aggregate IP Throughput : 187.71 Mbps	Predicted Receive Power : -67 dBm ± 5 dB
Mean IP Predicted : 93.85 Mbps	Lowest Mode Availability : 100.0000 %	Mean IP Predicted : 93.85 Mbps
Mean IP Required : 5.0 Mbps	System Gain Margin : 20.93 dB	Mean IP Required : 5.0 Mbps
% of Required IP : 1877 %	Free Space Path Loss : 126.37 dB	% of Required IP : 1877 %
Min IP Required : 1.0 Mbps	Gaseous Absorption Loss : 0.03 dB	Min IP Required : 1.0 Mbps
Min IP Availability Required : 99.9900 %	Excess Path Loss : 0.00 dB	Min IP Availability Required : 99.9900 %
Min IP Availability Predicted : 100.0000 %	Total Path Loss : 126.40 dB	Min IP Availability Predicted : 100.0000 %

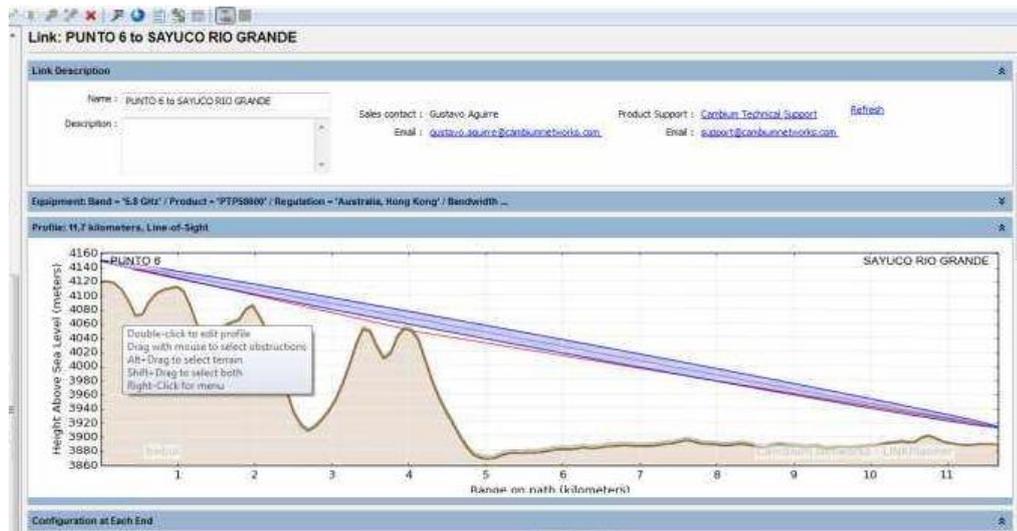
RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 6 Y REPETIDOR 5



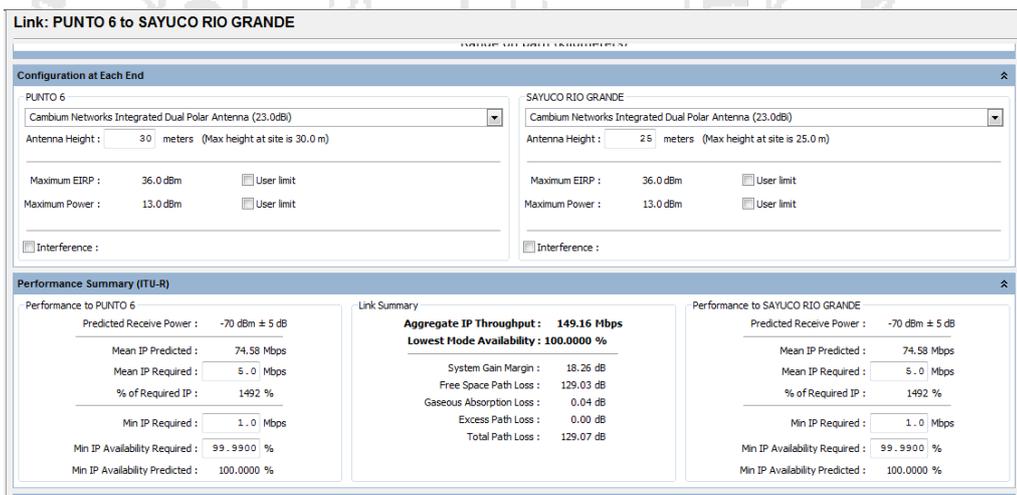
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO REPETIDOR 5 –REPETIDOR 6.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



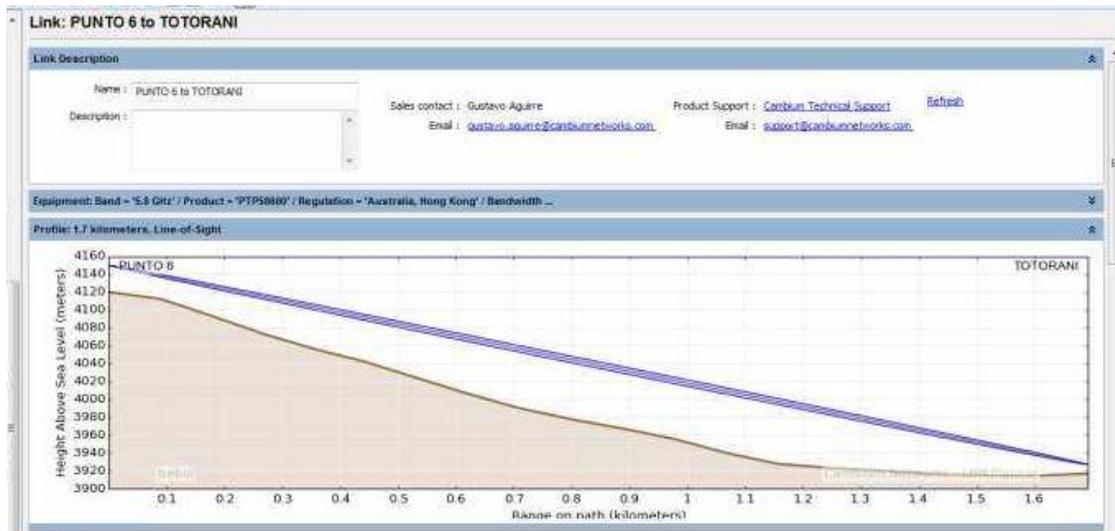
RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 6 Y SAYUCO RIO GRANDE



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO SAYUCO RIO GRANDE – REPETIDOR 6. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 6 Y TOTORANI



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO TOTORANI –REPETIDOR 6.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

Link: PUNTO 6 to TOTORANI

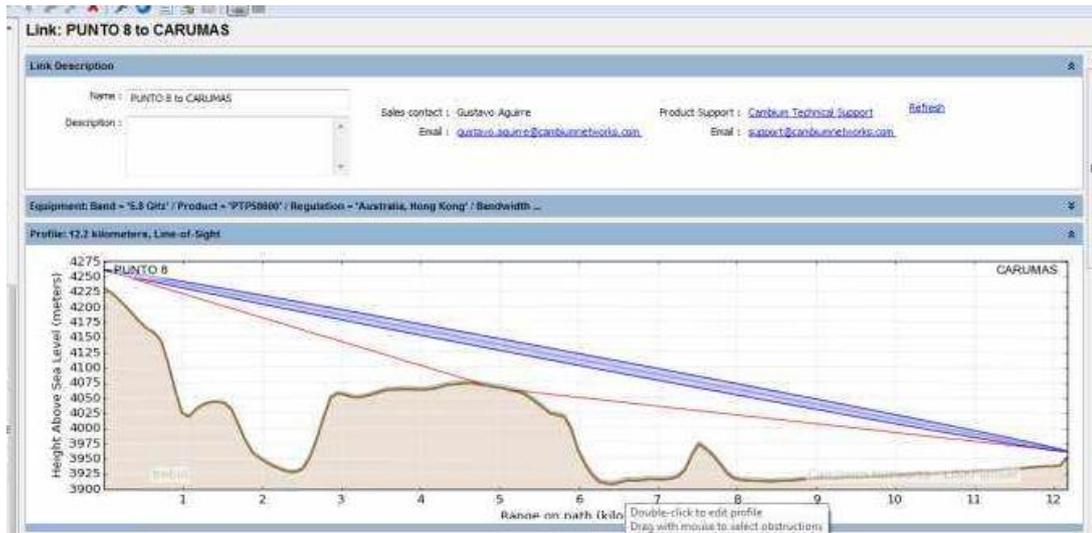
Configuration at Each End

PUNTO 6	TOTORANI
Antenna: Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)	Antenna: Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)
Antenna Height: 30 meters (Max height at site is 30.0 m)	Antenna Height: 10 meters (Max height at site is 15.0 m)
Maximum EIRP: 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum EIRP: 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
Maximum Power: 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum Power: 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
<input type="checkbox"/> Interference:	<input type="checkbox"/> Interference:

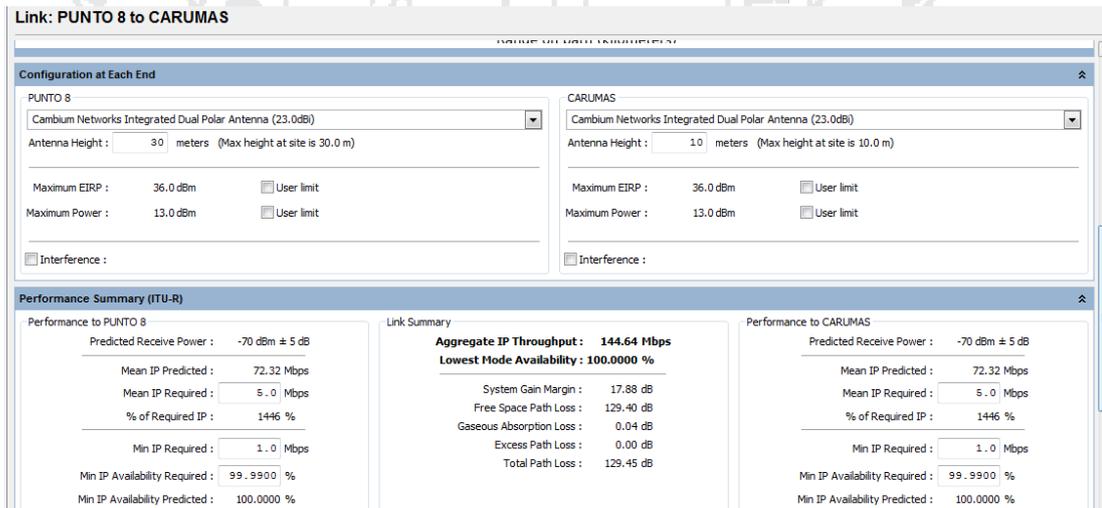
Performance Summary (ITU-R)

Performance to PUNTO 6	Link Summary	Performance to TOTORANI
Predicted Receive Power: -53 dBm ± 5 dB	Aggregate IP Throughput: 299.16 Mbps	Predicted Receive Power: -53 dBm ± 5 dB
Mean IP Predicted: 149.58 Mbps	Lowest Mode Availability: 100.0000 %	Mean IP Predicted: 149.58 Mbps
Mean IP Required: 5.0 Mbps	System Gain Margin: 35.06 dB	Mean IP Required: 5.0 Mbps
% of Required IP: 2992 %	Free Space Path Loss: 112.27 dB	% of Required IP: 2992 %
Min IP Required: 1.0 Mbps	Gaseous Absorption Loss: 0.01 dB	Min IP Required: 1.0 Mbps
Min IP Availability Required: 99.9900 %	Excess Path Loss: 0.00 dB	Min IP Availability Required: 99.9900 %
Min IP Availability Predicted: 100.0000 %	Total Path Loss: 112.27 dB	Min IP Availability Predicted: 100.0000 %

RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 8 – CARUMAS



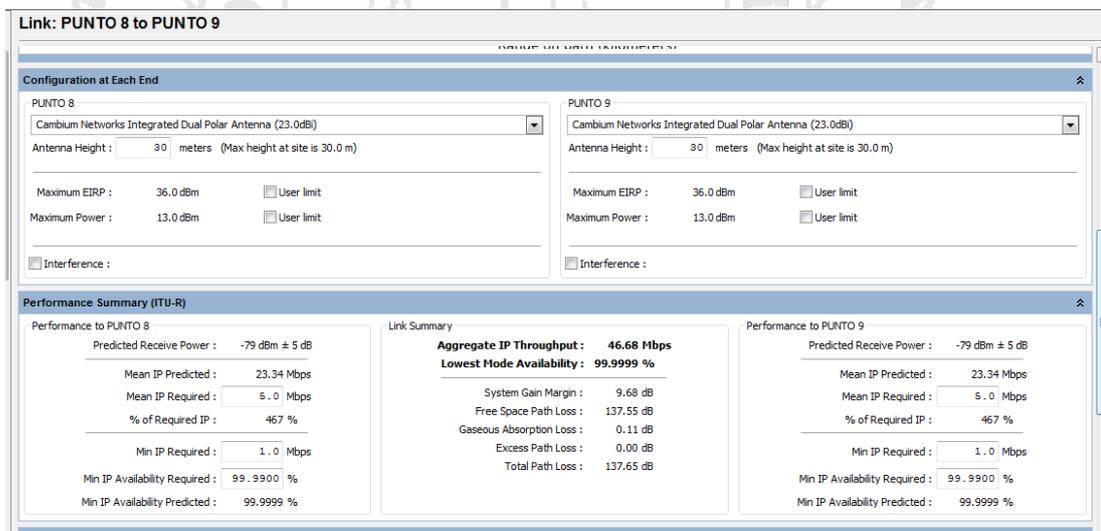
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO CARUMAS – REPETIDOR 8.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



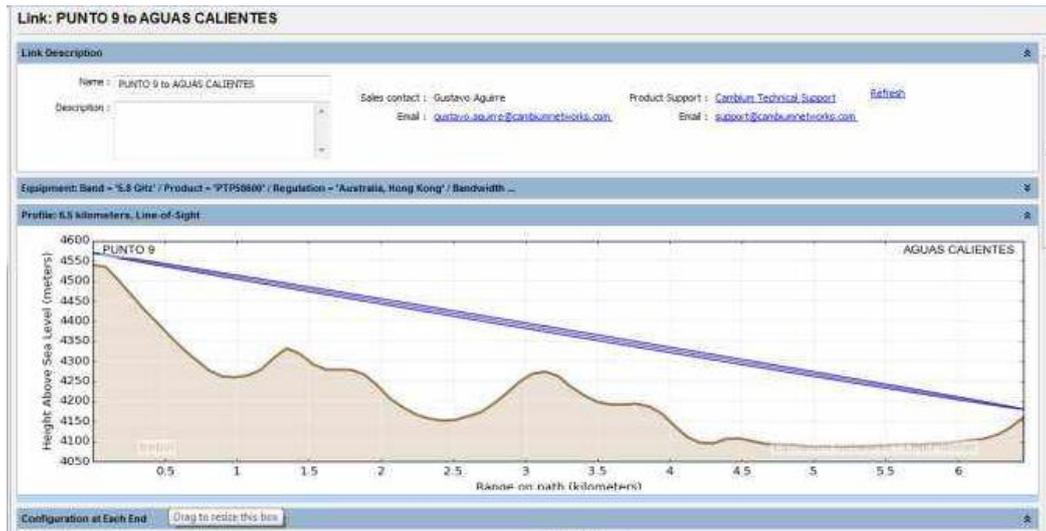
RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 8 Y REPETIDOR 9



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO REPETIDOR 8 –REPETIDOR 9.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE REPETIDOR 9 Y AGUAS CALIENTES, ENLACE (PPP)



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO AGUAS CALIENTES –REPETIDOR 9. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

Link: PUNTO 9 to AGUAS CALIENTES

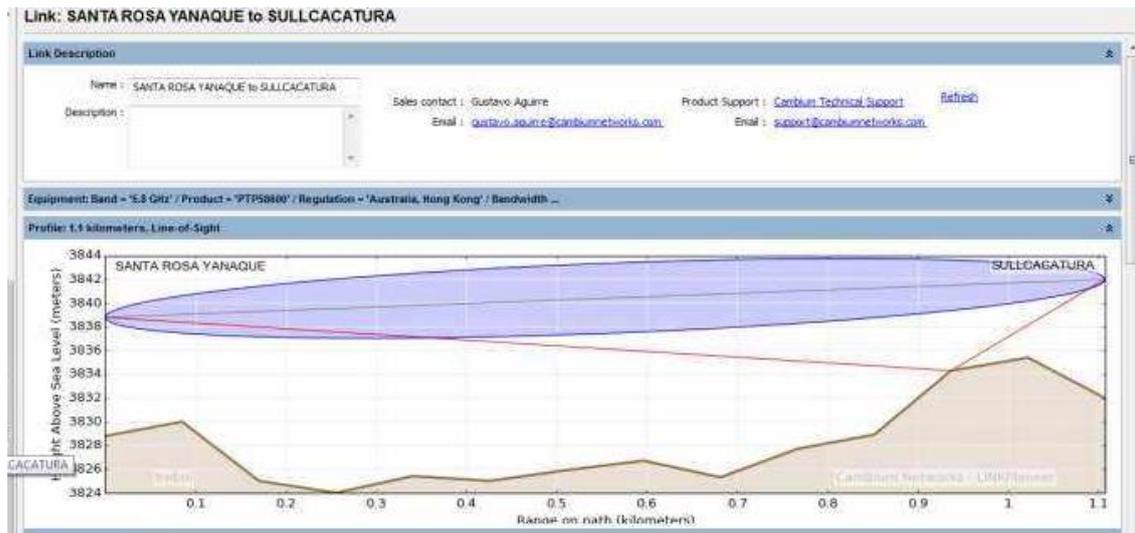
Configuration at Each End

PUNTO 9	AGUAS CALIENTES
Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dB)	Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dB)
Antenna Height : 30 meters (Max height at site is 30.0 m)	Antenna Height : 20 meters (Max height at site is 20.0 m)
Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum EIRP : 36.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit	Maximum Power : 13.0 dBm <input type="checkbox"/> User limit
<input type="checkbox"/> Interference :	<input type="checkbox"/> Interference :

Performance Summary (ITU-R)

Performance to PUNTO 9	Link Summary	Performance to AGUAS CALIENTES
Predicted Receive Power : -65 dBm ± 5 dB	Aggregate IP Throughput : 207.58 Mbps	Predicted Receive Power : -65 dBm ± 5 dB
Mean IP Predicted : 103.79 Mbps	Lowest Mode Availability : 100.0000 %	Mean IP Predicted : 103.79 Mbps
Mean IP Required : 5.0 Mbps	System Gain Margin : 23.42 dB	Mean IP Required : 5.0 Mbps
% of Required IP : 2076 %	Free Space Path Loss : 123.89 dB	% of Required IP : 2076 %
Min IP Required : 1.0 Mbps	Gaseous Absorption Loss : 0.02 dB	Min IP Required : 1.0 Mbps
Min IP Availability Required : 99.9900 %	Excess Path Loss : 0.00 dB	Min IP Availability Required : 99.9900 %
Min IP Availability Predicted : 100.0000 %	Total Path Loss : 123.91 dB	Min IP Availability Predicted : 100.0000 %

RADIO ENLACE ENTRESANTA ROSA YANAQUE – SULLCACATUR



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO SANTA ROSA DE YANAQUE - SULLCACATURA. RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

Link: SANTA ROSA YANAQUE to SULLCACATURA

Configuration at Each End

SANTA ROSA YANAQUE

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)

Antenna Height: 10 meters (Max height at site is 10.0 m)

Maximum EIRP: 36.0 dBm User limit

Maximum Power: 13.0 dBm User limit

Interference:

SULLCACATURA

Cambium Networks Integrated Dual Polar Antenna (23.0dBi)

Antenna Height: 10 meters (Max height at site is 25.0 m)

Maximum EIRP: 36.0 dBm User limit

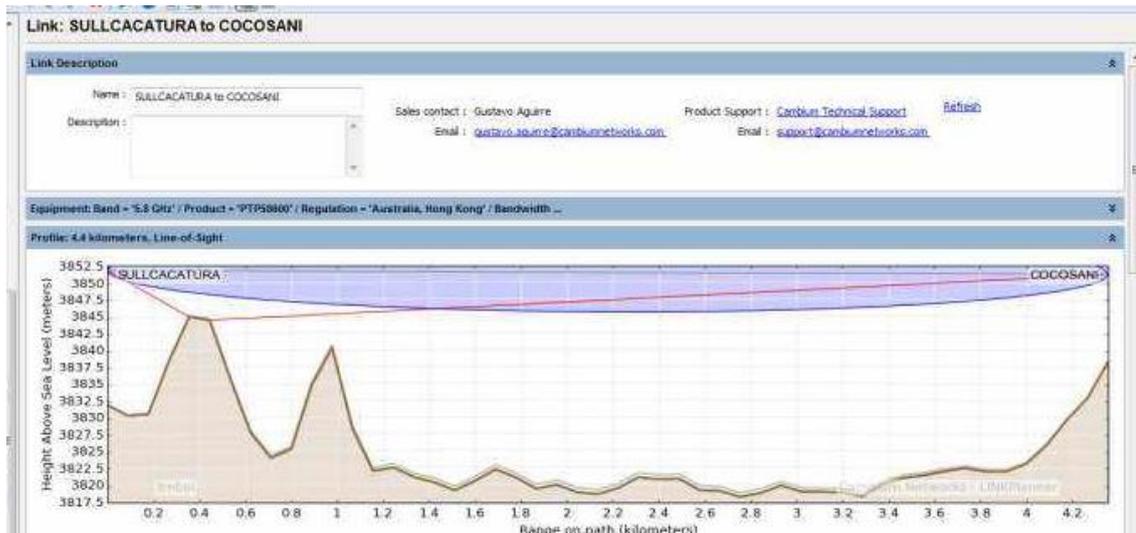
Maximum Power: 13.0 dBm User limit

Interference:

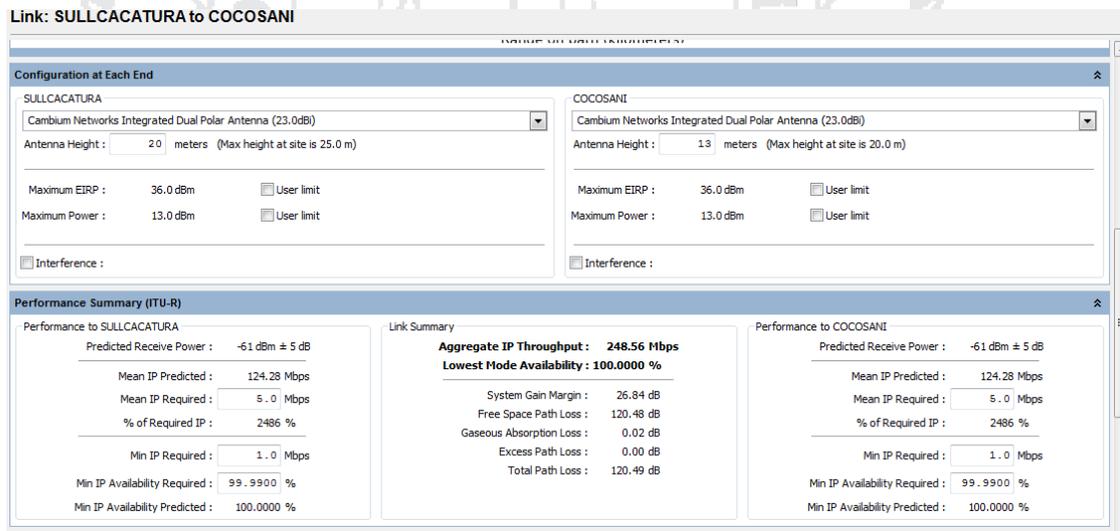
Performance Summary (ITU-R)

Performance to SANTA ROSA YANAQUE	Link Summary	Performance to SULLCACATURA
Predicted Receive Power: -50 dBm ± 5 dB	Aggregate IP Throughput: 299.17 Mbps	Predicted Receive Power: -50 dBm ± 5 dB
Mean IP Predicted: 149.58 Mbps	Lowest Mode Availability: 100.0000 %	Mean IP Predicted: 149.58 Mbps
Mean IP Required: 5.0 Mbps	System Gain Margin: 38.75 dB	Mean IP Required: 5.0 Mbps
% of Required IP: 2992 %	Free Space Path Loss: 108.58 dB	% of Required IP: 2992 %
Min IP Required: 1.0 Mbps	Gaseous Absorption Loss: 0.00 dB	Min IP Required: 1.0 Mbps
Min IP Availability Required: 99.9900 %	Excess Path Loss: 0.00 dB	Min IP Availability Required: 99.9900 %
Min IP Availability Predicted: 100.0000 %	Total Path Loss: 108.59 dB	Min IP Availability Predicted: 100.0000 %

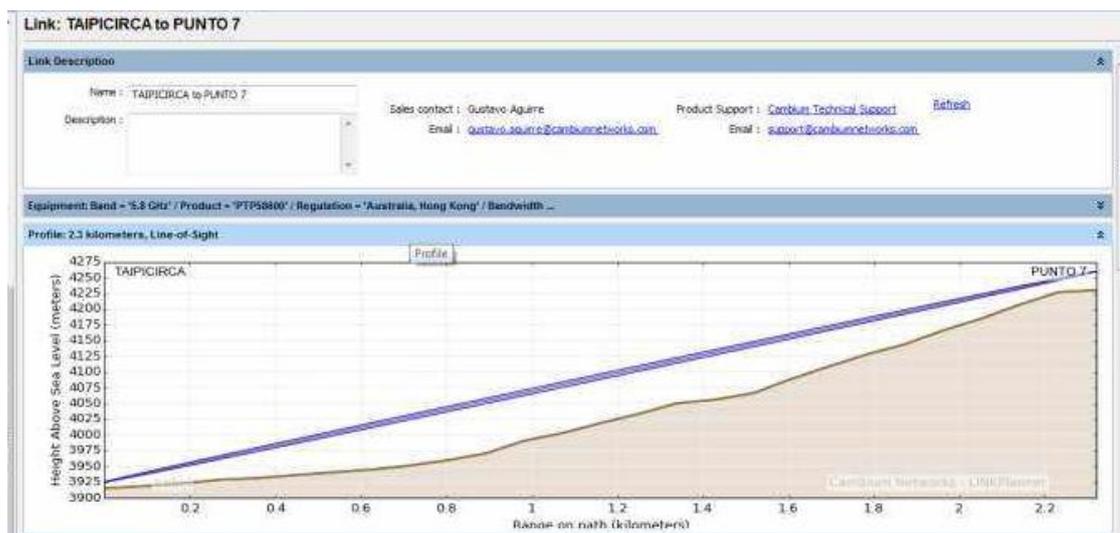
RADIO ENLACE ENTRE SULLCACATURA Y COCOSANI



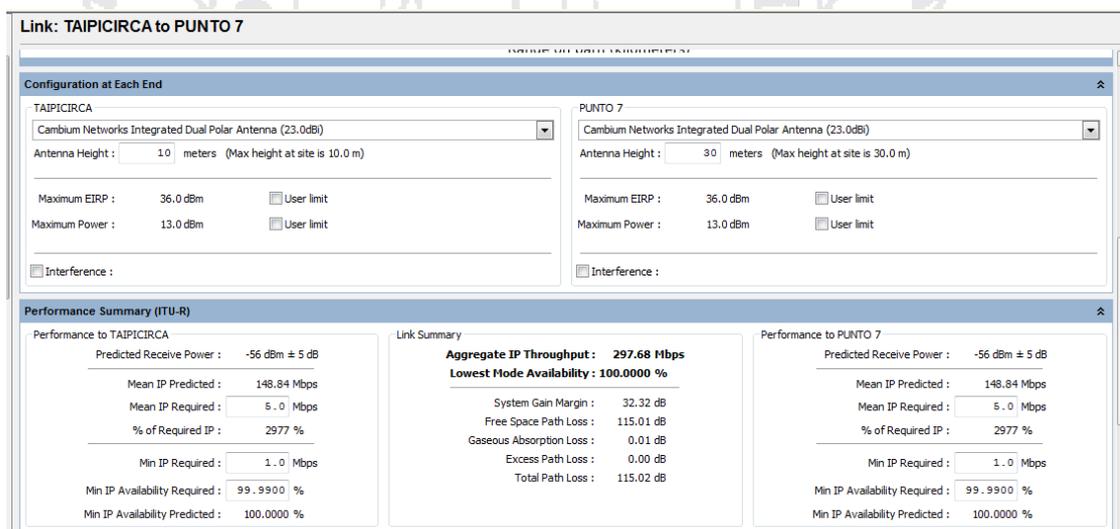
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO SULLCACATURA – COCOSANI.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



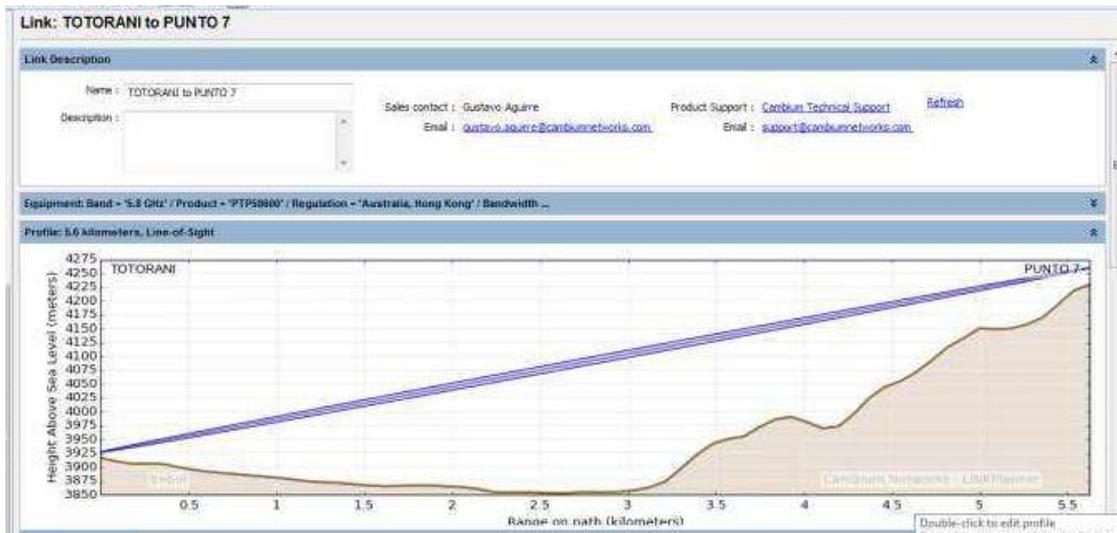
RADIO ENLACE ENTRE TAIPICIRCA Y REPETIDOR 7



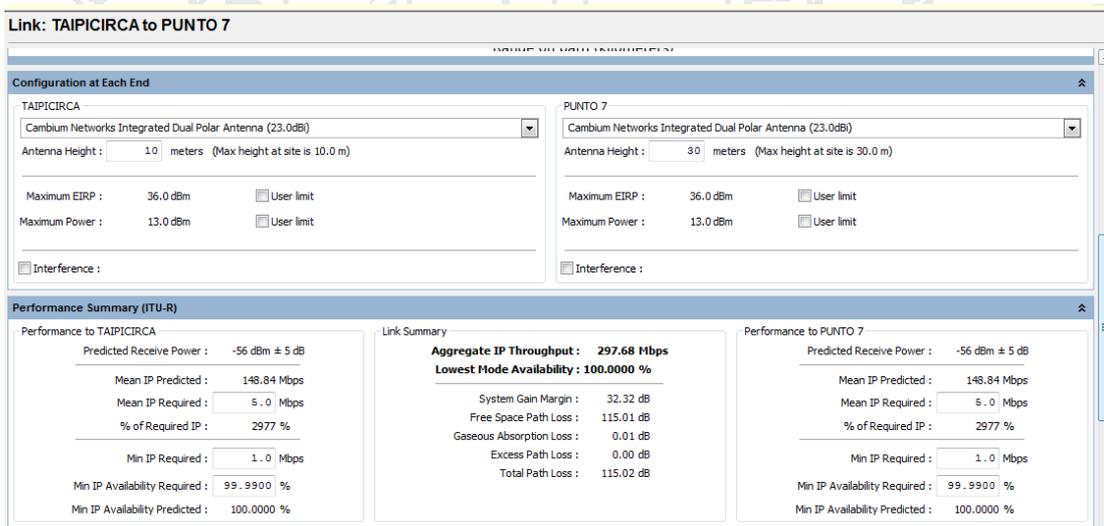
CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO TAIPICIRCA - REPETIDOR 7.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE TOTORANI Y REPETIDOR 7



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO TOTORANI - REPETIDOR 7.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)



RADIO ENLACE ENTRE TOTORANI Y REPETIDOR 8



CONFIGURACIONES DE CADA EXTREMO TOTORANI Y REPETIDOR 8.
RESUMEN DE DESEMPEÑO (ITU-R)

