

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y  
AMBIENTAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DE UN RADIOENLACE PARA SERVICIOS DE  
TELEMEDICINA ENTRE EL CENTRO DE SALUD DEL DISTRITO DE  
ACORA Y EL HOSPITAL REGIONAL DE PUNO “MANUEL NÚÑEZ  
BUTRÓN” EN LA PROVINCIA DE PUNO – REGIÓN PUNO”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para optar el Título Profesional de**

**INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**BUENDÍA LÁZARO, YENSI KARL**

Villa El Salvador

2016

## DEDICATORIA

- ❖ A mi madre, por todo el sacrificio y coraje que ha realizado para darme un mejor futuro.
- ❖ A mi padre, por ser un ejemplo de ser humano y apoyarme en todas mis decisiones.
- ❖ A mi tía Rene Buendía, por todos sus grandes consejos brindados que ayudaron en mi formación académica y humana.

Yensi Buendia

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco por sobre todo a Dios. A mi Madre por ser ejemplo de mujer y amiga, A mi padre por motivarme en la consecución de mis metas y a mi hermana Lizet por sus buenos consejos.

Un agradecimiento de manera especial al Ing. Bernardo Castro Pulcha por apoyarme mediante su conocimiento y experiencia a la culminación de este proyecto.

Yensi Buendía L.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCION</b> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>2</b>
1.1-Descripción de la realidad problemática. ....	2
1.2. Justificación del problema .....	3
1.3. Delimitación del proyecto .....	4
1.4. Formulación del problema.....	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General .....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación .....	6
2.2. Bases Teóricas .....	9
2.2.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA.....	9
2.2.2. Radio Enlaces (Sendin Escalona, 2011).....	11
Radioenlaces Analógicos.....	11
2.2.3. El Espectro Electromagnético (Mendiavila Morejon & Talavera villamarin, 2011).....	15
2.2.4. Espectro de Radiofrecuencia.....	16
2.2.5. Estaciones Repetidoras .....	18
2.2.6. Fenómenos asociados a La propagación de las Microondas .....	19
2.2.7. Antena Parabólica.....	21
2.3. Marco Conceptual .....	22
2.3.1. Categorías de los Establecimientos de Salud. ....	25
2.3.2 Establecimientos De Salud Diresa Puno .....	31
2.3.3. Causas de Morbilidad Según DIRESA- Puno.....	39
2.3.4. Servicios a brindar en el proyecto de telemedicina Acora-Puno. ..	42
<b>CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA</b> .....	<b>42</b>
3.1. DISEÑO DEL RADIOENLACE PARA SERVICIOS DE TELEMEDICINA .42	
3.1.1. Determinación de Anchos de banda de los servicios a brindar ....	42
3.1.2. Determinación del Ancho de Banda para Los Equipos de Telemedicina.....	45

3.1.3. Tablas de los Anchos de Bandas del Enlace de Telemedicina.....	48
3.1.4. Elección del Medio de Transmisión para el Proyecto Acora-Puno. ....	50
3.1.5. Cálculos Teóricos del Proyecto de telemedicina. ....	51
3.1.6. DISEÑO FÍSICO DE EQUIPAMIENTO DEL RADIO ENLACE .....	69
3.2. SIMULACIÓN DEL RADIOENLACE EMPLEANDO SOFTWARE RADIO MOBILE .....	72
3.2.1. Datos técnicos del Radioenlace.....	73
3.2.2. Determinación frontal de los perfiles de Transmisión, recepción y Repetidor .....	75
3.2.3. Determinación frontal de los perfiles, Tramo 1 y tramo 2 .....	75
3.3. RESULTADOS FINALES.....	78
3.3.1. Cálculos teóricos obtenidos del Radio enlace. ....	78
3.3.2. Valores y cuadros obtenidos mediante la simulación del Radio enlace Mediante Software Radio Mobile. ....	79
3.3.3. Comparación de los cálculos teóricos y de la simulación en Radio Mobile de las pérdidas por espacio libre en la trayectoria del Transmisión y recepción.....	81
CONCLUSIONES.....	82
RECOMENDACIONES.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS .....	87

## LISTADO DE FIGURAS

Pág.

<b>FIGURA 1: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS .....</b>	<b>3</b>
<b>FIGURA 2:</b>	
<b>DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES .....</b>	<b>10</b>
<b>FIGURA 3: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE RADIO DIGITAL.....</b>	<b>13</b>
<b>FIGURA 4:</b>	
<b>DIAGRAMA DE BLOQUES SIMPLIFICADO DE UN SISTEMA DIGITAL DE RADIO .....</b>	<b>14</b>
<b>FIGURA 5: EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.....</b>	<b>15</b>
<b>FIGURA 6: ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 7: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN REPETIDOR DE MICROONDAS .....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 8: HAZ PRINCIPAL Y LÓBULOS LATERALES DE UNA ANTENA PARABÓLICA .....</b>	<b>22</b>
<b>FIGURA 9:</b>	
<b>MAPA SATELITAL DEL HOSPITAL REGIONAL MANUEL NÚÑEZ BUTRÓN - PUNO .....</b>	<b>32</b>
<b>FIGURA 10: MAPA SATELITAL DEL DISTRITO Y EL CENTRO DE SALUD ACORA .....</b>	<b>34</b>
<b>FIGURA 11: MAPA SATELITAL DEL CENTRO DE SALUD ACORA .....</b>	<b>35</b>

<b>FIGURA 12: CENTRO DE SALUD ACORA- 2015 .....</b>	<b>36</b>
<b>FIGURA 13: DISTRITO DE ACORA VISIÓN SATELITAL .....</b>	<b>38</b>
<b>FIGURA 14: ZONA DE FRESNEL 1º TRAMO .....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 15: ZONA DE FRESNEL 2º TRAMO .....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA 16: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>FIGURA 17: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN DEL 1º TRAMO .....</b>	<b>65</b>
<b>FIGURA 18: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN DEL 2º TRAMO .....</b>	<b>67</b>
<b>FIGURA 19:</b>	
<b>PERFIL DE LAS ESTACIONES DE TRANSMISIÓN, RECEPCIÓN Y</b>	
<b>    REPETIDOR .....</b>	<b>73</b>
<b>FIGURA 20: VISUALIZACIÓN DEL ENLACE DESDE EL HOSPITAL</b>	
<b>    REGIONAL M.N.B .....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 21: VISIÓN SATELITAL DE LAS ESTACIONES DE TX/RX Y</b>	
<b>    REPETIDOR .....</b>	<b>74</b>
<b>FIGURA 22: PERFIL FRONTAL DE LAS ESTACIONES DE TX/RX Y</b>	
<b>    REPETIDOR .....</b>	<b>75</b>
<b>FIGURA 23: PERFIL TOPOGRÁFICO EN EL TRAMO N°1 .....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 24: SIMULACIÓN DEL TRAMO N°1 .....</b>	<b>76</b>
<b>FIGURA 25: PERFIL TOPOGRÁFICO EN EL TRAMO N°2 .....</b>	<b>77</b>
<b>FIGURA 26: SIMULACIÓN DEL TRAMO N°2 .....</b>	<b>78</b>
<b>FIGURA 27: DETALLES DEL ENLACE SOFTWARE RADIO MOBILE-</b>	
<b>    TRAMO N° 1 .....</b>	<b>80</b>
<b>FIGURA 28: DETALLES DEL ENLACE SOFTWARE RADIO MOBILE-</b>	
<b>    TRAMO N° 2. ....</b>	<b>80</b>

## LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: BANDAS NO LICENCIADAS EN EL PERÚ .....	18
Tabla 2: CATEGORÍAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD .....	25
Tabla 3: CATEGORÍAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EN EL PROYECTO .....	26
Tabla 4: ESTABLECIMIENTO DE SALUD TIPO I-4.....	27
Tabla 5: ESTABLECIMIENTO DE SALUD TIPO II-2.....	29
Tabla 6: CATEGORÍA DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DIRESA PUNO ..	31
Tabla 7: ESPECIALIDADES MÉDICAS HOSPITAL REGIONAL “MNB.....	33
TABLA 8: CENTRO DE SALUD DE ACORA .....	35
TABLA 9: DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO EN EL 2010 .....	39
TABLA 10: DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD EN MENORES DE 1 A 4 AÑOS EN LA REGIÓN PUNO .....	40
TABLA 11: RELACIÓN DEL ANCHO DE BANDA Y CALIDAD DE VIDEO .....	44
TABLA 12: ASPECTOS TÉCNICOS PARA AUDIO CONFERENCIA .....	45
TABLA 13: NAVEGACIÓN EN INTERNET .....	46
TABLA 14: ANCHO DE BANDA (BW) - PARA ACCESO A INTERNET (KBPS).....	48
TABLA 15: ANCHO DE BANDA PARA EQUIPOS DE TELEMEDICINA .....	49
TABLA 16: ANCHO DE BANDA PARA LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA.	49



<b>TABLA 17: ANCHO DE BANDA TOTAL PARA EL ENLACE DE TELEMEDICINA .....</b>	<b>49</b>
<b>TABLA 18: TASA DE TRANSMISIÓN SEGÚN ANCHO DE BANDA DE CANAL.....</b>	<b>50</b>
<b>TABLA 19: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS A ENLAZAR .....</b>	<b>52</b>
<b>TABLA 20: DATOS DEL SEGUNDO TRAMO DEL ENLACE .....</b>	<b>65</b>
<b>TABLA 21: DATOS DEL PRIMER TRAMO DEL ENLACE .....</b>	<b>67</b>
<b>TABLA 22: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS ESTACIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>TABLA 23: MUESTRA RESUMIDA DE LOS CÁLCULOS TEÓRICOS.....</b>	<b>78</b>
<b>TABLA 24: RELACIÓN ENTRE ANGULO AZIMUT Y ELEVACIÓN .....</b>	<b>79</b>
<b>TABLA 25: COMPARACIÓN DE DATOS OBTENIDOS CÁLCULOS Y RADIO MOBILE .....</b>	<b>81</b>

## INTRODUCCIÓN

Las telecomunicaciones han permitido que las ciencias médicas evolucionen paralelamente empleando tecnologías de información y comunicaciones para fines médicos, la unión de ambas se denomina Telemedicina.

Según el Organismo mundial de la Salud (OMS), define a la telemedicina como “ El suministro de servicios de atención sanitaria, en cuanto la distancia constituye un Factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención en salud y en actividades de investigación y de evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven”.

En las localidades rurales en forma particular en la zona sur del Perú se registran las temperaturas más bajas específicamente en Puno, siendo sus habitantes vulnerables a sufrir enfermedades respiratorias

El presente proyecto propone el diseño de un radioenlace de soporte para servicios de telemedicina entre el centro médico rural del distrito de Acora y el Hospital regional de Puno ubicado en la ciudad. Ambos pertenecientes a la misma provincia de Puno, con el fin de generar oportunidades de salud a la población

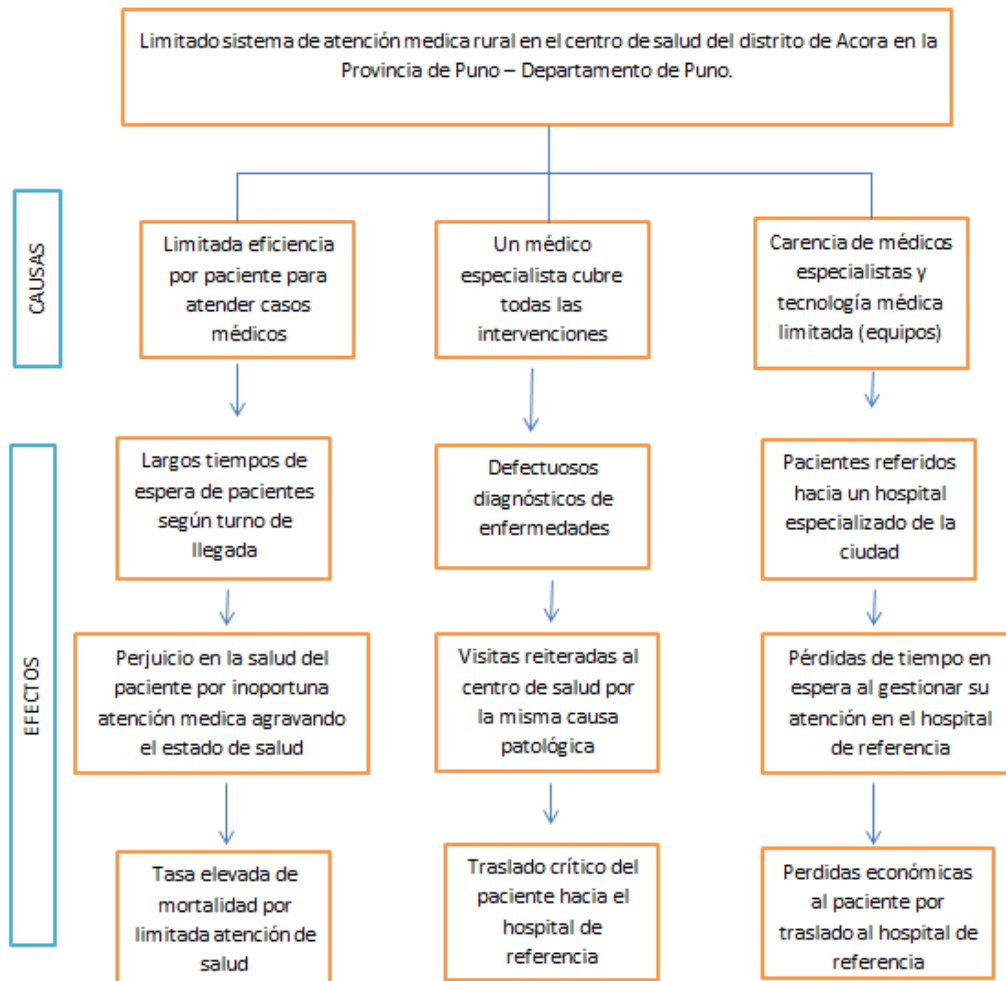
## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1-Descripción de la realidad problemática.**

los centros de salud particularmente en la zona sur rural del Perú, la lejanía de la ciudad juega en contra de la salud del poblador rural, pues en la ciudad es donde se aglomeran los especialistas médicos y las clínicas, centro de salud y hospitales, están mejor equipados tecnológicamente, En los centros médicos rurales los establecimientos carecen de especialistas en Salud y es donde toda la responsabilidad recae en un médico general el cual cubre todas las intervenciones del poblado rural, maximizando el tiempo de espera de pacientes en sala, sumado a ello la limitada tecnología médica agravando aún más el estado de salud del paciente.

El estudio de esta investigación busca mejorar el servicio de atención médica en el centro de salud del distrito de Acora Tipo I-4 elegida por ser cabecera de la Microred de Salud de Acora – provincia de Puno, departamento de Puno, empleando para ello el diseño de un radioenlace que servirá como transporte para llevar servicios de telemedicina entre el Centro de Salud Acora y el Hospital Regional de Puno Manuel Núñez butrón Tipo II-2 ubicado en la ciudad de Puno.

**FIGURA 1: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS**



Fuente: Elaboración propia

## 1.2. Justificación del problema

La presente investigación se centra en el caso de que existe la gran necesidad de optimizar la atención médica en el centro médico de distrito de Acora-provincia de Puno. Mediante la aplicación de la telemedicina para ello planteamos el diseño de un radio enlace para telemedicina que conectara hospital Regional Manuel Núñez

Butrón (Hospital de referencia) en la ciudad y el centro de salud rural ubicado en Acora en la misma provincia de Puno en el departamento de Puno.

### **1.3. Delimitación del proyecto**

#### **DELIMITACIÓN TEÓRICA**

Área: Telecomunicaciones

Aspecto: Radioenlace Microondas.

Delimitación Espacial: El proyecto cubre la región Puno Perú en el centro médico de Acora distrito de acora en la provincia de Puno y el hospital Regional de Puno Manuel Núñez Butrón Provincia de Puno en la región Puno-Perú.

Delimitación Temporal: El presente proyecto de investigación se realizó en el periodo comprendido entre Abril del 2015 y setiembre del 2015.

### **1.4. Formulación del problema**

¿Un sistema de comunicaciones con radioenlace microondas para dar soporte a servicios de telemedicina optimizara la atención médica en el centro de salud del distrito de Acora?

## **Problema Específico**

¿El análisis de las diversas tecnologías de comunicaciones servirá para la elección de la mejor alternativa a emplearse en el proyecto?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Optimizar la atención médica en el centro de salud del distrito de Acora provincia de Puno en el departamento de Puno mediante el diseño de un sistema de comunicaciones con radioenlace microondas para dar soporte a servicios de telemedicina.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- ✓ Analizar las diversas tecnologías de comunicaciones disponibles y elegir la mejor alternativa a utilizarse para el proyecto
- ✓ Definir las ubicaciones geográficas de las estaciones a enlazar y su perfil topográfico.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

- Se han Realizado trabajos similares a este proyecto de la cual mencionaremos los siguientes:

En la tesis: Frans Armando Galarza Canchucaja “Diseño de una red de telemedicina para monitoreo de pacientes en el distrito de Sicaya perteneciente a la ciudad de Huancayo” - Pontifica Universidad Católica del Perú: -Lima, 2011 (Galarza Canchucaja, 2011)

En dicha investigación el autor encuentra limitaciones en el servicio médico del distrito de Sicaya y se plantea una solución práctica a nivel salud empleando la tecnología de las telecomunicaciones, para la solución del limitado servicio de salud que vive la población de distrito de Sicaya en Junín empleando para ello un sistema de comunicación que enlazara con El hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo en la capital de Junín. Planteando para ello el diseño de un radioenlace para transporte de información médica como radiografías en formato JPG, informes en formato PDF, DOCX). También se diseña una red de voz mediante telefonía IP (VOIP) y sus características para su envío y recepción hacia el Hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo.

Se describe también la simulación de Radio enlace IP empleando software Radio Mobile y los respectivos cálculos teóricos

Y finalmente se detalla el presupuesto de los equipos de telemedicina al igual que el costo por servicio de internet a la banda ancha requerida para dicho transporte de información.

En la tesis “Diseño de un enlace de telemedicina para el hospital universitario san juan de dios del Quindío”- Carlos Eduardo Arcila Gómez y Marilyn Johanna Loaiza Osorio - Universidad Del Quindío- Colombia-2010 ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

En La investigación Se diseñó un enlace para servicio de telemedicina entre el Hospital san juan de Dios del Quindío en la ciudad de armería y el Hospital Universitario San Vicente de Paúl ubicado en la ciudad de Medellín.

Los autores escogieron el hospital universitario san Vicente de paúl fue elegido como matriz porque dicha institución presta servicios de salud de alta complejidad y posee equipamiento necesario para las especialidades de cardiología y dermatología, las cuales son las especialidades que se brindaran en el enlace de telemedicina, Luego se plantean cálculos teóricos del ancho de banda a transportar (imágenes, textos, correo electrónico, navegación en internet y video) para las modalidades de cardiología y dermatología respectivamente, y eligen la comunicación por medio de fibra óptica por la infraestructura ya establecida y distribuida entre ambas ciudades y a su vez los autores comparan los precios para alquiler de un canal dedicado de 4 Mbps (512 Kbps)

Entre un sistema de comunicaciones por fibra óptica y un Sistema de comunicación híbrido fibra-coaxial. Poniendo a disposición cual medio sería el más conveniente para futuros trabajos de realización del proyecto.



En la parte final se detallan el presupuesto de total en quipos a utilizar en ambas instituciones.

En la tesis “Sistema de comunicación para la transmisión de datos entre la matriz y las sucursales de la cooperativa de ahorro y crédito Financredit LTDA.”

planteada por Roberto Asdrúbal Segura Flores - Universidad Técnica De

Ambato- Julio 2012 - Ecuador (Segura Flores , Tesis “Sistema De Comunicación Para La Transmisión De Datos Entre La Matriz Y Las Sucursales De La Cooperativa De Ahorro Y Crédito Financredit Ltda. “ , 2012)

El autor hace unas comparaciones entre ambos sistemas de comunicación

inalámbrica escogiendo el radio enlace microondas de tecnología IP, debido a que reduce la interferencia entre la señal procesada y otras señales ajenas al sistema.

El sistema de radioenlace unirá La sede Financiera de Ambato a 2588 m.s.n.m y

la sede sucursal de Latacunga 2773,8 m.s.n.m. EL autor emplea un repetidor entre ambas distancias pues el cerro Llantatoma de 3338,6 m.s.n.m (obstáculo) bloquea

directamente la proyección de la línea de vista entre ambas sedes financieras

Para luego definir los parámetros de latitud, longitud y altura respectivamente..

Y Procediendo al diseño y cálculos teóricos evaluando la confiabilidad y

contrastándolos con los datos obtenidos en el software Radio Mobile

También se procede al diseño de una red de datos y la distribución de los equipos

de informática, se procede al diseño de una red privada virtual (VPN) y las

ventajas al usar una red VPN en cuestiones económicas reduciendo costos de

ancho de banda, a la vez que aumentan las velocidades de conexión al

aprovechar al máximo el internet. Y haciendo énfasis en la seguridad a través de

Seguridad IP cifrada o túneles VPN Secure Sockets Layer (SSL) y tecnologías de autenticación

la red conecta de manera segura sedes, oficinas y usuarios remotos por medio del acceso a internet empleando protocolos de túnel para el encapsulando y encriptado de la información para así resguardar la información financiera permitiendo solo el acceso a clientes autorizados.

Luego procede al diseño a la inclusión en dicha VPN de las sedes de Machachi y Francisco de Orellana (El coca) y finalmente incluye el presupuesto de Los equipos.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN ELECTRÓNICA**

Es la trasmisión, recepción y procesamiento de la información entre 2 o más localidades empleando para ello circuitos electrónicos.

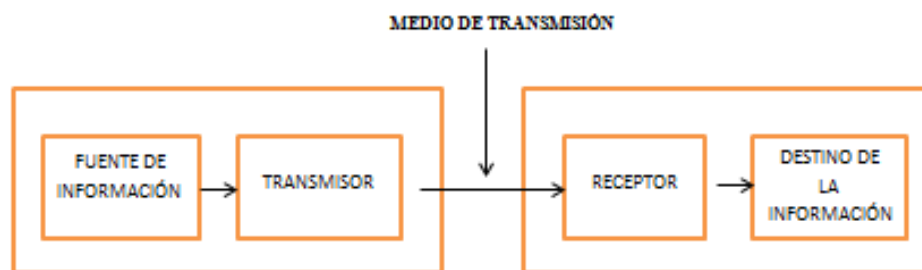
Los sistemas electrónicos modernos de comunicación incluyen los de cable metálico, por microondas y los satelitales, así como los sistemas de fibra óptica

La fig. 1 Muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema electrónico de comunicaciones, que comprende un transmisor, un medio de transmisión y un receptor. Un transmisor es un conjunto de uno o más dispositivos o circuitos electrónicos que convierte la información de la fuente original en una señal que se

presta más a su transmisión a través de determinado medio de transmisión. El medio de transmisión transporta las señales desde el transmisor hasta el receptor, y puede ser tan sencillo como un par de conductores de cobre que propaguen las señales en forma de flujo de corriente eléctrica. También se puede convertir la información a ondas electromagnéticas luminosas, propagarlas a través de cables de fibra óptica hechas de vidrio o de plástico, o bien se puede usar el espacio libre para transmitir ondas electromagnéticas de radio, a grandes distancias o sobre terreno donde sea difícil o costoso instalar un cable físico. Un receptor es un conjunto de dispositivos y circuitos electrónicos que acepta del medio de transmisión las señales transmitidas y las reconvierte a su forma original.

El objetivo de un sistema electrónico de comunicaciones es transferir información entre dos o más estaciones (TX-RX)

**FIGURA 2: DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES**



Fuente: Sistemas de Comunicación- Wayne Tomasi -4ta Edición.

### **2.2.2. Radio Enlaces** (Sendin Escalona, 2011)

Interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas, es decir, es el conjunto de equipos de transmisión y recepción necesarios para el envío vía radio de una señal de uno a otro nodo o centro de una red.

#### **Radioenlaces Analógicos** (Albornoz Martos, 2007)

Los radioenlaces Analógicos permiten la transmisión de cientos o miles de canales de voz, empleando técnicas convencionales de modulación FM y multicanalización por división de frecuencia (FDM). Las señales son moduladas en frecuencia más no en amplitud, lo cual las hace relativamente insensibles a sufrir de distorsión, debido al comportamiento no lineal de los amplificadores de microondas, pudiendo ser procesadas por amplificadores no lineales sin inconvenientes.

En un sistema de transmisión analógica FDM/FM el espectro de la banda base está compuesto por un cierto número de canales telefónicos dispuestos uno al lado del otro; cada canal posee un ancho de banda de 4 kHz.

Aunque la capacidad de un radioenlace analógico está especificada

En términos del número de canales telefónicos que este puede manejar, ello no quiere decir que no puedan incluirse en la banda base otros tipos de información tales como video o datos. Así, por ejemplo, un sistema de alta capacidad puede utilizarse para transmitir un canal de TV con calidad NTSC (el cual ocupa un ancho de banda de 6 MHz)

## **Radioenlace Digital** (Albornoz Martos, 2007)

Los sistemas de Transmisión digital desarrollados en la actualidad hacen posible la transmisión de cientos o miles de canales digitales de voz, video y datos, los cuales son multicanalizados empleando técnicas de división de tiempo (TDM).

A pesar que el equipo de transmisión digital es similar al transmisor analógico

Difieren en la etapa moduladora y la demoduladora.

A diferencia de lo que ocurre en un sistema analógico, el papel del modulador es modificar simultáneamente la amplitud y la fase de la portadora de IF (típicamente de 70 o 140 MHz) en función de la secuencia de bits proveniente

Del filtro pasabajos. Los esquemas de modulación comúnmente empleados son del tipo de modulación de amplitud en cuadratura (QAM, Quadrature Amplitude Modulation), lo cual permite aprovechar más eficientemente

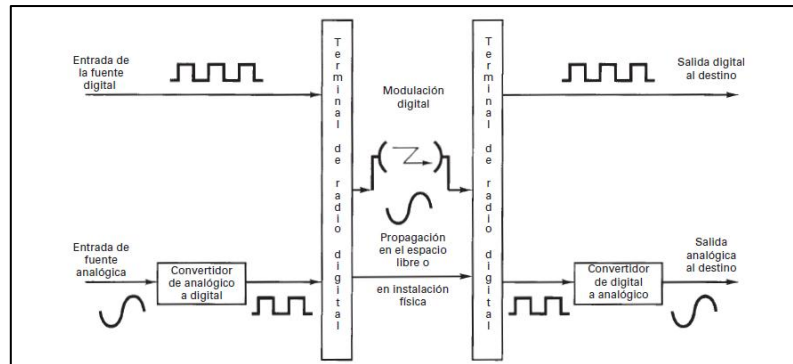
El ancho de banda del canal de microondas.

Las principales ventajas de la transmisión digital con respecto a la transmisión analógica son:

- Menor tolerancia al ruido: El proceso de regeneración de la señal binaria en cada estación repetidora produce una copia idéntica de la señal original por tanto no se produce una acumulación del ruido como la que se da en un sistema de transmisión analógico
- El flujo de bits es independiente de la naturaleza de la información transmitida (audio, video y datos), por lo cual el procesamiento de la señal es más sencillo.
- la capacidad del enlace se incrementa utilizando técnicas de compresión

Y pueden ser aplicadas cuando la información está en formato digital  
ejemplo: ZIP, MPEG, MP3, ETC.

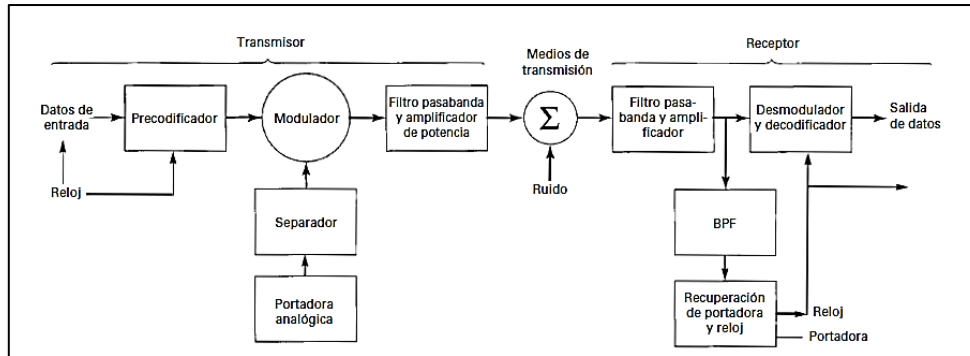
**FIGURA 3: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN SISTEMA DE RADIO DIGITAL**



**Fuente:** (Tomasi, 2003)

En la figura se muestra que en un sistema digital de radio, la señal moduladora de entrada y la señal desmodulada de salida son pulsos digitales. Éstos se podrían originar en un sistema digital de transmisión, o en la fuente original digital, como puede ser una computadora central, o bien estar en la codificación binaria de una señal analógica.

**FIGURA 4: DIAGRAMA DE BLOQUES SIMPLIFICADO DE UN SISTEMA DIGITAL DE RADIO**



**Fuente:** (Tomasi, 2003)

En la figura se muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema digital de radio. En el transmisor, el precodificador hace la conversión de nivel, y a continuación codifica, o agrupa, los datos que llegan en una palabra de control que modula a la portadora analógica. La portadora modulada se conforma (se filtra), se amplifica y a continuación se transmite por el medio de transmisión hasta el receptor. En el receptor, la señal de entrada se filtra, amplifica y se aplica a continuación al circuito demodulador, que reproduce la información de la fuente original. Los Circuitos de reloj y de recuperación de portadora eliminan la información de la portadora y del reloj de sincronización de la señal modulada que entra.

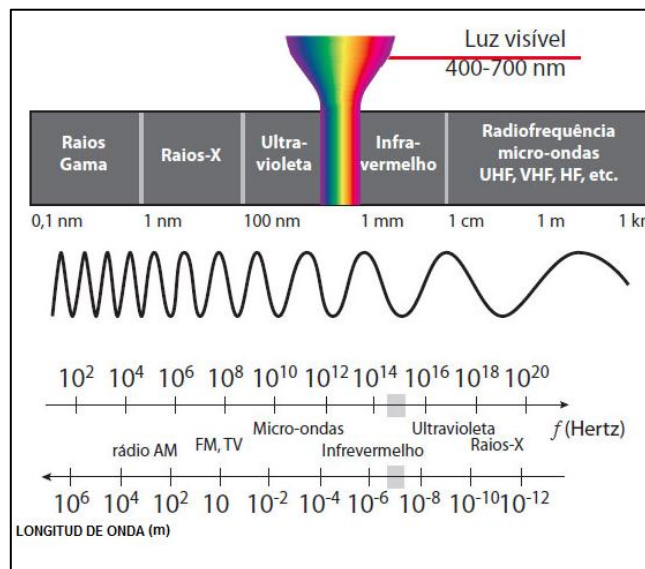
### 2.2.3. El Espectro Electromagnético (Mendiavila Morejon & Talavera villamarin, 2011)

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

Cuando los electrones se mueven crean ondas electromagnéticas que se pueden propagar por el espacio libre (aun en el vacío).

El espectro electromagnético se extiende desde la radiación de menor longitud de onda (rayos gamma,  $\gamma$  y rayos X), pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como son las ondas de radio.

**FIGURA 5: EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO**



Fuente: (informativo, 2012)



## 2.2.4. Espectro de Radiofrecuencia (Mendiavila Morejon & Talavera villamarin, 2011)

El espectro de Radiofrecuencia o RF, es el subconjunto de ondas electromagnéticas q sirven de soporte para brindar servicios de telecomunicaciones su rango de frecuencias se encuentra entre los 3Khz a los 300 GHz.

El espectro de radiofrecuencia es la porción menos energética del espectro electromagnético

**FIGURA 6: ESPECTRO DE RADIOFRECUENCIA**

Frecuencias	Designación	Servicios Típicos
3 – 30 KHz	VLF (Muy baja frecuencia)	Navegación, sonar
30 – 300 KHz	LF (Baja frecuencia)	Radio Guía, ayudas a la navegación
0.3 – 3 MHz	MF (Media frecuencia)	Radiodifusión AM, Servicios Marítimos
3 – 30 MHz	HF (Alta frecuencia)	Telefonía, telégrafo, banda ciudadana, comunicaciones mar – tierra y mar - aire
30 – 300 MHz	VHF (Muy alta frecuencia)	Televisión, Radiodifusión FM, control tráfico aéreo, ayudas a la navegación
0.3 – 3 GHz	UHF (Ultra alta frecuencia)	Televisión, hornos domésticos, comunicaciones satélite, radares de vigilancia
3 – 30 GHz	SHF (Súper alta frecuencia)	Radares embarcados, de policía, de aeropuertos, comunicaciones vía satélite, radioenlaces, televisión por cable
30 – 300 GHz	EHF (Extremadamente alta frecuencia)	Radar, localización de misiles

Fuente: (Microondas, 2012)

## SEÑALES MICROONDAS

Porción del espectro electromagnético que cubre las frecuencias entre 3GHz y 300GHz, que corresponde a la longitud de la onda vacía entre 10 cm y 1mm

En la práctica son ondas del orden de 1GHz a 12GHz. La

## **Políticas del Espectro Electromagnético**

### ❖ BANDAS DE FRECUENCIAS (Cisneros Lora, 2013)

Existen acuerdos nacionales e internacionales acerca de la utilización de frecuencias. Los gobiernos nacionales asignan espectros de frecuencia como por ejemplo: Para la radio AM, FM, la televisión y teléfonos móviles, etc.

Según la utilización de las bandas de frecuencia, se pueden dividir en 2 tipos:

Bandas licenciadas:

Son aquellas en las cuales se requiere un permiso para la utilización, operación, instalación de parte del ente regulador de telecomunicaciones. Por ejemplo, las redes móviles usan bandas licenciadas.

Bandas no licenciadas:

Son aquellas en las cuales se permite la operación de dispositivos de comunicaciones sin la necesidad de una autorización de parte del ente regulador para su utilización. En el Perú, tenemos las siguientes bandas no licenciadas:

**Tabla 1: BANDAS NO LICENCIADAS EN EL PERÚ**

Bandas no licenciadas.
2400-2483.5 MHz
5100-5250
5250-5350
5470-5725
5725-5850

**Fuente:** (comunicaciones, 2005)

### Bandas de frecuencias ISM

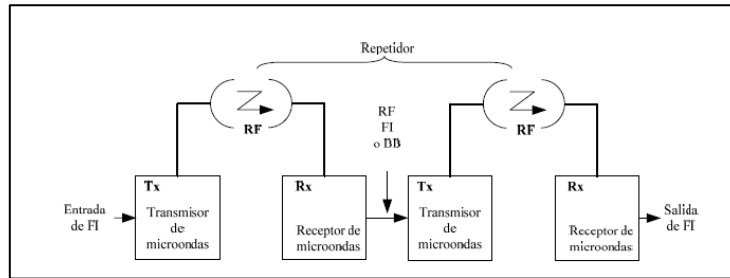
Los gobiernos apartan algunas bandas de frecuencia llamadas ISM (industriales, médicas y científicas) que son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial en dichas áreas.

NOTA: Las bandas de frecuencias ISM incluyen las bandas no licenciadas más las frecuencias que de 902 MHz – 928 MHz.

### **2.2.5. Estaciones Repetidoras**

Es una estación retransmisora de señales electromagnéticas provenientes de una estación transmisora hacia una estación Receptora.

**FIGURA 7: DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN REPETIDOR DE MICROONDAS**



Fuente: (Mendiavila Morejon & Talavera villamarin, 2011)

Los repetidores pueden ser:

Activos: Son instalaciones constituidas generalmente por un espacio para albergar equipos de radio, baterías, rectificadores y una torre donde se colocaran las antenas y se extenderán las guías de onda. Los repetidores Activos cuentan con alimentación eléctrica.

Pasivos: Son reflectores de señal que actúan como espejos de las ondas que inciden sobre ellos y direccional la señal hacia la estación receptora.

Tipos de Repetidores pasivos:

Reflectores planos: Emplea la propiedad de reflexión de la señal, constituidos por una superficie plana sobre la que incide la señal enviada por la estación transmisora y sigue su camino hacia la estación receptora.

## 2.2.6. Fenómenos asociados a La propagación de las Microondas

(Mendiavila Morejon & Talavera villamarin, 2011)

Las señales de microondas utilizadas en un radioenlace se propagan a través de la parte baja de la atmósfera, en la vecindad de la superficie terrestre.

La presencia de la superficie terrestre y de la atmósfera afecta a la propagación de las señales de microondas a través de los mecanismos de difracción, reflexión, refracción, absorción y dispersión.

- **Absorción:** Se da cuando una onda electromagnética que se propaga a través de la atmósfera terrestre, transfiere su energía a los átomos y moléculas atmosféricas. Una vez absorbida, la energía se pierde para siempre y causa atenuación en las intensidades de voltaje y campo magnético.
- **Reflexión:** La reflexión electromagnética se presenta cuando una onda incidente choca con una frontera entre dos medios, y algo o toda la potencia incidente no entra al segundo material. Las ondas que no entran al segundo medio se reflejan
- **Difracción:** Se define como la modulación o redistribución de la energía dentro de un frente de onda, al pasar cerca de la orilla de un objeto opaco
- **Dispersión:** Es el fenómeno de separación de las ondas de distinta frecuencia al atravesar un material y consiste en la redirección de la onda de energía entrante en direcciones diferentes a la deseada, ejemplo: cuando la onda incide sobre un particular de determinado tamaño y composición.

- Refracción: Es el cambio de dirección de un rayo al pasar en dirección en proyección oblicua de un medio a otro con distinta velocidad de propagación.

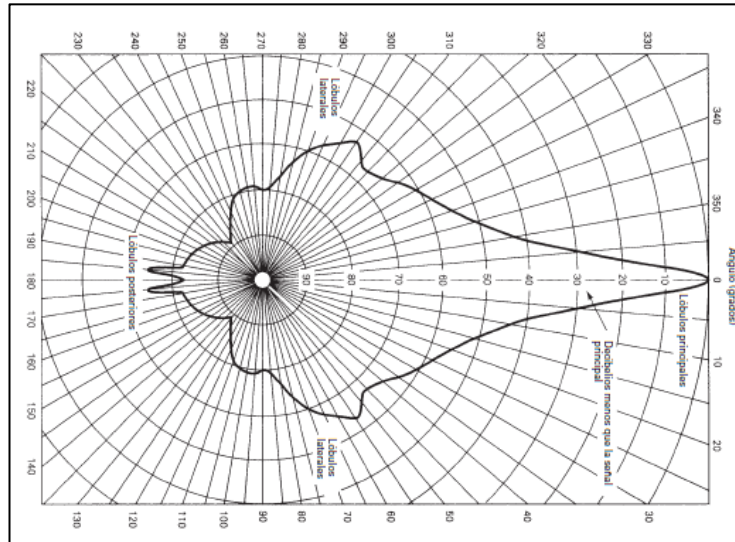
### **2.2.7. Antena Parabólica** (Tomasi, 2003)

Son antenas muy direccionales (de alta ganancia) se usan con los sistemas de microondas de punto a punto, o entre puntos fijos. Al enfocar la energía radioeléctrica en un haz angosto que se pueda dirigir hacia la antena receptora, la antena transmisora puede aumentar varios órdenes de magnitud la potencia efectiva irradiada, respecto a una antena no direccional.

Las antenas de reflector parabólico proporcionan ganancias y directividad extremadamente alta, y son muy usadas en los enlaces de comunicaciones por radio y satélite. Una antena parabólica consiste en dos partes principales: un reflector parabólico y el elemento activo, llamado mecanismo de alimentación.

Su valor de Ganancia se encuentra en el rango de 21 a 30 dBi

**FIGURA 8: HAZ PRINCIPAL Y LÓBULOS LATERALES DE UNA ANTENA PARABÓLICA**



**Fuente:** (Tomasi, 2003)

### 2.3. Marco Conceptual

Radio enlace: interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas, empleando para ello equipos de transmisión y recepción para hacer posible la comunicación.

Ganancia: Magnitud que expresa la relación entre la amplitud de una señal de salida respecto a la señal de entrada, su unidad es el belio.

Ruido: Perturbación eléctrica que sufre la señal deseada.

Ondas: Perturbación o variación que transfiere energía progresivamente de un punto a otro a través de un medio.

DICOM: Es el estándar reconocido mundialmente para el intercambio de pruebas médicas, pensado para su manejo, visualización, almacenamiento, impresión y transmisión. DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine.)

HL7: Proporciona estándares para el intercambio de datos clínicos e información de expedientes técnicos. HL7 (Health Level Seven).

Nivel de Complejidad: Es el grado de diferenciación y desarrollo de los servicios de salud, alcanzado merced a la especialización y tecnificación de sus recursos.

Unidad Productora de Servicios de Salud: Es la unidad básica de la oferta constituida por el conjunto de recursos humanos, físicos y tecnológicos.

Parto Eutócico: Parto que se desarrolla con total normalidad, por las vías naturales y sin exigir intervención instrumental.

Patología Clínica (Laboratorio): Área funcional de apoyo al diagnóstico en el que se toma, recibe, procesa, emite y valida resultados de los exámenes o ensayos de sangre y fluidos corporales previamente establecidos según su nivel de complejidad.

Unidad de Cuidados Intensivos: Área funcional organizada para brindar atención médica y de enfermería permanente a pacientes críticos con riesgo potencial de muerte y con posibilidades de recuperación parcial y total

Bandas ISM: "Industrial, Scientific and Medical" – bandas reservadas internacionalmente para fines industriales, médicos y científicos.



Consulta externa: Área funcional dedicada a la atención integral especializada y ambulatoria de los usuarios mediante actividades de promoción, prevención, Protección, recuperación y rehabilitación de problemas de salud.

Emergencia: Área funcional organizada para la atención y tratamiento inmediato y Permanente de emergencias y/o su referencia a otro establecimiento de Salud según corresponda.

Hospitalización: Área funcional destinada a brindar hospitalización en camas diferenciadas

Por sexo, edad y/o especialidades de Medicina, Pediatría, Gineco-Obstetricia, Cirugía y otras para recibir manejo médico y/o quirúrgico.

Epidemiología: Área funcional, donde se realizan las actividades concernientes a la vigilancia epidemiológica hospitalaria.

Centro Quirúrgico: Área funcional organizada para la realización de intervenciones quirúrgicas

Centro Obstétrico: Área funcional organizada para la monitorización y atención del parto y de la atención inmediata del recién nacido

Farmacia: Área organizada para la dispensación y almacenamiento de Medicamentos e insumos de acuerdo a la complejidad del establecimiento

Patología Clínica: (Laboratorio Clínico)

Área funcional donde se realiza la toma, recepción, procesamiento o envío de las muestras de sangre o fluidos corporales y emisión de resultados de los exámenes o ensayos del paquete básico correspondiente al Laboratorio Local.

### 2.3.1. Categorías de los Establecimientos de Salud.

Los establecimientos de Salud se dividen en categorías, según el nivel de complejidad de servicio de Salud.

**Tabla 2: CATEGORÍAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD**

PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN		Categoría I – 1
		Categoría I – 2
		Categoría I – 3
		Categoría I – 4
SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN	Establecimientos de salud de Atención General	Categoría II – 1
	Establecimientos de Salud de Atención Especializada	Categoría II – 2
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN	Establecimiento de salud de Atención General	Categoría II – E
	Establecimiento de salud de Atención Especializada	Categoría III – 1
		Categoría III-E
		Categoría III-2

Fuente: (Puno, 2004)

**Tabla 3: CATEGORÍAS DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD EN EL PROYECTO**

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	CATEGORIAS
CENTRO DE SALUD DE ACORA	TIPO I-4
EL HOSPITAL REGIONAL DE PUNO "MANUEL NÚÑEZ BUTRÓN"	TIPO II - 2

Fuente: Elaboración Propia

- Descripción según categoría de los establecimientos de salud que participan en el proyecto

#### **Establecimientos de Salud TIPO I-4**

Definición: brinda atención médica integral ambulatoria y con Internamiento de corta estancia principalmente enfocada al área Materno-Perinatal, con acciones de promoción de la salud, prevención de riesgos y daños y recuperación de problemas de salud más frecuentes a través de unidades productoras de servicios básicos y especializados de salud de complejidad inmediata superior al centro de salud sin internamiento.

#### **CARACTERÍSTICAS**

- ✓ Pertenece al primer nivel de atención.
- ✓ Para el caso del Ministerio de Salud corresponde a un Centro de Salud con Internamiento.

- ✓ Es parte de las Micro redes de Salud y es el centro de referencia inmediato del Puesto y Centro de Salud sin Internamiento.

Nota: El Centro de Salud con Internamiento debe contar con un equipo de salud constituido como mínimo por:

**Tabla 4: ESTABLECIMIENTO DE SALUD TIPO I-4**

Profesionales de la Salud:	Técnicos y/o Auxiliares:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médico Cirujano</li> <li>• Médicos de la especialidad prioritariamente Gineco-Obstetra y Pediatra.</li> <li>• Personal de Enfermería.</li> <li>• Personal de Obstetricia.</li> <li>• Odontólogo *Puede haber Químico Farmacéutico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Técnico o Auxiliar de Enfermería.</li> <li>• Técnico de Laboratorio.</li> <li>• Técnico de Farmacia.</li> <li>• Técnico o Auxiliar de Estadística.</li> <li>• Técnico Administrativo</li> </ul>

Fuente: (Puno, 2004)

### UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS

Consulta Externa

Recursos. Cuenta como mínimo; con Médicos de las cuatro especialidades Básicas (prioritariamente Gineco-Obstetra y Pediatra), Médico General, Odontólogo, Enfermera, Obstetra.

Capacidad Resolutiva. Realiza consulta externa médica general, consulta externa médica especializada y de otros profesionales de la salud.

Farmacia, Patología Clínica: (Laboratorio Clínico), Sala de Atención de Parto

## **Establecimientos de Salud TIPO II**

### DEFINICIÓN

Establecimiento de Salud pertenece al segundo nivel de atención, responsable de Satisfacer las necesidades de salud de la población, brindando atención integral ambulatoria y hospitalaria especializada, con énfasis en la recuperación y rehabilitación de problemas de salud

### .CARACTERÍSTICAS

- ✓ Para el Ministerio de Salud esta categoría corresponde al Hospital II
- ✓ En el Sector Público, no tiene población asignada directa, sino población referencial regional de las redes y establecimientos de categoría II -1 de su jurisdicción.
- ✓ La cantidad de recursos humanos será establecida con precisión en función a la demanda.
- ✓ Esta categoría de establecimiento de salud, contará como mínimo con los siguientes recursos humanos del nivel profesional, técnico y auxiliar además de lo consignado en la categoría anterior:

**Tabla 5: ESTABLECIMIENTO DE SALUD TIPO II-2**

Profesionales médicos:*	Otros profesionales:	Técnicos y/o Auxiliares:
Adicionalmente a lo consignado en la categoría anterior Cardiólogo Médico especialista en Medicina de Rehabilitación Neurólogo Neumólogo Gastroenterólogo Reumatólogo Psiquiatra. Oftalmólogo Otorinolaringólogo Traumatólogo Urólogo Patólogo Clínico Radiólogo Anátomo-Patólogo	Profesional de la salud con post grado (maestría o PREC) en epidemiología Administrador Estadístico Contador.	Técnico de laboratorio Técnico de Enfermería Auxiliar de Enfermería Técnico en Estadística Técnico o Auxiliar Administrativo Personal Servicios Generales Técnicos especialistas en Informática Auxiliares Artesanos

Fuente: **(Puno, 2004)**

#### FUNCIONES GENERALES:

Además de realizar las mismas funciones que la Categoría anterior en Promoción, Prevención, Recuperación y Rehabilitación, hay mucho mayor énfasis en la Recuperación de la Salud.

#### UNIDADES PRODUCTORAS DE SERVICIOS

Consulta externa: Área funcional dedicada a la atención integral especializada y ambulatoria de los usuarios mediante actividades de promoción, prevención, Protección, recuperación y rehabilitación de problemas de salud.

Emergencia, Hospitalización, Epidemiología, Centro Quirúrgico, Centro Obstétrico, Farmacia, Rehabilitación, Patología Clínica (Laboratorio), Unidad de Cuidados Intensivos, Neonatología, Nutrición y Dietética, Hemodiálisis,

Diagnóstico por Imágenes:

Área dedicada a la ejecución y procesamiento de los estudios realizados por métodos de radiación y/o ultrasonido organizada de manera apropiada para garantizar la calidad y oportunidad de sus resultados de apoyo al diagnóstico de las especialidades respectivas.

- Recursos. Cuenta con Radiólogo y tecnólogo médico en radiología.
- Infraestructura. Área específica y segura para la toma de placas radiográficas o ecografías, de acuerdo a las normas establecidas por el IPEN.
- Equipamiento. Se deberá contar con los equipos adecuados para realizar los procedimientos de diagnóstico por imágenes que garanticen la seguridad del paciente y del trabajador.
- Organización. La atención deberá realizarse las 24 horas.
- Capacidad Resolutiva. Se realizan exámenes radiológicos

Dirección: A cargo del profesional médico de acuerdo a lo establecido por el DS N° 011-2002/SA

Administración y Servicios Generales Cuenta con profesional en administración y otros profesionales afines o con capacitación para el desarrollo de las acciones específicas a los sistemas administrativos: economía-tesorería, personal y logística.

Registros Médicos e Información: Cuenta con profesional de estadística. Prepara, actualiza y archiva las fichas y registros médicos. Acopia, tabula, analiza e informa

los datos estadísticos. Asimismo tiene a su cargo la admisión de los pacientes a los diferentes servicios, orientando, informando y educando al público sobre el régimen de atención del servicio.

CONCLUSION: Los establecimientos de la categoría II-2, están en la capacidad de brindar servicios de atención integral ambulatoria, de emergencia y hospitalaria Especializada de daños de complejidad intermedia.

### 2.3.2 Establecimientos De Salud Diresa Puno

El cuadro muestra, 2 Hospitales que tienen la categoría de II-2 los cuales son hospitales de referencia de la zona Norte el Hospital Carlos Monge Medrano de Juliaca y de la zona sur el Hospital Regional Manuel Núñez Butrón de Puno.

**Tabla 6: CATEGORÍA DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DIRESA PUNO**

RED DE SALUD	CATEGORIA DE ESTABLECIMIENTOS Al 30/4/ 2010								
	Primer Nivel					Segundo Nivel			
	I - 1	I - 2	I - 3	I - 4	Sub Tot	II-1	II - 2	Sub Tot	TOTAL
AZANGARO	14	6	2	7	29	1	0	1	30
CARABAYA	8	11	3	2	24	1	0	1	25
CHUCUITO	26	9	6	3	44	1	0	1	45
EL COLLAO	15	18	6	2	41	1	0	1	42
HUANCANE	34	14	1	7	56	1	0	1	57
LAMPA	7	5	1	3	16	1	0	1	17
MELGAR	32	12	7	6	57	1	0	1	58
PUNO	40	21	10	4	75		1	1	76
SAN ROMAN	20	14	8	3	45		1	1	46
SANDIA	14	3	2	4	23	1	0	1	24
YUNGUYO	5	5	4	1	15	1	0	1	16
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>	<b>118</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>425</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>436</b>
<b>%</b>	<b>49</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>97,5</b>	<b>82,0</b>	<b>18,0</b>	<b>100.0</b>	

Fuente: (Puno, 2004)



## EL HOSPITAL REGIONAL DE PUNO “MANUEL NÚÑEZ BUTRÓN”

Hospital de categoría II-2 Ubicado en la provincia de puno- región de puno- Jr. Ricardo Palma N° 120, fundado el 15 / Octubre / 1965 celebrando sus 50 años de servicio.

Coordenadas Geográficas Sur 15°50'33.3"; Oeste 70°1'18.9"

**FIGURA 9: MAPA SATELITAL DEL HOSPITAL REGIONAL MANUEL NÚÑEZ BUTRÓN-CIUDAD DE PUNO**



Fuente: Google Earth

Según el presidente del cuerpo médico del hospital regional de puno Stalin Ramos.

El hospital Regional de Puno pronto a será elevado a la categoría III-1

La construcción de la nueva infraestructura será de cuatro pisos y abarcará todo el hospital actual más la Redes de Salud Puno y una parte de la Dirección Regional de Salud, esta construcción cuenta con un presupuesto de 345 millones de nuevos soles.

Nombre Del Proyecto: Fortalecimien to de la capacidad resolutive del hospital regional

CODIGO SNIP: 105417

Fuente: Proyecto de inversión pública – Gobierno Regional puno Anexo N°07

<http://hospitalregional-mnbpuno.gob.pe/images/Anexo%2007%20HRMNB.pdf>

Actualmente el hospital cuenta con las especialidades médicas de:

**Tabla 7: ESPECIALIDADES MÉDICAS HOSPITAL REGIONAL “MNB**

ESPECIALIDADES MEDICAS DEL HOSPITAL REGIONAL “MNB” PUNO	
MEDICINA GENERAL	OTORRINOLARINGOLOGIA
MEDICINA INTERNA	DERMATOLOGIA
CIRUGIA GENERAL	NEUROCIRUGIA
CIRUGIA PEDIÁTRICA	OFTALMOLOGIA
CARDIOLOGIA	PSICOLOGIA
GINECO-OBSTETRICIA	PSIQUIATRIA
ANESTESIOLOGIA	TRAUMATOLOGIA
GASTROENTEROLOGIA	ENDOCRINOLOGIA

Fuente: Pág. WEB Hospital Regional Manuel Núñez Butrón

## **CENTRO DE SALUD DE ACORA**

El centro médico de Acora está ubicado en el DISTRITO DE ACORA PROVINCIA DE PUNO en la región puno – Elevado a la Categoría I-4, es cabecera de La Micro Red Acora.

### **UBICACIÓN GEOGRAFICA**

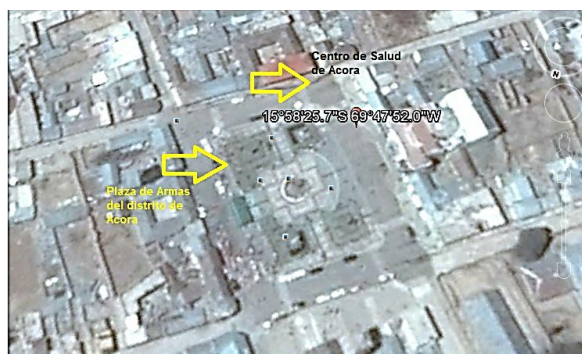
CORRDENADAS ACORA: 15°58'25.7" S; 69° 47' 52" W

**FIGURA 10: MAPA SATELITAL DEL DISTRITO Y EL CENTRO DE SALUD ACORA**



Fuente: Elaboración Propia – Google Hearth

**FIGURA 11: MAPA SATELITAL DEL CENTRO DE SALUD ACORA**



Fuente: Elaboración Propia – Google Earth

**TABLA 8: CENTRO DE SALUD DE ACORA**

Tipo:	Con Internamiento
Categoría	I-4
Dirección	Jr. José Antonio Encinas 251- Puno - Puno - Acora
Ubigeo	210102
Horario	8:00 - 19:00 horas
DISA	Puno
Red	Puno
Microrred	Acora
Unidad Ejecutora	Salud Puno – Lampa

Fuente: (Gobierno Regional, 2015)

El Centro de Salud Acora, es cabecera de La Micro Red Acora, la cual está constituida por 20 establecimientos de salud citados a continuación:

Centro de Salud Acora, Centro de salud Totorani Puestos de Salud ( Caritamaya, Chancachi, Culta, Thunco, Capalla, Cuchoesqueña, Huayllahueco, Sullcacatura, Sacuyo Rio Grande, , Amparani, Taipicirca, Carumas, Jayu Jayu, Laqui, Cocosani, Santa rosa de Yanaque, Villasoca, Crucero).

EL distrito con una población total asignada de 29,071 habitantes. De ellos 1,549 son menores de 3 años. Dicha población procede de comunidades nativas y la mayoría de ellas ubicadas a lo largo de la franja del lago Titicaca, al sur de la provincia de Puno, en su mayoría provenientes de comunidades rurales de origen aymara. Fuente: PARSALUD II

**FIGURA 12: CENTRO DE SALUD ACORA- 2015**



**Fuente: (PARSALUD, 2014)**

Necesidades Médicas en La región Puno- enfocado en distrito de Acora- Provincia de Puno- Departamento de Puno.

El departamento de Puno registra bajas temperaturas especialmente dadas en los meses de junio y julio donde la temperatura llegará hasta (- 4º) en la ciudad de Puno y de (8º hasta -12º) en las provincias de Puno, San Román, Azángaro, Melgar y otras provincias del norte, advirtió El director regional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) Puno, Sixto Flores

### **El Distrito de Acora**

Es un distrito de la Provincia de Puno en el departamento De Puno, fundado el 2 de mayo de 1854 por el gran mariscal Ramón Castilla y Marquesado

#### **UBICACIÓN GEOGRAFICA**

Ubicado en el altiplano a una altura de 3 867 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 climático muy favorable para el desarrollo de la actividad agrícola y la actividad pecuaria complementaria.

### FIGURA 13: DISTRITO DE ACORA VISIÓN SATELITAL



Fuente: Google Maps

#### POBLACION:

Según el censo peruano de 2007 el distrito cuenta con 28 679 habitantes, de los cuales 93% vive en el área rural y el 7% el área urbana.

#### DENSIDAD:

El distrito cuenta con una densidad de 14.77Hab/Km<sup>2</sup>

#### SUPERFICIE TOTAL DEL DISTRITO DE ACORA

El área total del distrito de 1941,09 km<sup>2</sup>, distribuidos entre 115 comunidades campesinas y centros poblados menores.

### 2.3.3. Causas de Morbilidad Según DIRESA- Puno.

**TABLA 9: DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL EN EL DEPARTAMENTO DE PUNO EN EL 2010**

N°	Descripcion	Total	T.I. x 10000 hab.
01	FARINGITIS AGUDA	15011	112,2
02	RINOFARINGITIS AGUDA [RESFRIADO COMU	11426	85,4
03	CARIES DENTAL	8894	66,5
04	AMIGDALITIS AGUDA	6868	51,3
05	BRONQUITIS AGUDA	6421	48,0
06	GASTRITIS Y DUODENITIS	6317	47,2
07	ENFERMEDADES DE LA PULPA Y DE LOS TE	4751	35,5
08	BRONQUITIS, NO ESPECIFICADA COMO AGU	4683	35,0
09	DIARREA Y GASTROENTERITIS DE PRESUNT	4613	34,5
10	CONJUNTIVITIS	3650	27,3
TOTAL		72.634,00	542,8

Fuente: **(DIRESA-PUNO, 2010)**

En la tabla N°1, se observa que la Faringitis aguda ocupa el primer lugar con una Tasa de Incidencia (T.I.) de 112,2 x 10000 hab., seguida por la Rinofaringitis aguda (resfrío común) con una Tasa del 85,4 x 10000 hab.



**TABLA 10: DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD EN MENORES DE 1 A 4 AÑOS EN LA REGIÓN PUNO**

Nº	Descripción	Casos	T.I. x 1000 hab.
01	FARINGITIS AGUDA	5348	52,0
02	BRONQUITIS AGUDA	3085	30,0
03	RINOFARINGITIS AGUDA [RESFRIADO COMU	3000	29,2
04	DIARREA Y GASTROENTERITIS DE PRESUNT	2039	19,8
05	OTROS TRASTORNOS ENDOCRINOS	1396	13,6
06	INFECCIONES AGUDAS DE LAS VIAS RESPI	1091	10,6
07	AMIGDALITIS AGUDA	1083	10,5
08	CARIES DENTAL	1021	9,9
09	FALTA DEL DESARROLLO FISIOLÓGICO NOR	738	7,2
10	CONJUNTIVITIS	631	6,1
TOTAL		19.432,00	188,9

Fuente: **(DIRESA-PUNO, 2010)**

En la tabla N° 2 muestra las principales causas de Morbilidad en la región Puno para niños menores de 5 años, en realidad, ellos constituyen la mayoría de personas que sufren de enfermedades respiratorias agudas en la tabla se puede apreciar que las enfermedades respiratorias tiene mayor incidencia.

### **Infecciones Respiratorias Agudas**

La infección Respiratoria aguda (IRA) es la enfermedad más prevalente de la infancia constituye el primer motivo de consulta (32 % de las consultas) , además es la segunda causa de muerte en niños de 1-4 años y menores de 1 año.

<sup>1</sup>Fuente: **(DIRESA-PUNO, 2010)**

En la tabla N° 5 se visualiza los casos más críticos donde la mayor incidencia se trata de enfermedades respiratorias como por ejemplo: citando los casos críticos de enfermedades como la tuberculosis, faringitis aguda, bronquitis aguda

Según el estudio de Paula Toledo Heras – Tesis Doctoral “Propuesta de un modelo de sistema para telemedicina para la atención medica domiciliaria” en la pág. 27 -Madrid 2003.

Se detallan las señales y parámetros que se suelen emplear en el seguimiento Médico de las patologías respiratorias.

Patologías Respiratorias:

- ✓ Flujo Espiratorio Máximo (FEM)
- ✓ Espirometría Forzada - FEV(Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, FVC Capacidad vital forzada
- ✓ Saturación de Oxígeno en la Sangre.

Para obtener dicha información se necesita equipamiento médico que brinde los datos necesarios para generar un buen diagnóstico por parte del médico especialista.

- Espirómetro Digital y Saturador de oxígeno.

Nota: El diseño se contemplara la adquisición de 3 equipos, ya que por lo general todos los centros de salud cuentan con un saturador de oxigeno digital.

#### **2.3.4. Servicios a brindar en el proyecto de telemedicina Acora-Puno.**

- TELECONSULTA
- TELERADIOLOGIA
- TELEASISTENCIA
- TELEEDUCACION

### **CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **3.1. DISEÑO DEL RADIOENLACE PARA SERVICIOS DE TELEMEDICINA**

##### **3.1.1. Determinación de Anchos de banda de los servicios a brindar**

- **Ancho de Banda para Teleradiología** (Sánchez Cascos, 2013)

El término TeleRadiología se define, de forma primaria, como la transmisión de imágenes radiológicas de pacientes, tales como radiografías, TC o resonancias magnéticas, de un lugar a otro con finalidad de compartir estudios entre diferentes especialistas para su interpretación o consulta.

Nota: El centro médico de Acora cuenta con un sistema de rayos X convencional de película radiográfica para capturar las imágenes de Rayos X, que pasan al

revelado mediante un proceso químico y finalmente se visualiza al trasluz de un Negatoscopio para emitir un diagnóstico.

Para que estas imágenes sean verificadas por el médico especialista se procederán a digitalizarlas para ello se empleará un Escáner de alta resolución, digitalizador de placas que cumplan con los estándares establecidos (DICOM) para imágenes y HL7 para intercambio de información de expedientes técnicos) La resolución aceptable es de 800x600 píxeles (Zavala bravo, 2011)

- Ancho de banda mínimo de 256 Kbps.

- **Ancho de Banda para Teleeducación** ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

Mediante el empleo del sistema de videoconferencia se brindará la capacitación al personal médico rural desde el hospital de referencia del distrito de Acora mediante charlas médicas y seminarios y actualización de equipos, todo ello en tiempo real con el fin de mejorar en el envío de información médica y el uso de los equipos de salud en el distrito rural.

El Ojo humano percibe el video de 30 a 40 cuadros por segundo con un ancho de banda superior o igual a 192 Kbps A continuación se muestra la tabla que relaciona el ancho de banda y calidad de video.

**TABLA 11: RELACIÓN DEL ANCHO DE BANDA Y CALIDAD DE VIDEO**

CALIDAD CUADROS POR SEGUNDO	ANCHO DE BANDA PLANTEADO	ANCHO DE BANDA PRACTICO (CONSUMO REAL)
15 FPS	128KB x segundo	128KB x segundo + 25%
30 FPS	192KB x segundo	192KB x segundo + 25%

Fuente: Elaboración propia

La velocidad estándar definida para videoconferencia es de 384 kbps pero dado que se requiere alta calidad de imagen; entonces, se trabajará con una velocidad de 512 Kbps para brindar una calidad de imagen superior a la estándar de videoconferencia.

➤ El ancho de banda a elegir es de 512 Kbps

• **Ancho de Banda para Teleconsulta** ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

Es el proceso de la comunicación remota entre:

Médico especialista a médico rural

Médico especialista y paciente en la sede rural

Interactuando el especialista brindado datos médicos (diagnósticos) los datos pueden ser: Audio (VOZ IP), imágenes o en vivo (Videoconferencia).

**Tabla 12. ASPECTOS TÉCNICOS PARA AUDIO CONFERENCIA.**

**TABLA 12: ASPECTOS TÉCNICOS PARA AUDIO CONFERENCIA**

Servicio de Telemedicina	Características Técnicas	Tipo de Información	Tamaño (Bytes)	BW (KBps)
<b>Audio Conferencia</b> - seguimiento de pacientes - líneas fijas de emergencias - teleconsulta remota, telediagnóstico	<b>Canales de Audio (Voz)</b> - 1 conexión Telefónica convencional - 2 canales digitales de voz - 1 canal digital de voz	<b>Audio</b> - analógico - digital - digital comprimido	- 8KB - 8KB - 4KB	<b>N-64</b> 64 128 32

Fuente: ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

En el caso de telemedicina solo se utilizan 1 o 2 canales.

- El ancho de banda eligiendo el caso para 2 canales de voz tipo digital: 128Kbps.

Nota: El médico especialista podrá también asistir al médico rural en tiempo real, para ello se empleará un segundo equipo de videoconferencia con las mismas características empleado en el servicio de teleeducación

- Por lo tanto el ancho de banda de la teleconsulta será de: 512 Kbps

### **3.1.2. Determinación del Ancho de Banda para Los Equipos de Telemedicina**

- **3.1.2.1. Anchos de banda para el Espirómetro Digital**

Los equipos reportan generalmente en formato PDF el performance de las vías respiratorias y del pulmón. Por lo general un Archivo PDF pesa un promedio de 80 Kbyte, se procede a calcular el Ancho de Banda.

$$BW = \frac{80 \text{ kilobyte}}{\text{página}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ página}}{10 \text{ segundos}} = 64 \text{ kbps}$$

### 3.1.2.2 Anchos de banda para el Estetoscopio electrónico (Galarza Canchucaja, 2011)

Este estetoscopio electrónico al estar conectado a la computadora también podrá transmitir sus sonidos al sitio remoto a través de videoconferencia para obtener un mejor rendimiento

- Ancho de banda de : 19.6 Kbps
- Navegación en Internet:

El peso aproximado de una página web incluyendo texto e imágenes medianas es de aproximadamente 25Kbyte.

**TABLA 13: NAVEGACIÓN EN INTERNET**

Tamaño Promedio De Una Pagina Web (Bytes)	Nº usuarios	Tiempo Que Tarda Al Acceder A Una Pagina Web
60Kbytes	1	10 segundos

Fuente: Elaboración Propia

El Ancho de banda por usuario es:

$$BW = \frac{60 \text{ kilobyte}}{\text{página}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ página}}{10 \text{ segundos}} = 48 \text{ kbps por cada página accesada.}$$

Calculo de ancho de banda por acceso simultáneo de 5 usuarios

$$BW= 48 \text{ kbps} \times 5 \text{ usuarios} = 240 \text{ kbps}$$

➤ Correo electrónico (Email)

El Peso promedio por archivo de correo electrónico va de 1 a 2 Megabytes.

Se estima que el usuario tardara un tiempo promedio por envío o descarga de:

- 2 minutos/archivo.

Calculando ancho de banda y tamaño.

$$BW= \frac{2 \text{ Megabyte}}{\text{correo}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ correo}}{2 \text{ minutos}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} = 136.53 \text{ kbps}$$

Calculo para una cantidad de 5 usuarios

$$BW= 136.53 \text{ kbps} \times 5 \text{ usuarios} = 682.67 \text{ kbps}$$

➤ Textos y datos

Los archivos médicos donde se mencionan los detalles de salud del paciente así como informes e historia clínica, se guardarán en formatos de tipo WORD y PDF.

El peso promedio por archivo es de 1Megabytes.

Para él envío o recepción por archivo se estima que el usuario tarda entre 2 a 3 minutos por archivo

Calculando ancho de banda y tamaño.



$$BW = \frac{1 \text{ Megabyte}}{\text{informe}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ informe}}{3 \text{ minutos}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} = 45.51 \text{ kbps}$$

Calculo para una cantidad de 5 usuarios

$$BW = 45.51 \text{ kbps} * 5 \text{ usuarios} = 227.56 \text{ kbps}$$

➤ Imágenes

Se toma como referencia una imagen de dimensiones 2048x1536 adicionándole un zoom de 3x cuyo peso aproximado se da entre de 1 a 2 Megabytes

Donde el tiempo de subida y descarga por imagen varía entre

Calculando ancho de banda y tamaño.

$$BW = \frac{2 \text{ Megabytes}}{\text{imagen}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} * \frac{1 \text{ imagen}}{2 \text{ minutos}} * \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} = 136.53 \text{ kbps}$$

Calculo para una cantidad de 5 usuarios

$$BW = 136.53 \text{ kbps} * 5 \text{ usuarios} = 682.65 \text{ kbps}$$

### 3.1.3. Tablas de los Anchos de Bandas del Enlace de Telemedicina.

**TABLA 14: ANCHO DE BANDA (BW) - PARA ACCESO A INTERNET (KBPS)**

APLICACIONES	BW- 1USUARIO (Kbps)	BW -5 USUARIOS (Kbps)
NAVEGACION EN INTERNET	48 kbps	240 kbps
EMAIL	136.53 kbps	682.67 kbps
TEXTOS Y DATOS	45.51 kbps	227.56 kbps
IMAGENES	136.53 kbps	682.65 kbps
	TOTAL - BW	1832.88 Kbps

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 15: ANCHO DE BANDA PARA EQUIPOS DE TELEMEDICINA**

EQUIPO MEDICO	ANCHO DE BANDA (Kbps) por equipo	CANTIDAD DE EQUIPOS	ANCHO DE BANDA (Kbps)
Espirómetro Digital	64 kbps	3	192 Kbps
Estetoscopio electrónico	19.6 Kbps	3	58.8 Kbps
ANCHO DE BANDA TOTAL			250.8 Kbps

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 16: ANCHO DE BANDA PARA LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA**

SERVICIOS MEDICOS A BRINDAR	ANCHO DE BANDA (Kbps) / SERVICIO
TELERADIOLOGIA(IMÁGENES)	256 Kbps.
TELECONSULTA	512 Kbps
TELEEDUCACION	512 Kbps
ANCHO DE BANDA TOTAL	1280 Kbps

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 17: ANCHO DE BANDA TOTAL PARA EL ENLACE DE TELEMEDICINA**

ANCHO DE BANDA(BW)	Kbps
ANCHO DE BANDA (BW) - PARA ACCESO A INTERNET (Kbps)	1832.88 Kbps
ANCHO DE BANDA PARA EQUIPOS DE TELEMEDICINA	250.8 Kbps
ANCHO DE BANDA PARA LOS SERVICIOS DE TELEMEDICINA	1280 Kbps
ANCHO DE BANDA TOTAL	3363.68 Kbps

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.4. Elección del Medio de Transmisión para el Proyecto Acora-Puno.

Tomando en cuenta la lejanía y obstáculos (montañas) el costo de instalación y la carencia de Líneas terrestres, para el diseño de radioenlace digital se elige el equipo:

Anexo F -WinLink 1000 Point-to-Point Wireless TDM/IP Revision 7.0

Con una antena externa Parabólica:

Anexo G- Antena parabólica modelo MTAD-5G-30D3-PA – Costo: S/.1442.02

De ganancia: 30dBi

El radio enlace digital a nivel económico reduce coste de instalación en comparación a la fibra óptica, cubren grandes distancias y además la señal puede viajar en bandas libres.

En el siguiente cuadro, se presenta la tasa de transmisión basado en el Ancho de banda elegido

**TABLA 18: TASA DE TRANSMISIÓN SEGÚN ANCHO DE BANDA DE CANAL**

Modulación/FEC	5 MHz	10 MHz	20 MHz
BPSK / $\frac{3}{4}$	2.25 Mbps	4.5 Mbps	9 Mbps
QPSK / $\frac{1}{2}$	3 Mbps	6 Mbps	12 Mbps
QPSK / $\frac{3}{4}$	4.5 Mbps	9 Mbps	18 Mbps
16QAM / $\frac{1}{2}$	6 Mbps	12 Mbps	24 Mbps
16QAM / $\frac{3}{4}$	9 Mbps	18 Mbps	36 Mbps
64QAM / $\frac{2}{3}$	12 Mbps	24 Mbps	48 Mbps
64QAM / $\frac{3}{4}$	13.5 Mbps	27 Mbps	

Fuente: (Galarza Canchucaja, 2011)

Para el proyecto de telemedicina se elegirá la modulación 16QAM  $\frac{1}{2}$ , ya que con estos valores se alcanza una tasa de transmisión de 6Mbps para un canal de 5Mhz, siendo suficiente para la cantidad de información a transmitir y estando presto en un futuro a el agregado de nuevos servicios de telemedicina.

### **3.1.5. Cálculos Teóricos del Proyecto de telemedicina.**

- ❖ Para fines de diseño del Radio enlace se procede a dividirlo en 2 tramos.

Se definirá al tramo N° 1 como:

- ✓ Estación base Centro De Salud de Acora (Zona Rural)- Repetidor (Cerro)

Distancia de tramo 1 = 15.17KM

Se definirá al tramo N° 2 como:

- ✓ Repetidor (Cerro) a la Estación Base del Hospital Regional de Puno Manuel Núñez Butrón (Zona urbana).

Distancia de tramo 2 = 13.00KM

**TABLA 19: UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS SITIOS A ENLAZAR**

PUNTO DE REFERENCIA	ALTURA (m)	LATITUD ( S-Sur)	LONGITUD (W-Oeste)
HOSPITAL MNB-PUNO	3827.8 m	S 15°50'33.3"	W 70°1'18.9"
REPETIDOR	4472.9 m	S 15°54'26"	W 69°55'14"
CENTRO DE SALUD	3840.4 m	S 15°58'25.7"	W 69°47'52"

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de radio enlace a trabajar en la banda de 5.8 GHz debido a:

- ✓ Es una banda libre (no licenciada)
- ✓ Según la norma peruana está destinada a aplicaciones ICM (Industriales, científicas y médicas).
- ✓ Tiene una menor zona de fresnel.

Nota: Se eligió la banda de frecuencia no licenciada de 5.8 GHz y no la de 2.4GHz debido a que es una banda muy empleada en muchas aplicaciones y se prefiere evitar posibles problemas de interferencia de señal al ser transmitida a dicha frecuencia.

- Especificaciones técnicas para el Radio enlace Digital.
- ✓ Banda de frecuencia: 5.725 – 5.850 GHz
- ✓ Ancho de banda de canal: 5 MHz
- ✓ Modulación 16QAM
- ✓ Máxima transmisión de potencia: 23 dBm
- ✓ Antena Parabólica - Ganancia de transmisión/Recepción = 30 dBi
- ✓ Factor de corrección para el diseño= 4/3 (Atmosfera estándar)
- **Cálculo de la longitud de onda ( $\lambda$ )**

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{5.8 \times 10^9} = 0.5172 \text{ m}$$

- **Cálculo de la Zona de Fresnel y el Margen de despeje**

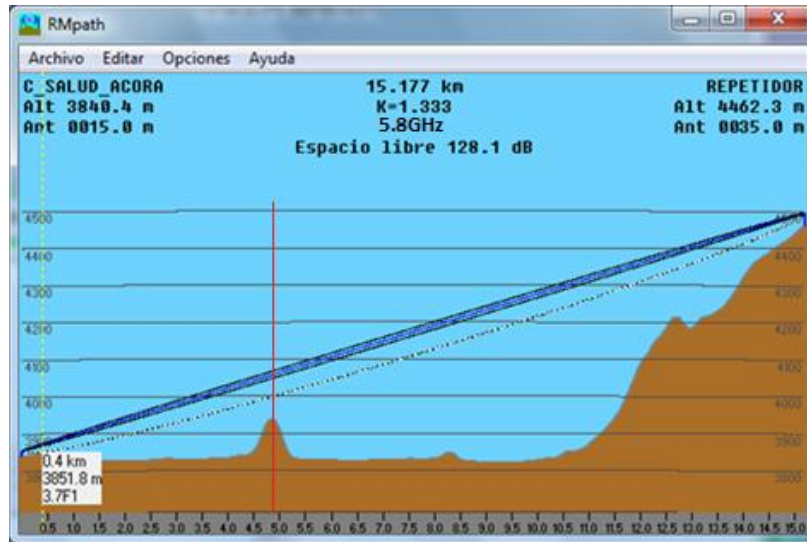
Nota: Para el Cálculo del margen del despeje se considerara los siguientes parámetros:

Altura de la torre del repetidor,  $H_{\text{TORRE}} = 35 \text{ metros}$

Altura de las antenas en los establecimientos de salud,  $H_{\text{ANTENA}} = 15 \text{ metros}$ .

- Cálculo de la zona de fresnel 1º tramo:

FIGURA 14: ZONA DE FRESNEL 1º TRAMO



Fuente: Radio Mobile

f= 5.8 GH; distancia total=15.177Km; d1=4.9Km (línea roja); d2=10.277Km

Reemplazando en la fórmula:

$$F_n = 17.32 \times \frac{\sqrt{d_1 d_2}}{\sqrt{d \times f}}; \text{distancias en Km y frecuencia en GHz}$$

$$F_n = 17.32 \times \frac{\sqrt{4.9 \times 10.277}}{\sqrt{15.177 \times 5.8}}$$

$$F_n = 13.100 \text{ m}$$

Calculo de la altura del despeje 1º tramo:

Dónde:

$d_1=4.9\text{Km}$ ;  $d_2=10.27\text{Km}$ ;  $d=15.17\text{Km}$

$hc$  (Tamaño del Obstáculo) = 3950m

$hrx$ =Altura del cerro= 4472.9 m.s.n.m;

$htx$ =Altura del centro de Salud Acora = 3840.4 m.s.n.m

$HRX=hrx+HTorre = 4472.9 +35= 4507.9\text{m}$

$HTX=htx+Hantena = 3840.4 + 15 =3855.4 \text{ m}$

$a=6370 \text{ Km}$  (Radio de la tierra);  $k=4/3$  Factor de corrección.

Reemplazando valores en la ecuación:

$$H_{\text{desp}} = HTX + \frac{d_1}{d}(HRX-HTR) - \left( hc + \frac{d_1 d_2}{2ka} \right)$$

$$H_{\text{desp}} = 3855.4 + \frac{4.9}{15.17}(4507.9-3855.4) - \left( 3950 + \frac{4.9 \times 10.27}{2 \times \left(\frac{4}{3}\right) \times 6370} \right)$$

$$H_{\text{desp}} = 116.1584 \text{ m}$$

NOTA: Debido a que  $H_{\text{desp}} > 0$ , no existe obstrucción por cumbre, por tanto:

Se calcula el Margen del despeje de la zona de fresnel:



Calculo del margen del despeje 1º tramo:

$M_{D\%}$  = Margen de despeje

$R_F$  = Radio de la primera zona de Fresnel

$H_{\text{desp}} < 0$ , Existe obstrucción por cumbre

$F1$  = 1º zona de fresnel

Nota: El margen de despeje mínimo requerido debe ser superior al 60%

$$M_{D\%} = \left(1 + \frac{H_{\text{desp}} - F1}{F1}\right) \times 100$$

$$M_{D\%} = \left(1 + \frac{116.1584 - 13.100}{13.100}\right) \times 100$$

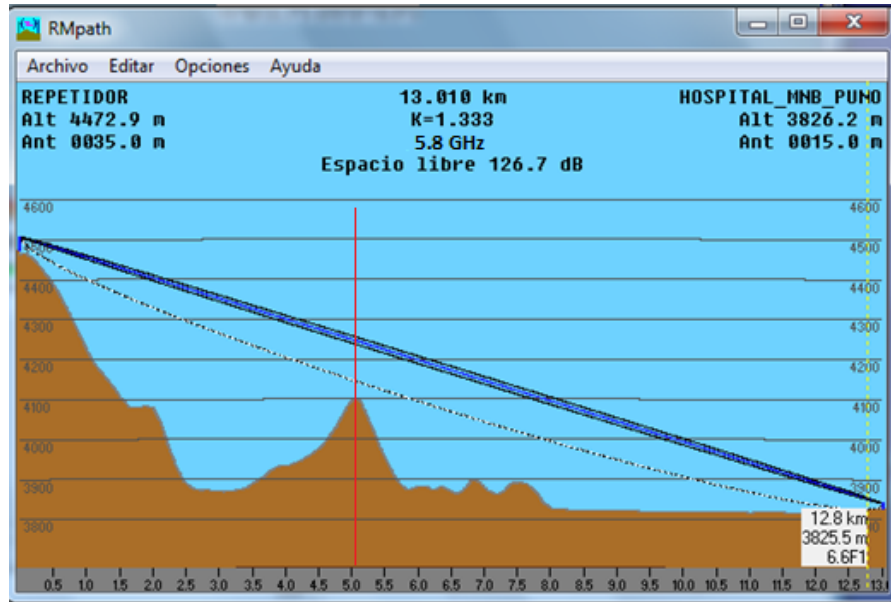
$$M_{D\%} = 886.705\%$$

✓ Debido a que el margen de despeje calculado es superior a 60%

Por tanto se considera a la Zona de fresnel despejada.

- Cálculo de la zona de fresnel 2º tramo:

**FIGURA 15: ZONA DE FRESNEL 2º TRAMO**



Fuente: Radio Mobile

Dónde:

f= 5.8 GHz; d1=5.1Km (línea roja); d2=7.91Km; distancia total=13.01Km

Reemplazando en la fórmula:

$$F_n = 17.32 \times \frac{\sqrt{d_1 \times d_2}}{\sqrt{d \times f}}; \text{ distancias en KM y frecuencia en GHz}$$

$$F_1 = 17.32 \times \frac{\sqrt{5.1 \times 7.91}}{\sqrt{13.01 \times 5.8}}$$

$$F_1 = 12.664 \text{ m}$$

Margen de despeje 2º tramo:

Dónde:

$d_1=5.1\text{Km}$ ;  $d_2=7.91\text{Km}$ ;  $d=13.01\text{Km}$ ;

$hc$  (Tamaño del Obstáculo) =4050m

$hrx$ =Altura del cerro= 4472.9 m.s.n.m;

$htx$ =Altura del Hospital Regional M.N.B= 3827.8 m.s.n.m

$HTX=htx+Hantena = 3827.8+15= 3842.8\text{m}$

$HRX= hrx+HTorre = 4472.9 + 35 =4507.9 \text{ m}$

$a=6370 \text{ Km}$  (Radio de la tierra)

$k=4/3$

$$H_{\text{desp}}= HTX + \frac{d_1}{d}(HRX-HTR)-(hc + \frac{d_1d_2}{2ka})$$

$$H_{\text{desp}}= 3842.8+ \frac{5.1}{13.01}(4507.9-3842.8)-(4050 + \frac{5.1 \times 7.91}{2 \times (\frac{4}{3}) \times 6370})$$

$$H_{\text{desp}}= 53.5209 \text{ m}$$

NOTA: Debido a que  $H_{\text{desp}}>0$ , no existe obstrucción por cumbre, por tanto:

Se procede a calcular el Margen del despeje de la zona de fresnel:

Calculo del margen del despeje 2º tramo:

$M_{D\%}$ = Margen de despeje

$R_{F1}$ =Radio de la primera zona de Fresnel

$H_{\text{desp}}<0$ , Existe obstrucción por cumbre

$F1= 1^\circ$  zona de fresnel

Nota: EL margen de despeje mínimo requerido debe ser superior al 60%

$$M_{D\%} = \left(1 + \frac{H_{\text{desp}} - F1}{F1}\right) \times 100$$

$$M_{D\%} = \left(1 + \frac{53.5209 - 12.664}{12.664}\right) \times 100$$

$$M_{D\%} = 322.622 \%$$

- ✓ Debido a que el margen de despeje calculado es superior a 60%  
Por tanto se considera a la Zona de fresnel despejada.

- **Perdidas De Espacio Libre (P.E.L)**

Las ondas de radio al momento de propagarse en el espacio experimentan pérdidas (atenuación), conforme se aumenta la trayectoria entre dos antenas, es decir se provoca una dispersión de la señal según se aleja el transmisor.

Se debe tener en cuenta la pérdida por espacio libre, para poder calcular la potencia recibida por el receptor.

Ecuación de Pérdidas por espacio libre:

$$PEL \text{ (dB)} = 20 \text{ LOG}_{10} (d) + 20 \text{ LOG}_{10} (f) + 92.45$$

Dónde: d= Distancia en Km y f= Frecuencia en GHz

- Pérdidas de espacio libre para el 1º tramo:

Dónde: d= 15.17km y f= 5.8 GHz

Reemplazando datos en la ecuación:

$$PEL_{(dB)} = 20 \text{ LOG}_{10} (15.17) + 20 \text{ LOG}_{10} (5.8) + 92.45$$

Se obtiene:  $PEL_{(dB)} = 131.338 \text{ dB}$

➤ Pérdidas de espacio libre para el 2º tramo:

Dónde:  $d = 13 \text{ km}$  y  $f = 5.8 \text{ GHz}$

Reemplazando datos en la ecuación:

$$PEL_{(dB)} = 20 \text{ LOG}_{10} (13) + 20 \text{ LOG}_{10} (5.8) + 92.45$$

Se obtiene:  $PEL_{(dB)} = 129.997 \text{ dB}$

- **Potencia de Recepción**

$$P_{RX} \text{ dB} = P_{TX} \text{ dB} + G_{TX} \text{ dB} + G_{RX} \text{ dB} - A_{el} \text{ dB} - A_T \text{ (dB)}$$

$$A_T = A_{TX} + A_{RX} + A_{abs}$$

Dónde:

$P_{TX}$  = Potencia de Transmisión

$G_{TX}$  = Ganancia de Transmisión

$G_{RX}$  = Ganancia de recepción

$A_{abs}$  = Atenuación por absorción

$A_{EL}$  = Atenuación en el espacio libre

$A_{TX}$  = Pérdidas por cables y conectores lado transmisor

$A_{RX}$  = Pérdidas por cables y conectores lado receptor

$A_T =$  Atenuación total

Dónde:  $A_{TX} + A_{RX} = 4$  dB (Atenuación estándar)

**(Tomasi, 2003)**

Por tanto:  $A_T = A_{TX} + A_{RX} + A_{abs}$

➤ Potencia De Recepción 1º tramo

Dónde:

$P_{TX} = 23$  dBm;  $G_{TX} = 30$  dBi;  $G_{RX} = 30$  dBi

$A_{TX} + A_{RX} = 4$  dB ;  $A_{abs}$  dB = 0.4854 dB ;

$A_T = A_{TX} + A_{RX} + A_{abs}$ ;  $A_T = 4 + 0.4854$ ;  $A_T = 4.4854$  dB

PEL dB = 131.338 dB (Cálculos anteriores)

Reemplazando valores en la ecuación:

$P_{RX}$  dB =  $P_{TX}$  dB +  $G_{TX}$  dB +  $G_{RX}$  dB - PEL dB -  $A_T$  (dB)

$P_{RX}$  dB =  $23 + 30 + 30 - 131.338 - 4.4854$

$P_{RX}$  dB = -52.8234 dB

➤ Potencia De Recepción 2º tramo

Dónde:

$P_{TX} = 23$  dBm;  $G_{TX} = 30$  dBi;  $G_{RX} = 30$  dBi

$A_{TX} + A_{RX} = 4$  dB;  $A_{abs}$  dB = 0.416

$A_T = A_{TX} + A_{RX} + A_{abs}$ ;  $A_T = 4 + 0.416$ ;  $A_T = 4.416$

PEL dB= 129.997 dB (Cálculos anteriores)

Reemplazando valores en la ecuación:

$$P_{RX} \text{ dB} = P_{TX} \text{ dB} + G_{TX} \text{ dB} + G_{RX} \text{ dB} - \text{PEL dB} - A_T \text{ (dB)}$$

$$P_{RX} \text{ dB} = 23 + 30 + 30 - 129.997 - 4.416$$

$$P_{RX} \text{ dB} = -51.413 \text{ dB}$$

- **Atenuación por Absorción**

Para calcular la atenuación por absorción se debe tomar en cuenta que las alturas de los establecimientos de salud en puno son entre: 3827 y 3840 m

Se toma en cuenta que para atenuación por neblina alturas de más de 2900m

Por lo tanto se calcula el valor de atenuación por absorción en la siguiente ecuación:

$$A_{abs} \text{ dB} = Y_{NEBLINA} D + Y_{LLUVIA} D$$

Nota: Se toma en cuenta que para atenuación por lluvia se consideran alturas de entre 2200m y 2900m (Segura Flores , Tesis “**Sistema De Comunicación Para La Transmisión De Datos Entre La Matriz Y Las Sucursales De La Cooperativa De Ahorro Y Crédito Financredit Ltda “**, 2012)

Dónde:

D= Distancia del enlace (Km).

Y= coeficiente de absorción

$$Y_{NEBLINA} = 0.032 * D; Y_{LLUVIA} D = 0$$

Reemplazado valores en la ecuación:  $A_{abs} \text{ dB} = Y_{NEBLINA} D$

➤ Atenuación por Absorción 1º tramo

Datos:

$$D_2 = 15.17 \text{ Km}$$

$$A_{abs} \text{ dB} = Y_{NEBLINA} D$$

$$A_{abs} \text{ dB} = 0.032 *(15.17)$$

$$A_{abs} \text{ dB} = 0.4854 \text{ dB}$$

➤ Atenuación por Absorción 2º tramo

Datos:  $D_1 = 13 \text{ Km}$

$$A_{abs} \text{ dB} = Y_{NEBLINA} D$$

$$A_{abs} \text{ dB} = 0.032 *(13)$$

$$A_{abs} \text{ dB} = 0.416 \text{ dB}$$

- **Cálculo del punto de reflexión**

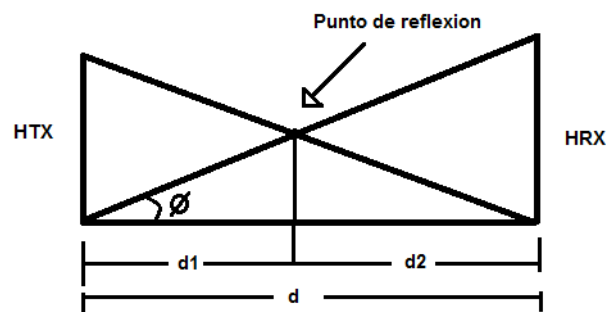
El punto de reflexión ( $\frac{d}{U}$ ) se calcula para ajustar su posición mediante variación en las alturas de las antenas, con el fin de que caiga en un punto en donde la energía



reflejada se disperse. La Figura N° 6.18., muestra el diagrama para calcular el punto de reflexión.

- ✓ Se calcula el punto de reflexión en ambos tramos debido a que el enlace no tiene línea de vista.

**FIGURA 16: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN**



Fuente: Tesis [ROBSE2011]

$$d_1 = \frac{HTX - HRX + d \tan \theta}{2 \tan \theta}$$

OBS: Para que no exista atenuación se debe cumplir:  $\frac{d}{U} \leq 10 \text{Db}$

$d$  = distancia total (mts)

$$U = \sqrt{d^2 + HRX^2}$$

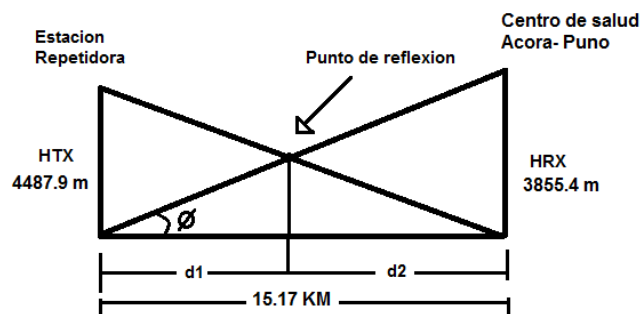
➤ Cálculo Del Punto De Reflexión 1º tramo

**TABLA 20: DATOS DEL SEGUNDO TRAMO DEL ENLACE**

PUNTO DE REFERENCIA	ALTURA(M.S.N.M)	
REPETIDOR(Tx)	4472.9 m	
CENTRO DE SALUD(Rx)	3840.4 m	
DATOS DEL 1º TRAMO (d = 15.17Km)		
$h_{tx} = 4472.9 \text{ m}$	Relación	
$h_{torre} = 15 \text{ m}$		
$H_{TX} = H_{TORRE} + h_{tx} = 4487.9\text{m}$		
$h_{rx} = 3840.4 \text{ m}$	$\tan\emptyset = \frac{HRX}{d}$	
$h_{torre} = 15 \text{ m}$		
$H_{RX} = H_{TORRE} + h_{rx} = 3855.4 \text{ m}$		
		$\tan\emptyset = \frac{3855.4}{15170}$ $= 0.2541$

Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA 17: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN DEL 1º TRAMO**



Fuente: Elaboración Propia

$$d1 = \frac{HTX - HRX + d \tan \theta}{2 \tan \theta}$$

$$d1 = \frac{4487.9 \text{ m} - 3855.4 \text{ m} + 15170(0.2541)}{2(0.2541)} = 8.829 \text{ km}$$

$$U = \sqrt{d^2 + HRX^2}$$

$$U = \sqrt{15170^2 + 3855.4^2}$$

$$U = 15.652 \text{ km}$$

Por tanto calculando:  $\frac{d}{U} \leq 10 \text{ Db}$

$$\frac{15.17 \text{ km}}{15.652 \text{ km}} \leq 10 \text{ Db}; 0.9692 \leq 10 \text{ Db}$$

$$10 \log [0.9692]$$

$$-0.1358 \leq 10 \text{ dB}$$

- Se observa que la reflexión no afecta en este tramo del enlace

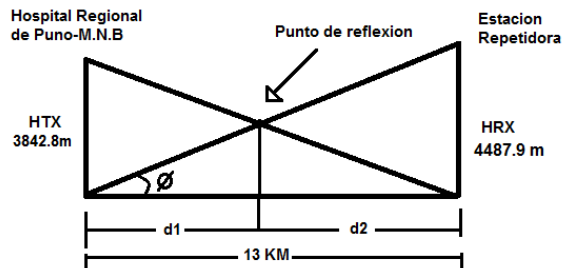
➤ Cálculo Del Punto De Reflexión 2º tramo

**TABLA 21: DATOS DEL PRIMER TRAMO DEL ENLACE**

PUNTO DE REFERENCIA	ALTURA(M.S.N.M)
HOSPITAL MNB- PUNO (Tx)	3827.8 m
REPETIDOR (Rx)	4472.9 m
DATOS 2º TRAMO (d = 13Km)	
$h_{tx} = 3827.8 \text{ m}$	Relación $\tan\theta = \frac{HRX}{d}$ $\tan\theta = \frac{4487.9}{13000}$ $= 0.3452$
$h_{torre} = 15 \text{ m}$	
$H_{TX} = H_{TORRE} + h_{tx} = 3842.8\text{m}$	
$h_{rx} = 4472.9 \text{ m}$	
$h_{torre} = 15 \text{ m}$	
$H_{RX} = H_{TORRE} + h_{rx} = 4487.9 \text{ m}$	

Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA 18: DIAGRAMA DEL PUNTO DE REFLEXIÓN DEL 2º TRAMO**



Fuente: Elaboración Propia

$$d1 = \frac{3842.8\text{m} - 4487.9\text{m} + 13000(0.3452)}{2(0.3452)} = 5.565 \text{ km}$$

$$U = \sqrt{d^2 + HRX^2}$$

$$U = \sqrt{13000\text{m}^2 + 4487.9\text{m}^2}$$

$$U = 13.752 \text{ km}$$

Por tanto calculando:  $\frac{d}{U} \leq 10\text{Db}$

$$\frac{13\text{km}}{13.752\text{km}} \leq 10\text{Db}; \quad 0.9453 \leq 10\text{Db}$$

$$10\log [0.9453]$$

$$-0.2442 \leq 10\text{dB}$$

- Se observa que la reflexión no afecta en este tramo del enlace

### 3.1.6. DISEÑO FÍSICO DE EQUIPAMIENTO DEL RADIO ENLACE

#### EQUIPOS DE RADIO ENLACES (Galarza Canchucaja, 2011)

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



Fuente: (Galarza Canchucaja, 2011)

El sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- 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
- Anchos de banda de canal que soporta: 5, 10 y 20 MHz
- Método de duplexaje: TDD (Duplexaje por división de tiempo)
- Máxima potencia transmisión 23 dBm
- Antena integrada con ganancia de 28 dBi
- Medidas de la unidad outdoor: 245x135x40 mm

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

- 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 adaptables  
Son: Antena flat panel, parabólica y de grilla.

- costo: S/. 4200

## Antena externa:

Antena parabólica modelo MTAD-5G-30D3-PA – Costo: S/.1442.02

Nota: Para el diseño del proyecto del Radioenlace para telemedicina en Puno, se elige la antena Parabólica por su buena ganancia y alta directividad.

- Características Técnicas:

Antenna gain DBI  
30dbi

Frequency Range  
4.7-5.875 GHz

Polarization  
Vertical and Horizontal

Beamwidth  
3 deg

VSWR  
 $\leq 1.4$  typ,  $\leq 1.8$  max

Port to Port Isolation  
>40dB min

Front-to-Back Ratio  
>30 dB

Cross Polarization  
>40 dB

Power Rating  
100W

Impedance  
50 ohms



Elevation adjustment range  
+/- 15 deg

Diameter x Depth  
70 x 45cm (27.5 x 17.8in)

Weight  
5.7kg (12.6 lbs)

Reflector  
Aluminum

Outdoor Rating  
ETSI EN 300 019-2-4

Standards  
EN 302 326 DN1, DN2, DN3, DN5

Wind Survivability  
201kph (125mph)

Wind Load (125 mph)  
181.4kg (400 lbs)

Operating Temperature  
-50°C to 80°C(-49°F to 158°F)

Fuente: (MICROTIK, 2014)



**Nota: Cabe mencionar que el costo no cubre equipos de monitoreo (PC), torre Autosoportada (Repetidora), costo de implementación y logística ya que el proyecto se centra en el diseño del Radio enlace.**

### **3.2. SIMULACIÓN DEL RADIOENLACE EMPLEANDO SOFTWARE RADIO MOBILE**

Nota: RADIO MOBILE: Es un programa de simulación de Radioenlaces gratuito, el cual usa Cartografía y mapas satelitales. Permite dibujar la elevación en los mapas y agregar mapas de rutas. El software permite trabajar en una frecuencia comprendida en el rango de 20Mhz a 20GHz.

- Coordenadas geográficas de los establecimientos a enlazar en el diseño del proyecto.

**TABLA 22: COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE LAS ESTACIONES DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN**

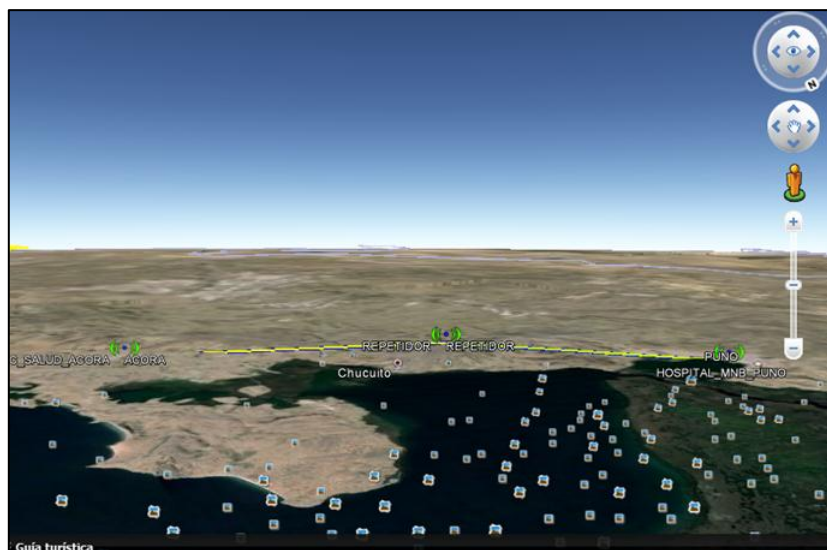
PUNTO DE REFERENCIA	ALTURA (m)	LATITUD ( Sur)	LONGITUD (Oeste)
HOSPITAL MNB- PUNO	3827.8 m	S 15°50'33.3"	W 70°1'18.9"
REPETIDOR	4472.9 m	S 15°54'26"	W 69°55'14"
CENTRO DE SALUD	3840.4 m	S 15°58'25.7"	W 69°47'52"

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.1. Datos técnicos del Radioenlace

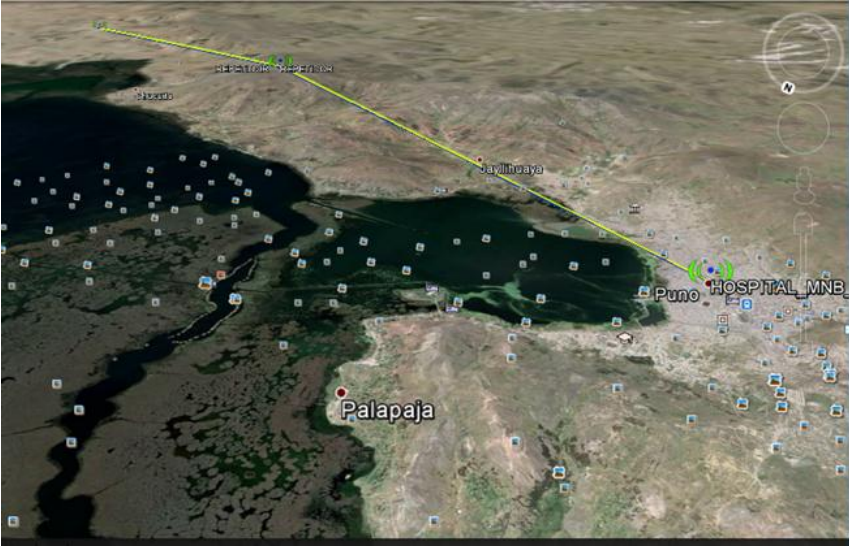
- ✓ Banda de frecuencia: 5.725 – 5.850 GHz
  - ✓ Ancho de banda de canal: 5 MHz
  - ✓ Modulación: 16QAM
  - ✓ Máxima transmisión de potencia: 23 dBm
  - ✓ Antena Parabólica - Ganancia de transmisión/Recepción = 30 dBi
- 
- La distancia es de aproximadamente 50 Km, entre ellas se sitúa un repetidor

**FIGURA 19: PERFIL DE LAS ESTACIONES DE TRANSMISIÓN, RECEPCIÓN Y REPETIDOR**



Fuente: Google Heart

**FIGURA 20: VISUALIZACIÓN DEL ENLACE DESDE EL HOSPITAL REGIONAL M.N.B**



Fuente: Google Heart

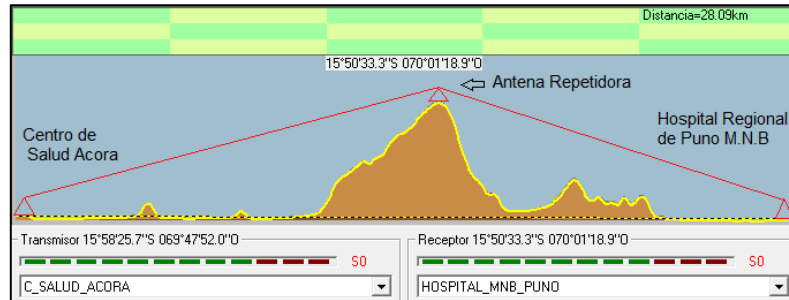
**FIGURA 21: VISIÓN SATELITAL DE LAS ESTACIONES DE TX/RX Y REPETIDOR**



Fuente: Radio Mobile

### 3.2.2. Determinación frontal de los perfiles de Transmisión, recepción y Repetidor

**FIGURA 22: PERFIL FRONTAL DE LAS ESTACIONES DE TX/RX Y REPETIDOR**



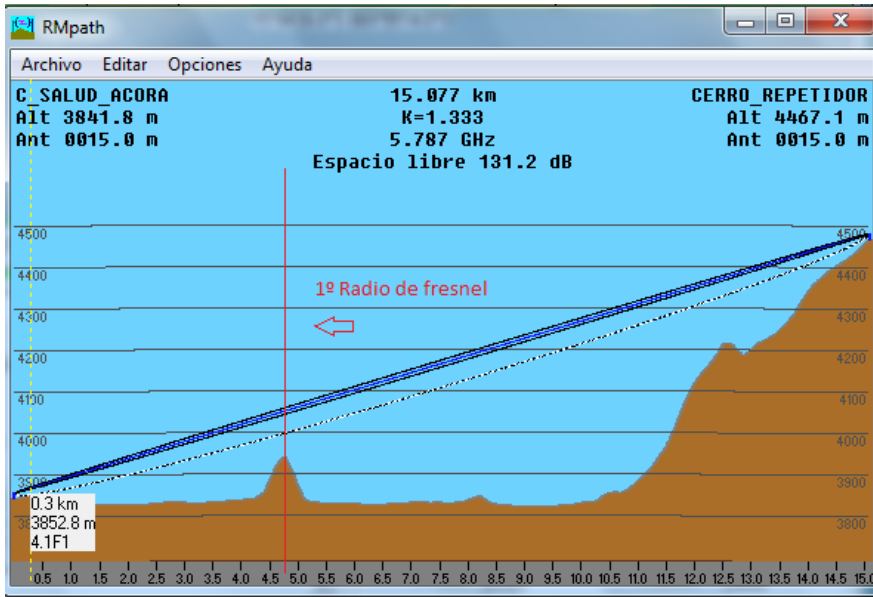
Fuente: Elaboración propia - Radio Mobile

### 3.2.3. Determinación frontal de los perfiles, Tramo 1 y tramo 2

Nota: En la simulación en Radio Mobile se trabajó con antena Yagui porque su patrón de radiación direccional se aproxima a la antena parabólica con ganancia de Transmisión y recepción de 30 dBi

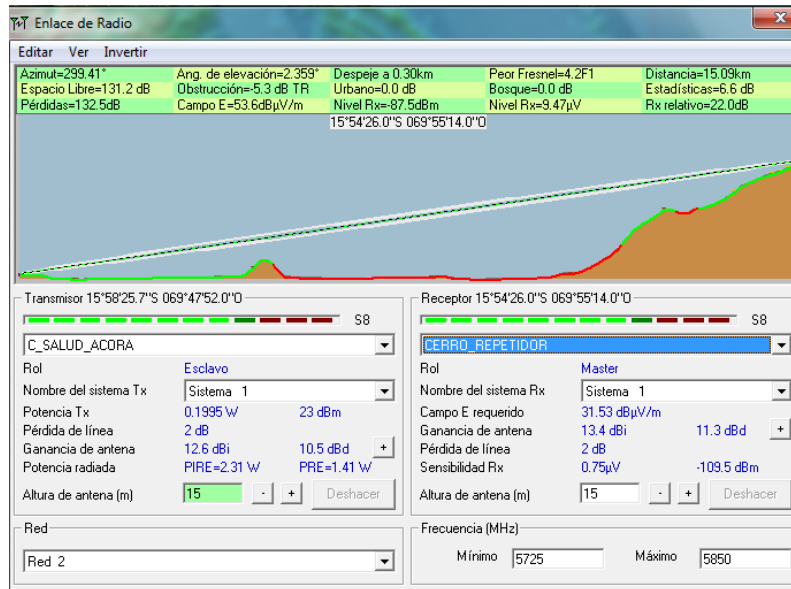
- ❖ Tramo N°1: Centro de salud Acora (rural) y la antena repetidora ubicada en la montaña es de 15.17 Km.

**FIGURA 23: PERFIL TOPOGRÁFICO EN EL TRAMO N°1**



Fuente: Elaboración Propia-Radio Mobile

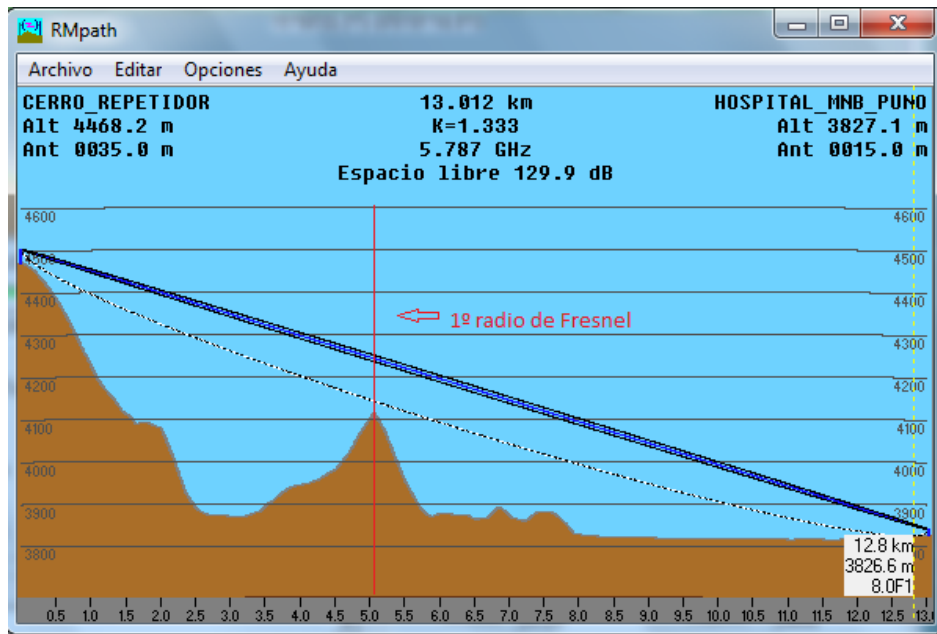
**FIGURA 24: SIMULACIÓN DEL TRAMO N°1**



Fuente: Radio Mobile

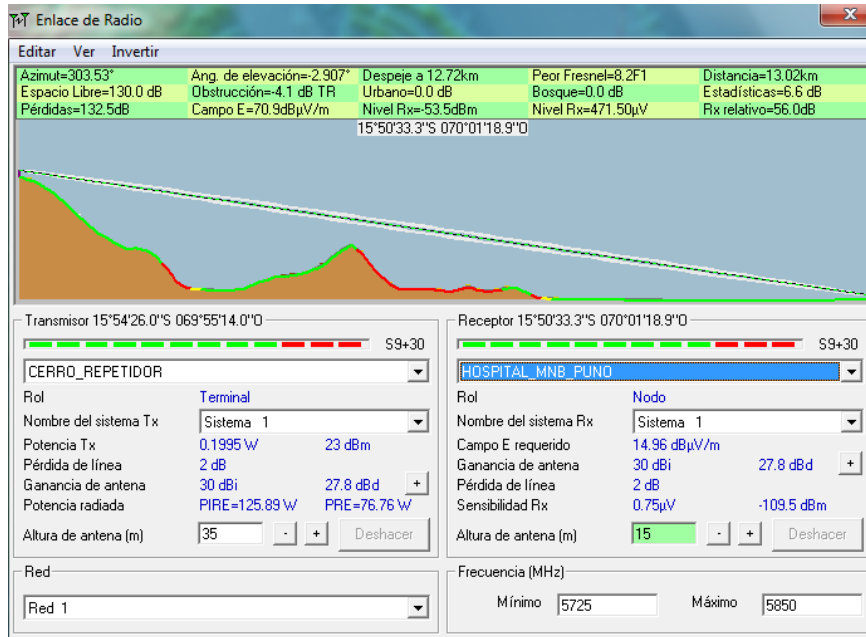
- ❖ Tramo N°2: Antena repetidora ubicada en la montaña y el Hospital regional de Puno (ciudad) es de 13 Km.

**FIGURA 25: PERFIL TOPOGRÁFICO EN EL TRAMO N°2**



Fuente: Elaboración Propia-Radio Mobile

**FIGURA 26: SIMULACIÓN DEL TRAMO N°2**



Fuente: Radio Mobile

### 3.3. RESULTADOS FINALES

#### 3.3.1. Cálculos teóricos obtenidos del Radio enlace.

**TABLA 23: MUESTRA RESUMIDA DE LOS CÁLCULOS TEÓRICOS**

Parámetros	Tramo N° 1	Tramo N° 2
Distancia	15.17 km	13 km
Frecuencia de trabajo	5.8 GHZ	5.8 GHZ
Potencia de Transmisión	23dBm	23dBm

Ganancia de Transmisión y recepción	30 dB	30 dB
Perdidas x espacio libre	131.338 dB	129.997 dB
Atenuación x Absorción	0.4854 dB	0.416 dB
Potencia de Recepción	-58.8234 dB	-51.413 dB

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2. Valores y cuadros obtenidos mediante la simulación del Radio enlace Mediante Software Radio Mobile.

❖ De la simulación en Radio Mobile se deduce:

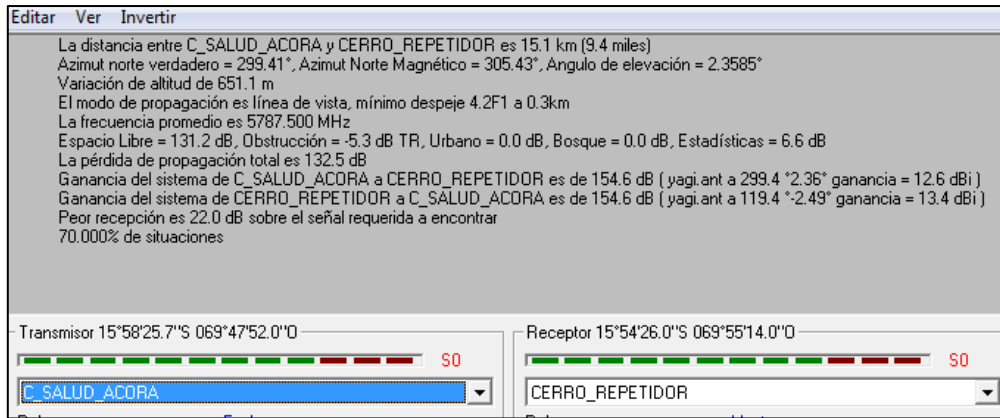
**TABLA 24: RELACIÓN ENTRE ANGULO AZIMUT Y ELEVACIÓN**

TRAMO N° 1	TRAMO N°2
Angulo Azimut= 303.53 <sup>0</sup> Angulo de elevación= - 2.907 <sup>0</sup>	Azimut= 299.41 <sup>0</sup> Angulo de elevación= 2.359 <sup>0</sup>

Fuente: Elaboración propia

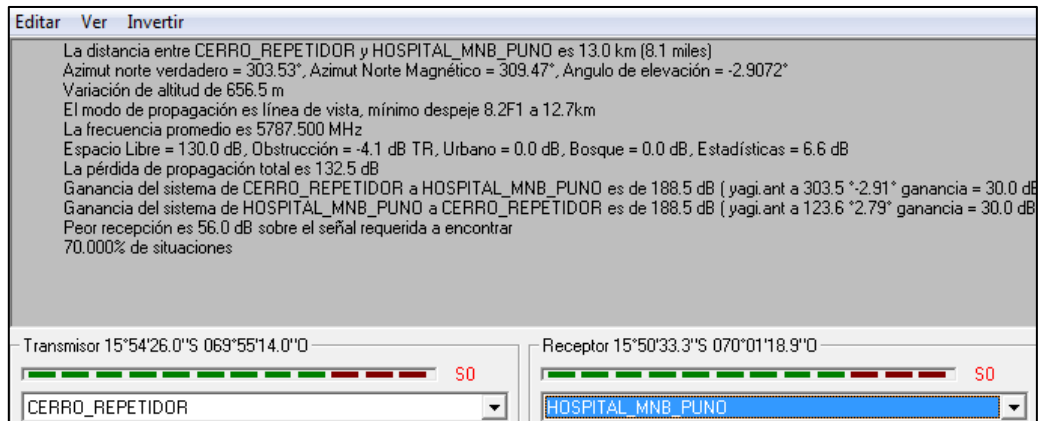


**FIGURA 27: DETALLES DEL ENLACE SOFTWARE RADIO MOBILE- TRAMO Nº 1**



Fuente: Radio Mobile

**FIGURA 28: DETALLES DEL ENLACE SOFTWARE RADIO MOBILE- TRAMO Nº 2.**



Fuente: Radio Mobile

**3.3.3. Comparación de los cálculos teóricos y de la simulación en Radio Mobile de las pérdidas por espacio libre en la trayectoria de Transmisión y recepción.**

**TABLA 25: COMPARACIÓN DE DATOS OBTENIDOS CÁLCULOS Y RADIO MOBILE**

PERDIDAS POR ESPACIO LIBRE	CÁLCULOS TEÓRICOS	RADIO MOBILE	Margen de error
1º TRAMO	131.338 dB	131.2dB	1.7 %
2º TRAMO	129.997 dB	130 dB	0.89%

Fuente: Elaboración propia

**3.3.1. Determinación del Margen de error:**

$$[(X_A - X_b) / X_b] \times 100\%$$

Nota: El error mínimo no supera el 2% que es lo mínimo establecido para considerar los datos como válidos.

## CONCLUSIONES

- Se eligió la alternativa más adecuada para realizar el radio enlace IP dado los parámetros con los que trabajaba este sistema, su bajo costo y su implementación en nuestro país por parte de un operador de dicho sistema. Se eligió el radio enlace IP dado debido al bajo costo del sistema e implementación.
- El diseño del Radioenlace para servicios de telemedicina es un proyecto que no implicara un costo demasiado alto en comparación con otras alternativas de telemedicina aplicadas en otros países y esto permite brindar un servicio de calidad y a bajo costo.
- La radio digital es la transmisión de portadoras analógicas moduladas digitalmente entre dos o más puntos de un sistema de comunicaciones.
- Los sistemas de transmisión digital desarrollados en la actualidad hacen posible la transmisión simultánea de cientos o miles de canales digitales de voz, video y datos, los cuales son multicanalizados empleando técnicas de división de tiempo (TDM).

- En los sistemas digitales de radio, el medio de transmisión podría ser el espacio libre, la atmósfera terrestre o una instalación física, como un cable metálico o de fibra óptica.
- Los sistemas de transmisión digital desarrollados en la actualidad hacen posible la transmisión simultánea de cientos o miles de canales digitales de voz, video y datos, los cuales son multicanalizados empleando técnicas de división de tiempo (TDM).
- 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.

## RECOMENDACIONES

- El diseño emplea la frecuencia de 5.8Ghz para fines con fines médicos dispuestos internacionalmente, pero puede trabajar en rangos de frecuencia licenciados.
- El diseño está presto al agregado de nuevos servicios y equipos médicos según las necesidades del distrito rural de Acora, Estos servicios puedan ser agregados en el enlace de telemedicina. Ejemplo: Telepatología.
- Se recomienda implementar un sistema de puesta a tierra para los equipos que se usen en el centro de salud de Acora ya que estarán expuestos a lluvias, granizadas, rayos, truenos y otros factores climatológicos que pueden afectar el rendimiento del enlace.
- El diseño del Radioenlace para telemedicina en este proyecto está presto al agregado de una red interna de datos empleando protocolos y sistemas de seguridad informática para evitar ataques desde internet y brindar confidencialidad en la información médica brindada.
- Los equipos de radio transmisión deberán contar con un sistema redundante ante posibles cortes de energía y caídas en la alimentación de energía. Ejemplo: Banco de baterías, generador eléctrico a Combustión.

## BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.).
- Arcila Gómez , C. E., & Loaiza Osorio, M. J. (2010). Tesis “Diseño de un enlace de telemedicina para el hospital universitario San Juan de Dios del Quindío”. Colombia.
- Albornoz Martos, J. M. (2007). Radio enlaces digitales. Venezuela: Academia española.
- Cisneros Lora, D. J. (Abril de 2013). *Tesis "Diseño de una solución de comunicaciones para la localidad de Nuevo Loreto usando arquitectura punto- multipunto mediante transporte satelital y acceso inalámbrico"*. Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú.
- comunicaciones, M. d. (octubre de 2005). Obtenido de [https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/normas/legales/documentos/pnaf/RM-777-2005-MTC\(05-11-05\).pdf](https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/concesiones/normas/legales/documentos/pnaf/RM-777-2005-MTC(05-11-05).pdf)
- DIRESA-PUNO. (2010). Análisis de la situación de salud . Puno, Perú.
- Galarza Canchucaya, F. A. (2011). Tesis “Diseño De Una Red De Telemedicina Para Monitoreo De Pacientes En El Distrito De Sicaya Perteneiente A La Ciudad De Huancayo”. Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- Gobierno Regional, C. d. (2015). *Gobierno Regional, Centros de Salud con Camas de Internamiento*. Obtenido de <http://www.deperu.com/salud-nacional/establecimientos-de-salud-gbno-regional-minsa/acora-acora-7171>
- informativo, A. B.-B. (2012). Recuperado el septiembre de 2015, de [http://www.abts.org.br/boletim/newsletter/2012/espanol/nov/boletin\\_as\\_7\\_m at8.html](http://www.abts.org.br/boletim/newsletter/2012/espanol/nov/boletin_as_7_m at8.html)
- Mendiavila Morejon, D. A., & Talavera villamarin, D. C. (2011). Tesis "Estudio de la migración del sistema VHF analógico a digital de Petrocomercial del distrito norte tomo I". Quito, Ecuador: Escuela politecnica Nacional.

- Microondas, A. y. (2012). *Aplicaciones y Teoría de Ingeniería de Microondas*. Obtenido de <http://escritura.proyectolatin.org/aplicaciones-y-teoria-de-ingenieria-de-microondas/las-microondas/>
- MICROTİK. (2014). *ciudadwireless*. Obtenido de [http://www.ciudadwireless.com/mikrotik\\_mtad-5g-30d3-pa\\_parabolic\\_antenna\\_precision\\_alignmment-p-7741.html](http://www.ciudadwireless.com/mikrotik_mtad-5g-30d3-pa_parabolic_antenna_precision_alignmment-p-7741.html)
- PARSALUD, M. d. (2014). *Ministerio de salud - PARSALUD*. Obtenido de <http://www.parsalud.gob.pe/equipos-medicos-para-acora>
- Puno, D. E.-D. (2004). *Categorías De Establecimientos De Sector Salud - N T N° 0021- MINSa*. Puno, Puno, Peru.
- Sánchez Cascos, F. J. (2013). Tesis “La Teleradiología En El Ámbito Sanitario Catalán ”. España: Universidad Oberta de Catalunya.
- Segura Flores , R. A. (2012). Tesis “Sistema De Comunicación Para La Transmisión De Datos Entre La Matriz Y Las Sucursales De La Cooperativa De Ahorro Y Crédito Financredit Ltda “. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.
- Segura Flores , R. A. (2012). Tesis “Sistema De Comunicación Para La Transmisión De Datos Entre La Matriz Y Las Sucursales De La Cooperativa De Ahorro Y Crédito Financredit Ltda. “. Ecuador: Universidad Técnica De Ambato.
- Sendin Escalona, A. (2011). *Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles*. España.
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas*. México: Prentice Hall.
- Zavala bravo, D. A. (2011). Tesis “*Diseño de una red de telemedicina para una red asistencial en la ciudad de lima*”. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.

## ANEXOS

### Anexo A

**Figura A - Esquema General De La Red De Telemedicina**



Fuente: **(Galarza Canchucaja, 2011)**

Nota: Al diseño se le puede adaptar al diseño una Antena parabólica por aportar mayor directividad. En cada estación Base de transmisión y Recepción respectivamente,

### Anexo B:

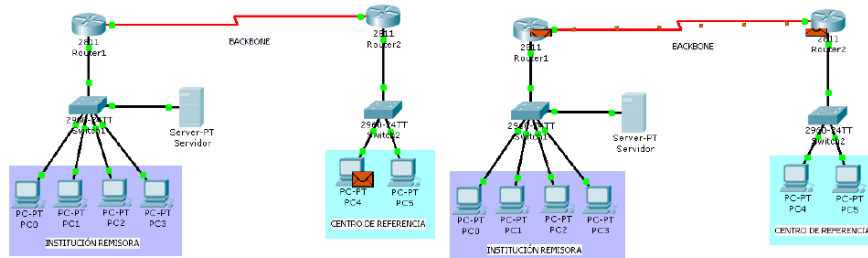
- ❖ Simulación en Packet Tracer, Envío Y Recepción De La Información Médica Entre El Centro De Salud Acora (institución remitora) y el Hospital Regional M.N:B (centro de Referencia)

A continuación se presenta la simulación del envío de un paquete desde el Computador PC4 que se encuentra en el centro de referencia, dirigido hacia el



Servidor de una estación remisora.

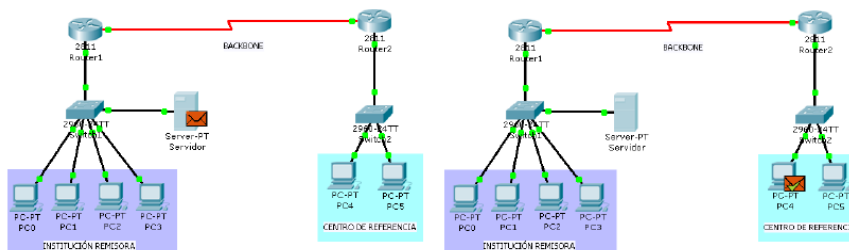
**Figura B1- Envió del paquete en la estación remisora**



Fuente: ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

En la figura N°. A la izquierda se observa el comienzo del envío del paquete desde el PC4 y a la derecha se observa el camino por donde viaja el paquete de Router N° 1 a Router N°2

**Figura B2- Llegada del paquete en la estación remisora**



Fuente: ( Arcila Gómez & Loaiza Osorio, 2010)

En la figura N°. A la izquierda se observa que el paquete llegó al servidor y a la derecha el sistema da aviso que el paquete llegó correctamente.

## EQUIPOS MEDICOS PARA EL PROYECTO DE TELEMEDICINA:

Anexo C:

Espirómetro Digital – costo: S/.1097.4

El espirómetro es un equipo que mide el aire espirado por el enfermo; tanto su cantidad como la velocidad con la que es expulsado de los pulmones, con lo que nos da una idea del volumen y capacidad pulmonar y de la obstrucción de las vías respiratorias

El espirómetro es un equipamiento de mano para examinar la función de pulmón.

**Figura C- Espirómetro Digital**



Fuente < <http://www.quirumed.com/es/espirometro-digital-con-pantalla-lcd.html> >

#### Características técnicas:

- Equipo portable con batería recargable y muestra mediciones de:
  - ✓ Capacidad Vital Forzada (FVC).
  - ✓ Volumen de Espiración Forzado en un segundo (FEV1) y juzgar la condición del examinado por la ratio de FEV1 y FVC.
  - ✓ Flujo Espiratorio Máximo (PEF), 25% de flujo de FVC (FEF25), 75% flujo de FVC (FEF75) y flujo medio entre 25% y 75% de FVC (FEF2575).
  - ✓ Visualización de gráfico tasa de flujo-volumen, gráfico de volumen-tiempo.

#### Ambiente de almacenamiento:

Temperatura: -40°C

Humedad Relativa: 5%-95%

Rango de presión atmosférica: 500hPa-1060hPa

#### Ambiente de trabajo:

Temperatura: +- 10°C

Humedad relativa: 80%

Rango de presión atmosférica: 700hPa-106hPa

Anexo D:

Escáner de alta resolución, digitalizador de placas Rx Microtek Scanmaker 9800xl  
–costo: S/ 1607.28.

Escáner Ideal para digitalizar Placas radiografías de gran tamaño como placas de tórax, Tomografías y Resonancias. Posee la resolución ideal para digitalizar mamografías. Velocidad de escaneo de: 11.5 ms/line - color, 53 sec/scan – tamaño por imagen de 1600 x 3200, 186 sec/scan - color - 600 dpi.

permite enviar archivos DICOM a cualquier sistema PACS/RIS desde cualquier departamento o servicio médico.

**Figura D-Escaner Digital Silver Fast X-Ray**

Features Compatibility Links Awards Price Calculator

Required Information  
Country: Peru

optional: old product to upgrade / crossgrade from  
Manufacturer: Microtek  
Scanner: ScanMaker 9800 XL  
Versionnumber: 6.5 / 6.6  
SilverFast Version: SilverFast X-Ray

Download Version from Peru for  
Microtek ScanMaker 9800 XL (Full version / Upgrade Version)

All prices in USD

SilverFast Version (6.6)	Regular Price	Upgrade Price	Buy
AI IT8 6.6	398.00	-	Buy
AI IT8 (Printer-Calibration) 6.6	497.00	-	Buy
AI IT8 Studio 6.6	457.00	-	Buy
AI IT8 Studio (Printer-Calibration) 6.6	556.00	-	Buy
X-Ray 6.6	499.00	-	Buy
Archive Suite 6.6	914.00	-	Buy
	499.00		



fuentes URL < [http://www.silverfast.com/product/Microtek/ScanMaker-9800-XL-285/en.html?country=pe&upgrade\\_vendor=Microtek&upgrade\\_product=285&upgrade\\_option=X-RAY&upgrade\\_version=6.5&view=calc#calculator](http://www.silverfast.com/product/Microtek/ScanMaker-9800-XL-285/en.html?country=pe&upgrade_vendor=Microtek&upgrade_product=285&upgrade_option=X-RAY&upgrade_version=6.5&view=calc#calculator) >

Anexo E:

En la figura N° se observa la instalación de la antena parabólica y equipos de radioenlace de una Estación Base para servicios de Entel- Lima.



Fuente: Instalación para servicios de Entel Perú