

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMATICA Y MECÁNICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRÓNICA



RED BACKBONE PARA LA ENTREGA DE SERVICIOS DE DATOS,
INTERNET Y VOIP EN LA MICRO RED DE SALUD PISAC - MINSA

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO ELECTRÓNICO

Presentado por:

Br. Antero Ccasani Davalos

Asesor:

Ing. Jorge Arizaca Cusicuna

CUSCO – PERU
2019

PRESENTACION

El presente proyecto pretende dar una solución a la ausencia de infraestructura para proveer servicios de telecomunicaciones tales como internet y telefonía en los centros de salud que conforma la Micro red de Salud Pisac del Ministerio de Salud (MINSA) en la provincia de Calca del departamento de Cusco, del mismo modo se pretende tener un documento base para las implementaciones futuras de las soluciones propuestas en otros establecimientos de salud de nuestro país.

Las soluciones propuestas están basadas en tecnologías modernas en telecomunicaciones y tomando como referencia proyectos ya implementados.

DEDICATORIA

A mi madre que es mi luz y guía mi camino en cada meta que alcanzo.

A mis hermanos y hermanas, que son mi fortaleza y siempre creyeron en mí en todo momento.

INTRODUCCION

En la actualidad el uso de las telecomunicaciones juega un rol muy importante en nuestras vidas, ya que nos permiten el uso de tecnologías tales como el internet, las comunicaciones móviles, la televisión satelital entre otros. El uso de estas tecnologías mejora la forma en que nos relacionamos tanto en el ámbito profesional como personal.

En la región sierra del Perú, por ser una zona bastante accidentada geográficamente, se nota estas carencias tecnológicas sobre todo en las comunidades y centros poblados ubicados en las zonas más altas.

En este sentido en el presente proyecto se propone el diseño de una red backbone en la micro red de salud de la provincia de Pisac del departamento de Cusco (Ministerio de Salud) y de esta manera se pretende solucionar las limitaciones de comunicación que actualmente tienen estos Centros de Salud.

RESUMEN

En el presente proyecto se presenta el diseño de una red Backbone en la Micro red de salud Pisac-Minsa, el diseño de esta red, está basado en tecnologías de fibra óptica y enlaces inalámbricos como medios de comunicación y tecnología TCP/IP como protocolo de transporte. Este documento está conformado por 6 capítulos.

En el primer capítulo se presentan los aspectos generales, tales como el planteamiento del problema, objetivos, justificación.

En el segundo capítulo se presentan los antecedentes del proyecto y los fundamentos teóricos de las características de los medios de comunicación tales como, la fibra óptica y la tecnología inalámbrica, también se realizó una breve descripción de los parámetros fundamentales.

En el tercer capítulo se hace un diagnóstico de la situación actual y los aspectos técnicos para el dimensionamiento de tráfico tanto para la telefonía IP como el acceso a internet en cada establecimiento de la Micro red Pisac.

En el cuarto capítulo se presenta el diseño de la red física, dividido en dos subcapítulos, conformados por el diseño de la red backbone de fibra óptica y el diseño de la red backbone microondas, con sus respectivas redes de acceso de microondas.

En el quinto capítulo se presenta el diseño de la red lógica, donde se aborda el direccionamiento IP y la asignación de vlans a cada establecimiento de salud, que conforma la red.

Finalmente, en el sexto capítulo se presenta el costo referencial para la implementación de la red, detallando los costos de los equipos y la mano de obra que son necesarios para el despliegue de esta red.

ABSTRACT

This project presents the design of a Backbone network in the Pisac-Minsa Micro Health Network. The design of this network, is based on fiber optic technologies and wireless links such as media and TCP / IP technology as a protocol for transport. This document is made up of 6 chapters.

In the first chapter the general aspects are presented, such as the problem statement, objectives, justification.

The second chapter presents the background of the project and the theoretical foundations of the characteristics of the media such as fiber optic and wireless technology, a brief description of the fundamental parameters was also made.

In the third chapter a diagnosis is made of the current situation and the technical aspects for the sizing of traffic for both IP telephony and internet access in each establishment of the Pisac Micro Network.

The fourth chapter presents the design of the physical network, divided into two subchapters, consisting of the design of the fiber optic backbone network and the design of the microwave backbone network, with their respective microwave access networks.

The fifth chapter presents the design of the logical network, which addresses the IP addressing and the assignment of vlans to each health facility, which makes up the network.

Finally, in the sixth chapter the referential cost for the implementation of the network is presented, detailing the costs of the equipment and labor that are necessary for the deployment of this network.

INDICE GENERAL

PRESENTACION.....	II
DEDICATORIA.....	III
INTRODUCCION.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	XI
CAPITULO I.....	1
GENERALIDADES.....	1
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1 Problema general.....	5
1.2.2 Problemas especificos.....	5
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos especificos.....	6
1.4 JUSTIFICACION.....	7
1.5 ALCANCES.....	7
1.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO.....	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEORICO.....	9
2.1 ANTECEDENTES.....	9
2.2 CONCEPTOS BASICOS.....	12
2.3 FIBRA ÓPTICA.....	12
2.3.1 Tipos de fibra óptica.....	13
2.3.2 Tipos de conectores de fibra óptica.....	15
2.4 FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE FIBRA ÓPTICA.....	16
2.4.1 Potencia de recepción.....	16
2.5 TECNOLOGIAS DE ACCESO PARA FIBRA ÓPTICA.....	17

2.5.1	Metro Ethernet.....	17
2.6	REDES INALAMBRICAS.	19
2.7	MICROONDAS.....	20
2.7.1	El espectro electromagnético.	20
2.7.2	Enlaces microonda.....	21
2.7.3	Elementos de un radioenlace.....	22
2.7.4	Modelo de pérdida en el espacio libre.....	23
2.7.5	Equipamiento de red.	25
2.8	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	26
2.8.1	Esquema funcional.....	26
2.8.2	Componentes.....	27
2.9	METODOLOGÍA.....	28
CAPITULO III	32
DIAGNOSTICO DE NECESIDADES Y DIMENSIONAMIENTO DE TRÁFICO	32
3.1	GEOGRAFIA.....	32
3.2	POBLACIÓN BENEFICIARIA CON LA MICRO RED DE SALUD PISAC.	33
3.3	DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.	34
3.3.1	Determinación de necesidades en el ámbito tecnológico.....	46
3.4	CALCULO DE CAPACIDAD DE INTERNET Y TELEFONIA IP.	49
CAPITULO IV	56
DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED	56
4.1	DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ANALISIS DE TECNOLOGIAS.	56
4.3	DISEÑO DE LA RED BACKBONE: TRAMO DE FIBRA ÓPTICA.	61
4.3.1	Selección del tipo y estándar de fibra óptica.	63
4.3.2	Modo de tendido de la fibra óptica.	65
4.3.3	Herrajes para cable ADSSS (Preformados de retención o terminales).....	66
4.3.4	Herrajes para cable ADSSS (Preformados de paso o suspensión).....	67
4.3.5	Calculo mecánico de fibra óptica.....	68
4.3.6	Distancias de la fibra óptica por tramos.	70
4.3.7	Ubicación de los postes y características de la fibra óptica.....	74
4.3.8	Determinación del Interfaz óptico (SFP).....	79
4.3.9	Cálculo de atenuación.....	82
4.3.10	Tecnología de acceso para la red de fibra óptica.....	91

4.3.11 Selección de equipos.	93
4.3.11.1 Equipos activos.	94
4.3.12 Interconexión de los equipos.	100
4.4 DISEÑO DE LA RED BACKBONE Y REDES DE ACCESO: TRAMO DE MICROONDAS.	101
4.4.1 Coordenadas de cada establecimiento.	104
4.4.2 Ubicación de los repetidores.	104
4.4.3 Determinación de tipos de enlaces y sus respectivas distancias.	106
4.4.4 Diseño del enlace de microondas.	107
4.4.5 Determinación de la frecuencia de trabajo.	107
4.4.6 Normativa para el uso de frecuencia y equipos.	109
4.4.7 Evaluación del radio enlace.	110
4.4.8 Alternativas para la implementación de la red.	113
4.4.9 Patrón de radiación de la antena NanoStation M5 802.11a/n.	118
4.4.10 Diseño del enlace troncal Centro de Salud Pisac – Repetidor 1.	119
4.4.11 Diseño del enlace troncal Repetidor 1 – Repetidor 2.	122
4.4.12 Diseño del enlace de acceso Repetidor 1 – Centro de Salud Cuyo Chico.	125
4.4.13 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Huancalle.	128
4.4.14 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Cuyo Grande.	131
4.4.15 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Patabamba.	134
4.3.1 Equipamiento de la red de microondas.	138
4.3.1 Diseño de las repetidoras en cada uno de los establecimientos de nivel i-1.	138
4.3.2 Equipos activos.	139
4.3.3 Propuesta del sistema de energía en las repetidoras.	143
CAPITULO V	148
DISEÑO DE LA RED LÓGICA	148
5.1 DISEÑO LÓGICO DE LA RED.	148
5.1 CONFIGURACION DE LAS OPCIONES DE VLAN.	149
5.2 SIMULACION E IMPLEMENTACION DE LA RED A NIVEL LÓGICO.	150
5.1 ARQUITECTURA Y MODELO DE LA RED.	152
5.2 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS DE RED.	152
5.2.1 Router Gateway-Pisac.	152
5.2.2 Switch Pisac.	159
5.3 RESULTADOS DE LA SIMULACION.	162

5.3.1 Pruebas de conectividad entre los centros de salud.....	162
5.1.1 Establecimiento de llamadas entre los centros de salud.....	166
5.1.1 Gestión por telnet a los equipos.....	170
CAPITULO VI.....	172
ANALISIS DE COSTOS.....	172
6.1 COSTO DE INVERSION.....	172
6.1.1 Etapa 1: tramo de fibra óptica.....	172
6.1.2 Etapa 2: tramo de red de microondas.....	175
6.2 EVALUACION ECONOMICA.....	194
6.2.1 Beneficios sociales.....	194
6.2.1 Beneficios cuantificables.....	195
6.1.1 Cálculos de parámetros.....	196
CONCLUSIONES.....	200
RECOMENDACIONES.....	202
BIBLIOGRAFIA.....	203
ANEXOS.....	206
Anexo 1: Detalle de la caja de empalme para sangrado a 960 mts.....	207
Anexo 2: Diagrama unifilar óptico ODF en el Centro de Salud Pisac.....	210
Anexo 3: Normas técnicas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.....	213
Anexo 4: Datos técnicos del switch Catalyst WS-C960-24PC-S.....	221
Anexo 5: Datos técnicos del SFP GLC-LH-SMD.....	224
Anexo 6: Datos técnicos de la radio Nano Station 5.....	227
Anexo 7: Fibra óptica CFOA-SM-AS120-G 120F.....	230

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Resumen de tecnologías existentes en los centros de salud	2
Tabla 1.2: Niveles de atención en los Centros de Salud de la Micro Red Pisac.....	3
Tabla 2.1: Comparativo de velocidades de las tecnologías de acceso.....	19
Tabla 3.1: Población de la Micro Red de Salud Pisac.	34
Tabla 3.2: Inventario de equipos de computo en C.S Pisac.	37
Tabla 3.3: Inventario de equipos de computo C.S Lamay	40
Tabla 3.4: Inventario de equipos de computo C.S Coya.....	43
Tabla 3.5: Inventario de equipos de cómputo en centros de salud de nivel I-1	46
Tabla 3.6: Propuesta de los servicios en los establecimientos	48
Tabla 3.7: Relación de códec de voz elegible para telefonía IP	51
Tabla 3.8: Resumen de ancho de banda para cada usuario con acceso a internet	54
Tabla 3.9: Resumen de ancho de banda de internet total	55
Tabla 3.10: Resumen de ancho de banda total para telefonía IP e internet	55
Tabla 4.1: Atenuaciones para los dos tipos de fibra	63
Tabla 4.2: Rendimiento de la fibra monomodo OS2, estándar G.652D.....	64
Tabla 4.4: Comparación entre cable ADSS, OPWS y Figura en "8"	77
Tabla 4.5: Comparación entre ventanas de operación	78
Tabla 4.6: Comparación entre los estándares para SFP Giga Ethernet	79
Tabla 4.7: Especificaciones técnicas de la interfaz óptica GLC-LH-SM	80
Tabla 4.8: Especificaciones técnicas de la interfaz óptica GLC-LH-SM	80
Tabla 4.9: Potencia Recibida (Rx) y Ancho de Banda de los enlaces (BW)	89
Tabla 4.10: Comparativo de tecnologías SDH y Metro Ethernet	91
Tabla 4.11: Comparativo de dispositivos conmutadores (capa 2)	93
Tabla 4.12: Plataformas del Cisco Call Manager y limitaciones	96
Tabla 4.13: Coordenadas geográficas.....	102
Tabla 4.14: Tipos de enlaces y sus respectivas distancias	104
Tabla 4.15: Canales de la banda 2.4 GHz.....	106
Tabla 4.16: Características del terreno.....	109
Tabla 4.17: Cuadro comparativo de radios.....	116
Tabla 4.18: Datos del enlace Centro de Salud Pisac - Repetidor 1.....	118
Tabla 4.19: Datos del enlace Repetidor 1- Repetidor 2.....	120
Tabla 4.20: Datos del enlace Repetidor 1 – Centro de Salud Cuyo Chico	123

Tabla 4.21: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Huancalle	126
Tabla 4.22: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Cuyo Grande.....	129
Tabla 4.23: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Patabamba.....	132
Tabla 4.24: Datos característicos de las antenas y radios.....	136
Tabla 4.25: Altura de instalación de antenas en cada establecimiento	140
Tabla 4.26: Dimensionamiento de la carga en AC Rep1	141
Tabla 4.28: Dimensionamiento de la carga en AC Rep2	144
Tabla 5.1: Direccionamiento de las subredes para los establecimientos de salud	147
Tabla 5.2: Anexos telefónicos por cada puesto de salud.....	147
Tabla 6.1: Materiales para el tendido de fibra óptica	163
Tabla 6.2: Mano de obra para el tendido de fibra óptica.....	163
Tabla 6.3: Equipos y accesorios en la sala de equipos (Indoor).....	164
Tabla 6.4: Sistema de pozo a tierra	164
Tabla 6.5: Equipamiento de computo	165
Tabla 6.6: Gastos de supervisión y estudio de campo, gasto total primera etapa del proyecto	165
Tabla 6.7: Sistema de pozo a tierra para torre existente	166
Tabla 6.8: Enlace Centro de Salud Pisac-Repetidor 1.....	166
Tabla 6.16: Cerco perimetrico, supervision de proyecto Repetidor 1	169
Tabla 6.26: Cerco perimetrico, supervision de proyecto Repetidor 2	173
Tabla 6.50: Otros gastos, Total	183
Tabla 6.51: Tabla de beneficios 1.....	185
Tabla 6.54: Tabla de beneficios 4, Total.....	186
Tabla 6.55: Evaluación económica	189

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La falta de infraestructura adecuada es el "talón de Aquiles", que tienen los Centros de Salud del MINSA. Esta carencia afecta la oportunidad y calidad de atención de los pacientes.

Además, el 68% de los establecimientos en nuestra región, se encuentran ubicadas en zonas inadecuadas para la prestación del servicio, carecen de servicios básicos (luz eléctrica, agua, desagüe), “lo que genera riesgo en la bioseguridad de los pacientes y el personal”. (La Republica, 2006).

Específicamente en la Micro Red de Salud Pisac que está conformado por 14 establecimientos de salud y está ubicada en la provincia de Calca del departamento de Cusco, estos centros de salud carecen de una adecuada infraestructura de telecomunicaciones, ya que en algunos establecimientos, tan solo se cuenta con cobertura de telefonía celular como único medio de comunicación, a continuación en la tabla 1.1, se muestra un resumen de los servicios existentes en los Centros de Salud de la Micro Red Pisac, de acuerdo a las visitas que se realizó.

CENTRO DE SALUD	INTERNET	TELEFONIA ANALOGICA	TELEFONIA MOVIL
Pisac (I-4)	Si tiene	Si tiene	Si tiene
Lamay (I-3)	Si tiene	No tiene	Si tiene
San Salvador (I-3)	Si tiene	No tiene	Si tiene
Coya (I-2)	Si tiene	No tiene	Si tiene
Taray(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Huama(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Poques(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Sayllafaya(I-1)	No tiene	No tiene	No tiene
Tiracancha(I-1)	No tiene	No tiene	No tiene
Huancalle(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Patabamba(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Cuyo Chico(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Quello Quello(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene
Cuyo Grande(I-1)	No tiene	No tiene	Si tiene

Tabla 1.1: Resumen de tecnologías existentes en los Centros de Salud de la Micro Red Pisac

Fuente: Propio

En la figura 1.1, se describe la organización jerárquica de acuerdo al nivel de atención que tiene cada establecimiento de salud que conforma la Micro Red de Salud Pisac.

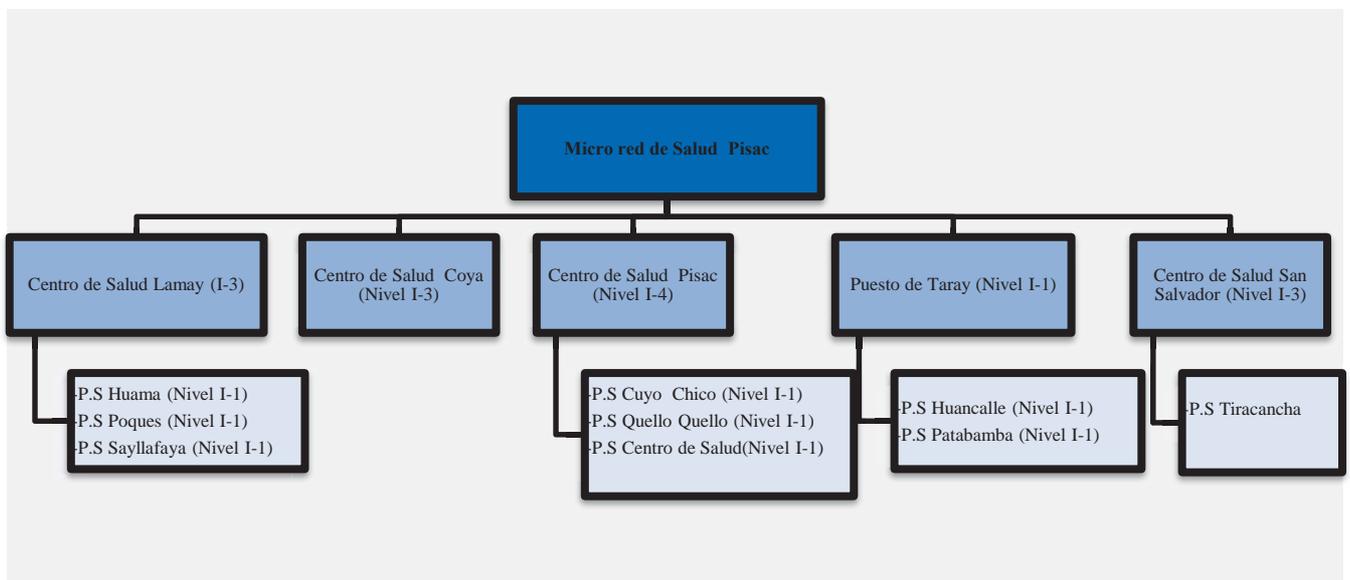


Fig. 1.1 Distribución de los Centros de Salud de la Micro Red Pisac.

Fuente: Propia

Para tener una mayor referencia de los tipos de Centros de Salud del Ministerio de Salud, en la tabla 1.2, se describe los servicios que se prestan en los centros de salud de acuerdo al nivel de atención.

PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN	Categoría I – 1	Corresponde a: - Puesto de salud o Posta de salud con profesional de salud no médico - Consultorio de profesional de la salud (no médico)
	Categoría I – 2	Corresponde a: - Puesto de salud o posta de salud (con médico) - Consultorio médico (con médico, con o sin especialidad)
	Categoría I – 3	Corresponde a: - Centro de salud - Centro Médico - Centro Médico Especializado - Policlínico
	Categoría I – 4	Corresponde a: - Centro de salud con camas de internamiento - Centro médico con camas de internamiento
SEGUNDO NIVEL DE ATENCIÓN	Categoría II – 1	Corresponde a: - Hosp. de atención general - Clínicas de atención general
	Categoría II – 2	Corresponde a: - Clínicas y hospitales con mayor especialización.
	Categoría II – E	-Agrupan a los hospitales y clínicas dedicados a la atención especializada.
TERCER NIVEL DE ATENCIÓN	Categoría III – 1	-Agrupan los hospitales y clínicas de atención general con mayores unidades productoras de servicios de salud.
	Categoría III-E	- Agrupan los hospitales y clínicas de atención general con mayores unidades productoras de servicios de salud y servicios en general.
	Categoría III-2	Corresponde a: - Institutos especializados

*Tabla 1.2: Niveles de atención en los Centros de Salud de la Micro Red Pisac
Fuente: MINSA*

- De la tabla 1.2, se puede deducir que los establecimientos de salud de nivel I-1, que son la mayoría (09 establecimientos), carecen de servicios de comunicaciones, debido a que se encuentran en zonas rurales de difícil acceso y alejados del pueblo de Pisac, como se muestra en el mapa de la fig. (1.2).

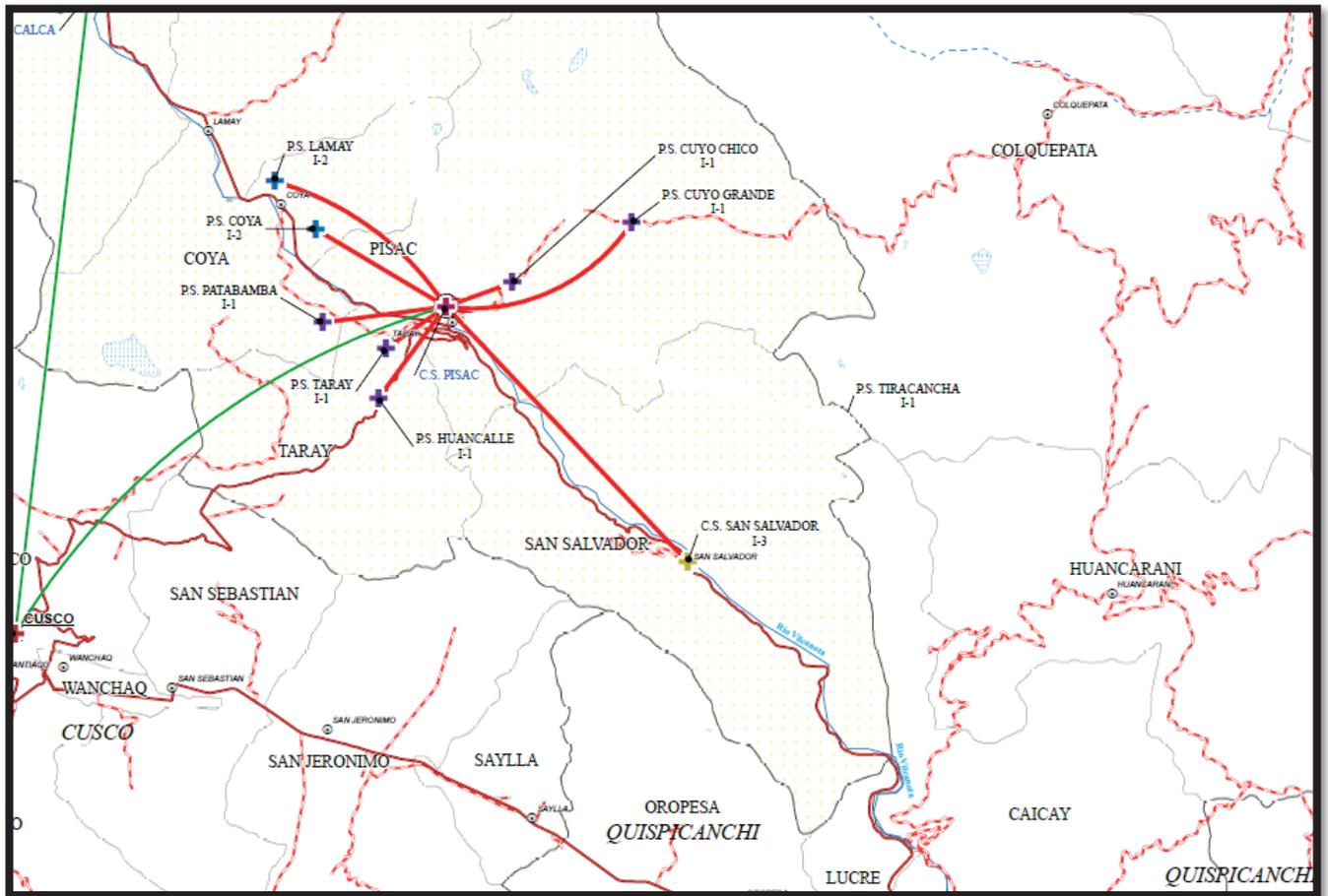


Fig. 1.2 Mapa de la Micro Red de Salud Pisac
Fuente: Propia

- En el Centro de Salud de nivel I-4, se cuenta con servicio de internet (velocidad < 2Mbps) y con una línea de telefonía analógica.
- En los Centros de Salud de nivel I-3, se cuenta con servicio de internet (velocidad < 2Mbps) y no se cuenta con servicio de telefonía.

Estas carencias influyen de manera negativa en el trabajo del personal médico, que en su mayoría son enfermeros y estos muchas veces requieren la asistencia de un médico, para orientarles sobre temas de salud o acceder a información importante en momentos críticos y debido a la falta de estos servicios de comunicación adecuados no se da una atención de calidad al paciente.

Otro de los aspectos importantes es la cantidad de información que se maneja durante los procesos de atención al paciente, tales como: administración de historias clínicas, proceso de pre-consulta médica o de enfermería, consulta médica o de promoción y prevención. Esta información por lo general es almacenada en cada centro de salud. El proceso de recolección de información se hace mensualmente, para esto un personal se desplaza a cada una de las sedes y recopila toda la Información. Este es un proceso costoso y poco eficiente, ya que el desplazamiento a cada una de las sedes exige un gasto de alimentación y transporte.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL.

Se cuenta con una limitada infraestructura de telecomunicaciones, para poder interconectar todos los centros de salud y proveer los servicios de internet, datos y VoIP en toda la Micro Red de Salud Pisac.

1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS.

- Para la entrega de servicios de telefonía e internet, no se consideró un estudio previo de las necesidades, estos se entregaron de forma improvisada sin tomar en cuenta las verdaderas necesidades de cada establecimiento.
- No se tiene un dimensionamiento apropiado para proveer los servicios de telefonía e internet de forma correcta en los centros de salud de la Micro red Pisac.
- Los Centros de Salud de la Micro Red Pisac de nivel I-1, carecen de una infraestructura para proveer servicios de internet y telefonía.
- Los Centros de Salud de la Micro Red Pisac de niveles I-2 y I-3, carecen de servicio de telefonía.

- Los Centros de Salud de la Micro Red Pisac de niveles I-2, I-3 y I-4, cuentan con internet limitado < 2 Mbps, insuficiente para las distintas áreas de estos establecimientos.
- Las instalaciones existentes han sido instalados de forma improvisada y rudimentaria.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una infraestructura de red backbone y las redes de acceso para el transporte y la entrega de servicios de datos, internet y VoIP para los Centros de Salud de la Micro Red de Salud Pisac – Minsa.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Hacer un TSS (Technical Site Survey), visita técnica a los establecimientos de la Micro Red de Salud Pisac.
- Dimensionar el tráfico de la red en cada centro de salud (calcular el ancho de banda necesario para internet y telefonía IP).
- Propuesta de los equipos de red en los establecimientos de salud para la entrega de telefonía IP e internet.
- Diseñar la red backbone de fibra óptica y diseñar la red backbone de microondas con sus respectivas redes de acceso (enlaces de última milla).
- Diseñar la red lógica.
- Análisis de costos.

1.4 JUSTIFICACION

Las instituciones y establecimientos vinculados al sector de salud, requieren de los alcances tecnológicos de comunicaciones tales como el internet y la telefonía, ya que estos tienen una tendencia creciente en la prestación de servicios médicos, puesto que la implementación de estos servicios trae beneficios tales como la disminución de tiempos de atención, mejora en la calidad de servicio, disminución en los riesgos de atención ya que se tendrá mejor soporte por parte de los especialistas y/o médicos, acceso a información y posibilidad de interconsulta, mayor cobertura, campañas de prevención oportunas.

Este proyecto también pretende impulsar el desarrollo de la telemedicina en las distintas áreas tales como: tele-consulta, tele-diagnóstico, tele-educación, tele-monitoreo, y de esta manera incrementar la eficiencia en el manejo de administrativo.

1.5 ALCANCES

Con el presente proyecto se pretende diseñar una infraestructura de red basada en tecnologías de fibra óptica y microondas para brindar servicios de internet y telefonía en los Centros de Salud de la Micro Red Pisac y de esta manera se pretende solucionar la ineficiencia de la comunicación presente actualmente en cada uno de estos establecimientos de salud.

En definitiva con este proyecto se pretende proponer la mejor alternativa para implementar una red, que enlace los Centros de Salud de la Micro red Pisac, y así como contribuir con el desarrollo de la tecnología en nuestra región.

1.6 LIMITACIONES DEL PROYECTO

- El estudio precisa el diseño de la red de comunicaciones más no la implementación física.
- El proyecto se limita a los centros de salud que tengan una geografía accesible, que no necesiten muchas repetidoras, en este caso se obvio 06 puestos de salud, tales como: San Salvador, Huama, Quello Quello, Tiracancha, Poques y Sayllafaya.
- El estudio solo abarca el diseño de la red backbone (fibra óptica-microondas) y las redes de acceso (microondas) y la propuesta del tipo de los equipos necesarios, para la entrega de servicios en cada establecimiento (sala de comunicaciones), más no el diseño de la distribución de data, energía de los host finales.

CAPITULO II
MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

- Canal Camero H. Rafael (2006), Pontificia Universidad Católica del Perú.

“DISEÑO DE UN ENLACE DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS HOSPITALES ESSALUD DE CUSCO Y URUBAMBA”.

El autor sostiene como problema principal que se cuenta con una limitada infraestructura de telecomunicaciones de servicios de internet y telefonía, estos servicios hacen ineficiente y costosa la transmisión de información para realizar las funciones básicas, tales como traslado de pacientes, control administrativo y actualización de base de datos con el Hospital ESSALUD de Cusco.

El objetivo del siguiente proyecto fue diseñar un sistema de microondas que interconecte los Hospitales Essalud de Cusco y Urubamba y así poder proveer servicios de internet, VoIP e intranet entre estas sedes.

El presente estudio por la naturaleza de sus objetivos es una investigación básica, porque permite conocer y analizar las características de una realidad en una situación dada, para aplicar los principios científicos y tecnológicos del campo de las telecomunicaciones y para resolver problemas existentes planteados en el enlace de microondas.

En este proyecto se logró diseñar un enlace de microondas capaz de brindar los servicios de Internet, VoIP, Intranet, Telemedicina, con lo cual se logrará un crecimiento en la cobertura de atención médica, mejoramiento de la calidad de servicio de salud, incremento de la eficiencia en el manejo administrativo y la actualización del personal médico y técnico del Hospital Essalud Urubamba”.

- Cahui Pacompia J. Rolando (2015), Universidad Nacional del Altiplano.
“DISEÑO DE UNA RED DE TELEMEDICINA PARA LA MICRO- RED DE CAPACHICA-PUNO”

El autor sostiene que el problema principal es la falta de infraestructura de comunicaciones para una comunicación óptima en la Micro Red Capachica – Puno.

El objetivo principal de este proyecto fue diseñar una red inalámbrica piloto para interconectar todo los puestos de Salud de la Micro Red Capachica, y posteriormente demostrar la capacidad de mejora del sistema de atención a los pacientes, a través del uso de servicio de videoconferencia, utilizado en la medicina.

La presente investigación es de tipo aplicada, pues consiste en el empleo práctico del conocimiento o teorías del software y la teoría de enrutamiento para resolver el problema de velocidad de videoconferencias en la red. Así también es diacrónica, pues se investiga problemas en una sucesión de momentos temporales a fin de conocer la evolución del comportamiento del problema en un periodo dado, que permita hacer inferencias, respecto al cambio y sus consecuencias.

El autor concluye que se pudo diseñar el sistema de Red de manera satisfactoria, y que la banda de frecuencia que se usara es 5.8 Ghz ya que no está muy congestionada en comparación a la banda 2.4 Ghz. Se realizaron diseños de redes VoIP, video conferencia, equipos de Telemedicina y de LAN dentro de los establecimientos de Salud.

- Mestanza Mendoza J. Luis (2011), Universidad Privada del Norte.

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE FIBRA OPTICA OPGW PARA LA CONECTIVIDAD DE RED Y DISMINUCION DE COSTOS ENTRE LAS PAMPAS ELECTRICAS PAMPA LARGA Y SECTIONALIZING EN MINERA YANACocha”

El autor sostiene que el problema principal es la falta de infraestructura de red de datos de alta velocidad, para enviar información de la planta de Yanacocha.

El objetivo principal fue diseñar el sistema de Fibra Óptica OPGW, de la misma manera diseñar la topología física y lógica de conectividad entre las plantas, finalmente realizar el metrado entre las dos plantas.

El diseño de red Top Down permite que el diseño lógico y físico pueda ser cambiado en cuanto más información tenga.

Esta metodología se inicia en las capas superiores del modelo de referencia de OSI Cisco (el mayor fabricante de equipos de red), describe una metodología en forma de fases, por lo cual una red atraviesa un ciclo de vida de redes PDIOO (Planificación- Diseño- Implementación- Operación- Optimización).

El autor llego a la conclusión de que el presupuesto de diseñar redes de fibra óptica OPGW, en tendido de sistemas de alta tensión nuevos, es económicamente y

técnicamente factible en comparación con los sistemas de tendido aéreo tradicional de fibra óptica (postes o ducterías).

2.2 CONCEPTOS BASICOS

2.3 FIBRA OPTICA.

En el cable de fibra óptica las señales que se transportan son señales digitales de datos en forma de pulsos modulados de luz. Esta es una forma relativamente segura de enviar datos, debido a que, a diferencia de los cables de cobre que llevan los datos en forma de señales electrónicas, los cables de fibra óptica transportan impulsos no eléctricos. Esto significa que el cable de fibra óptica no se puede pinchar y sus datos no se pueden robar. (Meylin, 2016)

Las transmisiones del cable de fibra óptica no están sujetas a intermodulaciones eléctricas y son extremadamente rápidas a velocidades muy superiores a las velocidades de la DSL o modem por cable, comúnmente transmiten a unos 100 Mbps, con velocidades demostradas de hasta 1 gigabit por segundo (Gbps). Pueden transportar una señal (el pulso de luz) varios kilómetros. (Meylin, 2016)

La fibra óptica es una delgada hebra de vidrio o silicio fundido que conduce la luz. Se requieren dos filamentos para una comunicación bi-direccional: (tx y rx)

El grosor del filamento es comparable al grosor de un cabello humano, es decir, aproximadamente de 0,1 mm. En cada filamento de fibra óptica podemos apreciar 3 componentes:

- La fuente de luz: LED o laser.
- El medio transmisor: fibra óptica.
- El detector de luz: fotodiodo.

Un cable de fibra óptica está compuesto por: Núcleo, manto, recubrimiento, tensores y chaqueta.

Las fibras ópticas se pueden utilizar con LAN, así como para transmisión de largo alcance, aunque derivar en ella es más complicado que conectarse a una Ethernet. La interfaz en cada computadora pasa la corriente de pulsos de luz hacia el siguiente enlace y también sirve como unión T para que la computadora pueda enviar y recibir mensajes. (Meylin, 2016)

2.3.1 Tipos de fibra óptica.

❖ **Monomodo**

Es el tipo de fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz (Ver figura 2.1, Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Esta fibra tiene muy poca atenuación y por lo tanto se usan muy pocos repetidores para distancias largas. Por esta razón es muy usada para troncales con un ancho de banda aproximadamente de 100 GHz por kilómetro (100 GHz-km). (Meylin, 2016)

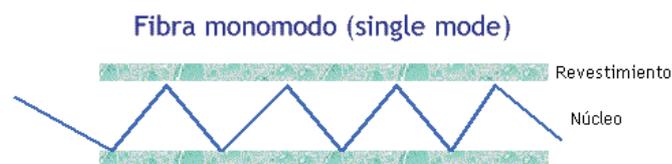


Fig. 2.1 Fibra monomodo
Fuente: (Meylin, 2016)

Una de las aplicaciones más común de las fibras monomodo es para troncales de larga distancia, en donde se emplea para conectar una o más localidades; las ligas de enlace son conocidas comúnmente como dorsales (Backbone).

Este tipo de fibras necesitan el empleo de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa. Puede operar con velocidades de hasta los 622 Mbps y tiene un alcance de transmisión de hasta 100 Km.

❖ **Multimodo.**

Una fibra óptica multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino (Ver figura 2.2). Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 2 km. El núcleo de una fibra multimodo tiene un índice de refracción superior, pero del mismo orden de magnitud, que el revestimiento. Debido al gran tamaño del núcleo de una fibra multimodo, es más fácil de conectar y tiene una mayor tolerancia a componentes de menor precisión.

Dependiendo el tipo de índice de refracción del núcleo, tenemos dos tipos de fibra multimodo: (Meylin, 2016)

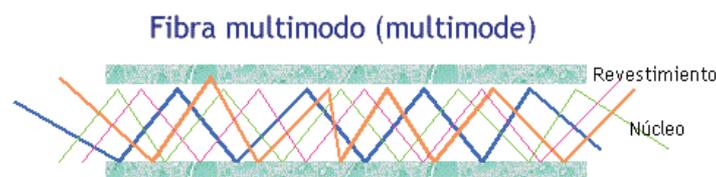


Fig. 2.2 Fibra multimodo.
Fuente: (Meylin, 2016)

- Índice escalonado: en este tipo de fibra, el núcleo tiene un índice de refracción constante en toda la sección cilíndrica, tiene alta dispersión modal.
- Índice gradual: mientras en este tipo, el índice de refracción no es constante, tiene menor dispersión modal y el núcleo se constituye de distintos materiales. Además,

según el sistema ISO 11801 para clasificación de fibras multimodo según su ancho de banda se incluye multimodo sobre láser, a los ya existentes OM1 y OM2 (multimodo sobre LED).

- OM1: Fibra 62.5/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores.
- OM2: Fibra 50/125 μm , soporta hasta Gigabit Ethernet (1 Gbit/s), usan LED como emisores.
- OM3: Fibra 50/125 μm , soporta hasta 10 Gigabit Ethernet (300 m), usan láser (VCSEL) como emisores. Bajo OM3 se han conseguido hasta 2000 MHz km (10 Gbit/s), es decir, una velocidad 10 veces mayor que con OM1 (Meylin L, 2016)

2.3.2 Tipos de Conectores de fibra óptica.

Estos elementos se encargan de conectar las líneas de fibra a un elemento, ya puede ser un transmisor o un receptor. Con la fibra óptica se pueden utilizar acopladores y conectores.

Un acoplador es básicamente la transición mecánica necesaria para poder dar continuidad al paso de luz del extremo conectado de un cable de fibra óptica a otro. Pueden ser provistos también acopladores de tipo "Híbridos", que permiten acoplar dos diseños distintos de conector, uno de cada lado, condicionado a la coincidencia del perfil del pulido. (Meylin, 2016)

Los tipos de conectores disponibles son muy variados, entre los que podemos encontrar se hallan los siguientes:(Ver figura 2.3)

- FC: que se usa en la transmisión de datos y en las telecomunicaciones.
- FDDI: se usa para redes de fibra óptica.
- LC y MT-Array: que se utilizan en transmisiones de alta densidad de datos.

- SC y SC-Dúplex: se utilizan para la transmisión de datos.
- ST o BFOC: se usa en redes de edificios y en sistemas de seguridad

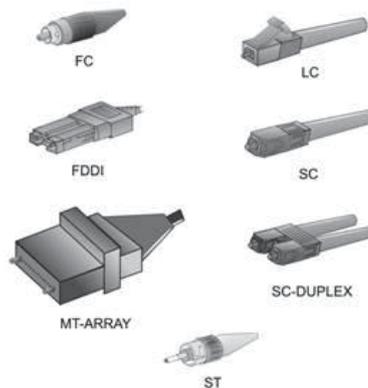


Fig. 2.3 Fibra Multimodo
Fuente. (Meylin, 2016)

2.4 FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE FIBRA OPTICA.

2.4.1 Potencia de recepción.

Usando los datos de potencia acoplada en la fibra, la atenuación kilométrica de la fibra y las pérdidas en conectores y empalmes a lo largo del enlace, se llega a una estimación de la potencia en la entrada del receptor óptico:

$$P_{TX} - 2 \times \alpha_c - \alpha \times D - \alpha_e \times N_e - M_e - M_c \geq P_{RX}$$

Ecuación 2.1: Ecuación del cálculo de atenuación

(Llumiquinga et al., 2008)

Donde:

P_{TX} : Potencia de transmisión [dBm]

α_c : Atenuación debida al conector utilizado en la interfaz [dB]

n: Numero de conectores de extremo a extremo del enlace(n=2, para enlaces p2p)

α_e : Atenuación debida a los empalmes [dB]

α : Atenuación debida a la longitud de la fibra óptica [dB/Km]

D: Longitud efectiva de fibra óptica [Km]

N_e : Numero de empalmes

M_C : Margen de seguridad del cable de fibra óptica [dB]

M_e : Margen de interfaz óptico de transmisión [dB]

P_{RX} : Potencia de recepción mínima [dBm]

2.5 TECNOLOGIAS DE TRANSPORTE POR FIBRA OPTICA.

Para la transmisión por fibra óptica tenemos tecnologías tales como, Metro Ethernet, DWDM (Dense Wavelength Division Multiplex) y SDH (Plesiocronous Digital Hierarchy). Para la selección apropiada de la tecnología se debe considerar el método de acceso al medio, velocidad de transmisión, longitud de onda usada, ancho de banda y capacidad, a continuación se describe la tecnología Metro Ethernet.

2.5.1 Metro Ethernet

Es un diseño de red que proporciona conectividad de banda ancha para redes privadas y servicios de transporte necesarios, tales como Internet de alta velocidad dentro de un área metropolitana. Metro Ethernet hoy en día es un servicio ofrecido por los proveedores de telecomunicaciones para interconectar LANs ubicadas a grandes distancias dentro de una misma ciudad; es decir, ejecutando un transporte WAN. Esta red está basada en el estándar ethernet, y que cubre un área metropolitana. Es comúnmente usada como una red metropolitana de acceso para conectar a las empresas

a los abonados y una red de área extensa, como la Internet. Ethernet es una tecnología bien conocida desde hace décadas. Otra ventaja de un acceso basado en Ethernet de red es que puede ser fácilmente conectada a la red del cliente, debido a la frecuente utilización de Ethernet en las empresas y, más recientemente, las redes residenciales. Por lo tanto, con lo que en Ethernet a la red de área metropolitana (MAN) introduce una gran cantidad de ventajas tanto para el proveedor de servicios y el cliente (residencial y corporativo). Gracias a estas características una empresa puede conectar sus sucursales en una sola intranet mediante Metro Ethernet. (Castro et al., 2009)

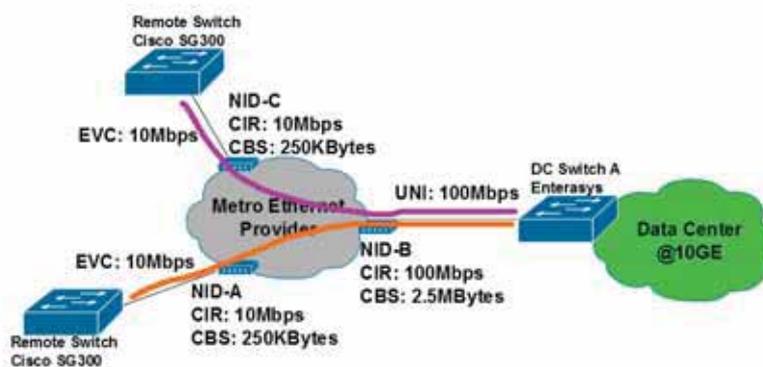


Fig. 2.4: Red Metro Ethernet.

Fuente: (Castro et al., 2009)

Una red Metro Ethernet es una colección de dispositivos de Capa 2 o 3 como los conmutadores o enrutadores conectados a través de fibra óptica. La topología utilizada puede ser un anillo, hub-and-spoke (estrella), el pleno de malla o malla parcial. La red también tendrá una jerarquía: básico, la distribución y el acceso. El núcleo de la mayoría de los casos es un IP / MPLS espina dorsal, pero pueden migrar a nuevas formas de transporte de Ethernet en la forma de 10G o 100g velocidades. (Castro et al., 2009)

En la siguiente tabla 2.1, se muestra el comparativo de velocidad entre la tecnología Metro Ethernet y las tecnologías SDH y DWDM. (Castro et al., 2009)

	DWDM	SDH	<i>Metro Ethernet</i>
Escalabilidad	10G a 1.6T	155M a 40G	10M a 10G

*Tabla 2.1: Comparativo de velocidades de las tecnologías de acceso
Fuente: (Castro et al., 2009)*

2.6 REDES INALAMBRICAS.

Una red inalámbrica es aquella que permite la comunicación de dos o más dispositivos (ordenadores portátiles, celulares, PDA´s, agendas electrónicas, etc.), sin la necesidad de utilizar ningún tipo de cableado. (Valencia, 2013)

Con las redes inalámbricas, un usuario puede mantenerse conectado cuando se desplaza dentro de una determinada área geográfica. Por esta razón, a veces se utiliza el término "movilidad" cuando se trata este tema.

Las redes inalámbricas se basan en un enlace que utiliza ondas electromagnéticas en lugar de cableado estándar. Hay muchas tecnologías diferentes que se diferencian por la frecuencia de transmisión que utilizan, y el alcance y la velocidad de sus transmisiones.

Las redes inalámbricas permiten que los dispositivos remotos se conecten sin dificultad, ya se encuentren a unos metros de distancia como a varios kilómetros. Asimismo, la instalación de estas redes no requiere de ningún cambio significativo en la infraestructura existente como pasa con las redes cableadas. Tampoco hay necesidad de romper las paredes para pasar cables ni de instalar canaletas o conectores. Esto ha hecho que el uso de esta tecnología se extienda con rapidez.

Las redes inalámbricas pueden clasificarse según su cobertura geográfica en:

(Valencia, 2013)

- **WAN (Wide Area Network, Red de Área Amplia):** red usada para comunicación de larga distancia (empleada principalmente por operadores de servicios de telecomunicaciones).
- **MAN (Metropolitan Area Network, Red de Área Metropolitana):** red con una cobertura menor que la WAN, en un entorno metropolitano.
- **LAN (Local Area Network, Red de área local):** caracterizada por cubrir entornos de distancia media.
- **PAN (Personal Area Network, Red de Área Personal):** red de proximidad, concebida para trabajar sobre áreas reducidas y de corto alcance.

2.7 MICROONDAS.

Se le llaman microondas a las ondas electromagnéticas que se encuentran en un rango de frecuencia desde un 1GHz hasta los 300 GHz, éstas se encuentran situadas entre los rayos infrarrojos y las ondas de radio convencionales y su longitud de onda varia aproximadamente desde 1 mm hasta los 30 cm. (Valencia, 2013)

2.7.1 El espectro electromagnético.

Las distintas radiaciones electromagnéticas, se diferencian entre sí por su frecuencia f y su longitud de onda λ , ya que ambas están relacionadas por la ecuación: En el caso de que el medio de propagación sea el vacío, resulta que: $\lambda * f = c$

Se llama espectro electromagnético al conjunto de todas las radiaciones electromagnéticas ordenadas por el orden de la frecuencia o de longitud de onda.

El espectro electromagnético se divide en distintas zonas o porciones (ver figura 2.5), aunque no hay una separación nítida entre una zona. (Valencia, 2013)

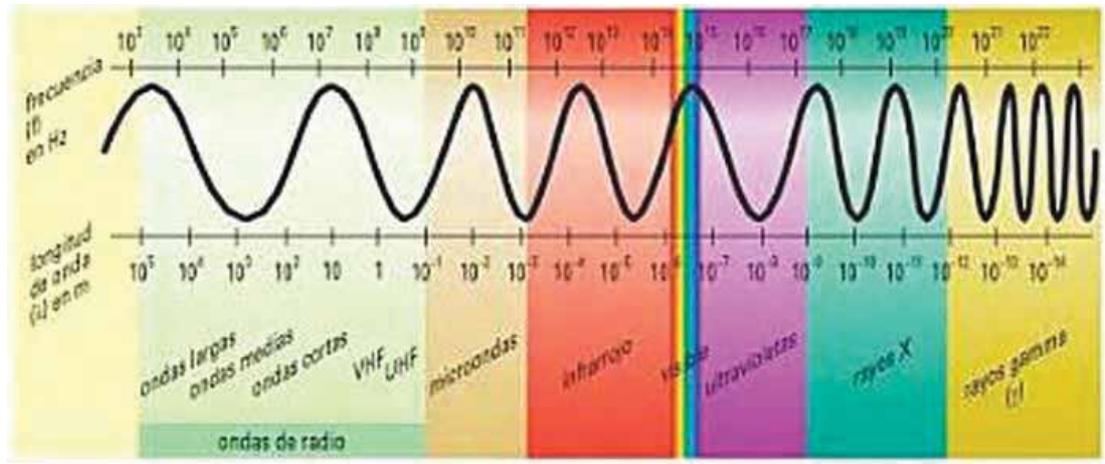


Fig. 2.5: Espectro electromagnético
Fuente: (Valencia, 2013)

2.7.2 Enlaces microonda.

Con la finalidad de implementar los estándares de red inalámbrica en un medio geográfico específico, se han diseñado diferentes tipos de enlaces tales como:

- **Punto a punto:** generalmente se usan para conectar servicio de telecomunicaciones voz, datos e internet, donde dicho acceso no está disponible de otra forma.

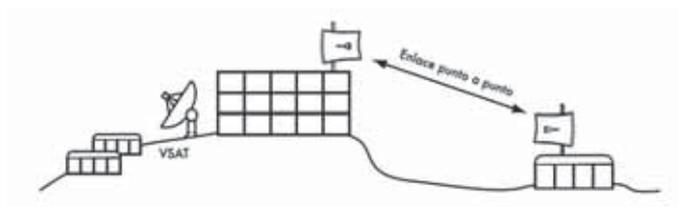


Fig. 2.6: Enlace punto a punto
Fuente: Valencia. A, 2013

- **Punto a multipunto:** este tipo de enlace se caracteriza por tener varios nodos que tienen un punto de acceso central.

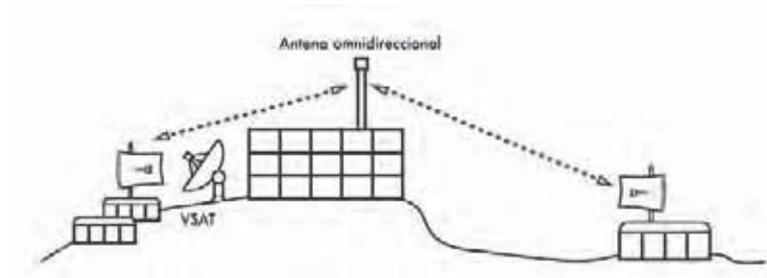


Fig. 2.7: Enlace multipunto
Fuente: (Valencia, 2013)

2.7.3 Elementos de un radioenlace.

- **Lado de transmisión**

Potencia de transmisión, pérdidas en el cable y ganancia de la antena.

- **Lado de propagación.**

FSL, zona de Fresnel

- **Lado de recepción.**

Ganancia de la antena, pérdidas en el cable, sensibilidad del receptor.

En las figuras 2.8 y 2.9, se muestra los elementos de un sistema de radioenlace.



Fig. 2.8: Enlace de microondas.
Fuente: (Valencia, 2013)

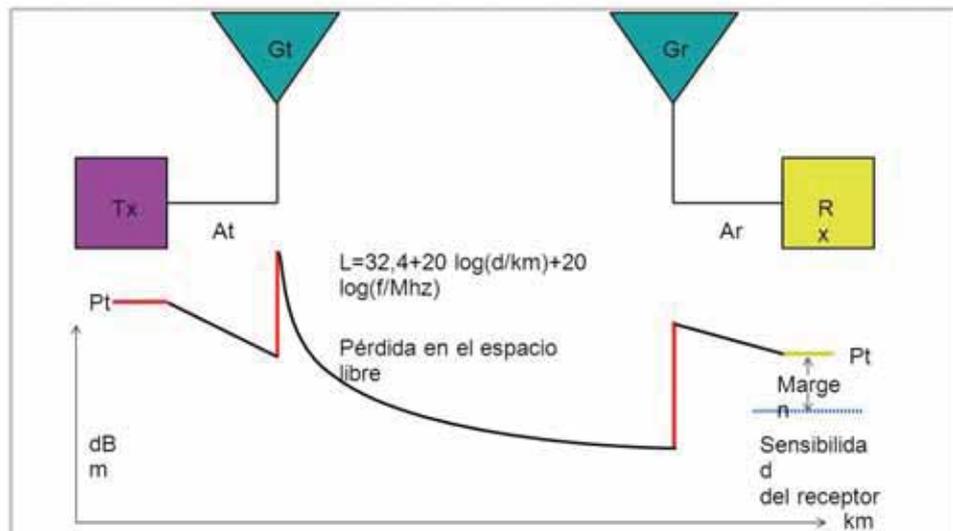


Fig. 2.9: Sistema de radio básico.
 Fuente: <http://slideplayer.es/slide/11177681/>

2.7.4 Modelo de pérdida en el espacio libre.

Las ondas electromagnéticas son atenuadas mientras se propagan en el espacio libre. El modelo de pérdida por trayectoria en el espacio libre es usado para predecir la intensidad del nivel de recepción cuando el transmisor y receptor tienen una trayectoria de línea de vista clara, sin obstrucciones entre ellos.

La atenuación en el espacio libre es directamente proporcional al cuadrado de la distancia y la frecuencia, la pérdida por espacio libre representa la mayor parte de la atenuación total causada por efectos de propagación de la onda electromagnética.

$$FSL = 32.4 + 20 \log(d[Km]) + 20 \log(f[Mhz])$$

Ecuación 2.2: Perdida en el espacio libre

FSL: Es la pérdida en el espacio libre en [dB]

d: Es la distancia entre el transmisor y el receptor en [Km]

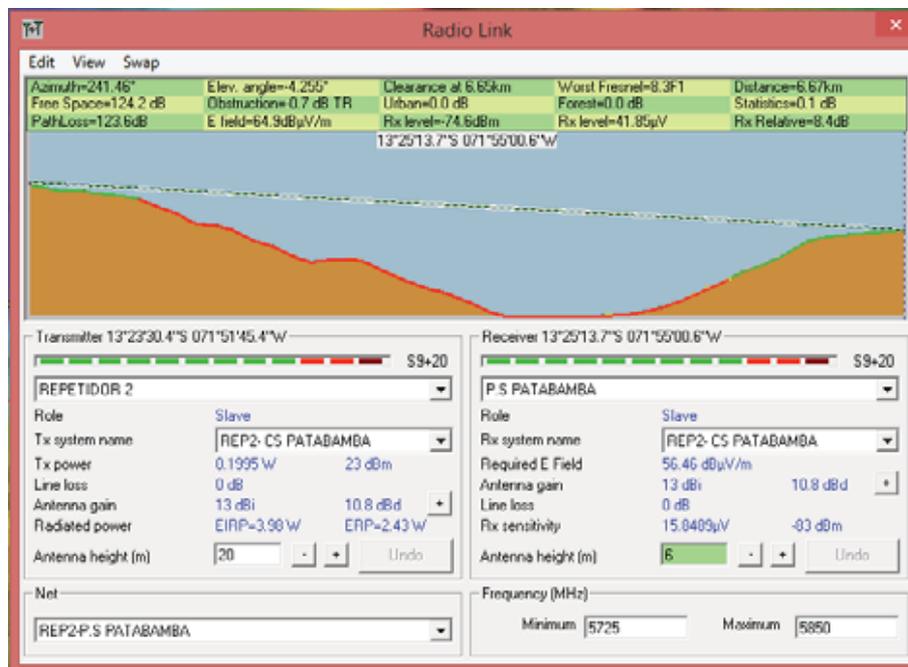
f : Es la frecuencia en [MHz]

Cálculo del enlace.

El cálculo del enlace debe hacerse mediante modelos de propagación que serán proporcionados por software de simulación. Estos simuladores trabajarán con bases de datos geográficos que permitirán obtener información sobre el entorno geográfico en la trayectoria del enlace; así como también adicionar las variables climáticas, temporales, estacionales, y locales del contexto. También estará incluida en la simulación información de los equipos de transmisión utilizados para el radioenlace.

RadioMobile

Software libre de simulación de propagación que sigue el modelo Longley Rice (Irregular Terrain Model) y trabaja para las frecuencias de 20 a 20000 MHz.



*Fig. 2.10: Radio Enlace en Radio Mobile
Fuente: propia*

2.7.5 Equipamiento de red.

Radio.

Es el dispositivo transmisor que se encarga de emitir una señal, código o mensaje, a la vez este dispositivo será un receptor para dar la comunicación en ambos sentidos. Este será el encargado de dar la modulación y la codificación deseada a la señal transmitida

Antena.

Son dispositivos para la emisión o recepción de ondas de radio. Una antena emisora es un dispositivo alimentado por un generador de energía eléctrica a cierta frecuencia que emite ondas de radio en el espacio.

Las principales características de una antena son:

- ✓ Patrón de Radiación
- ✓ Ganancia
- ✓ Directividad
- ✓ Polarización
- ✓ Impedancia

Torre.

Estructura usada para soportar los equipos de telecomunicaciones necesarios para la comunicación.

2.8 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA.

La energía fotovoltaica es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos. En los paneles fotovoltaicos, la radiación solar excita los electrones de un dispositivo semiconductor generando una pequeña diferencia de potencial. La conexión en serie de estos dispositivos permite obtener diferencias de potencial mayores.

Aunque el efecto fotovoltaico era conocido desde el siglo XIX, fue en la década de los 50, en plena carrera espacial, cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a experimentar un importante desarrollo. Inicialmente utilizados para suministrar electricidad a satélites geoestacionarios de comunicaciones, hoy en día constituyen una tecnología de generación eléctrica renovable. (Sánchez, 2012)

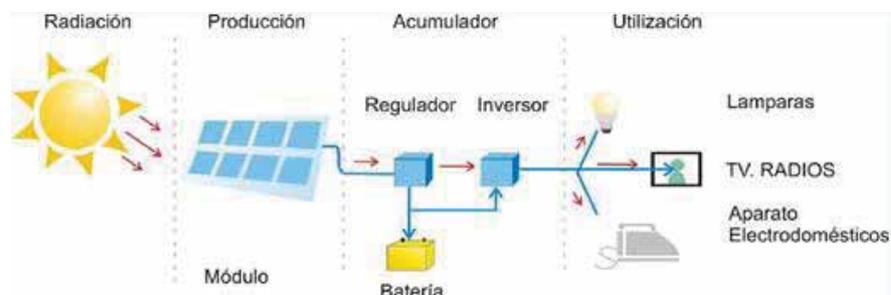
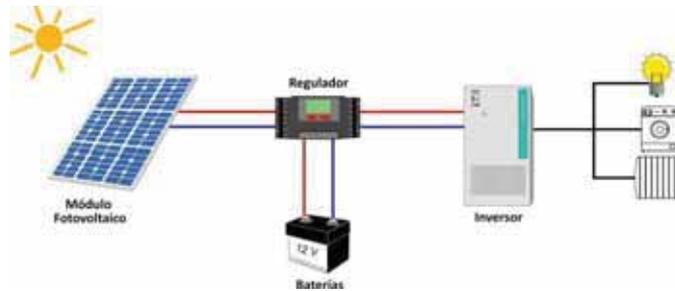


Fig. 2.11: Energía solar fotovoltaica
Fuente: (Sánchez, 2012)

2.8.1 Esquema funcional.

En los sistemas autónomos clásicos, la generación de energía en corriente continua mediante los módulos fotovoltaicos es directamente almacenada en las baterías. La carga de éstas es controlada por el regulador solar. El inversor convierte la energía

almacenada de corriente continua (12, 24 o 48V) a corriente alterna 230V, para suministrar electricidad a los elementos de consumo que la demanden. (Sánchez, 2012)



*Fig. 2.12: Esquema funcionamiento.
Fuente:(Sánchez, 2012)*

2.8.2 Componentes.

Generador solar:

Los generadores fotovoltaicos (conjunto de placas fotovoltaicas) captan la radiación solar y la transforman en energía eléctrica. El conjunto será agrupado en tensiones de corriente continua a 12V, 24V o 48V en función del tamaño de la instalación. Se pueden instalar en cualquier superficie libre de sombra (tejados, terrenos) y tienen una vida estimada de 40 años.

Inversor:

Es el corazón del sistema, donde se gestiona la energía eléctrica en función de la demanda y la producción. Transforma la corriente continua del acumulador en corriente alterna a 230V 50Hz. Entrega la energía necesaria en cada momento. Solicita ayuda a fuentes externas, por demanda excesiva o por protección del acumulador, gestionando la carga de la batería y funcionando en este último caso como cargador.

Regulador de carga:

En los sistemas convencionales, la energía eléctrica producida por las placas solares / aerogenerador, se almacena directamente en el acumulador. El control de protección del acumulador lo lleva a cabo el regulador de carga, impidiendo sobrecargas o descargas excesivas.

Acumuladores:

Almacena la energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos / aerogenerador permitiendo obtener electricidad en el momento en que se necesita. Su tamaño se calcula normalmente para disponer de una autonomía de 2-5 días. Se compone normalmente de 6, 12 o 24 unidades, con 2V cada unidad, para conformar sistemas de 12V, 24V o 48V.

Grupo electrógeno:

Para tener una garantía total de suministro eléctrico se instala un generador (por ejemplo alimentado con gasolina o petróleo), que permitirá cargar las baterías en casos de emergencia y ayudar en los picos de demanda eléctrica. Este elemento se puede integrar en el sistema solar para funcionar de manera automatizada.

(Sánchez, 2012)

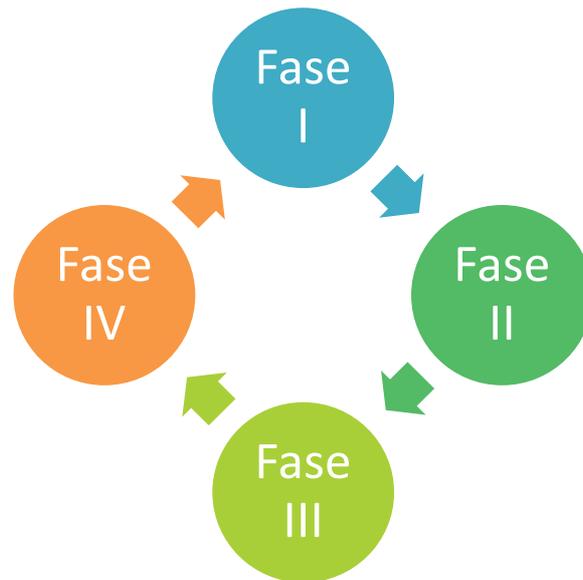
2.9 METODOLOGÍA.

La metodología que se utilizará en el desarrollo de este proyecto se encuentra enmarcada en el ámbito aplicativo, lo cual indica que se tuvo en cuenta para todas las fases del proyecto, conocimientos existentes sobre creación de diseños de infraestructuras de red, simulación, uso de herramientas informáticas y análisis de costo para la proyección de la inversión económica.

Con esta metodología se atenderán sistemáticamente cada uno de los requisitos para su estudio y desarrollo mediante, la cual estará dividida en 4 fases: análisis geográfico,

objetivos y limitación de la infraestructura; diseño lógico; diseño físico; y pruebas, optimización y documentación de la red.

Los pasos que se llevaran a cabo durante el desarrollo del proyecto son los que se muestran en la fig. 2.13.



*Fig. 2.13: Fases del Proyecto.
Fuente: Propia*

- **Fase I-Estudio geográfico y análisis de la información:** En esta fase se tiene que realizar las siguientes actividades:
 - ✓ Se tiene que hacer una visita técnica a cada una de las postas médicas, realizar un TSS (Technical Site Survey).
 - ✓ Se tiene que recopilar información existente sobre el área de estudio, coordenadas, altitud, etc.
 - ✓ Se tiene que realizar un diagnóstico de las redes y servicios actuales en las postas médicas de la Micro Red de Salud Pisac.
 - ✓ Dimensionamiento de BW para servicios de telefonía IP y datos en toda la red.
 - ✓ En esta se usarán herramientas tales como: Google Earth y Google Maps.

- **Fase II - Diseño de la red física.** En esta fase se realizará las siguientes actividades:
 - ✓ Topología física.
 - ✓ Seleccionar los medios físicos a instalar, en este caso tendremos una red física backbone (fibra óptica-microondas) y los tramos respectivos de acceso
 - ✓ Selección de equipos.
 - ✓ Seleccionar la infraestructura en los repetidores.
 - ✓ Diseño de la red de fibra óptica (backbone) para esta etapa se usara programas informáticos tales como Google Earth, para ver el recorrido de fibra óptica y fórmulas matemáticas para calcular los parámetros de diseño, posteriormente se seleccionara los equipos y tecnología.
 - ✓ Diseño de la red de microondas (backbone) para esta etapa se usara programas informáticos tales como, Google Earth, Radio Mobile y posteriormente se seleccionara los equipos y tecnología.

- **Fase III - Diseño de la red lógica.** En esta fase se realizará las siguientes actividades:
 - ✓ Diseño de una topología de red lógica.
 - ✓ Diseño de direccionamiento, se asignara un segmento de red a cada establecimiento (PC's y teléfonos IP).
 - ✓ Asignación de una vlan para telefonía IP, vlan para datos en cada centro de salud y Vlan para gestión de los equipos de red.
 - ✓ Selección de protocolo de conmutación y enrutamiento.
 - ✓ Servicio DHCP por cada segmento de red en el router.

- **Fase VI - Análisis de inversión.** En esta fase se realizara la evaluación del costo de los equipos.

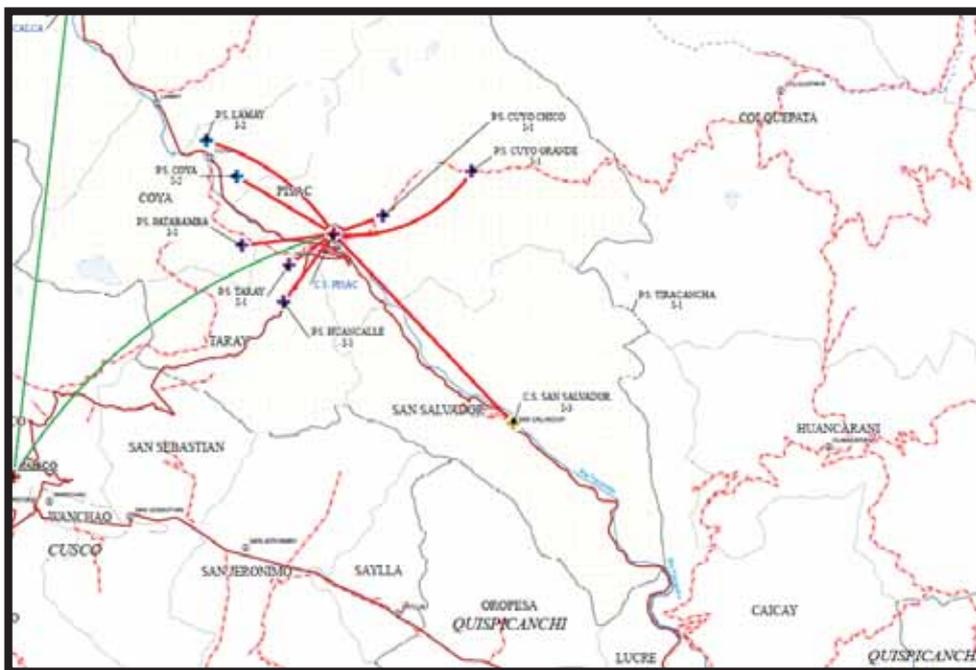
CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE NECESIDADES Y DIMENSIONAMIENTO DE TRÁFICO.

3.1 GEOGRAFIA.

La Micro Red de Salud Pisac está conformado por catorce establecimientos que se ubican entre los distritos de Lamay, Coya, Pisac y San Salvador que pertenecen a la provincia de Calca del departamento de Cusco. Calca está ubicada a 50 Km al norte de la ciudad del Cusco, sobre los 2,926 msnm.

Como se comentó en el apartado de limitaciones del proyecto. Esta tesis se limita solo a ocho establecimientos. A continuación se presentan la ubicación geográfica de los establecimientos estratégicamente ubicados a lo largo de la provincia de Calca (Fig. 3.1).



*Fig. 3.1: Mapa de establecimientos de salud Micro Red Pisac
Fuente: MINSA*

- **Centro de Salud Pisac.**

Latitud: 13°25'20.83815"S, **Longitud:** 71°51'9.3957" O

- **Centro de Salud Lamay**

Latitud: 13°21'48.54352"S, **Longitud:** 71°55'0.42824" O

- **Centro de Salud Coya**

Latitud: 13°23'14.95003"S, **Longitud:** 71°54'1.91746" O

- **Centro de Salud Taray**

Latitud: 13°25'34.26071"S, **Longitud:** 71°52'2.16849" O

- **Centro de Salud Huancalle**

Latitud: 13°27'19.20314"S, **Longitud:** 71°52'35.75391" O

- **Centro de Salud Cuyo Chico**

Latitud: 13°24'36.4"S, **Longitud:** 71°49'58.0" O

- **Centro de Salud Cuyo Grande**

Latitud: 13°23'36.6"S, **Longitud:** 71°48'03.9" O

- **Centro de Salud Patabamba.**

Latitud: 13°25'13.72"S, **Longitud:** 71°55'0.62"O

3.2 POBLACION BENEFICIARIA CON LA MICRO RED DE SALUD PISAC.

Según fuentes del Minsa, la población total inscrita en la Micro Red de Salud Pisac es de 30,016 habitantes de los cuales un 67.28% representan una situación de pobreza y de estos un 37.04% representan una situación de pobreza extrema.

La mayor cantidad de estos habitantes viven en las zonas rurales y dependen de la agricultura como principal fuente de ingresos. En la tabla 3.1 se muestra el resumen de la población.

MICRO RED PISAC	POBLACION	POBRE (%)			NO POBRE
		TOTAL DE POBRES	EXTREMO	NO EXTREMO	
PISAC: -Cs. Pisac (I-4) -Ps. Cuyo Chico (I-1) -Ps. Quello Quello(I-1) -Ps. Cuyo Grande (I-1)	10116	68	30.5	37.5	32
COYA: -Ps. Coya (I-2)	3969	67.9	40	28	32.1
LAMAY -Ps. Lamay (I-3) -Ps. Huama (I-1) -Ps. Poques (I-1) -Ps. Sayllafaya(I-1)	5737	83.8	56.2	27.6	16.2
TARAY: -Ps. Taray (I-1) -Ps. Huancalle (I-1) -Ps.Patabamba (I-1)	4606	23.8	10.5	13.3	76.2
SAN SALVADOR: -Cs. Salvador (I-3) -Ps. Tiracancha (I-1)	5588	84.4	49	35.4	15.6
TOTAL	30016	67.28	37.04	30.24	30.24

*Tabla 3.1: Población de la Micro Red Pisac.
Fuente: "INEI (2009)"*

3.3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.

Para hacer un diagnóstico minucioso se visitó cada uno de los ocho establecimientos que engloba el proyecto, para lo cual previamente se tramito una autorización para el acceso a cada uno de los establecimientos de la Micro Red de Salud Pisac.

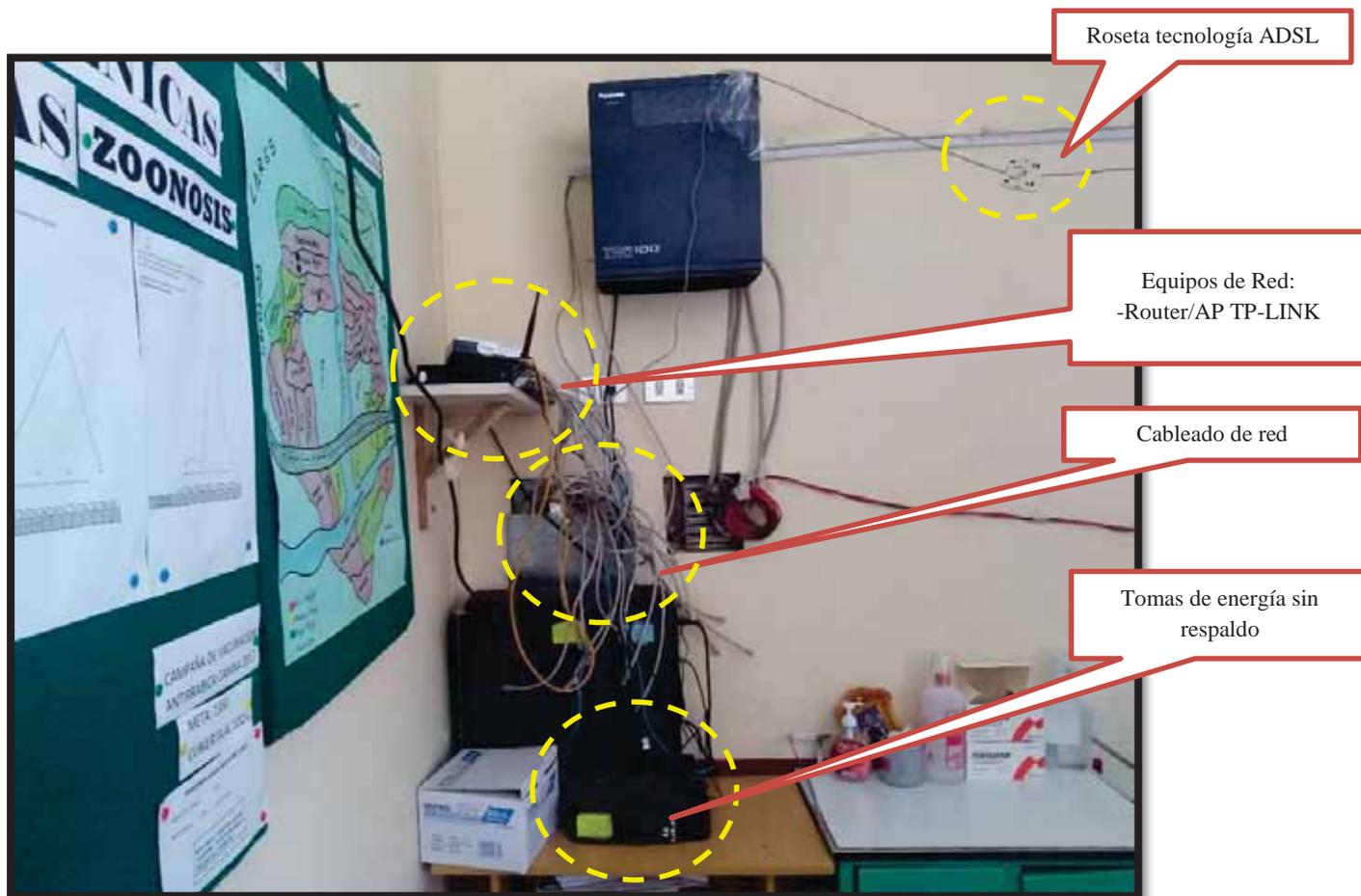
Una vez autorizado el acceso a las postas, tuve que entrevistarme con la supervisora de la Micro Red de Salud Pisac, Kruscaya Corbacho Trujillo, licenciada en Obstetricia, a quien le comente acerca de la propuesta del mejoramiento de la red de datos y comunicaciones en dicha micro red.

Centro de Salud Pisac (nivel I-4).

Este centro de salud es la sede principal de la Micro Red Pisac. En la visita se pudo observar que este establecimiento es el único que cuenta con servicios de telefonía analógica e internet a través de tecnología (ADSL asimétrico), en la fig. (3.2), se puede observar la infraestructura del Centro de Salud Pisac.

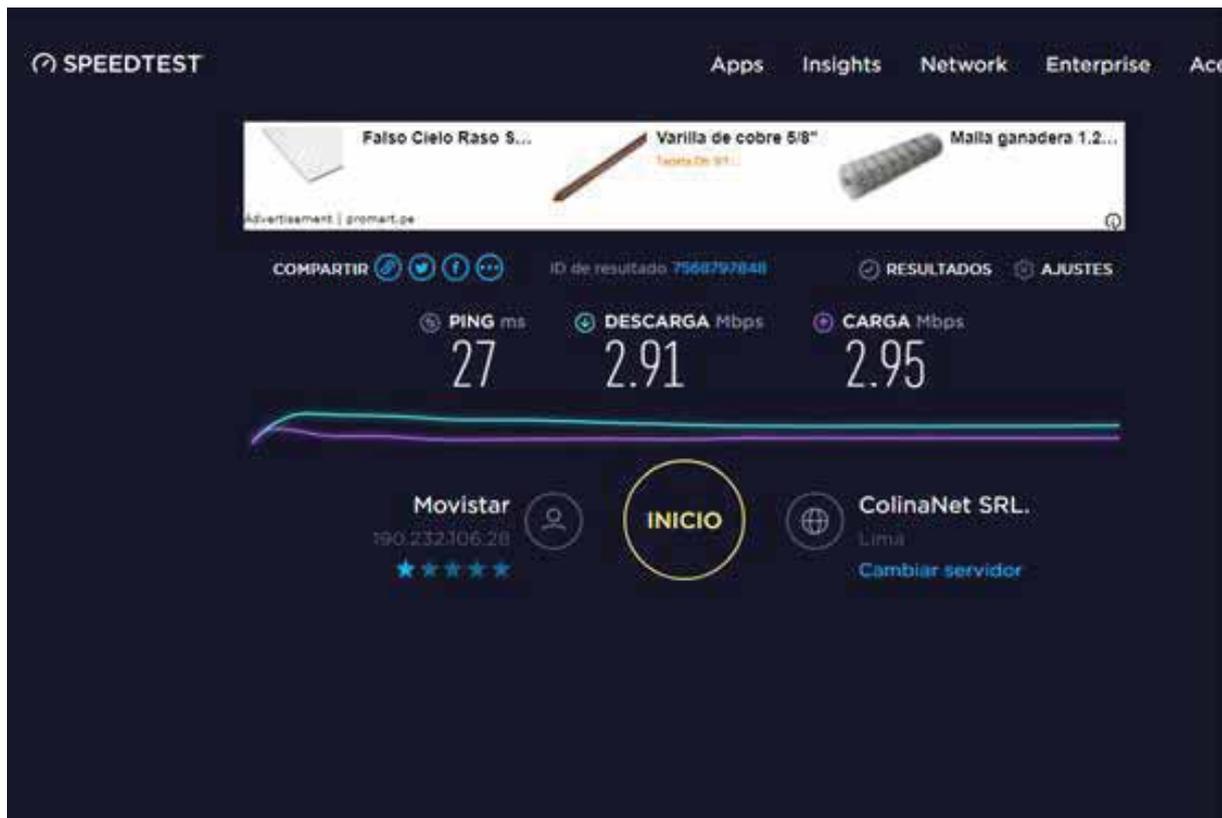


*Fig. 3.2: Centro de Salud Pisac
Fuente: Propia*



*Fig. 3.3: Sala de comunicaciones del Centro de salud Pisac
Fuente: Propia*

En la fig. 3.3, se muestra la distribución de equipos de red para proveer el servicio de internet, donde se puede observar que los equipos no se encuentran instalados en un rack apropiado y el cableado de datos se hizo de forma improvisada, no se cuenta con UPS para respaldar los servicios de telecomunicaciones.



*Fig. 3.4: Prueba de velocidad
Fuente: Propia*

Para conocer con exactitud la velocidad de internet con la que se cuenta en este establecimiento, se tuvo que hacer una prueba de Speedtest en el modem de telefónica, obteniendo una velocidad de 2.91Mbps/2.95Mbps (asimétrica), posteriormente se hizo un inventario de los equipos electrónicos con los que se cuenta, como se muestra a continuación.

EQUIPO	CANTIDAD	OBSERVACION
Computadoras pentium IV	5	1 MALGRADO
Teléfonos analógicos	2	1 MALGRADO
Impresora	1	BUEN ESTADO

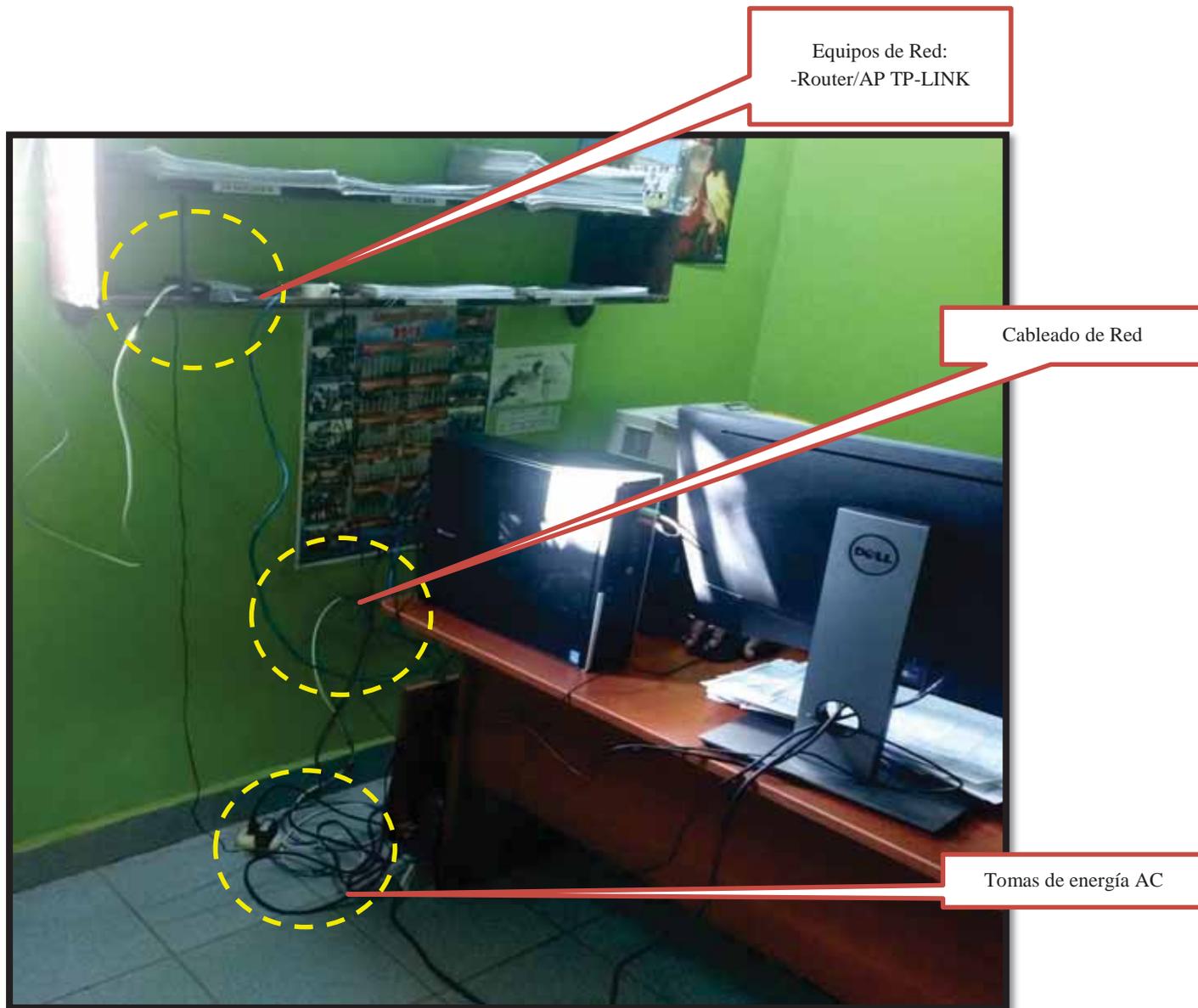
*Tabla 3.2: Inventario de equipos de cómputo.
Fuente: Propia*

Centro de Salud Lamay (nivel I-3).

Se observó que en este establecimiento solo se cuenta con internet (ADSL asimétrico), mas no con telefonía. En la fig. (3.5), se puede observar la infraestructura del Centro de Salud Lamay.



*Fig. 3.5: Centro de Salud Lamay
Fuente: Propia*



*Fig. 3.6: Sala de comunicaciones
Fuente: Propia.*

En la fig. 3.6, se muestra la distribución de equipos de red para proveer el servicio de internet, donde se puede observar que los equipos no se encuentran instalados en un rack apropiado y el cableado de datos se hizo de forma improvisada, no se cuenta con un UPS para respaldar los servicios de telecomunicaciones.



Fig. 3.7: Prueba de velocidad
Fuente: Propia

Para conocer con exactitud la velocidad de internet con la que se cuenta en este establecimiento, se tuvo que hacer una prueba de Speedtest en el modem de telefónica, obteniendo una velocidad de 2.23 Mbps/2.91 Mbps (asimétrica), posteriormente se hizo un inventario de los equipos electrónicos con los que se cuenta, como se muestra a continuación.

EQUIPO	CANTIDAD	OBSERVACION
Computadoras pentium IV	4	1 MALGRADO
Impresora	1	BUEN ESTADO

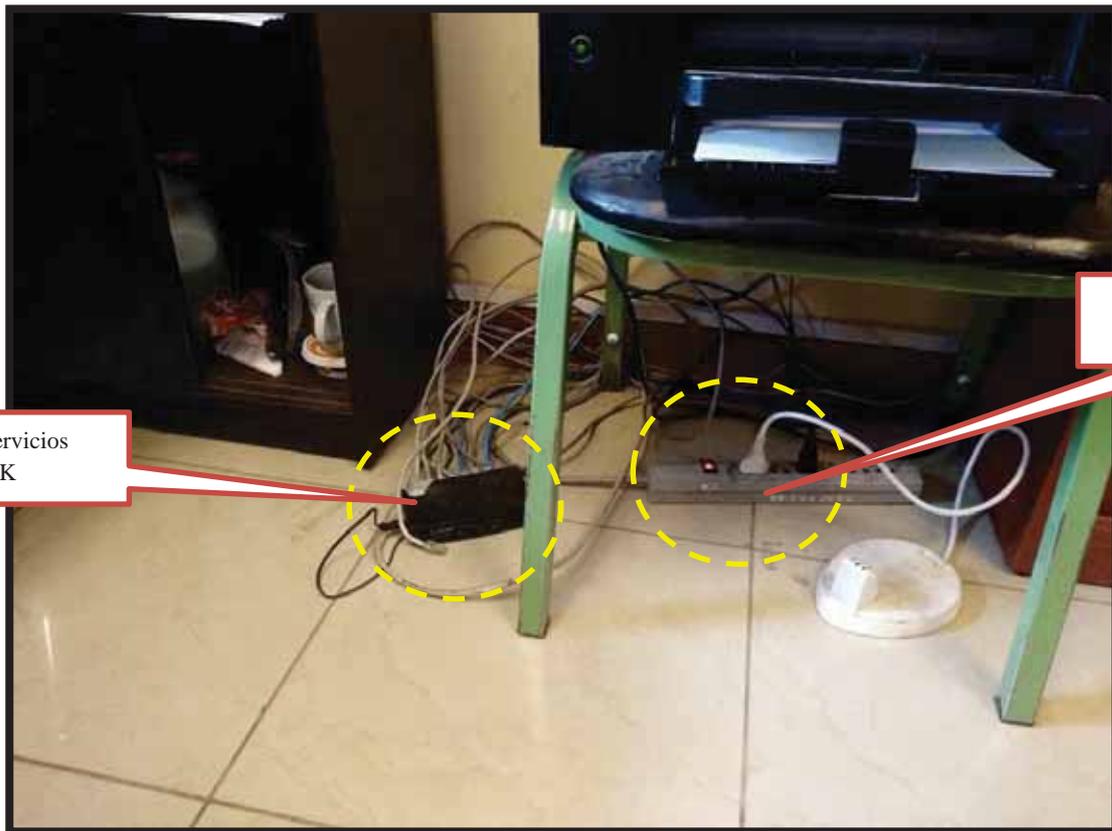
Tabla 3.3: Inventario de equipos de cómputo.
Fuente: Propia

Centro de Salud Coya (nivel I-3).

Se pudo observar que en este establecimiento solo se cuenta con internet (ADSL asimétrico), mas no con telefonía. En la fig. (3.8), se puede observar la infraestructura del Centro de Salud Coya.

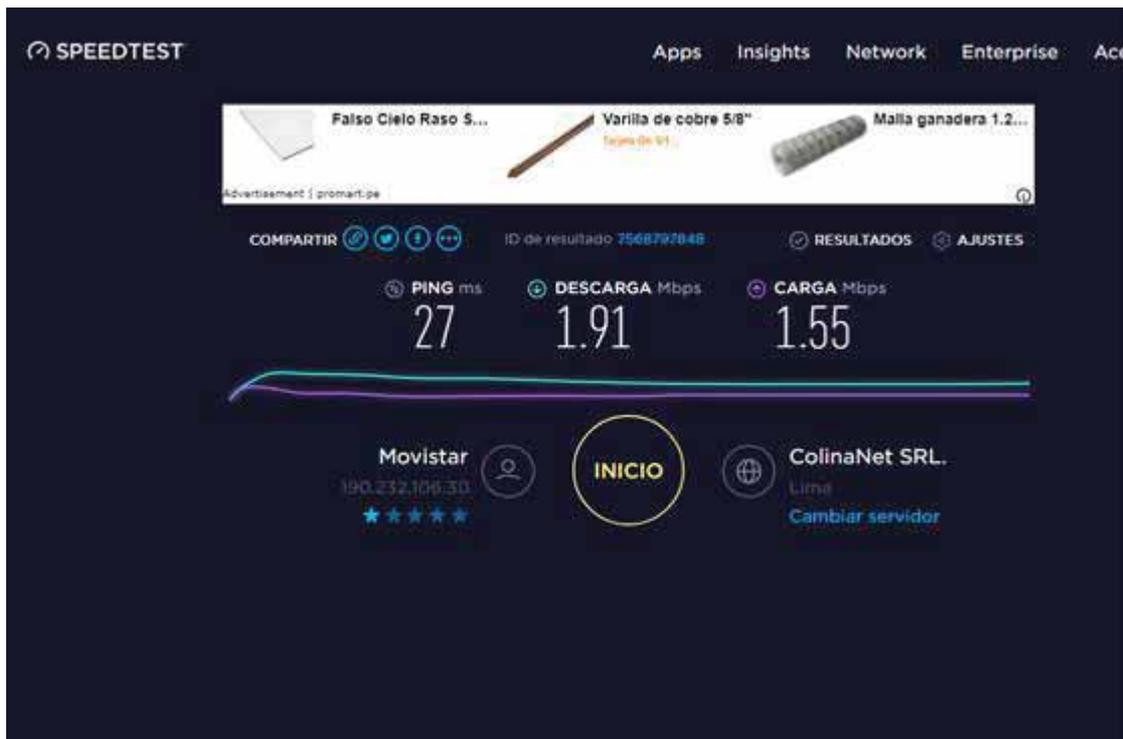


*Fig. 3.8: Centro de Salud Coya
Fuente: Propia*



*Fig. 3.9: Equipos de comunicaciones Centro de salud Coya
Fuente: Propia*

En la fig. 3.9, se muestra la distribución de equipos de red para proveer el servicio de internet, donde se puede observar que los equipos no se encuentran instalados en un rack apropiado y el cableado de datos se hizo de forma improvisada, no se cuenta con un UPS para respaldar los servicios de telecomunicaciones.



*Fig. 3.10: Prueba de velocidad
Fuente: Propia*

Para conocer con exactitud la velocidad de internet con la que se cuenta en este establecimiento, se tuvo que hacer una prueba de Speedtest en el modem de telefónica, obteniendo una velocidad de 1.91Mbps/1.55Mbps (asimétrica), posteriormente se hizo un inventario de los equipos electrónicos con los que se cuenta, como se muestra a continuación.

EQUIPO	CANTIDAD	OBSERVACION
Computadoras pentium IV	4	BUEN ESTADO
Impresora	1	BUEN ESTADO

*Tabla 3.4: Inventario de equipos de cómputo.
Fuente: Propia*

- De las visitas realizadas se observa que la infraestructura existente en los centros de salud de mayor jerarquía tales como Pisac, Lamay y Coya, no son las adecuadas debido a que todo el canalizado de red ha sido instalado improvisadamente y los equipos de red no están instalados en un gabinete adecuado.

- Los establecimiento de salud de nivel I-1, carecen de infraestructura de telecomunicaciones, ya que se encuentran en lugares poco accesibles y bastante alejados de la sede principal Pisac, el único medio de comunicación existente es la tecnología de telefonía móvil, en la mayoría de estos puntos es necesario subir a zonas elevadas para captar buen nivel de señal. En las figuras 3.11, 3.12 y 3.13 se muestra los establecimientos de nivel I-1.



Fig. 3.11: Centro de Salud Taray
Fuente: Propia



*Fig. 3.12: Centro de Salud Cuyo Grande
Fuente: Propia*



*Fig. 3.13: Centro de Salud Cuyo Chico
Fuente: Propia*

- Finalmente en la tabla 3.5, se hizo un inventario de los equipos de cómputo existentes en cada establecimiento de nivel I-1 y se observó que muchos de estos equipos son obsoletos.

CENTRO DE SALUD	EQUIPO	CANTIDAD	OBSERVACION
CUYO CHICO	Computadora pentium III	2	1 malogrado
CUYO GRANDE	Computadora pentium III	1	buen estado
TARAY	Computadora pentium III	1	buen estado
HUANCALLE	Computadora pentium III	1	buen estado
PATABAMBA	Computadora pentium III	1	buen estado

*Tabla 3.5: Inventario de equipos de cómputo en los centros de salud de nivel I-1
Fuente: Propia*

3.3.1 Determinación de necesidades en el ámbito tecnológico.

De acuerdo a las visitas realizadas, se pudo observar que en los establecimientos de la Micro Red Pisac no cuentan con una adecuada infraestructura de telecomunicaciones y por ende no se tiene equipamiento necesario para desplegar una red en estos 8 centros de salud que engloba el proyecto.

Para la viabilidad del diseño, se ha tenido que considerar la distribución del equipamiento necesario para la prestación de servicios de internet y telefonía IP, para lo cual previamente se consideró las áreas que tiene cada establecimiento de acuerdo a la jerarquía de estas.

Telefonía VoIP.

En cada unidad operativa se contará con equipos adicionales que permitirán la transmisión de voz basada en el protocolo de internet, que permitirá llevar a cabo comunicaciones telefónicas entre unidades operativas, con el fin de brindar soporte

médico. El objetivo de utilizar este tipo de tecnología para la transmisión de voz, es reducir los costos de contratación en líneas telefónicas analógicas convencionales.

La distribución del servicio telefónico, estará configurado de la siguiente manera:

a. Centros de salud de niveles I-4, I-3: Centro de Salud Pisac, Lamay y Coya.

- ✓ 04 líneas de VoIP, asignadas al área médica distribuida por las distintas áreas tales como, consultorio de medicina general, consultorio psicológico, consultorio pediátrico y tópico.
- ✓ 02 líneas de VoIP, asignadas al área administrativa

b. Postas de salud nivel I-1: Puesto de Salud de Taray, Huancalle, Patabamba, Cuyo Grande y Cuyo Chico.

- ✓ 02 líneas de VoIP asignadas a las áreas de consultorio de medicina general y consultorio pediátrico.
- ✓ 01 línea de VoIP asignada al área administrativa.

Acceso a internet.

Las computadoras de cada establecimiento deben de ser configuradas de modo que tengan acceso a internet, así los médicos podrán realizar rápidamente consultas sobre enfermedades, síntomas, medicamentos, etc. A través de la web. Además de la capacidad de crear cuentas de usuario de correo electrónico y todas las funcionalidades que tiene este servicio.

La distribución del servicio de internet, estará configurado de la siguiente manera:

a. Centros de salud de niveles I-4, I-3: Centro de Salud Pisac, Lamay y Coya.

- ✓ Se usarán 04 equipos de cómputo con acceso a internet, asignada al área médica distribuidas por las distintas áreas tales como consultorio de medicina, consultorio psicológico, consultorio pediátrico y tópico.
- ✓ Se usarán 02 equipos de cómputo con acceso a internet, asignado al área administrativa.
- ✓ Se Instalará un equipo Access Point, para proveer acceso a internet inalámbrico para 8 hosts en los puestos de nivel I-4 y 6 hosts para los puestos de nivel I-3 y I-2.

b. Postas de salud nivel I-1: Puesto de Salud de Taray, Huancalle, Patabamba, Cuyo Grande y Cuyo Chico.

- ✓ Se usarán 02 equipos de cómputo con acceso a internet, asignada al área médica para las áreas de consultorio de medicina y consultorio pediátrico.
- ✓ Se usará 01 equipo de cómputo con acceso a internet, asignada al área administrativa.

SEDES	SIGLA	#PC's con internet cableado	#PC's con internet inalámbrico	#Teléfonos IP
CENTRO DE SALUD PISAC	C.S PISAC	6	8	6
PUESTO DE SALUD CUYO CHICO	C,S CUYOCHICO	3	0	3
PUESTO DE SALUD CUYO GRANDE	C.S CUYOGRANDE	3	0	3
CENTRO DE SALUD LAMAY	C.S LAMAY	6	6	6
CENTRO DE SALUD COYA	C.S COYA	6	6	6
PUESTO DE SALUD TARAY	C.S TARAY	3	0	3
PUESTO DE SALUD HUANCALLE	C.S HUANCALLE	3	0	3
PUESTO DE SALUD PATABAMBA	C.S PATABAMBA	3	0	3
TOTAL		33	20	33

Tabla 3.6: Propuesta de los servicios en los establecimientos de la Micro Red de Salud Pisac.

3.4 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE INTERNET Y TELEFONIA IP.

En esta sección, se hará el análisis y el cálculo del tráfico necesario, para satisfacer estas necesidades tanto de acceso a internet como de servicio de telefonía IP.

3.4.1.1 Cálculo de ancho de banda para telefonía IP.

De acuerdo al análisis realizado previamente en total se consideran 33 teléfonos IP en el diseño de la red, 22 serán asignados al área de medicina y 11 al área administrativa.

Se hará un aproximado de minutos por mes para poder hacer el cálculo apropiado de Erlangs. Se asume que se comunicarán para el área de medicina alrededor de 1800 minutos durante el mes alrededor de 90 minutos diarios. Por otro lado, se asume que la parte administrativa se comunicará alrededor de 800 minutos durante el mes, alrededor de 40 minutos diarios. (Canchucaja, 2011)

- Parte de Medicina = $1800 \times 22 = 39600$ minutos / mes
- Parte de Administrativos = $800 \times 11 = 8800$ minutos / mes
- Total de minutos x mes = 48400 minutos / mes
- Minutos por día = $48400 / 20 = 2420$
- Minutos por día (8 horas de día laborable) = $2420 + 10\% = 2662$

A continuación, se asume que durante la hora más cargada se usa alrededor del 30% del sistema, es decir, el factor de hora cargada. A continuación se procede a hallar los Erlangs.

$$Erlangs = \frac{(Min\ por\ dia) \times (Factor\ de\ Hora\ ocupada)}{60}$$

$$Erlangs = 2662 \times 0.3 / 60 = 13.31$$

Ahora usando la calculadora de Erlang B, y asumiendo que por defecto salvo que se indique lo contrario se asume que la probabilidad de pérdida de llamada es de 1%, se halla cuántas líneas serán necesarias, para el tráfico de telefonía IP. (Fernández, 2008)

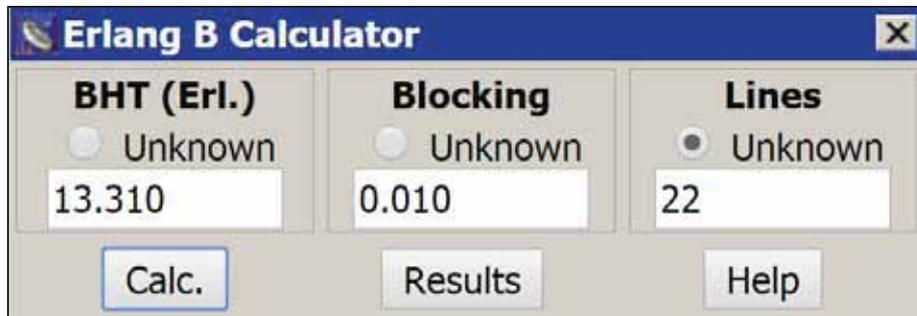


Fig. 3.14: Calculadora de Erlang B
Fuente: Propia

Para realizar este cálculo se debe elegir el códec de voz adecuado que sirven para muestrear la voz analógica y comprimirlo en paquetes de datos que serán enviados por la red de datos.

Se procede a analizar diferentes tipos de códec de voz y compararlos entre ellos para de esta manera poder elegir la mejor opción. En el siguiente cuadro se muestra diversas características de los códec de voz G.711, G.723.1, G.726 y G.729.

(Christiansen et al., 2012).

Códec	Algoritmo	Frecuencia de muestreo (KHz)	Retardo (ms)	Tasa de bits por segundo (Kbps)	Tasa de bits por segundo para IP(Kbps)	Factor de compresion [x:1]
G.711	PCM	8	1	64	87,2	2
G.723.1	ACELP (Algebratic code-excited linear prediction)	8	1	5,3	21,9	24,15
				6,4	20,8	20
G.726	ADPCM (Adaptative differential pulse-code modulation)	8	0,125	32	55,2	3,2
G.729	CS-ACELP (Conjugate-structure ACELP)	8	15	8	31,2	16

*Tabla 3.7: Relación de códec de voz elegible para telefonía IP.
Fuente: propia*

El códec G.711 es descartado dado su gran alta tasa de bits para el caso de IP y se necesitaría un mayor ancho de banda para una comunicación adecuada. Por otro lado, el códec G.729 es descartado dado su alto retardo comparado con los demás códec. Por último, entre los códec G.723.1 y G.726 se escogerá el códec G.726 dado su bajo retardo que posee además de que cuenta con un factor de compresión mucho más bajo en relación con el códec G.723.1. (Christiansem et al., 2012)

A partir de esto, se halla el ancho de banda real que se usará dado el códec de voz G.726. Se tendrá que analizar que ancho de banda será el que se envía hacia la red de datos. El contenido de la trama ethernet se compone de una cabecera MAC (18 bytes) y luego los bytes a transmitir. En la parte de datos, se encapsulan las cabeceras de las capas superiores del modelo OSI: cabecera de protocolo IP en la capa de red (capa 3), cabecera de protocolo UDP en la capa de transporte (capa 4) y al final la cabecera del protocolo RTP en la capa de aplicación (capa 7). A continuación se mostrará la trama

ethernet compuesta de cabeceras de protocolos utilizados en las diferentes capas OSI y su parte de datos que en este caso será voz. (Christiansem et al., 2012)



Fig. 3.15: Grafica de Cabecera y Voz para el códec G.726

Fuente: (Canchucaja, 2011)

Cabeceras

MAC : 18 bytes

IP : 20 bytes

UDP : 8 bytes

RTP : 12 bytes

Total cabeceras: 58 bytes

Voz [G.726 (32K)]: 80 bytes

Tamaño de trama = Cabeceras + Voz = 138 bytes

Rate = Códec Neto/Códec Payload = 32000 bits/ (80*8 bits) = 50 pps

Ancho de banda = Tamaño de trama * Rate = 138 * 8 * 50 = 55.2 Kbps

Ancho de banda total usado para VoIP = 55.2 x 22 canales = 1214.4 Kbps

Este será el ancho de banda necesario para el sistema de telefonía IP en toda la red.

3.4.1.2 Cálculo de ancho de banda para acceso a internet.

En el caso de acceso a internet, se tomará en cuenta los estándares del plan de banda ancha que se está dando en nuestro país con el cual se proveen velocidades permanentes de datos de 256 Kbps o mayores. Dado que este proyecto está a aplicarse en todas las ciudades del Perú; entonces, se tomará una velocidad mínima de 256 Kbps como estándar para el acceso a internet. (Informe, 2010), A continuación, se especifican las aplicaciones y se realizan cálculos para poder especificar el ancho de banda que se tomará para el acceso a internet. (Arcila et al., 2011)

Imágenes.

El peso aproximado de una imagen es de 2048*1536 pixeles, un zoom de 3x es de 1.5 Megabytes. Se estima que se requiere un envío de 4 imágenes por usuario en 15 minutos, en la siguiente ecuación se hallará la velocidad necesaria para esta aplicación.

$$V = \frac{2 \text{ Megabytes}}{1 \text{ envio}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{4 \text{ envio}}{15 \text{ minutos} \times 1 \text{ usuario}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \times 1 \text{ usuario}$$

$$V = 71.1 \text{ Kbps.}$$

(Canchucaja, 2011)

Textos y datos.

Involucra archivos de tipo WORD y PDF, las cuales en promedio tienen un peso de 1 Megabytes. Para cada estudio se debe realizar el envío de 6 a 10 archivos en 15 minutos.

$$V = \frac{1 \text{ Megabytes}}{1 \text{ envio}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{10 \text{ envio}}{15 \text{ minutos} \times 1 \text{ usuario}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \times 1 \text{ usuario}$$

$$V = 88.9 \text{ Kbps}$$

(Canchucaja, 2011)

Correo electrónico.

El uso normal de correo electrónico involucra enviar y descargar archivos de 1.5 Megabytes. Para cada estudio se enviará o recibirá 8 archivos durante 15 minutos.

$$V = \frac{1.5 \text{ Megabytes}}{1 \text{ envio}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{8 \text{ envio}}{15 \text{ minutos} \times 1 \text{ usuario}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \times 1 \text{ usuario}$$

$$V=106.7\text{Kbps}$$

(Canchucaja, 2011)

Navegación en internet

El peso promedio de una página web es de 60 a 75 KB y se estima que un usuario puede abrir o cargar unas 100 páginas web en 15 minutos.

$$V = \frac{75 \text{ Kilobytes}}{1 \text{ envio}} \times \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \times \frac{100 \text{ envio}}{15 \text{ minutos} \times 1 \text{ usuario}} \times \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \times 1 \text{ usuario}$$

$$V=66.7 \text{ Kbps}$$

(Canchucaja, 2011)

A continuación, se resume el ancho de banda necesario para un buen acceso a Internet de acuerdo a las aplicaciones especificadas:

APLICACIONES	ANCHO DE BANDA BW (Kbps)
Imágenes	71.1
Textos	88.9
Correo electrónico	106.7
Acceso a internet	66.7
TOTAL	333.4

*Tabla 3.8: Resumen de Ancho de banda para cada usuario con acceso a internet.
Fuente: propia*

A continuación se hace un resumen del ancho de banda para el acceso a internet en cada centro de salud.

SEDES	#PC's con internet cableado	#PC's con internet inalámbrico (WIFI)	BW internet (Kb/s)
C.S PISAC	6	8	4667.6
P.S CUYO CHICO	4	0	1333.6
P.S CUYO GRANDE	4	0	1333.6
C.S LAMAY	6	6	4000.8
C.S COYA	6	6	4000.8
P.S TARAY	4		1333.6
P.S HUANCALLE	4	0	1333.6
P.S PATABAMBA	4	0	1333.6
TOTAL			19337.2

*Tabla 3.9: Resumen de ancho de banda de internet total
Fuente: Propia*

	Ancho de banda (Kbps)
Telefonia IP	1214.4
Acceso a internet	19337.2
TOTAL	20551.6

Tabla 3.10: Resumen de ancho de banda total para telefonía IP e internet

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED

4.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y ANÁLISIS DE TECNOLOGIAS.

El proyecto consiste en interconectar ocho Centros de Salud de la Micro Red Pisac, usando tecnologías de fibra óptica y microondas para posteriormente proveer servicios de internet y telefonía IP en estos establecimientos. La sede principal es el Centro de Salud Pisac de nivel I-4, desde este punto se proporcionaran el acceso a internet para toda la red. En la Fig. 4.1, se observan los centros de salud que se consideran en este proyecto.

En este apartado es importante realizar una planificación adecuada en cuanto a las etapas de diseño. A lo largo de esta sección se detallara los principales aspectos tales como topología de la red y selección medios de comunicación, diseño de los enlaces, selección de equipos y otras cuestiones imprescindibles para asegurar una instalación robusta y de buena calidad.

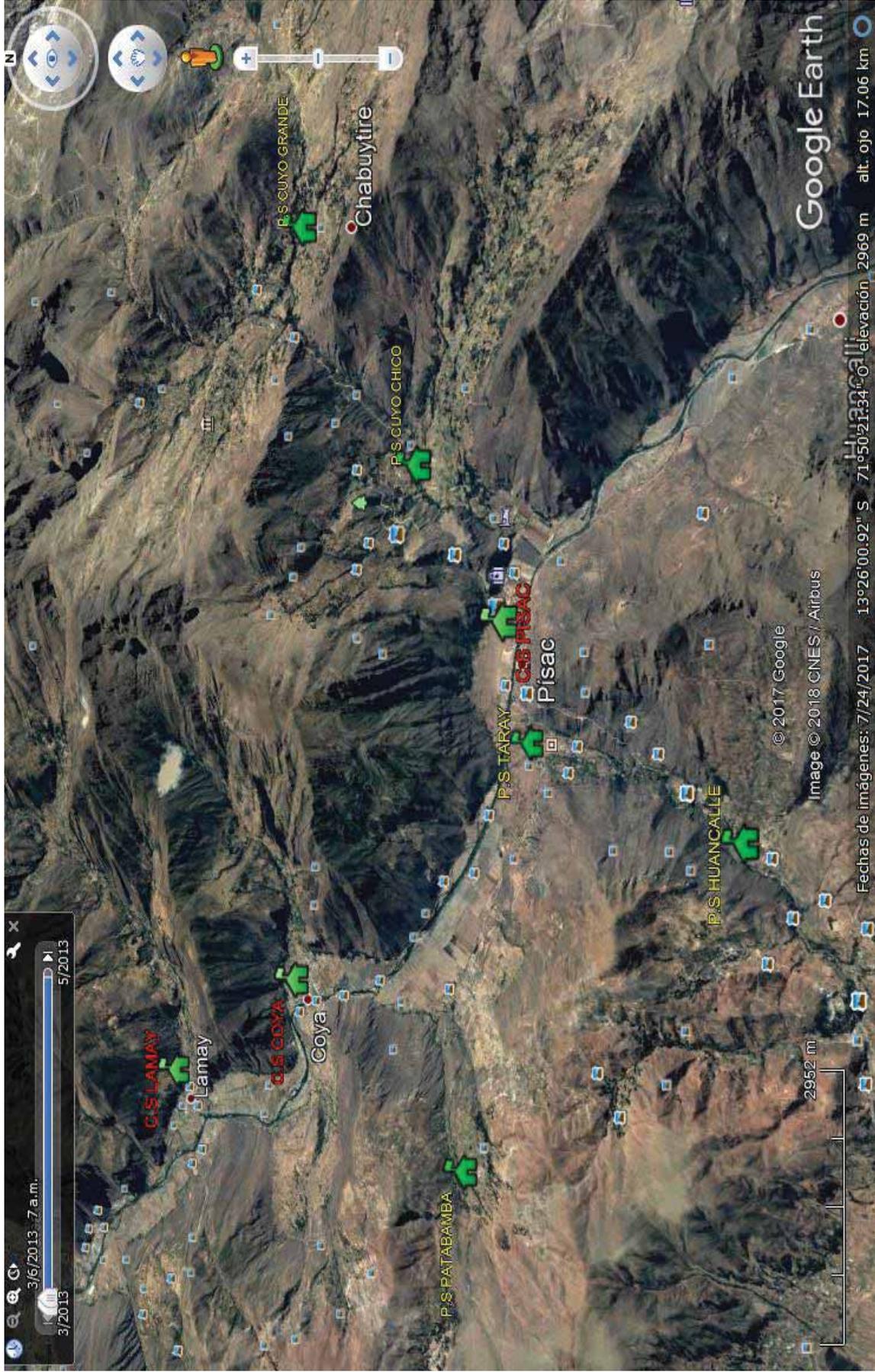


Fig. 4.1: Centros de Salud en la Micro Red Pisac.
 Fuente: Google Earth

Topología física de la red.

La infraestructura de red estará conformado por 02 tramos:

- **Red backbone - tramo de fibra óptica:**

Este tramo está conformado por los centros de Salud: C. S. Lamay, C.S. Coya, C.S. Pisac y C. S. Taray.

Se optó fibra óptica como medio de comunicación, debido a las grandes distancias entre los establecimientos que conforman esta red, otro aspecto importante que se tomó en cuenta para usar este medio de comunicación, fue que no existe línea de vista entre estos establecimiento, debido a la geografía plana.

Como se observa en la fig. 4.2, los establecimientos son aledaños a la carretera principal Pisac-Urubamba.

- **Red backbone y de acceso - tramo microondas:**

En este tramo fue necesario usar tecnología Wireless para interconectar los distintos puntos, debido a la geografía muy accidentada que existe en todo este sector.

Este tramo de la red está conformado por la red backbone y las redes de acceso de última milla (acceso a los establecimientos de nivel I-1)

Red backbone.

Para implementar este tramo de la red, fue necesario diseñar dos repetidoras, para poder enlazar los establecimientos de nivel I-1, como se abordara en la sección 4.4 de este capítulo.

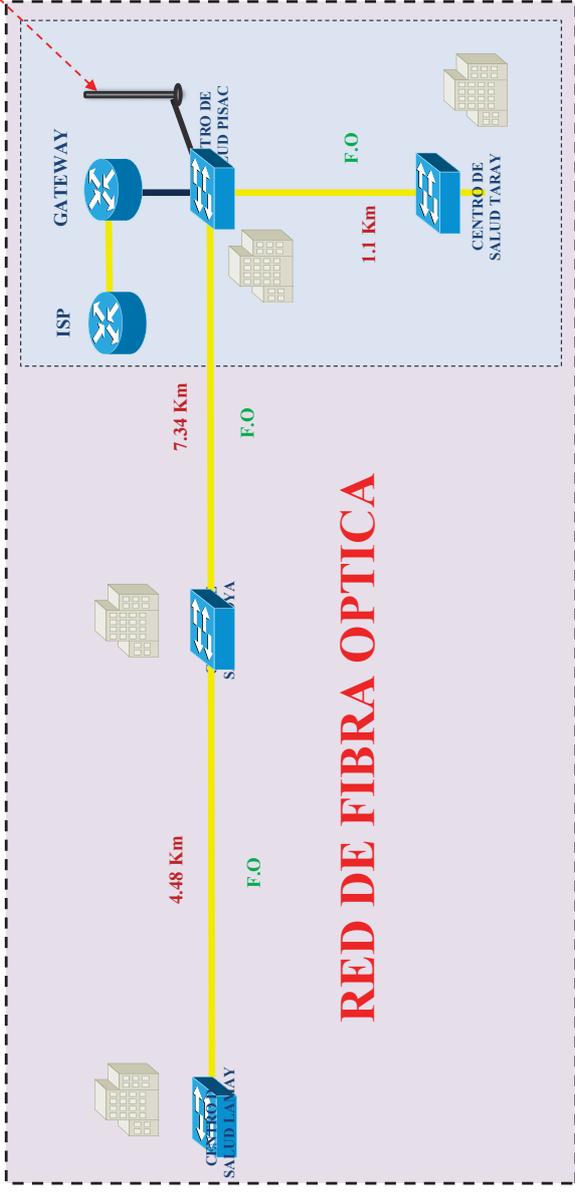
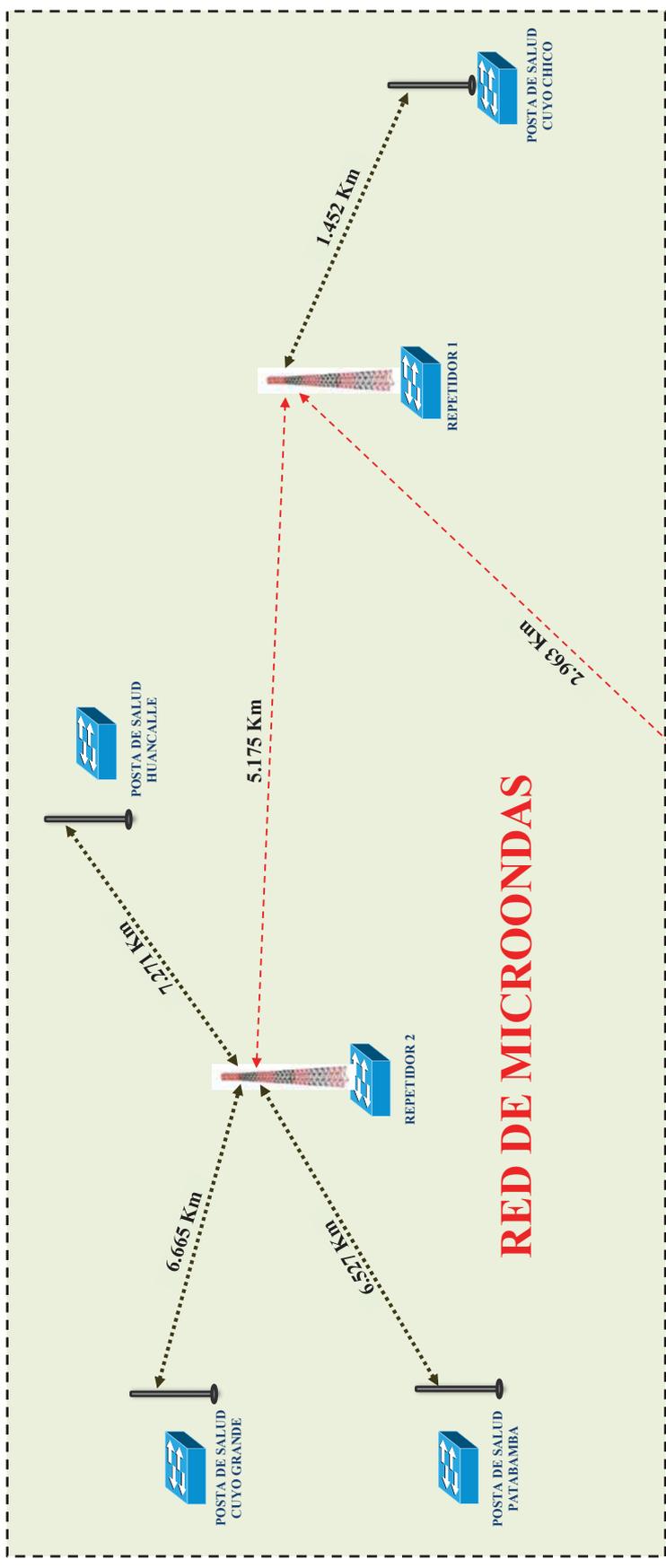
Este tramo de la red estará conformado por los puntos:

Centro de Salud Pisac-Repetidor 1- Repetidor 2.

Redes de acceso.

Las redes de accesos estarán conformados por los enlaces de última milla, de los repetidores hacia los establecimientos de nivel I-1.

A continuación se muestra la topología física y el interconexión de los establecimientos de la Micro Red de Salud Pisac.



MICRO RED PISAC MINSA



4.3 DISEÑO DE LA RED BACKBONE: TRAMO DE FIBRA ÓPTICA.

En esta sección se realizará el diseño del red backbone de fibra óptica, el cual consistirá en interconectar mediante fibra óptica, los establecimientos de salud: Centro de salud Pisac, Centro de salud Coya, Centro de salud Taray y Centro de salud Lamay En la fig. 4.2, se muestra el recorrido de la fibra óptica desde el Centro de salud Pisac hasta el Centro de Salud Lamay.

El diseño de este tramo de red, estará conformado por las siguientes etapas:

1. Selección del tipo, estándar y tendido de fibra óptica.
2. selección del tipo de interfaz óptico (SFP) de acuerdo a los requerimientos del sistema.
3. Cálculo de parámetros característicos del enlace.
4. Selección de equipos activos y pasivos.
5. Diagrama topológico de la red backbone de fibra óptica.

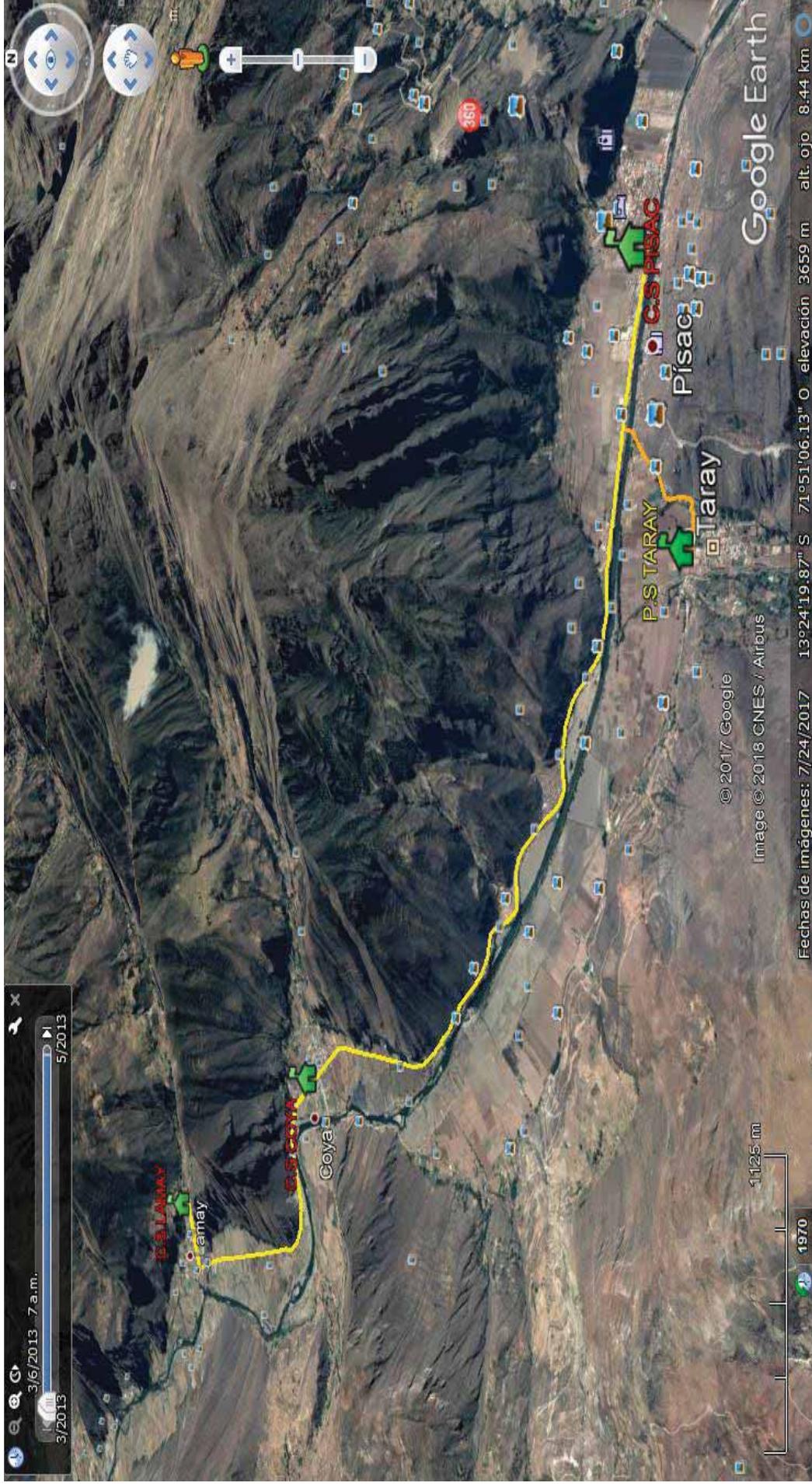


Fig. 4.2: Red Backbone Tramo de Fibra Óptica C. S Pisac → C.S Coya → C.S Lamay y C.S Pisac- C.S. Taray

Fuente: Google Earth

4.3.1 Selección del tipo y estándar de fibra óptica.

Según el recorrido de fibra óptica de la figura 4.2, podemos observar que el enlace más largo supera los 7 km y el más corto es 2 km, por esta razón se ha seleccionado la fibra de tipo monomodo.

Dentro de las fibras ópticas monomodo existen dos categorizaciones: la OS1 y la OS2. Las fibras monomodo OS1 son compatibles con los estándares ITU-T G.652A o ITU-T G.652B. Las fibras low-water-peak también vienen definidas por los estándares ITU-T G.652C o ITU-T G.652D. Es decir, las fibras OS1 son compatibles con las especificaciones de la ITU-T G.652. (UIT, 2005)

Las fibras OS2 solo son compatibles con la ITU-T G.652C o ITU-T G.652D, esto quiere decir que las fibras OS2 se aplican estrictamente para fibras low-water-peak. (UIT, 2005)

Aparte de las normas, las fibras OS1 y OS2 difieren en la construcción de la misma. La construcción de la fibra OS1 es de estructura ajustada, la cual normalmente se usa en interiores. La construcción de la fibra OS2 es de estructura holgada, el cual está diseñado para uso en exteriores, como para cableado en postes. Este tipo de fibra tiene un recubrimiento exterior más resistente que el del otro tipo. (Victoria et al., 2016)

En la tabla 4.1, obtenido por la FIA (The Fiberoptic Industry Association) podemos observar las atenuaciones para los dos tipos de fibra óptica.

Categoría de Cable de fibra óptica	Fibra óptica de BS EN/IEC 60793-2-50	Máxima atenuación (dB/Km)		
		1 300 nm	1 383 nm	1 550 nm
VENTANAS		1 300 nm	1 383 nm	1 550 nm
OS1 (EN)	B1.3, B6_a	1,0	1,0	1,0
OS1 (ISO/IEC)	B1.1, B1.3, B6_a	1,0	-	1,0
OS2		B1.3	0,4	0,4

*Tabla 4.1: Atenuaciones para los dos tipos de fibra óptica.
Fuente: (Victoria et al., 2016)*

Como podemos observar, la atenuación con el cable de fibra OS1 es como máximo 1 dB/km, más del doble que el cable de fibra OS2 que tiene como máximo 0.4 dB/km de atenuación. (Victoria et al., 2016)

Podemos intuir que el cable de tipo OS2 es más costoso que el de tipo OS1 por lo que su construcción es más resistente, tiene menor atenuación y es para distancias más largas.

Entre estos dos tipos de fibra podemos descartar la fibra OS1, dado que su construcción está diseñada para interior; por lo tanto, se utilizó la fibra óptica de tipo OS2, que cumpla con las especificaciones de la ITU-T G.652D, que tiene menor atenuación y buenas prestaciones en la segunda ventana de 1310 nm, como se aprecia en la siguiente tabla. Ver tabla 4.2.

ITEMS	UNITS	SPECIFICATIONS
Attenuation	dB/km	≤ 0.36 at 1310nm ≤ 0.36 at 1383nm ≤ 0.22 at 1550nm ≤ 0.25 at 1625nm
Chromatic Dispersion	ps/nm.km	≤ 3.5 at 1285 nm ~ 1330nm ≤ 18 at 1550nm
Zero Dispersion Wavelength	Nm	1300 ~ 1324
Zero Dispersion Slope	ps/nm ²	≤ 0.092
Polarization Mode Dispersion (PMD)	ps/(km) ^{1/2}	≤ 0.2 (20 section link)
Cut-off Wavelength (λ_{cc} , Cabled fiber)	Nm	≤ 1260
Attenuation vs. Bending (60mm dia x 100turns)	Db	≤ 0.1 at 1550nm
Model File diameter	μm	9.2 ± 0.5 at 1310nm 10.4 ± 0.8 at 1550nm
Core-Clad Concentricity Error	μm	≤ 0.6
Cladding Diameter	μm	125 ± 1
Cladding Non-circularity	%	≤ 1
Coating Diameter	μm	240 ± 15
Proof Test Level	Gpa	≥ 0.69

*Tabla 4.2: Rendimiento de la fibra monomodo OS2, estándar G.652D
Fuente: (Victoria et al., 2016)*

4.3.2 Modo de tendido de la fibra óptica.

- El tendido de fibra óptica será de tipo aéreo a través de los postes de la empresa “Electro Sur Este”. Se seleccionó este tipo de tendido por presentar las siguientes ventajas.
- Es menos costoso que el tendido subterráneo.
- Facilita la revisión y corrección de errores ocasionados por ruptura de fibra.
- La instalación es mucho más sencilla que otras.

- Es de muy fácil acceso.
- Su tendido presenta menos curvaturas. En la instalación vía ductos puede haber muchas curvaturas que pueden poner en riesgo a los filamentos de fibra óptica y ocasionar pérdidas.
- Permite la revisión continua de la tensión del tendido del cable durante la instalación. Los aumentos repentinos en la tensión del tendido, causado por factores tales como un cable cayéndose de un soporte o un cable aplastándose contra los accesorios de la línea del poste, se pueden detectar de inmediato.

4.3.3 Herrajes para cable ADSSS (preformados de retención o terminales)

Suelen usarse accesorios adicionales para tener un mayor radio de curvatura a través una mayor separación desde el poste, este tipo de ferretería se usara en los tramos no rectos (esquinas o cambios de ruta). En las figuras 4.3 y 4.4 se muestran el uso del preformado.

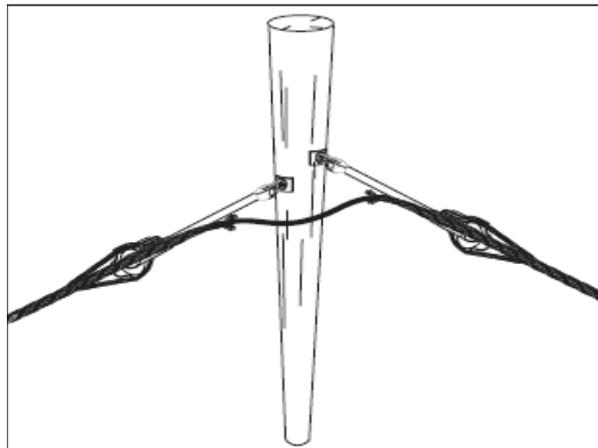


Fig. 4.3: Preformado de retención.

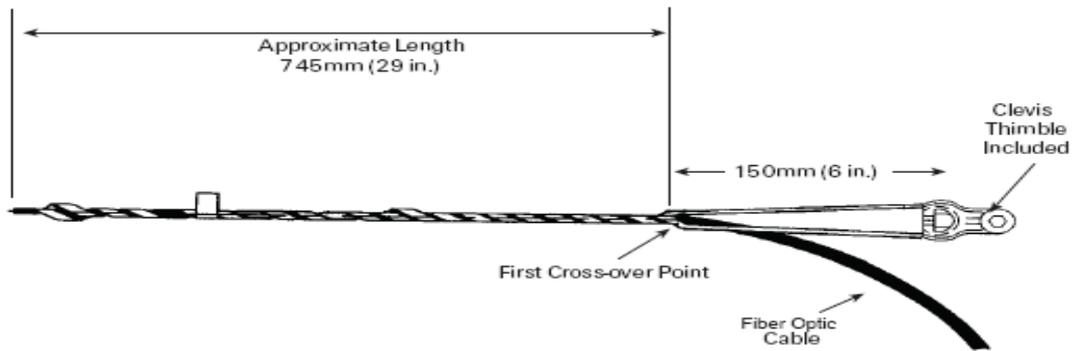


Fig. 4.4: Preformado de retención.

4.3.4 Herrajes para cable ADSS (preformados de paso o suspensión)

Para mayor seguridad, pueden usar elementos preformados en los extremos, este tipo de ferretería se usara en los tramos rectos. En las figuras 4.5 y 4.6 se muestran el uso del herraje para cables ADSS.

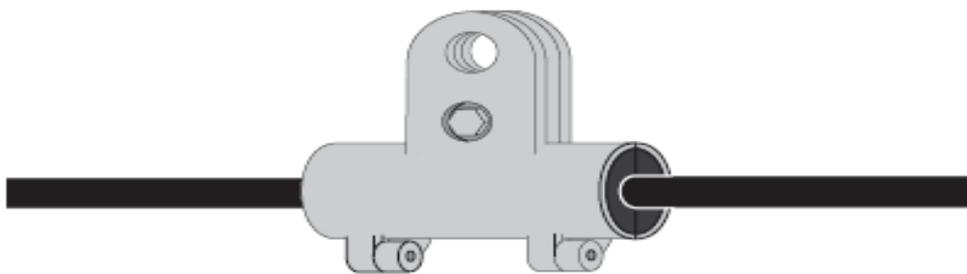


Fig. 4.5: ADSS de Suspensión

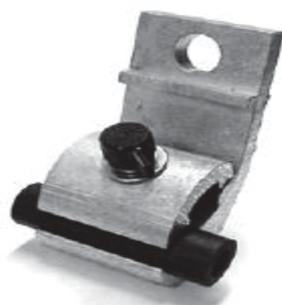


Fig. 4.6: ADSS de Suspensión

4.3.5 Cálculo mecánico de fibra óptica.

Según la siguiente gráfica, y considerando lo siguiente:

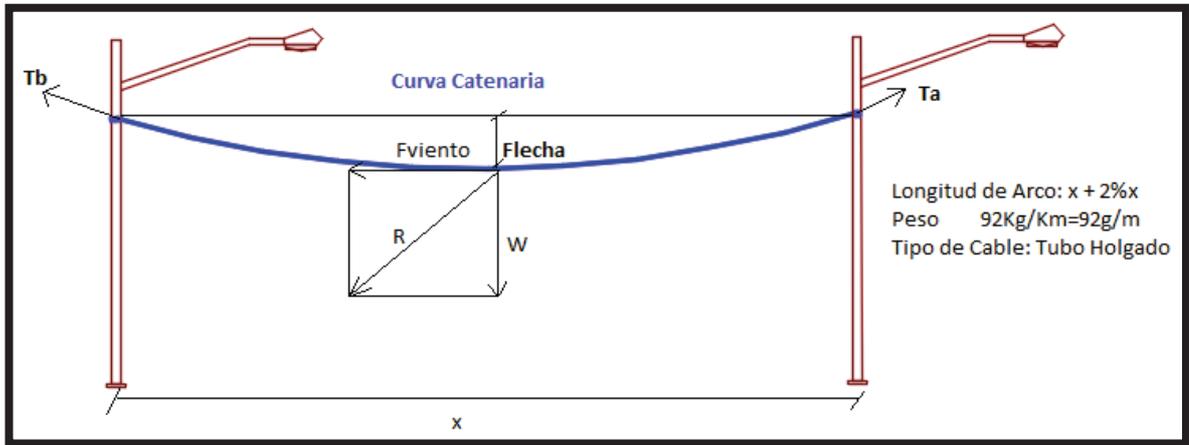


Fig. 4.7: Curva catenaria entre postes.

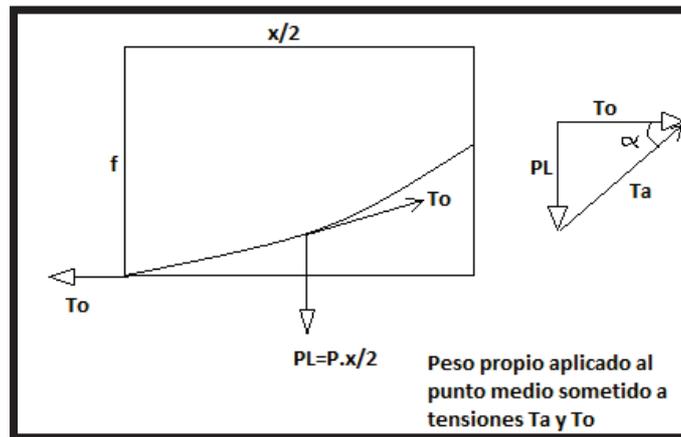


Fig. 4.8: Tensiones mecánicas

Considerando el ángulo α pequeño, $\alpha = 0$.

Afirmamos que la tensión a lo largo del conductor es constante. A Ta la tensión mecánica no debe sobrepasar la carga de rotura del conductor, de lo contrario se rompería. De acuerdo a las especificaciones técnicas se tiene para la fibra óptica (CFOA-SM-AS120-G 120F):

- Máxima fuerza de tensión: 2850N (Spam corto) a 120m

- Masa nominal: 96kg/km
- Diámetro constante: 11.5 mm

Un conductor nunca debe de trabajar en condiciones próximas de rotura. Para calcular la fuerza del viento se tiene que:

$$F = A \cdot P \cdot C_d$$

Donde

A: Área proyectada del objeto.

P: Presión del viento o nieve

Cd: coeficiente de arrastre

Esta ecuación sirve para calcular la carga del viento sobre un objeto específico.

$$A = \text{Distancia} \times \text{Longitud}$$

Para el cálculo de la presión del viento [N/m²]: $P = 0.613 \cdot v^2$

Esta fórmula se basa en el código de ética de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles ASCE, la constante es el resultado de un cálculo basado en valores típicos para la densidad del aire y la aceleración gravitatoria.

De la hoja técnica de la fibra optica tenemos que el peso/km=96

$$W = 96(x + 2\%x) \cdot 10^{-3} \text{Kg}(9.8\text{m/s}^2)$$

$$W = 0.9408(x + 2\%x) \text{ [N]}$$

Según el INEI, el SENAMHI y el Ministerio de Energía y Minas, la velocidad media del viento anual en Cusco a 80m es de 3m/s. La presión del viento será constante y su valor es: $P = 5.517 \text{ [N]}$

Para el cálculo del coeficiente de arrastre, que es la fuerza que el aire ejerce sobre la instalación, afectado por su forma, la rigidez de su superficie entre otros factores, utilizando un cálculo típico para un cilindro largo (cable de FO) es de 1.2, mientras para uno corto es de 0.8, este último se aplica a antenas. Este coeficiente no tiene unidades.

A continuación se calcula para una distancia máxima de 100 m entre postes y una distancia mínima de 38 m respectivamente. En la tabla 4.3 se muestra el resumen del cálculo mecánico obtenido.

DISTANCIA ENTRE POSTES (m)	LONGITUD DE ARCO (m)	Área (m ²)	Presión Viento (N)	Fuerza del viento (N)	Peso cable (N)	Resultante (N)
100	102	1.17	5.517	7.74	95.96	96.27
38	38.76	0.45	5.517	2.98	36.47	36.6

Tabla 4.3: Resumen del cálculo mecánico de fibra óptica

4.3.6 Distancias de la fibra óptica por tramos.

Para calcular la cantidad de fibra óptica necesaria para cubrir la distancia de cada tramo, se simulará el recorrido haciendo uso del Google Earth.

- **Tramo 1: Centro de Salud Pisac - Centro de Salud Coya.**

Este tramo estará conformado por 65 postes, de los cuales (48 son de media tensión y 17 de baja tensión).

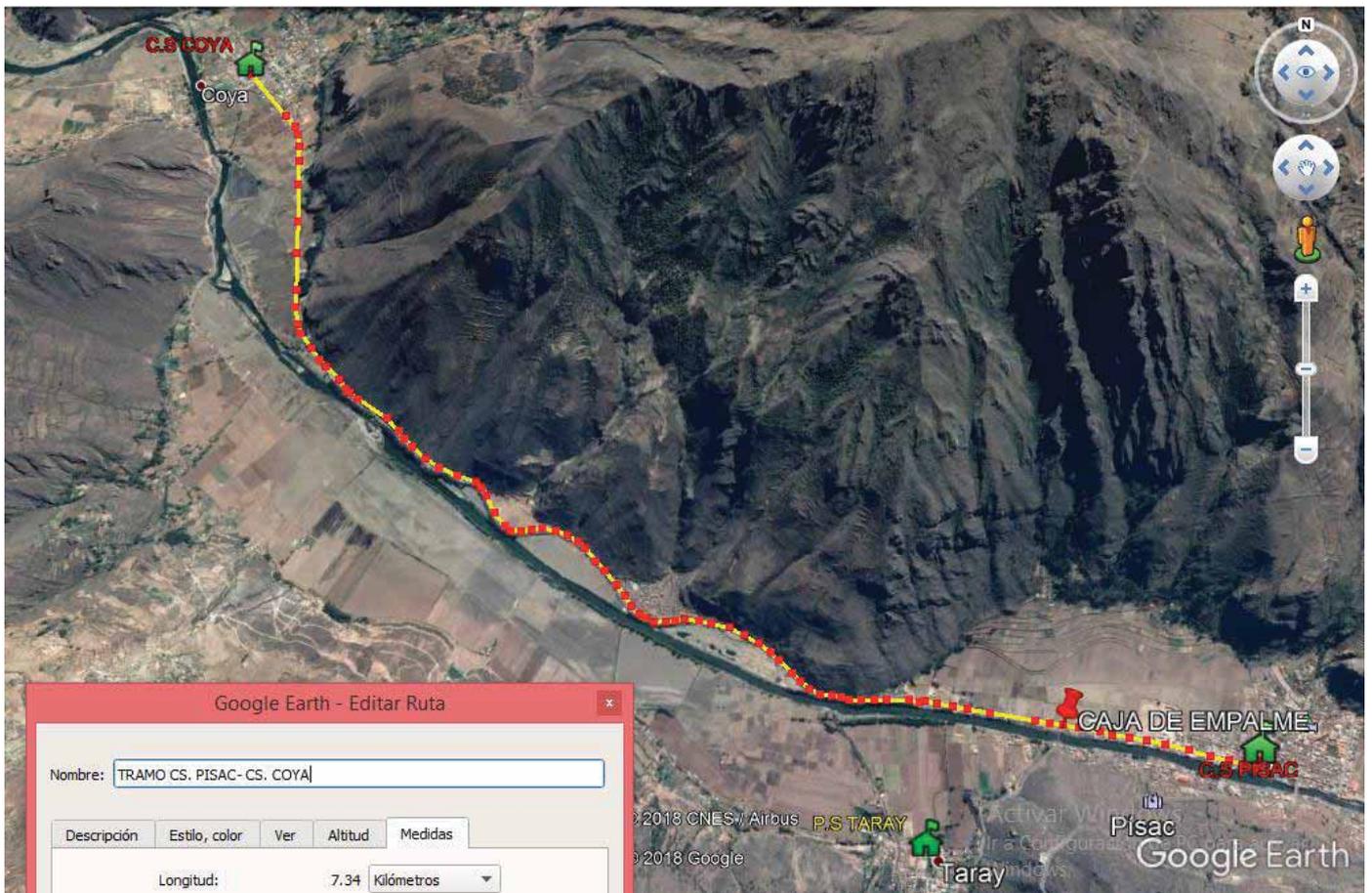


Fig. 4.9, tramo1: Centro de Salud Pisac-Centro de Salud Coya

Fuente: propia

- **Tramo 2: Centro de Salud Coya - Centro de Salud Lamay.**

Este tramo estará conformado por 45 postes de los cuales (38 son de alta tensión y 07 son de baja tensión). En el **Anexo 2**, se detalla el empalme de hilos de fibra óptica usando el estándar TIA/EIA-598 en los ODFs finales.

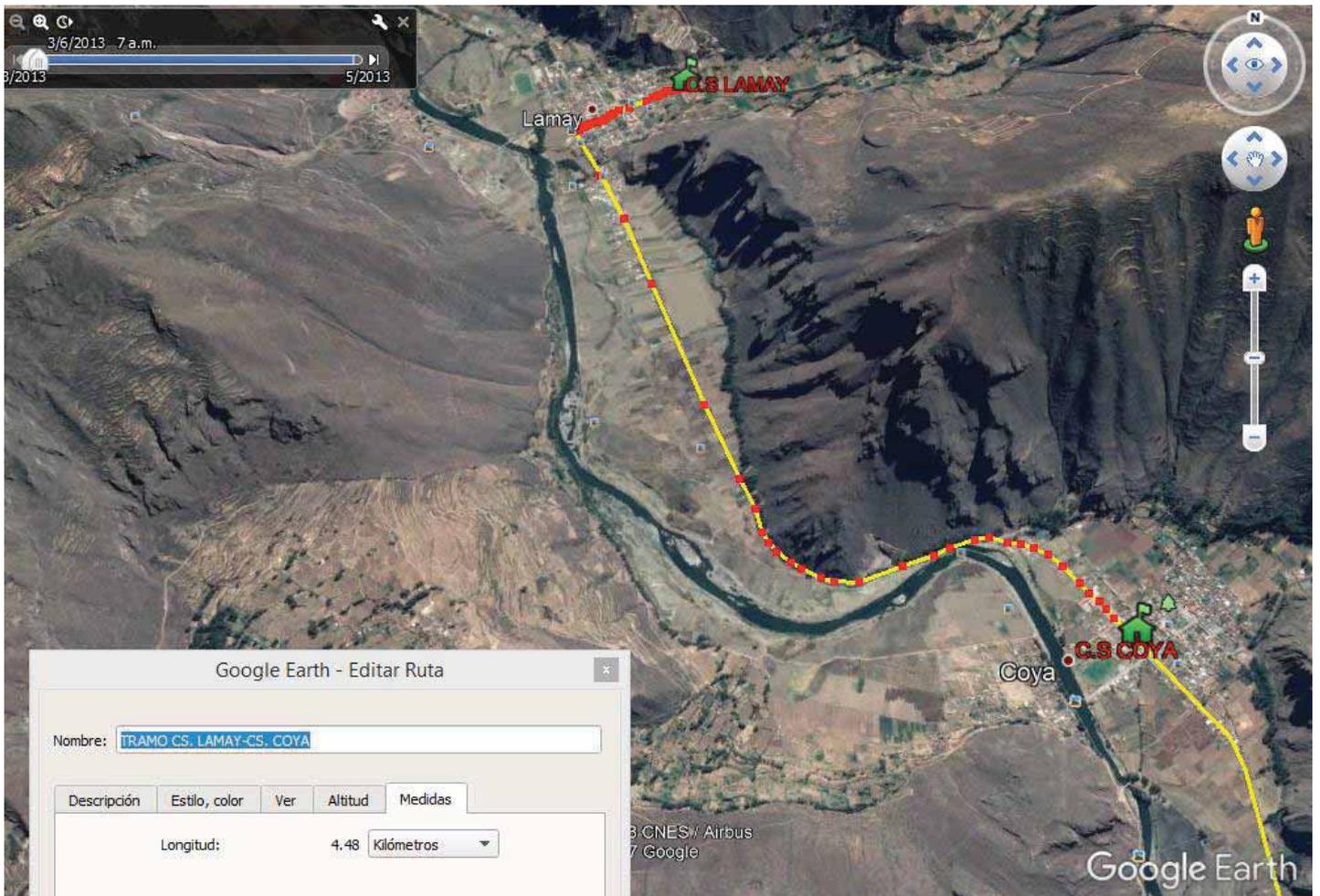


Fig. 4.10, tramo2: Centro de Salud Coya-Centro de Salud Lamay

- **Tramo 3: Sangrado de 06 hilos de fibra (a 0.96km de Centro de Salud Pisac)- Centro de Salud Taray.**

En este último tramo se hará un sangrado/ derivación de 06 hilos de fibra optica a 960 mts del Centro de Salud Pisac, de esta manera usaremos estos 06 hilos para interconectar el Centro de Salud Pisac con el Centro de Salud Taray, este tramo estará conformado por 23 postes (6 postes de media tensión y 17 postes de baja tensión), en el *Anexo 1*, se detalla el empalme de hilos de fibra óptica usando el estándar TIA/EIA-598 en la caja de empalme de sangrado.

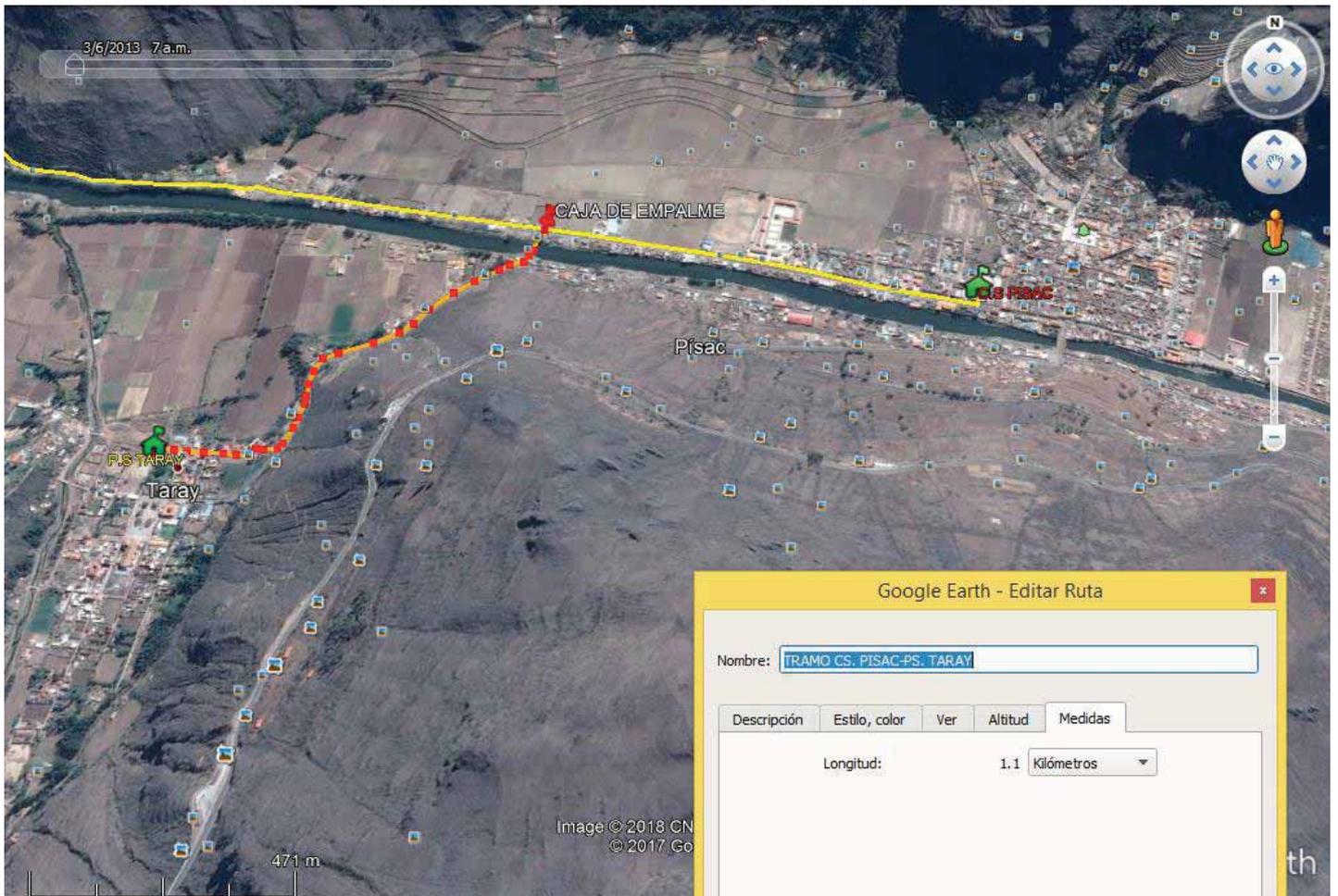


Fig. 4.11, tramo3: Sangrado de 06 hilos de fibra (a 0.96km de Centro de salud Pisac)-Centro de salud Taray.

De los gráficos tenemos una distancia total de 13 km. Si se deja un margen para reserva de cable u otros imprevistos del 5%, por lo cual el requerimiento final de fibra óptica sería de 13.6 km. En el diseño se consideraran carretes (rollos) de fibra óptica de 4km, por lo cual se requerirá de 3 carretes de 4km y 1650 metros de fibra óptica.

Por otro lado en el diseño se debe considerar las distancias de los bucles de exceso, puesto que dichas distancias influyen en la atenuación y por ende afectan a la potencia de recepción.

4.3.7 Ubicación de los postes y características de la fibra óptica.

Para el tendido de la fibra óptica se propone hacer uso de los postes de la empresa Electro sur este, para lo cual, el MINSA tiene que solicitar los permisos respectivos previamente.

Los postes de Electro Sur Este, están ubicados al borde de la carretera (Pisac-Calca), como se muestran en las fotos. Los vanos entre postes de media tensión son de 60 y 120 mts como máximo.



Fig. 4.12: Centro de Salud Pisac



Fig. 4.13: Ruta Pisac-Coya



Fig. 4.14: Ruta Coya-Pisac



Fig. 4.15: Ruta Lamay-Coya

+



Fig. 4.16: Ruta pista principal (Pisac-Calca)-Centro de Salud Lamay



Fig. 4.17: Acceso Pisac- Taray.

Analizamos tres tipos de cable de fibra óptica y definiremos cual se adapta mejor a nuestras necesidades.

Cable ADSS (All Dielectric Self Supported): Ofrece una buena ventaja para tramos largos, como atravesar ríos o carreteras; además, ofrece una ventaja en costo y facilidad de instalación, ya que carecen de elementos metálicos que son inmunes a interferencias eléctricas y no son susceptibles a la caída de rayos. Resulta idóneo para instalar en postes con líneas de transmisión y/o en zonas donde el medio ambiente lo amerite. (Victoria et al., 2016)

Cable OPGW (Optical Ground Wire): El cable OPGW reemplaza al cable de guarda existente en una red de transmisión eléctrica, de esta manera se optimizan los recursos.

El cable tipo OPGW puede resultar costoso y operativamente complicado instalarlo en una red ya construida, dado que requeriría quitar la tensión para trabajar en ella. Por el tema de costo, el precio del cable en sí y el costo de instalación son superiores a los demás. (Victoria et al., 2016)

Figura en “8”: Al igual que los anteriores cables, soporta las recomendaciones G.652 y G.655 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Es un cable de estructura holgada, al cual se encuentra adosado un cable guía usualmente de acero. La inclusión de este cable fiador resulta en una alta capacidad de tracción, el cual soportara las fuerzas externas presentadas en el tendido aéreo del mismo. Cuando el tendido de este cable se lo realiza cerca de los cables de líneas de alta tensión, el cable guía se lo construye en material dieléctrico constituido generalmente por hilos de aramida y fibra de vidrio. El cable guía y el cable óptico se encuentran físicamente separados por una franja de polietileno que aumenta el diámetro del cable. Al estar constituido con el cable guía presenta forma asimétrica, lo cual lo vuelve más susceptible a vibración de

baja frecuencia debido a la acción del viento. Es recomendable para el tendido aéreo que presenta vanos largos. (Victoria et al., 2016)

Comparación entre el cable aéreo OPGW, ADSS y Figura en “8”.

En la Tabla iv-4, se muestra un análisis comparativo entre las características de estos tres tipos de cable aéreo.

Luego de analizar detenidamente las características de estos tipos de cable de fibra óptica de tendido aéreo, y de acuerdo a las características del enlace requerido y de la potencia existente, se escoge el cable ADSS como la más conveniente para este enlace. Se debe destacar que, además de su inmunidad a la interferencia electromagnética y a la caída de rayos, su mantenimiento es fácil y el costo del cable y del sistema completo son menores al que se incurriría con la utilización del cable OPGW. Es oportuno también señalar que los vanos sobre los cuales se tendiera el cable aéreo son medianos, por lo cual no se tiene la necesidad de proponer el cable de Figura en “8”. A continuación en la tabla 4.4 se muestra las principales características de estos tres tipos de cable.

CARACTERISTICAS	ADSS	OPGW	FIGURA EN “8”
Confiabilidad	Alta	Alta	Alta
Sobrecarga estructural	Pequeña	Considerable	Considerable
Inmunidad ante caída de rayos	Total	Ninguna	Total (Con guía dielectrico)
Instalación en sistema Nuevo	Simple	Simple	Simple
Instalación sobre sistema existente	Simple	Complejo	Simple
Facilidad de mantenimiento	Fácil	Difícil	Fácil
Costo del cable	Bajo	Alto	Medio
Costo de instalación	Bajo	Alto	Bajo
Costo total del Sistema	Bajo	Alto	Medio
Acceso a fibras ópticas	Fácil	Difícil	Fácil

Tabla 4.4: Comparación entre cable ADSS, OPGW y Figura en "8".

Fuente: Propia

Además de ser de tipo ADSS tiene que cumplir con las especificaciones de la ITU-T G. 652D por su menor atenuación y buen rendimiento en la segunda y tercera ventana de funcionamiento.

Se utilizaría un cable de 12 hilos, de los cuales 6 se derivaran en dirección del centro de salud Coya y los otros 6 en dirección del centro de salud Taray, de estos 6 hilos asignados a cada establecimiento solo estarán activos 2 (tx y rx), los hilos restantes pueden quedar como respaldo o de reserva para un crecimiento a futuro.

4.3.8 Determinación del interfaz óptico (SFP).

Del análisis realizado anteriormente se trabajara sobre fibra óptica que cumpla con la recomendación G.652.D, la cual puede operar satisfactoriamente en las longitudes de onda de 1310nm y 1550nm. (UIT, 2005)

En la tabla iv-5, se observa la diferencia entre las tres ventanas de operación, de donde podemos deducir a 1310 nm se puede trabajar sin problemas ya que nuestro enlace más largo es mayor a 2 km y menor a 40 km. En la tabla 4.5 se muestra el resumen de las tres ventanas de operación por kilómetro.

VENTANA	λ (NM)	ATENUACIÓN (DB/KM)	ALCANCE (KM)	COSTO OPTO- ELECTRÓNICA	USOS
1°	850	2.5	2	Bajo	LAN
2°	1310	0.4	40	Medio	LAN, WAN
3°	1550	0.25	160	Elevado	LAN, WAN

Tabla 4.5: Comparación entre ventanas de operación.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/356110076/Ventanas-de-Operacion>

Para la selección del módulo SFP, debemos tomar en cuenta que el módulo debe cumplir con las normas G.652D para enlace monomodo (SM), operar en la segunda ventana (1310 nm), y de igual manera debe cumplir con los parámetros de operación, tanto la distancia y capacidad del enlace.

En la tabla 4.6, se proporciona especificaciones de los diferentes SFP con capacidad Gigabit Ethernet (1000 Mbps). En el diseño consideraremos esta capacidad ya que es comercial y fácil de encontrar en el mercado.



Fig. 4.18: Módulos SFP Giga Ethernet

Product	Wavelength (nm)	Fiber Type	Core Size (μm)	Modal Bandwidth (MHz* Km)	Operating Distance (m)
1000BASE-SX	850	MMF	62.5	160	220 (722 ft)
			62.5	200	275 (902 ft)
			50	400	500 (1,640 ft)
			50	500	550 (1,804 ft)
1000BASE-LX/LH	1310	MMF*	62.5	500	550 (1,804 ft)
			50	400	550 (1,804 ft)
			50	500	550 (1,804 ft)
		SMF	–**	–	10,000 (32,8210 ft)
1000BASE-ZX	1550	SMF	–	–	Approximately 70 km depending on link loss
1000BASE-BX-D	1310	SMF	–**	–	10,000 (32,821 ft)
1000BASE-BX-U	1490	SMF	–**	–	10,000 (32,821 ft)

Tabla 4.6: Comparación entre los estándares para SFP Giga Ethernet
Fuente: <https://shop.bechtle.be/medias/S1vJLwcCOMSOkiUMkJYV58-30.pdf>

De la tabla 4.6, podemos deducir que el estándar 1000BASE-LX/LH, es el que mejor se ajusta a las necesidades de los enlaces respectivos, debido a que opera en la ventana de $\lambda = 1310 \text{ nm}$ en monomodo (SM), y podemos alcanzar distancias máximas de 10km.

A continuación en la tablas 4.7 y 4.8, se muestran las características del módulo SFP de estándar 1000BASE-LX/LH (GLC-LH-SMD), que se usara en cada uno de los enlaces ópticos de la red, ya que la distancia máxima a considerar es de aproximadamente 8 km.

TX					
Parameter	Symbol	Min	Type	Max	Unit
Data Rate	B	-	1250	-	Mb/s
Centre wavelength	λ_c	830	1270	1360	Nm
Output Spectral Width	$\Delta\lambda$	-	-	3	Nm
Average Output Power	P_o	-9.5	-	-3	dBm
Extinction Ratio	EXT	10	-	-	dB
Data Input Voltage-High	V_{IHS}	$V_{cc}-1.16$	-	$V_{cc}-0.89$	V
Data Input Voltage –Low	V_{ILS}	$V_{cc}-1.82$	-	$V_{cc}-1.48$	V
Supply Current	I_{CC}	-	90	150	mA
Optical Rise/Fall Time	T_{RF_IN}		150	260	Ps
Output Optical Eye	Compliant with IEEE802.3Z				
RX					
Parameter	Symbol	Min	Type	Max	Unit
Receive Sensitivity	P_{min}	-	-	-22	dBm
Maximum Input Power	P_{MAX}	-3	0	-	dBm
Signal Detect Threshold-Assertion:	SD_{HIGH}	-	-	-23	dBm
Signal Detect Threshold-Deassertion:	SD_{LOW}	-35	-	-	dBm
Hysteresis	-	-	2	-	dBm
Output High Voltage	V_{OH}	$V_{cc}-1.03$	-	$V_{cc}-0.89$	V
Output Low Voltage	V_{OL}	$V_{cc}-1.82$	-	$V_{cc}-1.63$	V
Operating Wavelength	λ_c	1265	-	1600	Nm
Supply Current	I_{CC}	-	80	110	mA

Tabla 4.7: Especificaciones técnicas de la interfaz óptica GLC-LH-SM

Fuente: adjunto en el Anexo 3

Parameter RX	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Single ended data output swing	V_{OUT-PP}	300	400	800	mV
Data output rise time	T_R		-	300	Ps
Data output fall time	T_R		-	300	Ps

*Tabla 4.8: Especificaciones técnicas de la interfaz óptica GLC-LH-SM
Fuente: Adjunto en el Anexo 3*

4.3.9 Cálculo de atenuación.

El objetivo de calcular la atenuación total en la de la señal óptica, es determinar la potencia de recepción, con que la que opera el módulo óptico.

Con la información que es proporcionada por el fabricante del cable de fibra óptica y la información del correspondiente al interfaz óptica que se va utilizar en cada uno de los tramos, previamente se calcula la distancia máxima (D_{max}) a la que opera el interfaz óptico (SFP) y con dicha distancia, se calcula el ancho de banda mínimo permitido a la que opera dicha interfaz.

Finalmente con la distancia real de cada enlace, procedemos a calcular los valores de potencia recibida en cada punto de recepción y los respectivos anchos de banda. Estos valores se comparan con los valores mínimos permitidos de potencia de recepción y ancho de banda para cada tipo de interfaz óptico con lo cual se podrá determinar si cada enlace cumple con los requisitos del interfaz óptico a utilizar.

Todos los parámetros que influyen en la atenuación total de un enlace de fibra óptica se presentan en la ecuación 4.1. La misma que expresa la distancia máxima entre dos puntos de un enlace de fibra óptica, transmisor (TX) y receptor (RX), separados por una distancia D expresada en Km.

$$P_{TX} - 2 \times \alpha_C - \alpha \times D - \alpha_e \times N_e - M_e - M_C \geq P_{RX}$$

Ecuación 4.1: Ecuación del cálculo de atenuación

(LlumiQuinga et al., 2008)

Donde:

P_{TX} : Potencia de transmisión [dBm]

α_C : Atenuación debida al conector utilizado en la interfaz [dB]

n: Numero de conectores de extremo a extremo del enlace (n=2, para enlaces p2p)

α_e : Atenuación debida a los empalmes [dB]

α : Atenuación debida a la longitud de la fibra óptica [dB/Km]

D: Longitud efectiva de fibra óptica [Km]

N_e : Numero de empalmes

M_C : Margen de seguridad del cable de fibra óptica [dB]

M_e : Margen de interfaz óptico de transmisión [dB]

P_{RX} : Potencia de recepción mínima [dBm]

El tipo de conectores que se utilizarán en los extremos (ODFs finales) son del tipo SC/APC que tiene una pérdida típica de señal que varía de 0.3dB - 0.4dB. De igual manera, los empalmes por fusión incluyen una pérdida entre 0.1dB - 0.2 dB.

La atenuación total característica de la fibra óptica según la tabla 4.2, es:

$$\alpha = 0.36 \text{ dB/Km}$$

El número de empalmes N_e está dado por la distancia total del trayecto D (Distancia de nodo a nodo) dividido por la longitud máxima del carrete de fibra óptica del fabricante, que para este diseño es de 4 Km, es decir $N_e=D/4$.

(LlumiQuinga et al., 2008)

El margen de seguridad del cable M_c se establece al considerar que durante toda la vida útil del cable de fibra óptica presentará una rotura a intervalos de un 50% del trayecto D , es decir que $M_c = D/50$ [dB]. (Llumiyinga et al., 2008)

El margen del equipo M_e , lo proporciona el fabricante y está dado en el orden de 0.1 dB. (Llumiyinga et al., 2008)

De la ecuación 4.1 despejamos el valor máximo de la distancia D , la misma que queda en función de los parámetros antes mencionados, con lo que se obtiene la siguiente ecuación:

$$D_{max} \leq \frac{P_T - P_R - 2x\alpha_c - M_e}{\alpha + \frac{\alpha_e}{4} + \frac{1}{50}}$$

Ecuación 4.2: Ecuación del cálculo de la distancia máxima

(Llumiyinga et al., 2008)

$$D_{max} \leq \frac{-9.5 - (-22) - 2x0.4 - 0.1}{0.36 + \frac{0.2}{4} + \frac{1}{50}}$$

$$D_{max} \leq 26.97 \text{ [Km]}$$

Ahora procedemos a calcular el ancho de banda (BW), a partir de la ecuación (4.2), tomando en cuenta la distancia máxima del enlace D , entre dos puntos del enlace óptico.

$$BW = \frac{0.44}{D * W_c * \Delta\lambda}$$

Ecuación 4.3: Ecuación del cálculo del ancho de banda

(Llumiyinga et al., 2008)

D : Distancia del enlace o tramo en Km

W_C : Dispersión cromática de la fibra óptica en ps/nm.Km

$\Delta\lambda$: Ancho espectral del láser en nm.

Para la fibra óptica que opera en el rango de los 1310 nm de longitud de onda, el coeficiente de dispersión cromática según la tabla iv-2, es 3.5 ps/nm.Km.

El ancho espectral del láser para este tipo de Transceptor es $\Delta\lambda = 3$ nm, según la tabla 4.7.

$$BW = \frac{0.44}{25.81[km] * 3.5\left[\frac{ps}{nm * km}\right] * 3[nm]}$$

$$BW = 1.624 \text{ Ghz}$$

Una vez realizados los cálculos correspondientes para la interfaz óptica selecciona en el diseño, se concluye que se usara esta interfaz, ya que todo los tramos de fibra óptica de la red troncal son menores 26.97 Km.

Finalmente, para determinar si cada uno de los enlaces de fibra óptica que conforman la Red Backbone, cumplen con los requisitos antes mencionados para cada interfaz, se procede a calcular el nivel de recepción de la señal (P_{RX}) y su ancho de banda para cada enlace con su respectiva distancia: $D' = D + 5\%(D)$, este 5% representa el cable de reserva que consideraremos para algunos imprevistos.

Para poder calcular la potencia recibida (P_{RX}) en el receptor del interfaz utilizamos la ecuación 4.4 y para el ancho de banda utilizamos la ecuación 4.3. En ambas ecuaciones reemplazamos la distancia D' .

$$P_R \leq (P_T - 2 * \alpha_C - M_e) - D' * \left(\alpha + \frac{\alpha_e}{4} + \frac{1}{50} \right)$$

Ecuación 4.4: Ecuación del cálculo de la potencia de recepción

(Llumiyinga et al., 2008)

❖ Enlace C. S. Pisac- C. S. Coya: $D' = 7.34\text{Km} + 5\% = 7.707\text{Km}$

$$P_R \leq (-9.5 - 2 * (0.4) - 0.1) - 7.707 * \left(0.36 + \frac{0.2}{4} + \frac{1}{50} \right)$$

$$P_R \leq -13.71 \text{ dBm}$$

$$BW = \frac{0.44}{7.707[\text{km}] * 3.5\left[\frac{\text{ps}}{\text{nm} * \text{Km}}\right] * 3[\text{nm}]}$$

$$BW = 5.44 \text{ Ghz}$$

Este tramo tendrá en total 03 puntos de empalme:

- El primero, estará ubicado a 960 metros del Centro de Salud Pisac, donde se hará un sangrado de 6 hilos que irán en dirección C.S Taray y los otros 6 seguirán su trayectoria hacia C.S Coya, para lo cual se instalara una caja de empalme de 12 hilos.
- El segundo, se ubicará a 4 km del primero, donde se usará una caja de empalme de 6 hilos.
- El tercero, se ubicará a 2747 metros de C.S Coya, donde se usara una caja de empalme de 6 hilos

❖ Enlace C.S. Coya- C.S. Lamay: $D' = 4.48\text{Km} + 5\% = 4.704\text{Km}$

$$P_R \leq (-9.5 - 2 * (0.4) - 0.1) - 4.704 * \left(0.36 + \frac{0.2}{4} + \frac{1}{50} \right)$$

$$P_R \leq -12.42 \text{ dBm}$$

$$BW = \frac{0.44}{4.704[km] * 3.5\left[\frac{ps}{nm * km}\right] * 3[nm]}$$

$$BW = 8.9 \text{ Ghz}$$

En esta ruta, se tendrá un punto de empalme, el cual estará ubicado a 4 Km de C.S Coya y a 704 mts de C.S Lamay. En este punto se empleará una caja de empalme de 6 hilos.

❖ Enlace C.S. Pisac (a 960 mts)-C.S. Taray: D'=1.1Km+5%= 1.155 Km

$$P_R \leq (-9.5 - 2 * (0.4) - 0.1) - 1.155 * \left(0.36 + \frac{0.2}{4} + \frac{1}{50}\right)$$

$$P_R \leq -10.89 \text{ dBm}$$

$$BW = \frac{0.44}{1.155[km] * 3.5\left[\frac{ps}{nm * km}\right] * 3[nm]}$$

$$BW = 36.28 \text{ GHz}$$

Tiempo de subida de todo el sistema.

Para que haya una transmisión aceptable, consiste en práctica común determinar que el espacimientto sea menor que la mitad del período de la señal. Ecuación 4.5.

$$\Delta\tau_s < \frac{T}{2}$$

Ecuación 4.5: Condición para validar el sistema

Considerando una tasa de bits de $C = 10^9$ bits por segundo o 1000 Mb/s, esta tasa corresponde a un periodo (T), representado por la ecuación 4.6.

$$T = \frac{1}{C}$$

Ecuación 4.6: Periodo

$$T = \frac{1}{C} = \frac{1}{1 \times 10^9} = 1 \text{ ns}$$

A continuación hallamos el tiempo total del sistema, mediante la ecuación 4.7.

$$\Delta \tau_S = \sqrt{\Delta_T^2 + \Delta_F^2 + \Delta_R^2}$$

Ecuación 4.7: Ecuación del cálculo de la potencia de recepción

Donde:

Δ_T : Tiempo de respuesta del transmisor

Δ_R : Tiempo de respuesta del receptor

Δ_F : Tiempo de respuesta de la fibra constituido por los efectos de dispersión intermodal y monocromática, representada por la ecuación 4.8.

$$\Delta_F = \sqrt{\Delta_{INTERMODAL}^2 + \Delta_{CROMATICA}^2}$$

Ecuación 4.8: Ecuación del cálculo de la potencia de recepción

(Chomycz, 2001)

En el caso en el que la fibra óptica es de tipo monomodo (SM), consideramos

$\Delta_{INTERMODAL} = 0$, por lo tanto:

$$\Delta_F = \Delta_{CROMATICA} = D_{CROMATICA} \times \Delta \lambda \times D$$

Ecuación 4.9: Ecuación del cálculo de la potencia de recepción

Donde:

$D_{CROMATICA}$: Dispersión cromática (ps/nm.km)

$\Delta\lambda$: Anchura espectral del generador de luz

D : Distancia del segmento.

(Chomycz, 2001)

Ahora procedemos a hallar el tiempo de subida en cada enlace de fibra óptica.

- Enlace C. S. Pisac - C.S. Coya:

$$\Delta_F = \Delta_{CROMATICA} = 3.5 \times 3 \times 7.707 = 80.92 \text{ ps}$$

$$\Delta_T = 260 \text{ ps, según tabla de especificaciones técnicas.}$$

$$\Delta_R = 300 \text{ ps, según tabla de especificaciones técnicas.}$$

$$\Delta\tau_S = \sqrt{260^2 + 80.92^2 + 300^2} = 405.15 \text{ ps} = 0.405 \text{ ns}$$

$$\Delta\tau_S = 0.405 \text{ ns} < \frac{T}{2}; \quad 0.405 \text{ ns} < 0.5 \text{ ns}$$

- Enlace C. S. Pisac-C.S. Coya:

$$\Delta_F = \Delta_{CROMATICA} = 3.5 \times 3 \times 4.704 = 49.39 \text{ ps}$$

$$\Delta_T = 260 \text{ ps, según tabla de especificaciones técnicas.}$$

$$\Delta_R = 300 \text{ ps, según tabla de especificaciones técnicas.}$$

$$\Delta\tau_S = \sqrt{260^2 + 49.39^2 + 300^2} = 400 \text{ ps} = 0.4 \text{ ns}$$

$$\Delta\tau_S = 0.4 \text{ ns} < \frac{T}{2}; \quad 0.4 \text{ ns} < 0.5 \text{ ns}$$

- Enlace C. S. Pisac-C.S. Taray:

$$\Delta_F = \Delta_{CROMATICA} = 3.5 \times 3 \times 1.155 = 12.13 \text{ ps}$$

$\Delta_T = 260 \text{ ps}$, según tabla de especificaciones técnicas.

$\Delta_R = 300 \text{ ps}$, según tabla de especificaciones técnicas.

$$\Delta\tau_S = \sqrt{260^2 + 12.13^2 + 300^2} = 397 \text{ ps} = 0.397 \text{ ns}$$

$$\Delta\tau_S = 0.397 \text{ ns} < \frac{T}{2}; \quad 0.397 \text{ ns} < 0.5 \text{ ns}$$

Por lo tanto la elección de la fibra óptica es adecuada para la velocidad de transmisión de datos, requerida por el modulo óptico. A continuación en la tabla 4.9 se muestra el resumen de los parámetros obtenidos para cada enlace.

NOMBRE DEL ENLACE	DISTANCIA REAL D'(Km)	POTENCIA RX P_R (dBm)	ANCHO DE BANDA (Ghz)	INTERFAZ OPTICO
C.S PISAC- C.S COYA	7.707	-13.71	5.44 Ghz	GLC-LH-SM
C.S COYA- C.S LAMAY	4.704	-12.42	8.9 Ghz	GLC-LH-SM
C.S PISAC - C.S TARAY	1.155	-10.89	36.28 Ghz	GLC-LH-SM

*Tabla 4.9: Potencia recibida (Rx) y ancho de banda de los enlaces (BW)
Fuente: Propia*

Los resultados obtenidos de la tabla 4.9, indican que existe un muy buen nivel de recepción ya que los valores de recepción en cada uno de los trayectos superan el valor mínimo (-22 dBm) establecido por el interfaz óptico 1000BASE-LX/LH (GLC-LH-SM).

Pero hay que tener presente que si la potencia recibida es muy grande, se puede provocar la saturación del detector óptico y de esta manera interrumpir la continuidad de la señal óptica.

Para evitar este tipo de problemas se suelen realizar pruebas reflectométricas en cada enlace con un OTDR (reflectómetro óptico en el dominio del tiempo), y así poder

determinar la calidad y nivel de la señal óptica en el punto de recepción, si de esta manera se llega a determinar que el nivel de recepción es demasiado grande, se utilizarán atenuadores de acuerdo al nivel de recepción requerido. Pero si por lo contrario se establece que la señal recibida es muy débil, se debe reemplazar por otro de mayor alcance y de esta manera asegurar un desempeño confiable y adecuado. Estas pruebas se las realizan una vez que se hayan instalado los equipos y se haya tendido la fibra óptica.

4.3.10 Tecnología de acceso para la red de fibra óptica.

Según la tabla 2.1, del capítulo II, se puede observar que Metro Ethernet, SDH y DWDM cumplen con la velocidad requerida, ya que son mayores a 1 Gbps. Las otras tecnologías son cada vez menos usadas y son reemplazadas por tecnologías más recientes, por lo que se descartarán.

DWDM se usa para interconectar redes de larga distancia y con una gran necesidad de ancho de banda. Normalmente lo usan los operadores para unir redes de área metropolitana. Se requieren Equipos adicionales, como los EDFA, para poder regenerar la señal y transmitirla a larga distancia. Las prestaciones son resaltantes, pero el equipamiento resulta costoso. Para este caso en particular, no amerita usar DWDM, ya que el tramo más largo de fibra óptica es menor a 10 kilómetros y las necesidades de ancho de banda pueden ser cubiertas por otra tecnología.

En la tabla 4.10, se muestra una comparación entre las tecnologías SDH y Metro Ethernet.

	SDH	Metro Ethernet
Redundancia	Switching automático (50ms) Link capacity adjustment scheme (LCAS) for virtual concatenation.	Fast spanning tree (de 10ms a 1s, depende de la topología) Link Aggregation MPLS fast reroute (<50ms)
Operación, administración y mantenimiento (OAM)	SDH OAM framework	Metro Ethernet Forum service OAM
Detección de fallas	Error seccionalizado /monitoreo de defectos e indicaciones remotas Monitoreo de performance	Detección de falla de link remoto Monitoreo remoto con umbrales propietarios.
Ingeniería de tráfico	Virtual concatenation (VC)	MPLS label-switched paths
Escalabilidad	Hasta 40G	Hasta 10G
Especialidad	Voz	Data
Robustez	99.999% uptime BER = 10-12	Uptime basado en la redundancia de implementada
Flexibilidad de topologías	Anillo	-Anillo -Malla -Árbol -Bus
Costo de equipamiento	Costoso	Económico
Mantenimiento	Alto	Bajo

Tabla 4.10: Comparativo de tecnologías SDH y Metro Ethernet

Las ventajas de SDH sobre Metro Ethernet están basados en su robustez y alta escalabilidad. Sin embargo, lo elegiremos como protocolo de capa 2, debido a varios factores.

Metro Ethernet es más flexible, puesto que pueden implementarse diversas topologías como anillo, malla, bus, etc. Esto quiere decir que pueden realizarse diversos cambios en el diseño y nos brinda más opciones.

El hardware de SDH es más complejo y costoso porque la configuración, operación y mantenimiento de estos equipos incrementarían los costos, ya que se necesitaría personal especializado para su manejo. Si se desea repotenciar la red se debe adicionar un puerto lo que resultaría más costoso que el caso de SDH. En conclusión, debido a que no se requerirá más de 1 Gbps y por la mayor flexibilidad y menor costo posible, se elige Metro Ethernet como protocolo de capa 2 a utilizar.

4.3.11 Selección de equipos.

La tecnología de acceso de la fibra óptica seleccionada, es el Metro Ethernet, ya que esta tecnología, nos permitirá interconectar equipos de red de capa 2 (conmutadores o switches), mediante fibra óptica y de igual modo nos permitirá extender la red por medio de microondas a los establecimientos de nivel I-1.

La topología utilizada en el proyecto será de tipo estrella, ya que los equipos de capa 2, estarán instalados en cada establecimiento, y estos a su vez estarán interconectados entre sí. Consideraremos como punto central el Centro de salud Pisac, ya que en este establecimiento instalaremos un firewall y un router que permitirá el enrutamiento entre los diferentes segmentos de red, dado que la red estará conformado por switches de capa 2, y esto nos permitirá el acceso a los servicios de datos como a la telefonía IP.

4.3.11.1 Equipos activos.

Selección de switch.

Entre las alternativas que tenemos para los equipos de capa 2 (switchs), se hizo un cuadro comparativo entre dos marcas que predominan en el mercado: El Cisco Catalyst 2960 y el Juniper EX2200/EX3300.

Se usó como referencia estos modelos ya que son los que mejor se ajustan al requerimiento del diseño.

Características	Cisco Catalyst 2960	Juniper EX220/EX3300
Asistencia técnica	Cisco a implementado 50 millones de dispositivos y mantiene 6 millones de interacciones anuales con los clientes. Cisco ofrece arquitectura Smart Business y diseños validados de referencia. El 80% de los casos se resuelven por internet sin necesidad de recurrir al TAC.	Ha implementado menos dispositivos, ha resuelto menos problemas mediante interacciones con los clientes y sus arquitecturas de referencia son insuficientes.
Servicios profesionales	Cisco cuenta con una gama de servicios profesionales, entre ellos los Smart (inteligencia de red proactiva)	Las ofertas de Juniper son mucho más reducidas y no abarcan el ciclo de vida útil de la red. Servicios limitados de arquitectura muy limitados Juniper no cuenta con servicios profesionales Smart en su portafolio
Alcance mundial	Cisco cuenta con más de 900 centros logísticos en todo el mundo	Juniper cuenta con muy pocos depósitos de repuestos en américa latina o en los mercados emergentes, por lo cual se producen demoras importantes a la hora de cambiar hardware defectuoso
Tiempo de respuesta	Alto	Bajo
Desempeño en cualquier zona geográfica	Optimo	Regular
Energía eficiente (aprovecha mejor la energía)	Optimo	Regular
Densidad de PoE	740W de PoE sin fuente de energía externa	Bajo

*Tabla 4.11: Comparativo de dispositivos conmutadores (capa 2)
Fuente: <https://es.slideshare.net/ciscolatinoamerica/por-qu-cisco-y-no-juniper>*

De la tabla 4.11, podemos deducir que la mejor opción para el diseño de la red, en cuanto a conmutadores es la marca Cisco, ya que este switch presenta características que lo hacen un equipo robusto y superior respecto a otras marcas y a su vez garantiza un mejor desempeño, en cualquier ubicación geográfica.

De acuerdo al diseño, en los establecimientos como son Lamay, Coya y Taray, se requiere que los conmutadores tengan dos puertos ópticos de capacidad de 1 Giga. En el establecimiento de mayor de nivel I-4, Pisac se requiere que el conmutador tenga dos puertos ópticos Giga y aparte un puerto eléctrico/óptico de capacidad 1 Giga, que estará conectada al router instalado en el mismo establecimiento. A través de este router se recibirá el servicio de internet del proveedor de internet (ISP).

Tomando en cuenta las características mencionadas en este punto, y de acuerdo a la dimensión de la red se eligió el switch Cisco modelo Catalyst 2960-24PC-S ya que es la que mejor se ajusta a las necesidades del diseño.

Cisco Catalyst 2960 WS-C960-24PC-S

Este switch cuenta con 24 puertos ethernet 10/100-T, de los cuales 8 puertos soportan tecnología PoE (potencia sobre ethernet), ideal para conexión de teléfonos IP y otros dispositivos, también posee 2 de 1 GE (ópticos) y 2 puertos 10/100/1000-T (eléctricos).

El switch en mención, ofrece todas las características necesarias para la implantación de voz sobre IP, entre las cuales tenemos:

Características:

- Soporta VLAN.
- Calidad de servicio QoS

- Configuración de enlaces troncales.
- 24 x 10Base-T/100Base-TX (de los cuales 8 son puertos PoE) , (2 puertos 10/100/1000Base-T y 2 puerto SFP de 1GE)



Fig. 4.19: Switch Cisco Catalyst WS-C2960-24PC-S

Fuente: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-24lc-s-switch/model.html#~tab-extra>

Selección de router.

Considerando que la red estará diseñada con conmutadores del fabricante Cisco, para tener compatibilidad en cuanto a protocolos de configuración, el enrutador considerado en el diseño, debe ser una gama alta y del mismo fabricante.

El equipo tiene la función de permitir la comunicación entre diferentes LAN en la Red, y a veces provee direccionamiento dinámico como DHCP (protocolo de configuración dinámica de host), en este caso el router también debe tener la capacidad de trabajar como central telefónica para la cual debe tener instalada una aplicación llamada Cisco Call Manager Express.

Cisco Call Manager.

Es un software basado en un sistema de tratamiento de llamadas sobre IP, desarrollado por Cisco Systems.

Cisco Call Manager Express permite a un router de servicios integrados de Cisco ofrecer procesamiento de llamadas para los teléfonos analógicos e IP conectados

localmente. Todos los archivos y configuraciones necesarios para los teléfonos IP se almacenan internamente en el router, lo cual brinda una solución en una única plataforma.

Cisco Call Manager rastrea todos los componentes voz sobre IP activos en la red, esto incluye teléfonos, puentes para conferencia, y sistemas de mensajería de voz, entre otros. Call Manager a menudo utiliza el SCCP (Skinny Client Control Protocol) como un protocolo de comunicaciones para la señalización de parámetros de hardware del sistema, como los teléfonos IP.

Cisco Call Manager ofrece:

- **Productividad:** responder a los clientes con mayor rapidez y proporcionar información de presencia para ver quién está disponible y comunicarse rápidamente con ellos.
- **Simplicidad:** integra de forma económica capacidades de voz, vídeo, conectividad inalámbrica y comunicación en una sola plataforma.
- **Movilidad:** reenvía las llamadas de negocios entrantes a teléfonos fijos o móviles según cada situación.
- **Vídeo:** proporciona vídeo con las llamadas telefónicas.
- **Eficiencia operativa:** reducción de costos de red al integrar múltiples funciones y aplicaciones en los routers de servicios integrados de Cisco.

La planta telefónica Cisco Call Manager Express esta soportada en algunas de las plataformas de routers de servicios integrados de cisco, como se muestra en la tabla 4.12.

Plataforma	Nº máximo de teléfonos
Dispositivos de acceso integrado serie Cisco IAD 2430	24
Router de servicios integrados Cisco 2801, Routers de acceso 1760-V y 1751-V	24
Router de servicios integrados Cisco 2811, Router de acceso series 261xXM y 262xXM	36
Router de servicios integrados Cisco 2821, Router de acceso 265xXM	48
Router de acceso Cisco 2691	72
Router de servicios integrados Cisco 2851	96
Router de acceso Cisco 3725	144
Router de acceso Cisco 3745	192
Router de servicios integrados Cisco 3825	168
Router de servicios integrados Cisco 3845	240

Tabla 4.12: Plataformas del Cisco Call Manager y limitaciones

El Cisco Call Manager trabaja con el protocolo SCCP (Skinny Client Control Protocol) este se encarga de la señalización y flujo de datos entre los clientes y la planta telefónica.

De la tabla 4.12, se observa el número de teléfonos que pueden administrar los distintos modelos de routers en la red. Nuestra red estará conformado por 33 teléfonos, y tomando en cuenta futuras ampliaciones, podemos seleccionamos el router de la serie 2800, ya que es el que mejor se ajusta a las necesidades del diseño. Además de permitirnos trabajar con 48 teléfonos en la red, posee 02 puertos 100/1000BASE-T, de los cuales, uno estará configurado para el enrutamiento hacia la WAN del proveedor ISP y el otro para el enrutamiento inter-vlan (diferentes segmentos de red de la red LAN). En la hoja de datos adjunto en el Anexo 5, podemos ver más características de este equipo.



Fig. 4.20: Router Cisco 2821

Fuente: https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/routers/1800-series-integrated-services-routers-isr/product_data_sheet0900aecd8016a59b.html

Selección de firewall.

El Firewall que se propone en el diseño, será el modelo ASA5506-K9 de la marca Cisco.

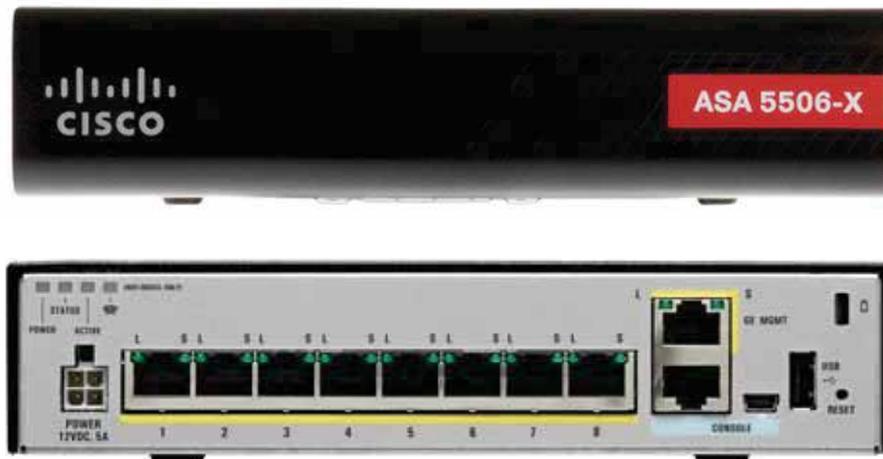


Fig. 4.21: Firewall Cisco ASA5506-K9

Fuente: <http://www.router-switch.com/asa5506-k9-p-5695.html>

Características:

- 8 x 1 Gigabit Ethernet interface, 1 puerto de administración
- Troughput: 300 Mbps
- Memoria: 4GB

- Flash: 8GB

4.3.11.2 Accesorios y equipos pasivos.

Dentro del grupo de equipos, consideramos los equipos que son necesarios para la implementación de la red, tales como:

- Carrete de Fibra óptica ADSS monomodo (SM) de 12 hilos (3km) que cumpla con estándar ITU-T G. 652D.
- ODF de 12 puertos de tipo SC/APC.
- Cajas de empalme o Mufa.
- Pigtail SM con puerto SC/APC.
- Patchcord duplex de tipo LC/UPC--SC/APC
- Rack de 15 RU, para cada establecimiento.

4.3.12 Interconexión de los equipos.

En cada centro de salud, se instalará un switch de servicio de la marca Cisco modelo Catalyst 2960 WS-C960-24PC-S. Estas se interconectarán, usando sus interfaces ópticas Gigabit Ethernet, donde insertaremos los módulos SFP estándar GLC-LH-SMD. A estos módulo SFP conectaremos los patchcords de tipo LC/UPC duplex (Rx, Tx) monomodo, los cuales a su vez serán conectados a los ODFs. Estos ODFs serán usados en los extremos de cada enlace de fibra óptica.

En el Centro de Salud Pisac se instalara un router marca Cisco, modelo 2821, el cual servirá para tener salida a internet y la posibilidad de enrutar entre los diferentes segmentos de la red. En la fig. 4.17, se muestra la interconexión de los equipos en el Centro de Salud Pisac. En el Anexo 2 se detalla todo el interconexionado de fibra óptica (planta externa).

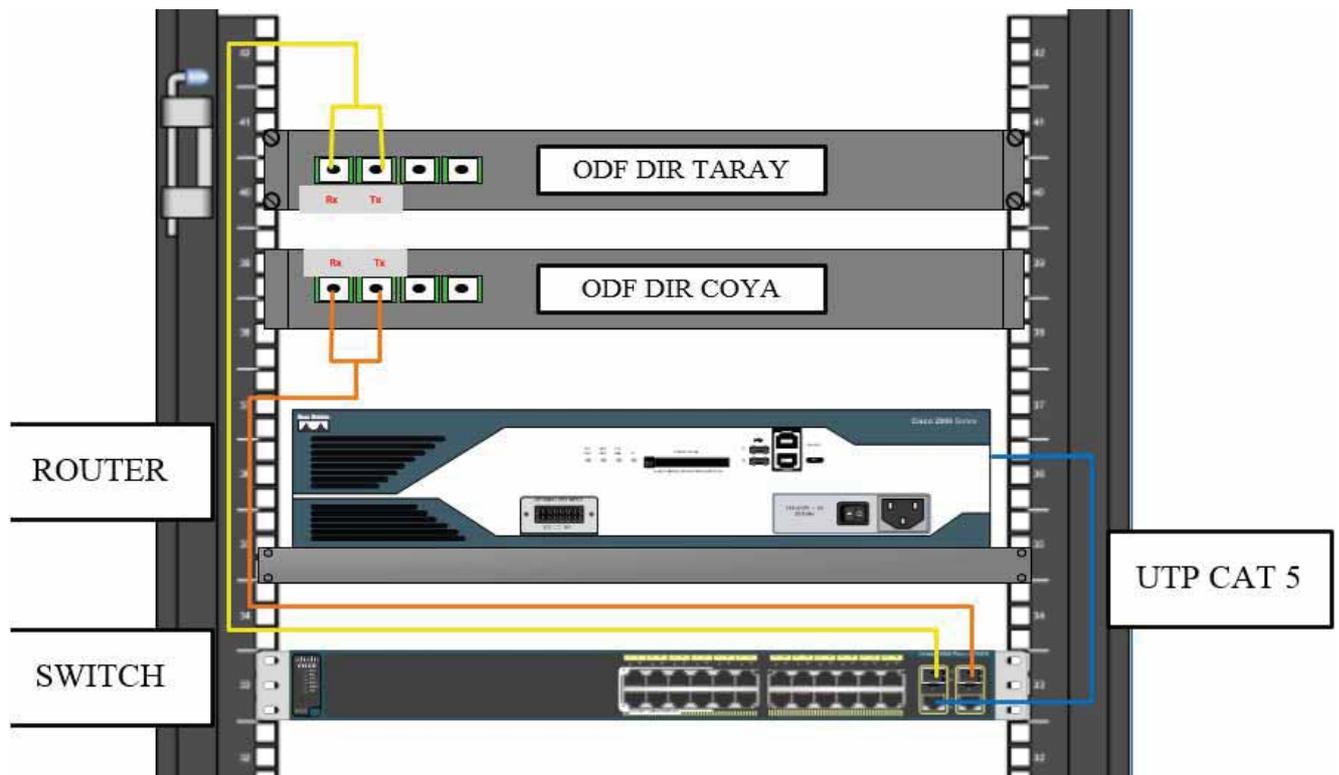


Fig. 4.22: Interconexión de Switch Cisco 2960 al Router Cisco 2821 en el Centro de Salud Pisac

4.4 DISEÑO DE LA RED BACKBONE Y REDES DE ACCESO: TRAMO DE MICROONDAS

En esta etapa del proyecto se diseñará la red backbone y las redes de acceso usando tecnología microondas para llevar los servicios de datos y telefonía IP a los establecimientos más alejados de nivel I-1. Debido a que no se cuenta con línea de vista libre de obstáculos desde el Centro de Salud Pisac a los diferentes establecimientos de nivel I-1. En primera instancia se consideraran dos repetidores en el diseño (Repetidor 1 y Repetidor 2), como se muestra en la fig. 4.23. Estos repetidores permitirán llegar a los establecimientos más distantes de nivel I-1 tales como, Patabamba, Huancalle, Cuyo Chico y Cuyo Grande. De acuerdo al cálculo del

presupuesto del enlace, posteriormente se procederá a diseñar dichos repetidores (altura de las torres, tipo de torre y autonomía de sistema eléctrico).

Para el diseño de los respectivos enlaces de la red de microondas, se tomara en cuenta dos fases. En la primera fase se diseña la red troncal, conformado por:

Centro de Salud Pisac → Repetidora 1 → Repetidora 2.

La segunda fase consistirá en diseñar las redes de acceso a los establecimientos de nivel I-1, desde el Repetidor 1, se interconecta hacía P.S Cuyo Chico. Del mismo modo desde el Repetidor 2 se interconecta a P.S Huancalle, P.S Patabamba y a PS Cuyo Grande, como se muestra en la fig. (4.19)

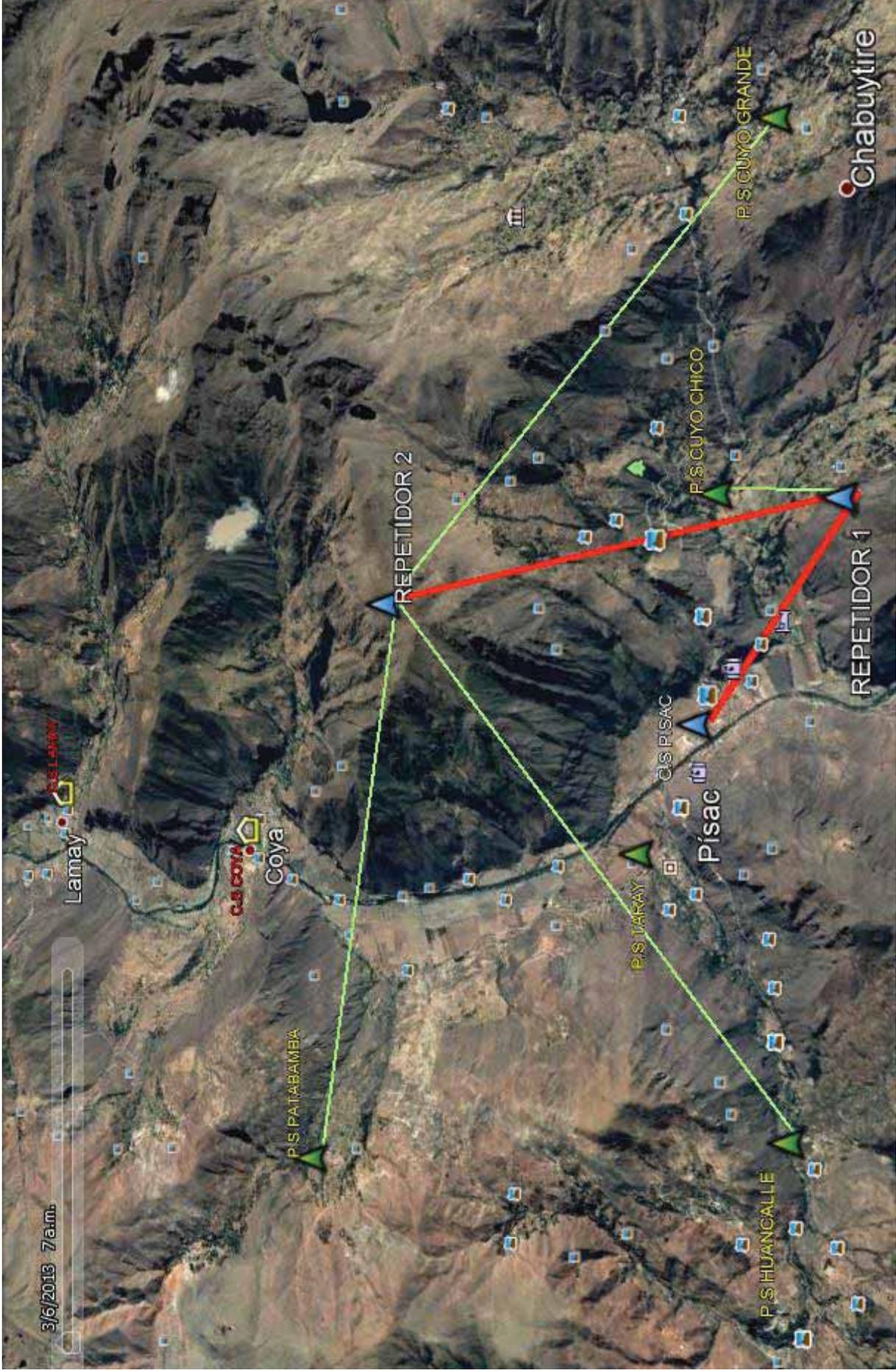


Fig. 4.23: Red de Microondas
Fuente: Propia

4.4.1 Coordenadas de cada establecimiento.

En la tabla 4.13, se muestra las coordenadas de los puntos que conforman la red de microondas, tales como los establecimientos y los repetidores.

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (mts)
CS. PISAC (I-4)	13°25'20.84"S	71°51'9.40"O	2974
REPETIDOR 1	13°25'15.64"S	71°49'31.04"O	3554.6
REPETIDOR 2	13°23'30.44"S	71°51'45.36"O	4329
PS. PATABAMBA(I-1)	13°25'13.72"S	71°55'0.62"O	3859
PS. HUANCALLE(I-1)	13°27'19.20"S	71°52'35.75"O	3446
PS. CUYO CHICO(I-1)	13°24'36.42"S	71°49'57.98"O	3198
PS. CUYO GRANDE(I-1)	13°23'36.63"S	71°48'3.93"O	3626

Tabla 4.13: Coordenadas geográficas
Fuente: <http://www.router-switch.com/asa5506-k9-p-5695.html>

4.4.2 Ubicación de los repetidores.

En esta etapa se determina la ubicación estratégica de los repetidores 1 y 2, los cuales serán necesarios para alcanzar los establecimientos de nivel I-1, ya que debido a la altura de las montañas no se tiene línea de vista directa desde ninguno de los establecimientos de mayor jerarquía. Las coordenadas de dichos repetidores se determinaron con la herramienta RadioMobile, como se muestra en la fig. (4.24)

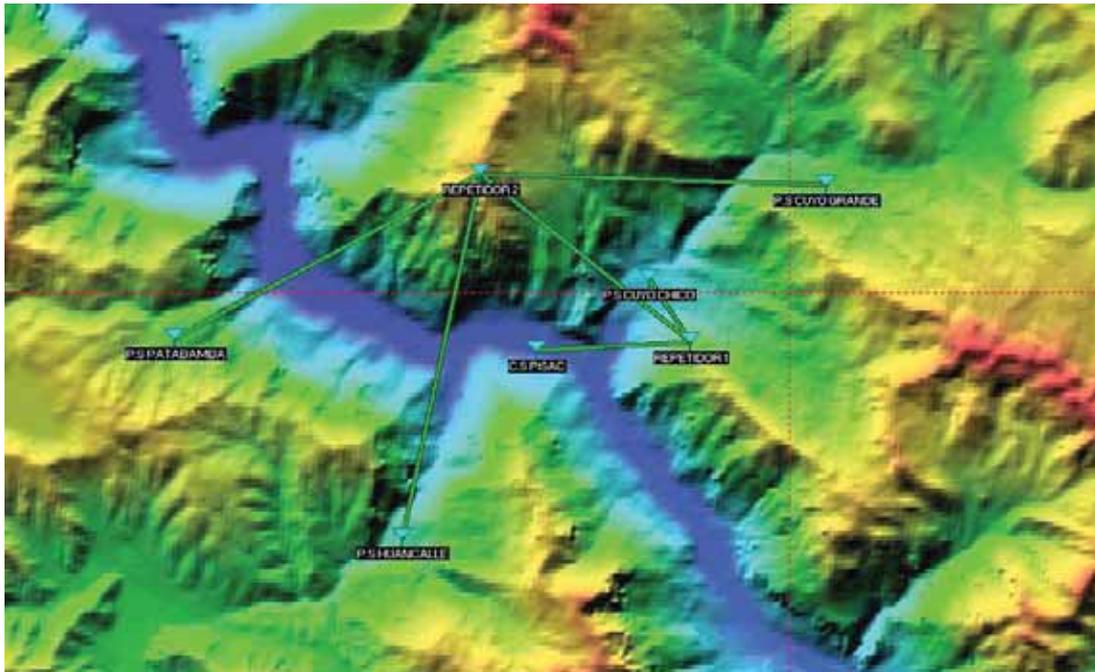


Fig. 4.24: Red de microondas, RadioMobile

Fuente: RadioMobile

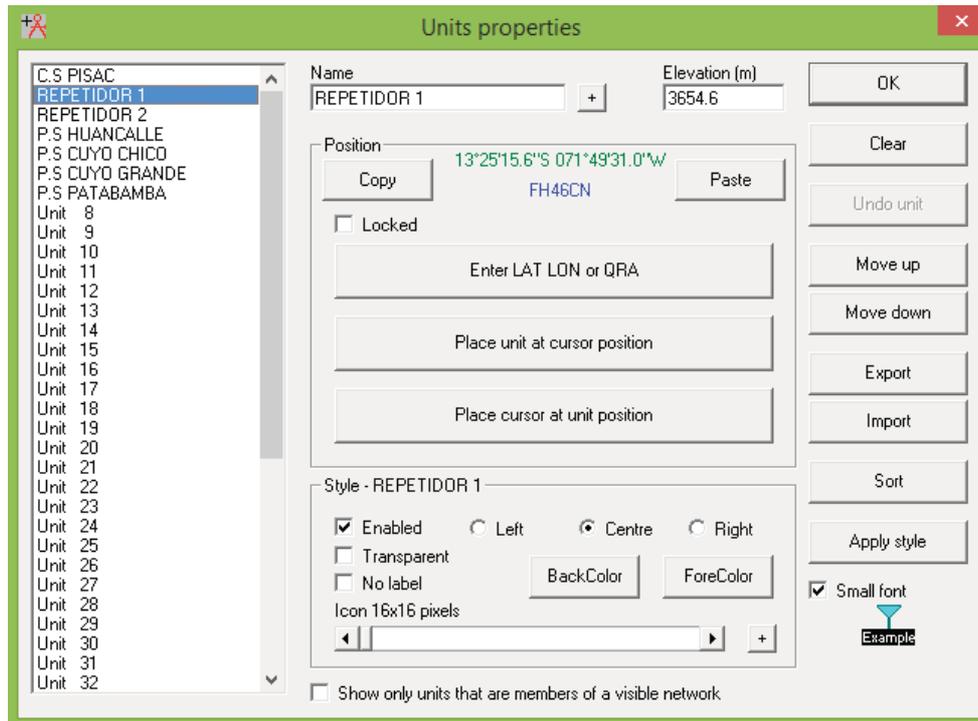


Fig. 4.25: Coordenadas del Repetidor 1

Fuente: RadioMobile

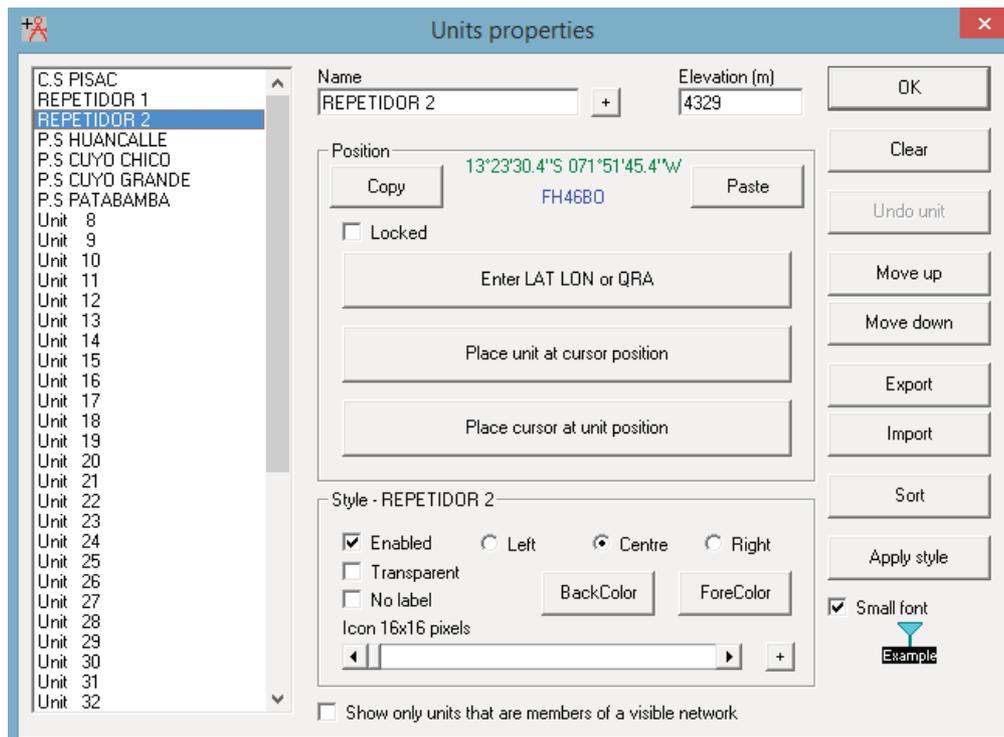


Fig. 4.26: Coordenadas Repetidor 2
Fuente: RadioMobile

4.4.3 Determinación de tipos de enlaces y sus respectivas distancias.

A continuación se determina, los dos enlaces troncales y los cuatro enlaces de acceso (última milla), cada uno de estos con su respectiva distancia, como se muestra en la tabla 4.14.

Punto 1	Punto 2	TIPO DE ENLACE	Distancia (Km)
CS. PISAC	REPETIDOR 1	BACKBONE	2.963
REPETIDOR 1	REPETIDOR 2	BACKBONE	5.175
REPETIDOR 1	CS. CUYO CHICO	ACCESO	1.452
REPETIDOR 2	CS. CUYO GRANDE	ACCESO	6.655
REPETIDOR 2	CS. PATABAMBA	ACCESO	6.527
REPETIDOR 2	CS. HUANCALLE	ACCESO	7.271

Tabla 4.14: Tipos de enlaces y sus respectivas distancias.
Fuente: Propia

4.4.4 Diseño del enlace de microondas

Con los datos mostrados en las tablas 4.13 y 4.14, se procede a determinar el valor de los parámetros del enlace. Como primer paso se indicará las especificaciones técnicas, las cuales deben cumplir nuestros enlaces, luego se mencionara las normas técnicas de operaciones legisladas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) de nuestro país. Posteriormente procedemos con el cálculo parámetros del enlace, estos valores permitirán que los enlaces operen a la máxima tasa de transferencia sin cortes o interrupciones.

Una vez realizados los cálculos de diseño, tomando en cuenta la altura a la cual estarán instaladas las antenas, propondremos la altura de la torre.

De acuerdo a los valores obtenidos seleccionaremos los equipos, los cuales deberán cumplir con los parámetros de diseño calculados, garantizar su funcionamiento de acuerdo a las características atmosféricas de la zona y cumplir con las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

4.4.5 Determinación de la frecuencia de trabajo.

El espectro 2.4 GHz divide la banda en 11 bloques de 25 Mhz de ancho de banda y separados a una frecuencia de 5 Mhz; El ancho de banda dependerá de la modulación a usar en 802.11abgn. En la tabla 4.15 se muestra el resumen de la banda 2.4 GHz

No todos los países tienen aceptados todos los bloques. Tener en cuenta que canales continuos están solapados. Abajo se muestra los 11 canales permitidos en Norte América y en muchos países en desarrollo; además en estos países se permite un EIRP o PIRE de 4000 mW en PtMP (normativa FCC 15.247).

CANAL	FRECUENCIA CENTRAL	ANCHO DE BANDA	CANALES SOLAPADOS
1	2.412 GHz	2.401 GHz - 2.423 GHz	2,3,4,5
2	2.417 GHz	2.406 GHz - 2.428 GHz	1,3,4,5,6
3	2.422 GHz	2.411 GHz - 2.433 GHz	1,2,4,5,6,7
4	2.427 GHz	2.416 GHz - 2.438 GHz	1,2,3,5,6,7,8
5	2.432 GHz	2.421 GHz - 2.443 GHz	1,2,3,4,6,7,8,9
6	2.437 GHz	2.426 GHz - 2.448 GHz	2,3,4,5,7,8,9,10
7	2.442 GHz	2.431 GHz - 2.453 GHz	3,4,5,6,8,9,10,11
8	2.447 GHz	2.436 GHz - 2.458 GHz	4,5,6,7,9,10,11,12
9	2.452 GHz	2.441 GHz - 2.463 GHz	5,6,7,8,10,11,12,13
10	2.457 GHz	2.446 GHz - 2.468 GHz	6,7,8,9,11,12,13,14
11	2.462 GHz	2.451 GHz - 2.473 GHz	7,8,9,10,12,13,14

Tabla 4.15: Canales de la banda de 2.4 GHz

El espectro de 5 GHz tiene frecuencias en:

- 5.150 a 5.250 GHz (UNII 1 - Unlicensed National Information Infrastructure) con una EIRP de 160mW en PtMP (FCC 15.247).
- 5.250 a 5.350 GHz (UNII 2) con un EIRP de 800mW en PtMP (FCC 15.247).
- 5.725 a 5.875 GHz (UNII 3) con un EIRP de 3200mW en PtMP (FCC 15.247).
- El ancho de cada canal es de 20Mhz

A continuación se muestran los canales del UNII-3.

- Canal 149: 5745 MHz
- Canal 153: 5765 MHz
- Canal 157: 5785 MHz
- Canal 161: 5805 MHz

Ambas frecuencias son no licenciadas (de uso libre). La principal diferencia entre las frecuencias inalámbricas de 2.4 GHz y 5 GHz es el rango ya que la frecuencia de 2.4 GHz es capaz de llegar más lejos que la frecuencia de 5 GHz. Otra diferencia

importante es que la frecuencia de 2.4 GHz experimenta más interferencias que la de 5.8 GHz,

Para el diseño del siguiente proyecto se escogió la banda de 5.8 GHz para los enlaces de la red troncal o backbone y los enlaces de acceso (última milla), debido a que esta nos permite transportar grandes capacidades sin interferencia y nuestros enlaces no superan los 10 Km.

4.4.6 Normativa para el uso de frecuencia y equipos

Las condiciones de operación y normas técnicas de los servicios cuyos equipos operan en las bandas de 902-928 MHz, 2400-2483.5 MHz y 5728-5850 MHz se encuentran en la directiva N° 777-2005-MTC-03, que fue aprobada mediante Resolución Directoral N° 777-2005-MTC-03 (ver Anexo 3: Normas Legales).

Esta Directiva menciona en el Artículo 3° las siguientes características de funcionamiento:

- La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) para un espacio abierto debe ser 4W/36 dBm como valor máximo (incluyendo amplificadores).
- La potencia pico máxima de salida de un transmisor no debe exceder de 1W (30 dBm) para espacios abiertos.
- El transmisor deberá estar instalado en un ambiente de fácil acceso para facilitar la supervisión por parte del ministerio.
- Para enlaces pTp: Las antenas deben ser direccionales, con un ancho de lóbulo no mayor a 30°.

4.4.7 Evaluación del radio enlace.

Para el caso de los enlaces de microondas se debe tomar en cuenta, las especificaciones técnicas dadas anteriormente; además tener en cuenta que la red tiene como punto de partida el Centro de Salud Pisac, ya que desde este punto se repartirá el servicio a los establecimientos de nivel I-1.

En primer lugar, se debe tomar en cuenta los valores de pérdidas de propagación en el espacio libre, y de esta manera determinar la potencia recibida por el receptor. La ecuación 4.10 define la pérdida en el espacio libre.

$$FSL = 32.4 + 20 \log(d[Km]) + 20 \log(f[Mhz])$$

Ecuación 4.10: Pérdida en el espacio libre

- FSL es la pérdida en el espacio libre en [dB]
- d es la distancia entre el transmisor y el receptor en [Km]
- f es la frecuencia en [MHz]

Una vez conocida la pérdida en el espacio libre, procedemos a calcular el margen de recepción mediante la ecuación 4.11.

$$M_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX} - S_{RX}$$

Ecuación 4.11: Margen de recepción

- M_{RX} es el margen de recepción en [dB]
- P_{TX} es la potencia de salida del transmisor en [dBm]
- L_{CCTX} es la pérdida que existe en el cable y los conectores en [dB]

- G_{TX} es la ganancia en la antena transmisora en [dBi]
- FSL es la pérdida en el espacio libre en [dB]
- G_{RX} es la ganancia en la antena receptora en [dBi]
- $L_{CCR X}$ es la pérdida que existe en el cable y los conectores en [dB]
- S_{RX} es la sensibilidad del receptor en [dBm]

Con las ecuaciones se hará el cálculo matemático y simulación correspondiente para cada enlace.

Para proceder con la simulación de los enlaces de comunicaciones, asignamos valores a los parámetros del programa; y los clasificamos en dos grupos: características del terreno y características técnicas del funcionamiento. La configuración de las características del terreno permitirá obtener una mayor aproximación del comportamiento ideal (matemático) con el comportamiento real que tendrán los enlaces de comunicaciones.

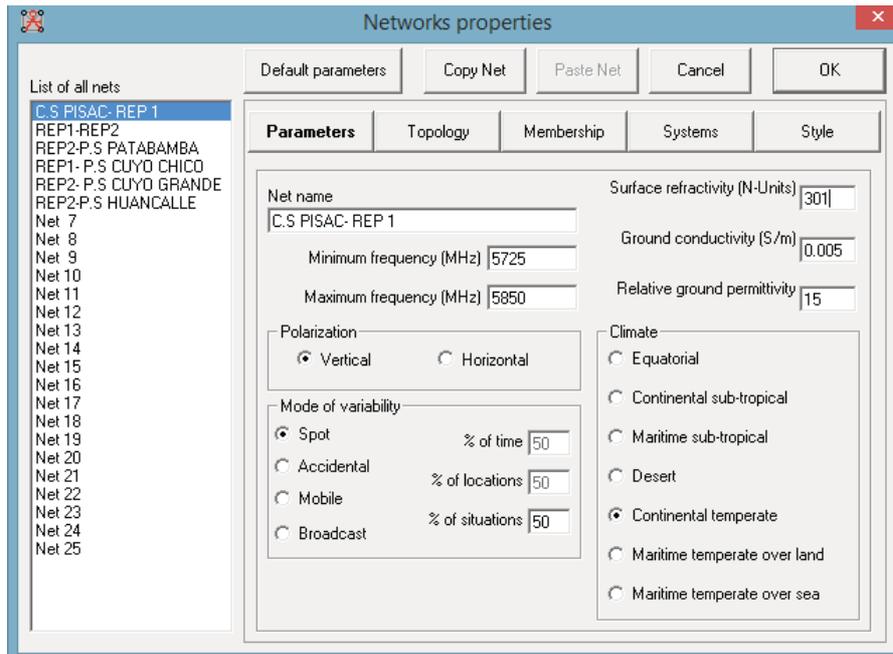
a). Características del terreno.

Debido a que todos los enlaces de comunicaciones se realizaran en zonas rurales, utilizaremos las características de un terreno promedio (conductividad de terreno=0.005, permitividad relativa=15, y refractividad de la superficie=301), estos valores son obtenidos de la ayuda del programa.

CARACTERISTICAS DEL TERRENO	CONDUCTIVIDAD DEL TERRENO	PERMITIVIDAD RELATIVA
Terreno promedio	0.005	15
Terreno árido	0.001	4
Buen terreno	0.02	25
Agua dulce	0.01	25
Agua de Mar	5	25

Tabla 4.16: Características del terreno

Fuente: Propio



*Fig. 4.27: Configuración del programa RadioMobile, banda de frecuencia.
Fuente: RadioMobile*

No se considera pérdidas por ciudad o forestales, seleccionamos un clima con temperatura continental y un modo de variabilidad del tipo “spot” con valores del 50% para cada uno de los parámetros (tiempo, localizaciones y situaciones).

b). Características técnicas de operación.

Los valores de frecuencia, potencia de transmisor, sensibilidad del receptor, pérdidas del cable, filtros y protectores para cada punto, se muestran a continuación.

La frecuencia de operación para cada uno de los enlaces, está dada por el estándar IEEE 802.11a, en consecuencia se trabajara dentro del rango de 5725-5850 MHz

De acuerdo a la normativa del Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC), no podemos exceder el PIRE máximo, que es de 36 dBm, por esta razón consideraremos que la potencia del transmisor, para cada uno de los enlaces de la Micro Red de Salud

Pisac, serán de 158 mW (22 dBm), la sensibilidad de los receptores será de -83 dBm.

Las ganancias de las antenas en los respectivos enlaces serán de la siguiente manera:

-Enlace troncal C. Salud Pisac-Repetidor 1: 14 dBi

-Enlace troncal Repetidor 1- Repetidor 2: 14 dBi

-Enlace de acceso Repetidor 1-Centro de Salud Cuyo Chico: 14 dBi

-Enlace de acceso Repetidor 2- Centro de Salud Huancalle: 14 dBi

-Enlace de acceso Repetidor 2-Centro de Salud Cuyo Grande: 14 dBi

-Enlace de acceso Repetidor 2-Centro de Salud Patabamba: 14 dBi

Las radios y antenas que se proponen en el diseño tendrán la característica de ser acopladas, no habrá cables intermedios.

4.4.8 Alternativas para la implementación de la red.

a). Access Point ePMP Force 180.

El ePMP Force 180 es la segunda generación de radio ePMP integrada. Es una radio 2×2 MIMO en la banda de 5 GHz, con capacidad de 200+ Mbps y con antena integrada de 16 dBi. Se puede usar como CPE, como AP (sin sincronismo) o como PTP.

Funciones principales.

- Puerto Gigabit Ethernet
- Permite PoE Cambium y PoE estándar
- Antena integrada de 16 dBi
- Incluye inyector PoE y cable de corriente.

- Incluye montaje de poste con inclinación.

Características principales del producto.

- Tipo de modulación: OFDM
- Frecuencia: 4910-5970 MHz (definido por el país de operacion)
- Potencia de tx máxima: 30dBm combinados (definido por el país de operacion)
- Ganancia: 16 dbi
- Consumo de potencia máximo: 10W máximo, 5W típica
- Espacios de canales: Configurable en incrementos de 5MHz
- Estructura Ethernet: 10/100/1000BaseT, rate auto negotiated Cambium PoE or Standard PoE.
- Protocolos usados: IPv4, UDP, TCP, IP, ICMP, SSH, SNMPv2c, HTTPs, STP, SSH, IGMP Snooping
- Vlan: 802.1Q with 802.1p priority
- Ancho de canal: 5/10 MHz, 20/40 MHz



Fig. 4.28: Access Point ePMP Force 180.

Fuente: Pagina Cambium

b). Access Point Ubiquiti NanoStation M5 802.11a/n

El access point NanoStation UB-NSM5 es eficiente y de bajo. Esta radio ha sido diseñada para CPE de banda ancha al aire libre. Posee antena integrada con ganancia de 16 dBi de doble polaridad de 5 GHz y 11 dBi a 2,4 GHz. Ambas antenas son optimizadas para aislamiento de Cruz de polaridad y encajan en un factor de forma compacto. Esta radio tiene software habilitado salida de POE para una integración de vídeo IP.

Aplicaciones.

- Se utiliza para conectarse a una red inalámbrica 802.b/g,
- Antena interna integrada e incluye inyector PoE.
- Sistema de encendido LED.
- Compatible con RoHS.
- Proveer servicios de internet inalámbrico
- (ISP inalámbrico).
- Transmisión de audio y video en 5.8 GHz

Características:

- Memoria RAM: 32MB
- Memoria Flash: 8MB
- Ganancia: 14.6-16.1dBi
- Hasta 500 mW.
- Potencia máxima de consumo



*Fig. 4.29: Access Point Ubiquiti NanoStation M5 802.11a/n
Fuente: Pagina Ubiquiti*

c). Access Point Ubiquiti NanoStation5 5.8 GHz UB-NS5

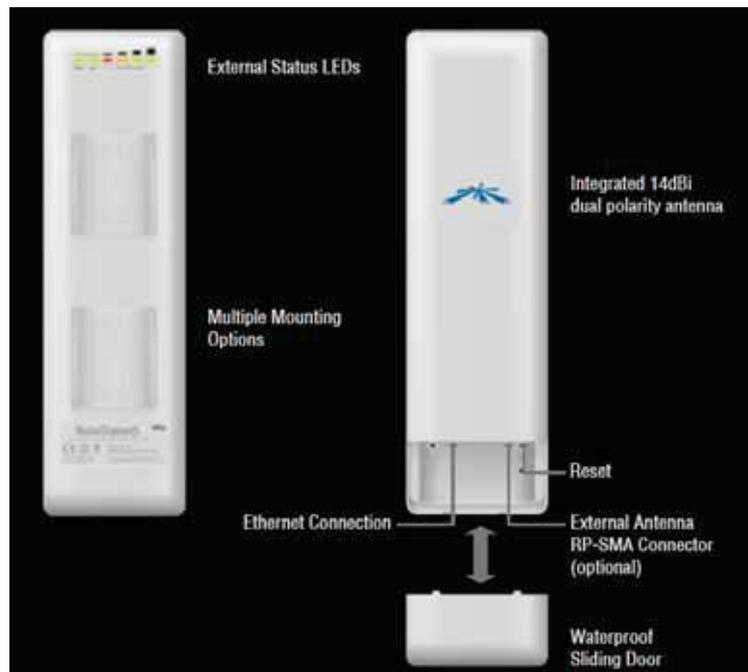
El Access Point Ubiquiti NanoStation 5 802.11a es perfecto para aplicaciones WLAN que requieren una solución robusta, de alta potencia. El UB-NS5 cuenta con un alcance en exteriores de más de 15 km (dependiendo de la antena de estación base), antena integrada de 14 dBi. El UB-NS5 se puede montar en un poste, ventana o pared y dispone de un conector integrado RP-SMA.

Aplicaciones.

- Conexión inalámbrica 802.11a
- Incluye PoE.
- Interconecte sucursales y oficinas de empresas públicas y privadas (Wireless LAN).
- Telefonía por IP (VOIP).
- Vigilancia y monitoreo remoto, cámaras IP.
- Proveer servicios de internet inalámbrico
- (ISP inalámbrico).
- Transmisión de audio y video en 5.8 GHz

Características:

- Memoria Ram: 16MB
- Memoria Flash: 4MB
- Hasta 350 mW de potencia.
- Antena integrada de 14 dBi
- Troughput: 25Mbps+TCP/IP



*Fig. 4.30: Access Point Ubiquiti NanoStation M5 802.11a/n
Fuente: Pagina Ubiquiti*

A continuación en la tabla 4.17 se muestra las principales diferencias entre las tres tecnologías de radio presentadas previamente.

CUADRO COMPARATIVO			
Características	ePMP Force 180	Ubiquiti NanoStation M5 802.11a/n	Ubiquiti NanoStation5 5.8 GHz UB-NS5
Potencia máxima de salida	1 Watts (30 dBm)	500 mW (27dBm)	350mW (26dBm)
Ganancia	16dBi	14.6-16.1dBi	14 dBi
Troughput	200 Mbps	40 Mbps a mas	25Mbps a mas

*Tabla 4.17: Cuadro comparativo de tecnologías en radios.
Fuente: Propio*

De acuerdo a las características y prestaciones de las radios presentadas, se escogió esta última, ya que es la que mejor se aproxima a los requisitos del diseño, para el cual tenemos las siguientes características:

- Podemos trabajar a una potencia de 22dbm.
- Tiene ganancia acoplada de 14dbi.
- Sensibilidad: -83dBm.
- Troughput: mayor a 25Mbps

4.4.9 Patrón de radiación de la antena NanoStation M5 802.11a/n

Para realizar el diseño se descargó previamente el patrón de radiación de la antena NanoStation M5 de la página de Ubiquiti, con extensión (.ant) y posteriormente se importó al simulador RadioMobile (Fig. 4.31). En la fig 4.32 se muestra el patrón de radiación de esta antena.

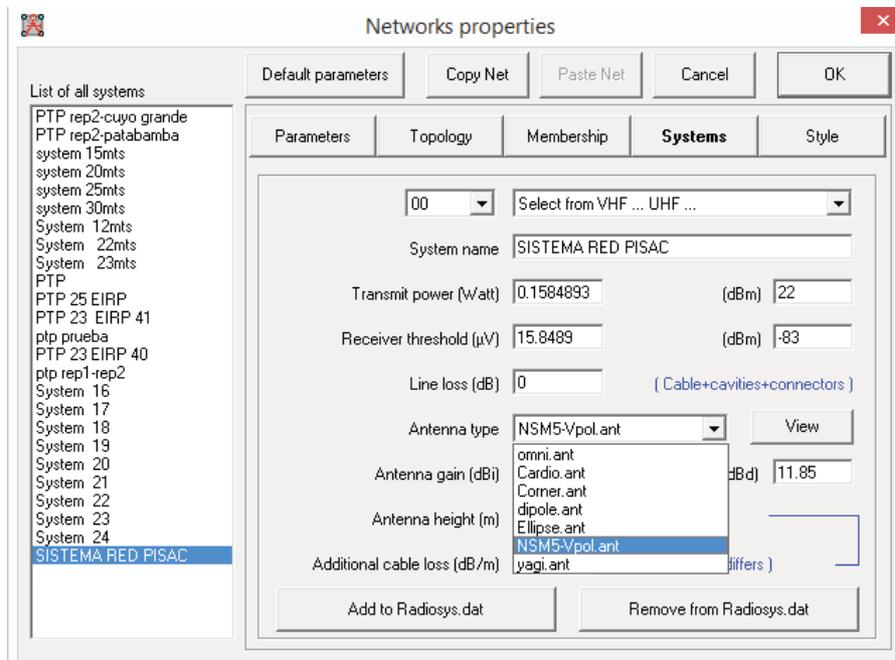
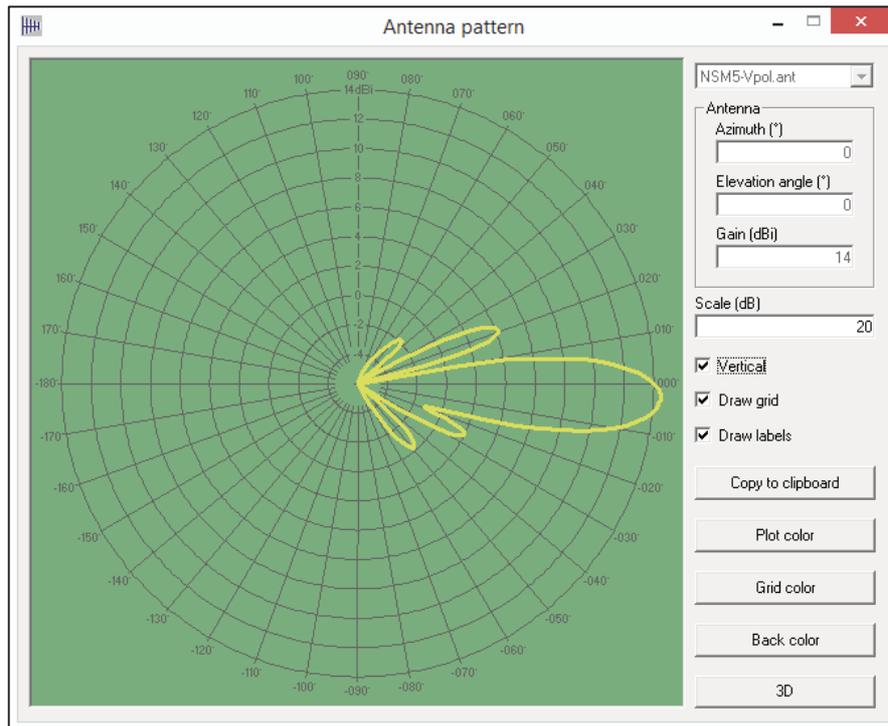


Fig. 4.31: Configuración de patrón de radiación de la antena NSM5 Ubiquiti
Fuente: Radio Mobile



*Fig. 4.32: Configuración de patrón de radiación de la antena NSM5 Ubiquiti
Fuente: Radio Mobile*

4.4.10 Diseño del enlace troncal Centro de Salud Pisac – Repetidor 1

Los parámetros a usar en este enlace son:

- PIRE(Max): 36 dBm
- Distancia: 2.963 Km
- Potencia del transmisor: 22 dBm (NS M5)
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz
- Sensibilidad del receptor para 5.8 GHz: -83 dBm
- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(2.963) + 20 \log(5800)$$

$$FSL = 117.103 \text{ dB}$$

$P_{IRE} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0, L_{CCRX} = 0$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$P_{IRE} = 22dBm - 0dB + 14dBi$$

$$\mathbf{P_{IRE} = 36 dBm ; P_{IRE} = 4Watts}$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX}$$

$$P_{RX} = 22dBm - 0 + 14dBi - 117.103 + 14dBi - 0$$

$$\mathbf{P_{RX} = -67.103 dBm}$$

Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -67.103 - (-83dBm)$$

$$\mathbf{M_{RX} = 15.897 dBm}$$

Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.

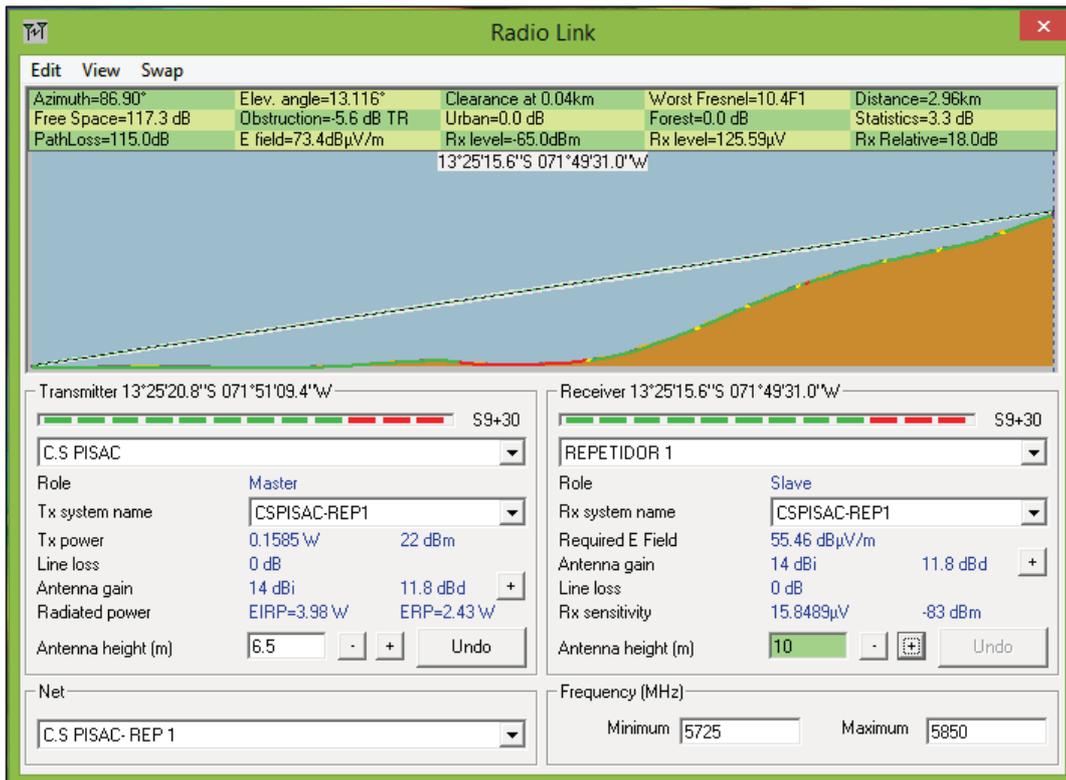


Fig. 4.33: Simulación del radio enlace Centro de Salud Pisac – Repetidor 1
Fuente: Radio Mobile

Según el grafico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$$d1 = 0.04 \text{ Km}, d2 = 2.923 \text{ Km}, \text{ donde la Claridad } C = 10.4 \times r1$$

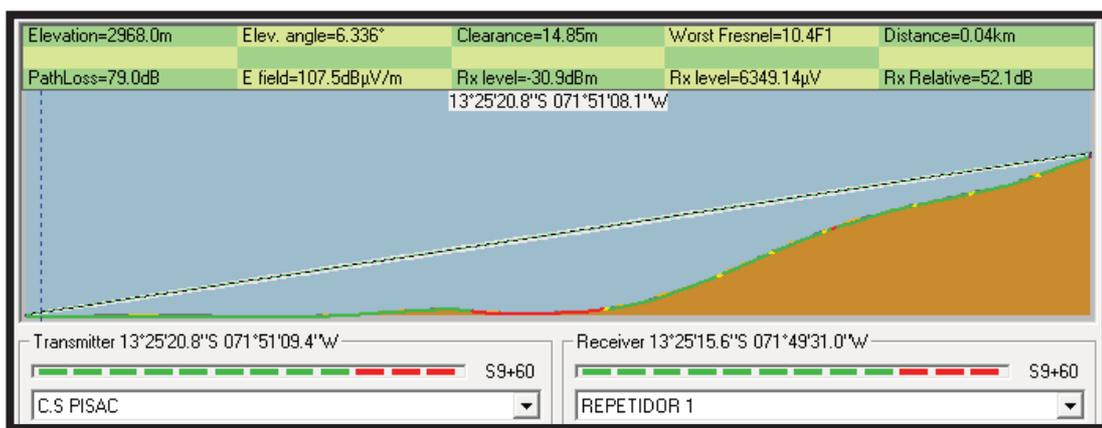


Fig. 4.34: Peor zona de Fresnel y Claridad
Fuente: Radio Mobile

Ahora según el software, la Claridad en este punto es $C=14.85$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel utilizamos la ecuación 4.12, que corresponde a la primera zona de Fresnel.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{d1 * d2}{d * f}}$$

Ecuación 4.12: Primera zona de Fresnel

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{0.04 * 2.923}{2.963 * 5.8}}$$

$$r1 = 1.428 \text{ m}$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 10.4x r1 = 14.85$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.18, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE CENTRO DE SALUD PISAC- REPETIDOR 1					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22dBm	Pot. De Rx	-67.103dBm	Pot. De Rx	-65.0dBm
G. Antena	14dBi	M. del Enlace	15.90 dBm	M. del Enlace	18 dBm
Sensibilidad	-83dBm	Claridad menor	14.85	Claridad menor	14.85m
P. en conectores	0dB	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	2.96Km	LFS	117.103dBm	LFS	117.3dBm

*Tabla 4.18: Datos del enlace Centro de Salud Pisac - Repetidor 1
Fuente: Propia*

4.4.11 Diseño del enlace troncal Repetidor 1 – Repetidor 2.

Los parámetros a usar en este enlace son:

- PIRE(Max): 36 dBm (según normativa)
- Distancia: 5.18Km
- Potencia del transmisor: 22 dBm
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz
- Sensibilidad del receptor para 5.8GHz: -83dBm
- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(5.18) + 20 \log(5800)$$

$$FSL = 121.96 \text{ dB}$$

$PIRE = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0 \text{ dB}, L_{CCR_X} = 0 \text{ dB}$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$PIRE = 22 \text{ dBm} - 0 \text{ dB} + 14 \text{ dBi}$$

$$PIRE = 36 \text{ dBm}$$

$$PIRE = 4 \text{ Watts}$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCR_X}$$

$$P_{RX} = 22 \text{ dBm} - 0 \text{ dB} + 14 \text{ dBi} - 121.96 + 14 \text{ dBi} - 0 \text{ dB}$$

$$P_{RX} = -71.96 \text{ dBm}$$

Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -71.96 - (-83 \text{ dBm})$$

$$M_{RX} = 11.04 \text{ dBm}$$

Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.

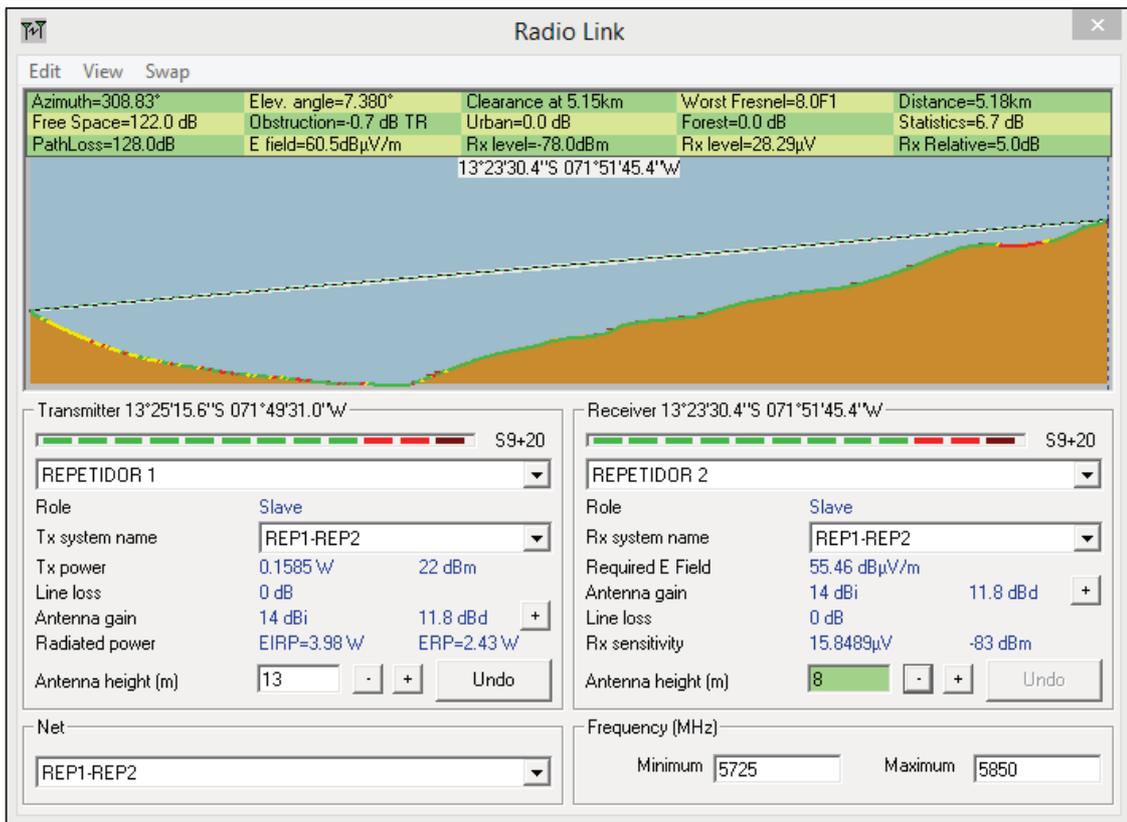


Fig. 4.35: Simulación del radio enlace Repetidor 1 – Repetidor 2
Fuente: Radio Mobile

Según el gráfico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$$d1 = 5.15 \text{ Km}, d2 = 0.03 \text{ Km}, \text{ donde la Claridad } C = 8.0 \times r1$$

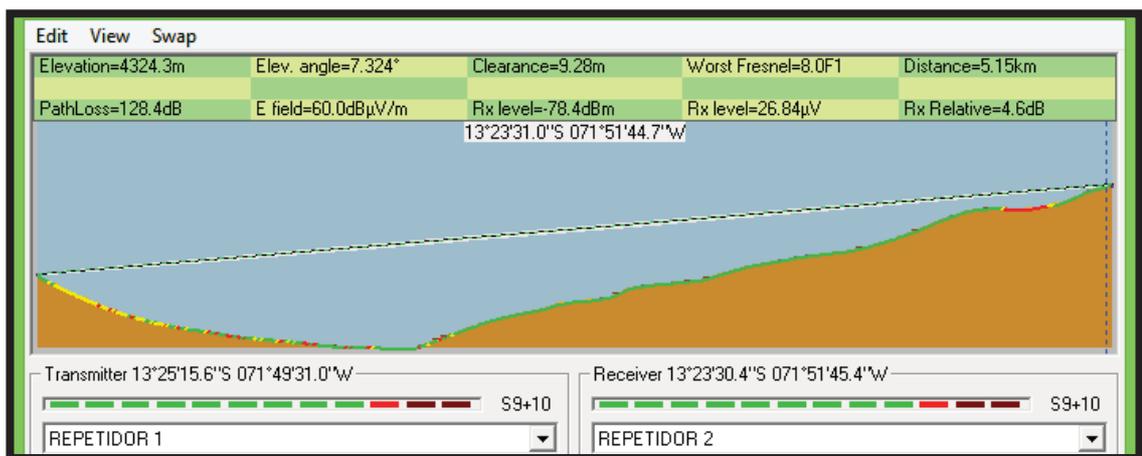


Fig. 4.36: Peor zona de Fresnel y Claridad
Fuente: Radio Mobile

Ahora según el software, la Claridad en este punto es $C=9.28 \text{ m}$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel, se aplica la ecuación 4.12.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{5.15 * 0.03}{5.18 * 5.8}}$$

$$r1 = 1.24m$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 8x 1.24 = 9.93$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.19, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE CENTRO DE REPETIDOR 1- REPETIDOR 2					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22 dBm	Pot. De Rx	-71.96 dBm	Pot. De Rx	-78.0 dBm
G. Antena	14 dBi	M. del Enlace	11.04 dBm	M. del Enlace	5 dBm
Sensibilidad	-83dBm	Claridad menor	9.93 m	Claridad menor	9 m
P. en conectores	0 dB	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	5.18Km	LFS	121.96 dBm	LFS	122dBm

*Tabla 4.19: Datos del enlace Repetidor 1- Repetidor 2
Fuente: RadioMobile*

4.4.12 Diseño del enlace de acceso Repetidor 1 – Centro de Salud Cuyo Chico.

Los parámetros a usar en este enlace son:

- Distancia: 1.46 Km
- Potencia del transmisor: 22 dBm
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz

- Sensibilidad del receptor para 5.8 GHz: -83 dBm
- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(1.46) + 20 \log(5800)$$

$$**FSL = 110.96 dB**$$

$P_{IRE} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0dB, L_{CCrX} = 0 dB$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$P_{IRE} = 22dBm - 0dB + 14dBi$$

$$**P_{IRE} = 36 dBm**$$

$$**P_{IRE} = 4 Watts**$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX}$$

$$P_{RX} = 22dBm - 0 dB + 14dBi - 110.96 + 14dBi - 0 dB$$

$$**P_{RX} = -60.96dBm**$$

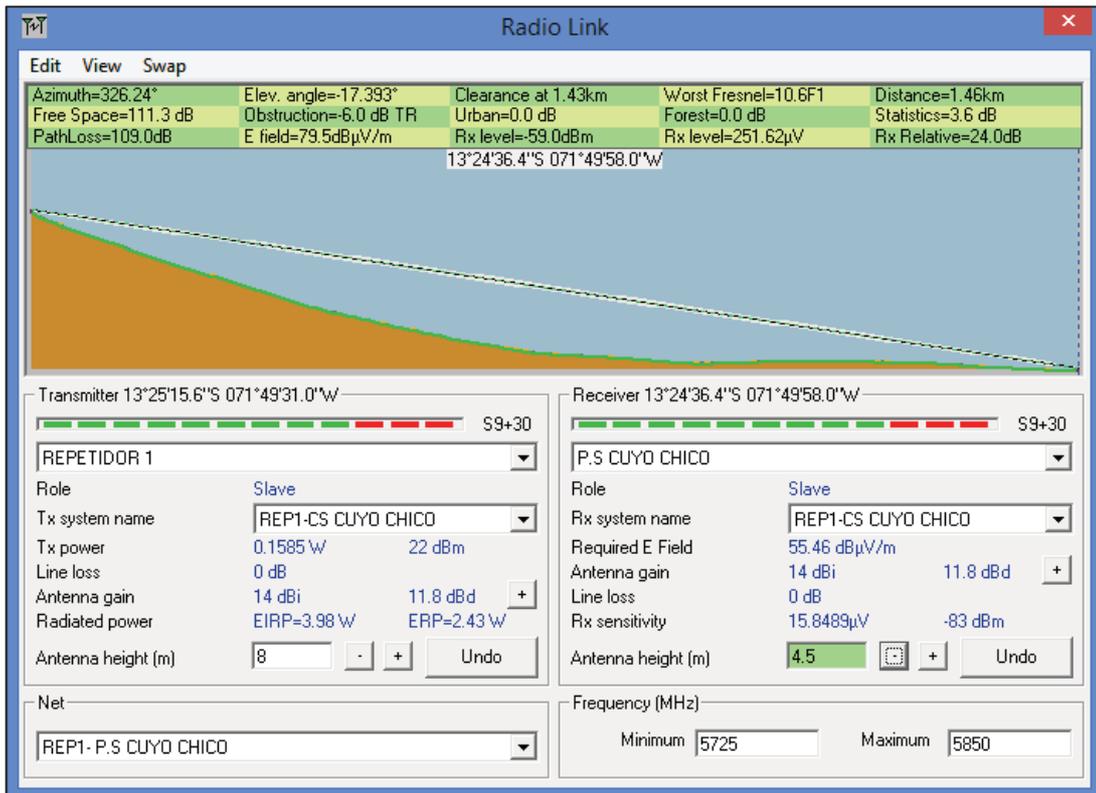
Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -60.96 - (-83dBm)$$

$$**M_{RX} = 22.04 dBm**$$

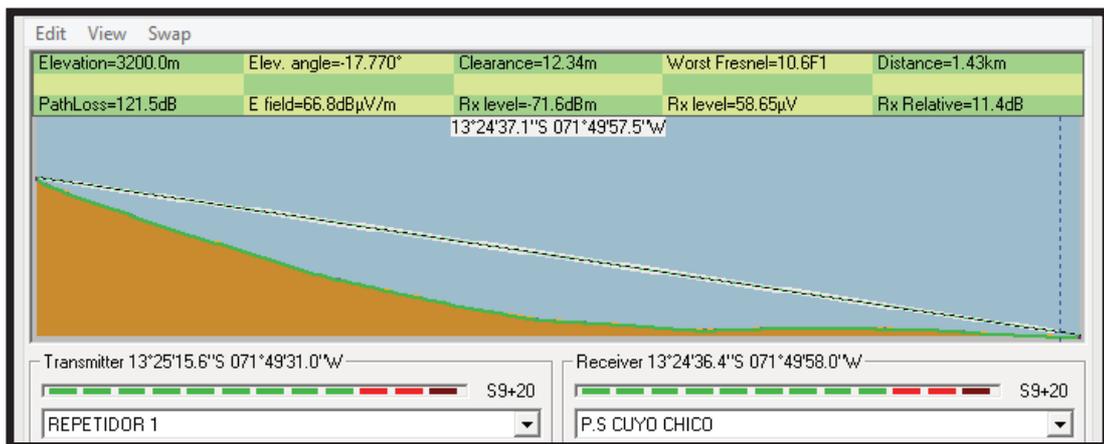
Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.



*Fig. 4.37: Simulación del radio enlace Repetidor 1 – Centro de Salud Cuyo Chico
Fuente: Radio Mobile*

Según el grafico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$d1 = 1.43 \text{ Km}$, $d2 = 0.03 \text{ Km}$, donde la Claridad $C = 10.6x r1$



*Fig. 4.38: Peor zona de Fresnel y Claridad
Fuente: Radio Mobile*

Ahora según el software, la Claridad en este punto es $C=12.34 \text{ m}$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel, para lo cual se aplica la ecuación 4.12.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{1.43 * 0.03}{2.963 * 5.8}}$$

$$r1 = 1.64m$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 8x 1.64 = 13.12$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.20, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE REPETIDOR 1- CENTRO DE SALUD CUYO CHICO					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22dBm	Pot. De Rx	-60.96 dBm	Pot. De Rx	-59.0 dBm
G. Antena	14 dBi	M. del Enlace	22.04 dBm	M. del Enlace	24 dBm
Sensibilidad	-83dBm	Claridad menor	13.12m	Claridad menor	12.34m
P. en conectores	0 Db	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	1.46Km	LFS	110.96 dBm	LFS	111.3 dBm

*Tabla 4.20: Datos del enlace Repetidor 1 – Centro de Salud Cuyo Chico.
Fuente: RadioMobile*

4.4.13 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Huancalle.

Los parámetros a usar en este enlace son:

- Distancia: 7.22 Km
- Potencia del transmisor: 22 dBm
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz

- Sensibilidad del receptor para 5.8 GHz: -83 dBm
- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(7.22) + 20 \log(5800)$$

$$**FSL = 124.84 dB**$$

$P_{IRE} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0 dB, L_{CCRX} = 0 dB$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$P_{IRE} = 22dBm - 0 dB + 14 dBi$$

$$**P_{IRE} = 36 dBm**$$

$$**P_{IRE} = 4 Watts**$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX}$$

$$P_{RX} = 22dBm - 0 dB + 14 dBi - 124.84dB + 14dBi - 0 dB$$

$$**P_{RX} = -74.84 dBm**$$

Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -74.84 dBm - (-83dBm)$$

$$**M_{RX} = 8.16 dBm**$$

Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.

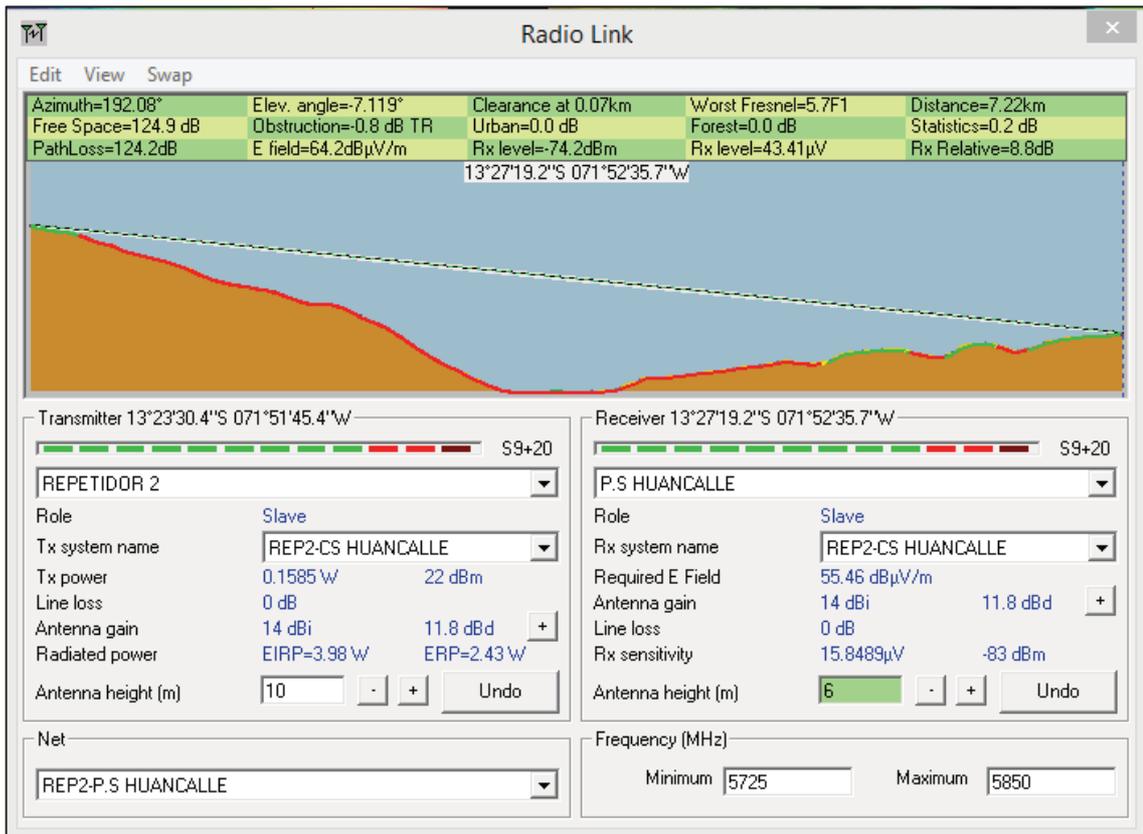


Fig. 4.39: Simulación del radio enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Huancalle.
Fuente: Radio Mobile

Según el grafico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$$d1 = 0.07Km, d2 = 7.15Km, \text{ donde la Claridad } C = 5.7x r1$$

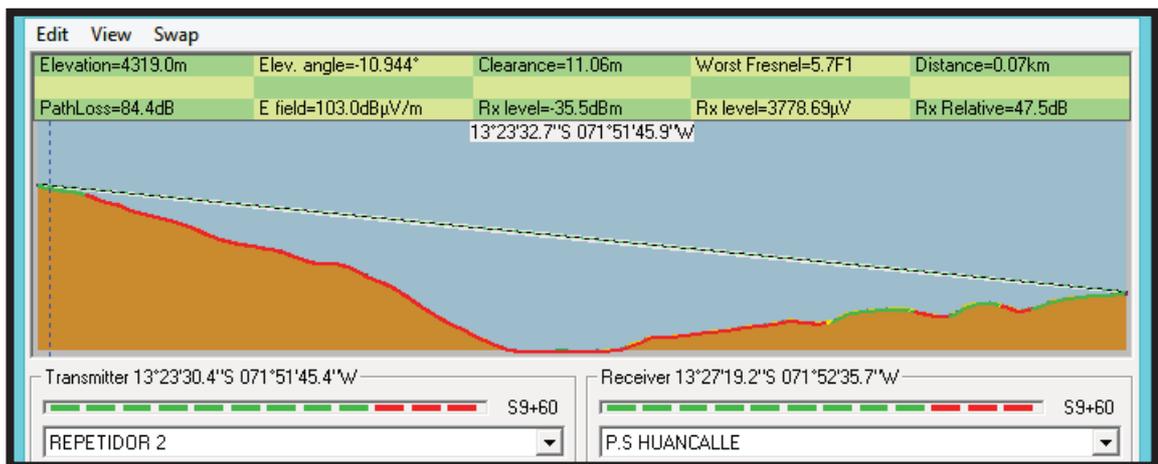


Fig. 4.40: Peor zona de Fresnel y Claridad
Fuente: Radio Mobile

En el software, la Claridad en este punto es $C=11.06m$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel, para lo cual se aplica la ecuación 4.12.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{0.07 * 7.15}{7.22 * 5.8}}$$

$$r1 = 1.89m$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 5.7 * 1.89 = 10.77$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.21, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE REPETIDOR 2 – CENTRO DE SALUD HUANCALLE.					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22 dBm	Pot. De Rx	-74.84 dBm	Pot. De Rx	-74.2 dBm
G. Antena	14 dBi	M. del Enlace	8.16 dBm	M. del Enlace	8.8 dBm
Sensibilidad	-83 dBm	Claridad menor	10.77 m	Claridad menor	11.06 m
P. en conectores	0dB	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	7.22 Km	LFS	124.84 dBm	LFS	124.9 dBm

Tabla 4.21: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Huancalle.

Fuente: RadioMobile

4.4.14 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Cuyo Grande.

Los parámetros a usar en este enlace son:

- Distancia: 6.65 Km
- Potencia del transmisor: 22dBm
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz
- Sensibilidad del receptor para 5.8 GHz: -83 dBm

- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(6.65) + 20 \log(5800)$$

$$**FSL = 124.13 dB**$$

$P_{IRE} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0 dB, L_{CCrX} = 0 dB$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$P_{IRE} = 22dBm - 0 dB + 14dBi$$

$$**P_{IRE} = 36 dBm**$$

$$**P_{IRE} = 4 Watts**$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX}$$

$$P_{RX} = 22dBm - 0 dB + 14dBi - 124.13dB + 14dBi - 0dB$$

$$**P_{RX} = -74.13 dBm**$$

Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -74.13 dBm - (-83dBm)$$

$$**M_{RX} = 8.87 dBm**$$

Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.

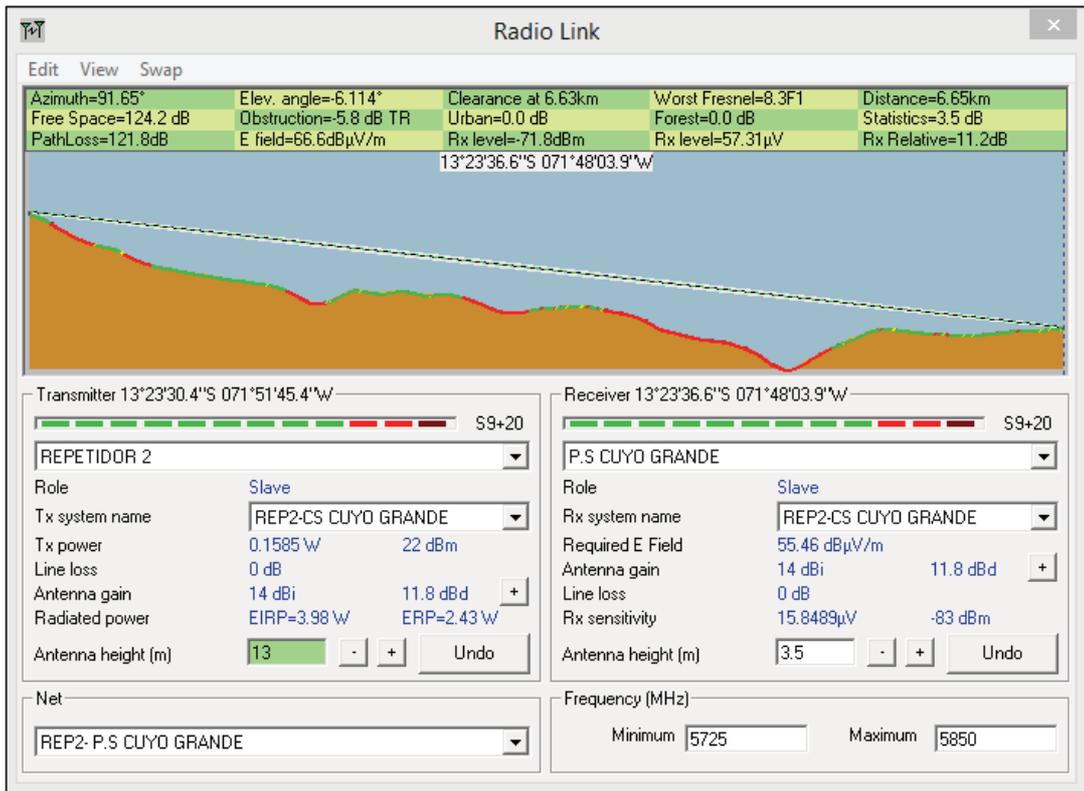


Fig. 4.41: Simulación del radio enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Cuyo Grande RadioMobile

Según el grafico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$d1 = 6.63\text{Km}$, $d2 = 0.02\text{Km}$, donde la Claridad $C = 8.3x r1$

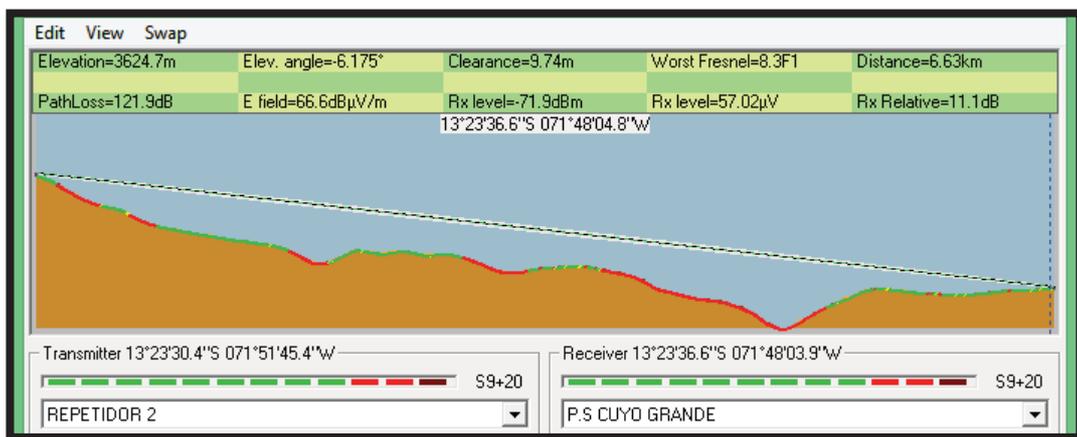


Fig. 4.42: Peor zona de Fresnel y Claridad Fuente: RadioMobile

En el software, la Claridad en este punto es $C=9.74\text{ m}$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel, para lo cual se aplica la ecuación 4.12.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{6.63 * 0.02}{6.65 * 5.8}}$$

$$r1 = 1.02 \text{ m}$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 8.3 \times 1.02 = 8.43$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.22, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE REPETIDOR 2 – CENTRO DE SALUD CUYO GRANDE.					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22 dBm	Pot. De Rx	-74.13 dBm	Pot. De Rx	-71.8 dBm
G. Antena	14 dBi	M. del Enlace	8.87 dBm	M. del Enlace	11.2 dBm
Sensibilidad	-83dBm	Claridad menor	8.43 m	Claridad menor	9.74 m
P. en conectores	0 Db	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	6.65 Km	LFS	124.13 dBm	LFS	124.2 dBm

*Tabla 4.22: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Cuyo Grande.
Fuente: RadioMobile*

4.4.15 Diseño del enlace de acceso Repetidor 2 – Centro de Salud Patabamba.

Los parámetros a usar en este enlace son:

- Distancia: 6.67 Km
- Potencia del transmisor: 22 dBm
- Rango de frecuencias: 5725-5850 MHz

- Sensibilidad del receptor para 5.8 GHz: -83 dBm
- Ganancia de la antena: 14 dBi

Con estos datos procedemos a calcular las pérdidas en el espacio libre:

$$FSL = 32.4 + 20 \log(6.67) + 20 \log(5800)$$

$$**FSL = 124.15 dB**$$

$P_{IRE} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX}$; $L_{CCTX} = 0, L_{CCRX} = 0$ (La radio y la antena están acoplados, no hay conectores intermedios)

$$P_{IRE} = 22dBm - 0 dB + 14dBi$$

$$**P_{IRE} = 36 dBm**$$

$$**P_{IRE} = 4 Watts**$$

Potencia total en sistemas inalámbricos entregados al receptor:

$$P_{RX} = P_{TX} - L_{CCTX} + G_{TX} - FSL + G_{RX} - L_{CCRX}$$

$$P_{RX} = 22dBm - 0 dB + 14 dBi - 124.15dB + 14dBi - 0 dB$$

$$**P_{RX} = -74.15 dBm**$$

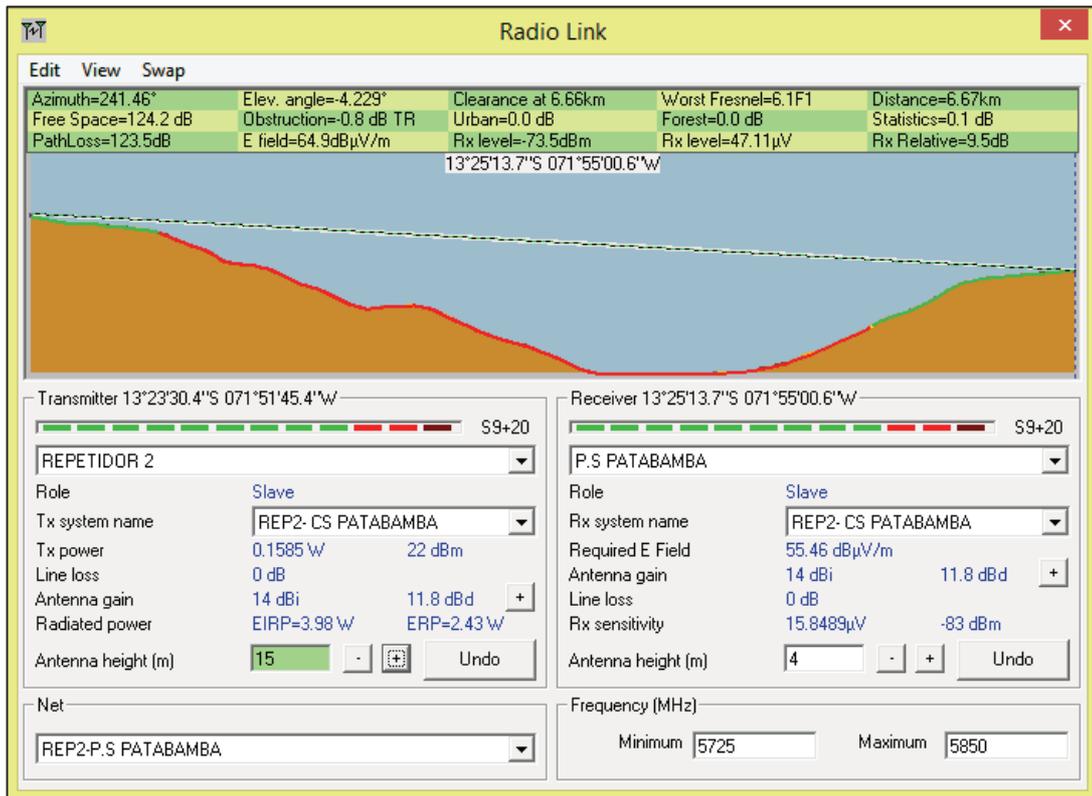
Margen del enlace:

$$M_{RX} = P_{RX} - S_{RX}$$

$$M_{RX} = -74.15 dBm - (-83dBm)$$

$$**M_{RX} = 8.85 dBm**$$

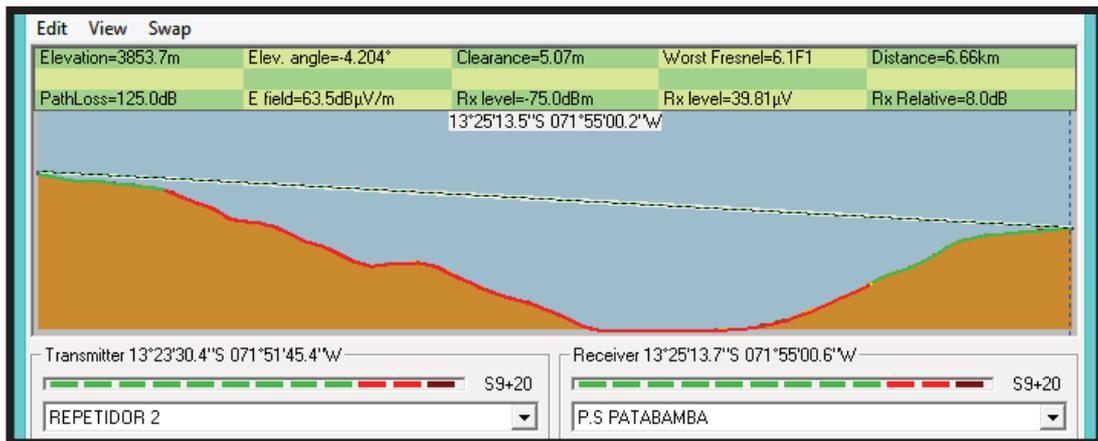
Este es un valor mayor a 3 dB, dando como resultado un buen enlace con un buen nivel de señal en el receptor.



*Fig. 4.43: Simulación del radio enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Patabamba.
Fuente: Radio Mobile*

Según el grafico la peor zona de Fresnel se encuentra en:

$d1 = 6.66Km$, $d2 = 0.01Km$, donde la Claridad $C = 6.1x r1$



*Fig. 4.44: Peor zona de Fresnel y Claridad
Fuente: Radio Mobile*

En el software, la Claridad en este punto es $C=5.07 m$

Ahora procedemos a calcular el valor de la Claridad matemáticamente, para calcular dicho valor, primero necesitamos calcular la primera zona de Fresnel, para lo cual se aplica la ecuación 4.12.

$$r1 = 17.32 * \sqrt{\frac{6.66 * 0.01}{6.67 * 5.8}}$$

$$r1 = 0.72m$$

Por lo tanto el valor de la Claridad es: $C = 6.1 \times 0.72 = 4.4$

Según la ITU, se debe asegurar como mínimo el 60% de la primera zona de Fresnel, es decir: $C \geq 0.6 * r1$ y según los cálculos realizados a nivel matemático y con el software RadioMobile (cumple con la condición de diseño).

A continuación en la tabla 4.23, se resume la similitud de los parámetros obtenidos mediante cálculos matemáticos y mediante el uso del software Radio Mobile.

ENLACE REPETIDOR 2 – CENTRO DE SALUD PATABAMBA.					
DATOS DE LOS EQUIPOS		CALCULOS MATEMATICOS		SOFTWARE RADIO MOBILE	
Potencia de Tx	22dBm	Pot. De Rx	-74.15 dBm	Pot. De Rx	-73.5 dBm
G. Antena	14 dBi	M. del Enlace	8.85 dBm	M. del Enlace	9.5 dBm
Sensibilidad	-83 dBm	Claridad menor	4.4m	Claridad menor	5.07 m
P. en conectores	0 dB	PIRE	4 W	PIRE	3.98 W
Distancia	6.67 Km	LFS	124.15 dBm	LFS	124.2 dBm

*Tabla 4.23: Datos del enlace Repetidor 2 – Centro de Salud Patabamba
Fuente: RadioMobile*

De los parámetros obtenidos en cada uno de los enlaces, se puede observar que los valores obtenidos matemáticamente, se aproxima a los valores obtenidos mediante el simulador RadioMobile.

4.4.16 Equipamiento de la red de microondas.

En base a los cálculos realizados en el software RadioMobile, en la tabla 4.24 se resume las características de los equipos que se emplearán en cada enlace.

ENLACE	LADO TRANSMISION				LADO RECEPCION	
	Ganancia	Ptx	Sensibilidad	Altura de Antena (mts)	Ganancia	Altura de Antena (mts)
<i>C. S. Pisac- Rep1</i>	14dBi	22dBm	-83dBm	6.5	14dBi	10
<i>Rep1- Rep 2</i>	14dBi	22dBm	-83dBm	13	14dBi	8
<i>Rep1- C. S. Cuyo Chico</i>	14dBi	22dBm	-83dBm	8	14dBi	4.5
<i>Rep2- C. S. Huancalle</i>	14dBi	22dBm	-83dBm	10	14dBi	6
<i>Rep2- C. S. Cuyo Grande</i>	14dbi	22dBm	-83dBm	13	14dBi	3.5
<i>Rep2- C. S. Patabamba</i>	14dBi	22dBm	-83dBm	15	14dBi	4

*Tabla 4.24: Datos característicos de las antenas y radios
Fuente: Propia*

4.5 DISEÑO DE LOS REPETIDORES PARA ALCANSAR LOS ESTABLECIMIENTOS DE NIVEL I-1.

Una vez realizado el cálculo de los enlaces y la selección de los equipos de radio en cada enlace, se procede a seleccionar de los equipos activos que estarán alojados en cada repetidor y en cada establecimiento de nivel I-1. Posteriormente se propone el tipo de infraestructura (torre) o Mástil para antenas y como último paso se hará el dimensionamiento sistema de energía en estos repetidores.

4.5.1 Equipos activos.

Se considera como equipos activos a los equipos de redes de capa 2, tales como los switches que usaremos en cada repetidor para administrar los servicios de internet y telefonía IP.

El conmutador que se va a emplear en el proyecto tendrá características similares al conmutador usado en el tramo de fibra optica, a excepción que este no tendrá puertos ópticos. El equipo que se va a emplear es el switch Cisco Catalyst C2960P-8TT-L, que posee 8 puertos eléctricos 100/100Mbps + 1 puerto 10/100/1000T, se ha seleccionado este equipo por su compatibilidad en la configuración, el uso de protocolos de enrutamiento inter-vlan y el uso de otras prestaciones similares.



Fig. 4.45: Switch cisco WS-C2960PD-8TT-L

Características:

- Capacidad de conmutación: 32 Gbps
- Memoria RAM: 64 MB
- Memoria Flash: 32 MB
- Potencia máxima consumida: 11 Watts
- Conmutador: 8 puertos eléctricos 100/100Mbps + 1 puerto 10/100/1000T,

4.5.2 Selección de tipo de torre.

En el diseño se empleará torres de tipo Ventada, ya que son más económicas que las torres Autosoportada de la misma altura y se instalan cuando no hay limitaciones en el terreno; En general necesita un área que permita inscribir una circunferencia de radio aproximadamente igual a la mitad de la altura de la torre.

Las bases de anclaje se ubican a 120° una de otra esto es con el fin de distribuir la carga generada por viento de forma balanceada.

Los cables de tensión se ubican en grupos de cuatro uniéndose cada grupo con su base de anclaje correspondiente, tal como se puede ver en la figura 4.42

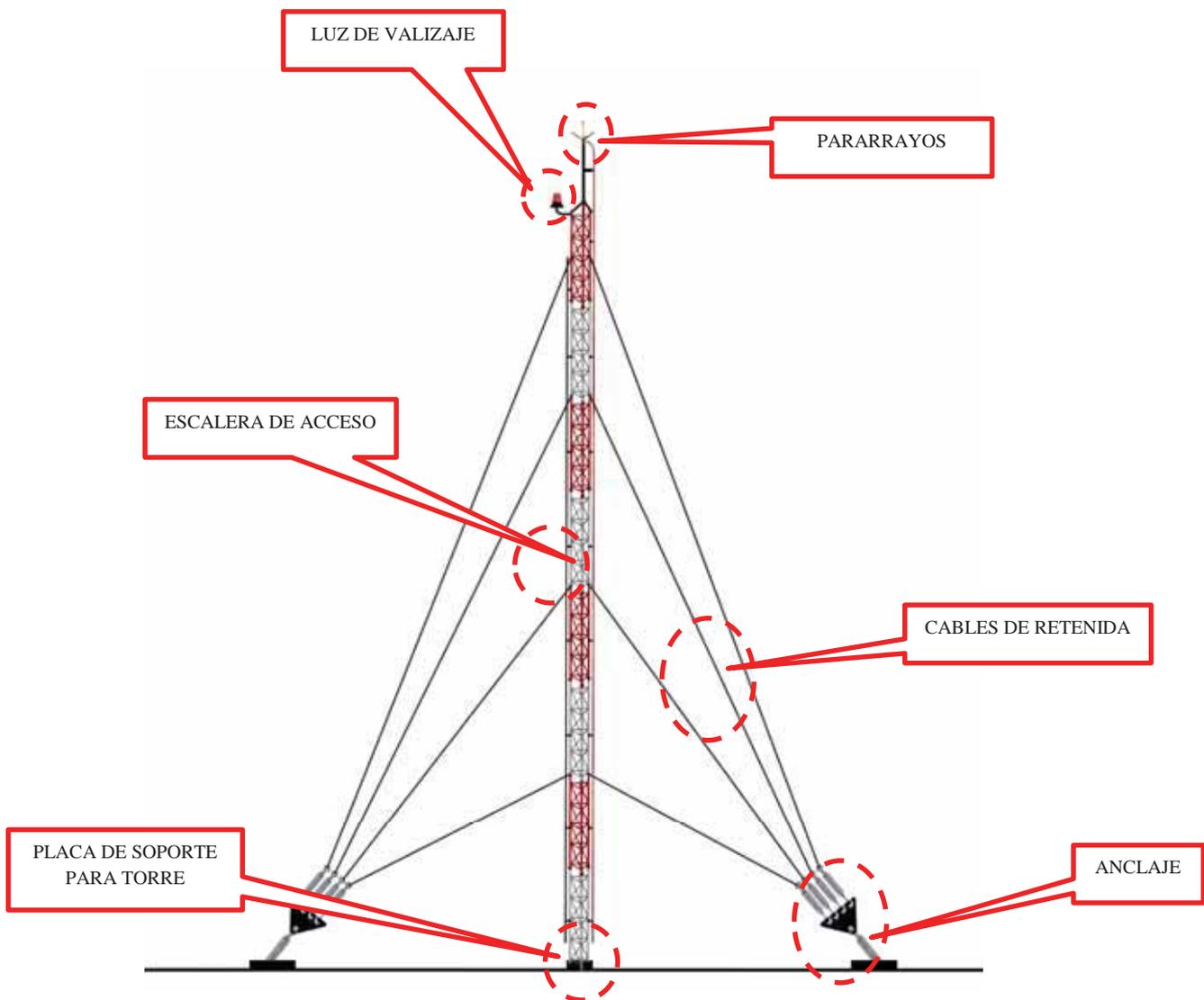


Fig. 4.46: partes de una torre Ventada

4.5.3 Elementos que hay que considerar para la instalación de torres Ventadas

- Dimensión de la base de anclaje.
- Dimensión de la base de la torre.
- Cables de anclaje de acero de 8 mm de diámetro.
- Los tramos de la torre son de 3 metros, esto es por comodidad a la hora de transportar cada tramo.

4.5.4 Características generales de las torres.

Todos los elementos de las torres son fabricados de acero estructural y sometido luego a un galvanizado en caliente a fin de garantizar su resistencia a la corrosión.

El concreto armado es diseñado con una resistencia de 210 Kg/cm² y acero de 4.200 Kg/cm².

Las torres, después de montadas se añade un material que incrementa la resistencia a la corrosión, y luego pintadas con poliuretano en colores blanco y naranja, conforme a las normas de aeronáutica civil.

4.5.5 Elementos básicos con los que cuenta cada torre.

- Un sistema de balizaje standard, compuesto de una lámpara de obstrucción doble en el tope y para alturas mayores de 50 metros, lámparas sencillas a alturas intermedias, dicho sistema se enciende mediante una célula fotoeléctrica.
- Un pararrayos con su sistema de aterramiento.
- Escalera de acceso para torres Autosoportadas o Venteadas.

- De acuerdo a las necesidades del cliente pueden suministrarse instalarse plataformas de trabajo internas y externas, soportes para antenas parabólicas, soportes para antenas celulares, etc., escalerillas horizontales y pasa guías.
- Para calcular el tamaño de las torres, tomamos en consideración las alturas del diseño de radioenlace de la tabla 4.25.

ENLACE	LADO TRANSMISION	LADO RECEPCION
	Altura de Antena (mts)	Altura de Antena (mts)
<i>C. S. Pisac- Repetidor1</i>	6.5	10
<i>Repetidor1- Repetidor2</i>	13	8
<i>Repetidor1- C. S. Cuyo Chico</i>	8	4.5
<i>Repetidor2- C. S. Huancalle</i>	10	6
<i>Repetidor2- C. S. Cuyo Grande</i>	13	3.5
<i>Repetidor2- C. S. Patabamba</i>	15	4

Tabla 4.25: Altura de Instalación de antenas en cada establecimiento.

De la tabla 4.25, podemos deducir el número de cuerpos que tendrá cada torre para cada punto del proyecto.

- Altura de la torre (C. S. Pisac): Mástil de 7 metros
- Altura de la torre (Repetidor 1): Repetidor de 15 mts (5 cuerpos de 3 mts)
- Altura de la torre (Repetidor 2): Repetidor de 18 mts (6 cuerpos de 3mts)
- Altura de la torre (C.S. Cuyo Chico): Mástil de 6 metros.
- Altura de la torre (C.S Huancalle): Mástil de 6 metros
- Altura de la torre (C.S Cuyo Grande): Mástil de 4 metros
- Altura de la torre (C.S Patabamba): Mástil de 6 metros

4.6 PROPUESTA DEL SISTEMA DE ENERGIA EN LAS REPETIDORAS.

4.6.1 Propuesta de energía en las repetidoras 1 y 2

La geografía irregular de la zona nos obliga a hacer uso de repetidoras en lugares donde no se da una línea de vista directa entre los establecimientos de salud, donde es necesario la implementación de sistemas de energía autónoma que permita la alimentación de los equipos de comunicación; por tanto ya que en las repetidoras no se cuenta con red eléctrica, se plantea el uso de sistemas de energía fotovoltaica.

i. Calculo de energía para el repetidor 1.

En la tala 4.26 se detalla el dimensionamiento de los equipos AC que se utilizarán en el repetidor 1.

Equipo	Cantidad	Potencia parcial (Watts)	Potencia total (Watts)
Ubiquiti NanoStation M5, 14dbi	3	8	24
Switch Cisco C2960P-8TT-L	1	11	11
Focos LED	2	10	20
Reserva en AC		30	30
TOTAL			85

Tabla 4.26: Dimensionamiento de la Carga en AC Rep1.

De la potencia total, se deduce que se debe seleccionar un inversor de por lo menos 100 Watts de potencia, para alimentar los equipos en AC, a continuación procedemos con el cálculo total en DC en la tabla 4.27.

Equipo	Cantidad	Potencia total (Watts)	Horas Usadas por día (hrs)	Consumo (Wh/día)
Inversor para carga en AC	1	100	24	2400
Regulador Fotovoltaico	1	1	24	24
TOTAL				2424

Tabla 4.27: Consumo de energía en el Repetidor 1.

De la tabla 4.27 se obtiene un total de 2424 Watts/Hora por día.

a). Cálculo de capacidad del banco de baterías

Para realizar el cálculo de la capacidad del banco en (A-h), se debe considerar las siguientes variables:

- Tensión del sistema: 24VCC
- Porcentaje de descarga de batería: 75%
- Días de autonomía: 1 día
- Irradiancia de referencia: 5.5 W/m² para la zona de la sierra por encima de los 2500 msnm

Con estas variables se procede a calcular los parámetros de la capacidad de las baterías.

Potencia diaria: 2424 W/h

Rendimiento de las baterías (75%): $2424/0.75 = 3232\text{W}$

Cálculo de la capacidad de la batería: $3232/24\text{V}=134.66\text{ A-H}$

Para una autonomía de 1 día: $134.66\text{ A-H} \times 1=134.66\text{Ah}$

De los valores obtenidos, se puede deducir que el banco estará conformado por 2 baterías en serie de 150Ah – 12 V, ya que estas son las que podemos encontrar en el mercado.

b). Cálculo de los paneles solares.

A pesar de que el Atlas de radiación solar en el Perú nos da un margen de irradiancia de al menos 5.5 W/m² para la zona de la sierra por encima de los 2500msnm, para nuestros cálculos utilizaremos un factor de 4W/m².

Los datos que requerimos son los siguientes:

Potencia diaria (P): 2424W/h

Irradiancia (Is): 4 W/m²

Factor de Compensación de Pérdidas (Fp): 1.2

Con estos datos iniciales, aplicando la ecuación de la potencia de los paneles tenemos:

Potencia de Paneles= (Fp x P)/Is

Potencia de Paneles= (1.2 x 2424)/4 =727.2 Wp

Finalmente se calculó el número de paneles necesarios, dividiendo la potencia pico entre la potencia de los paneles a utilizar.

Comercialmente se fijó paneles solares de 300Wp, por lo tanto calculamos el número de paneles solares:

$727.2Wp/300Wp \approx 3$ celdas solares

c). Cálculo del regulador fotovoltaico.

La potencia requerida en los paneles es de 727.2Wp. Pero se utilizó 3 paneles de 300 Wp. Por lo tanto la potencia total es de 900Wp.

$$\text{Capacidad del regulador} = \frac{900 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 37.5 \text{ A}$$

Como regulador de Carga utilizaremos el Controlador de carga de 40 Amperios.

d). Diseño del sistema de energía.

El sistema de energía estará conformado por un banco conformado por 02 baterías de 12V-150Ah, 03 paneles solares FV y un regulador de carga.

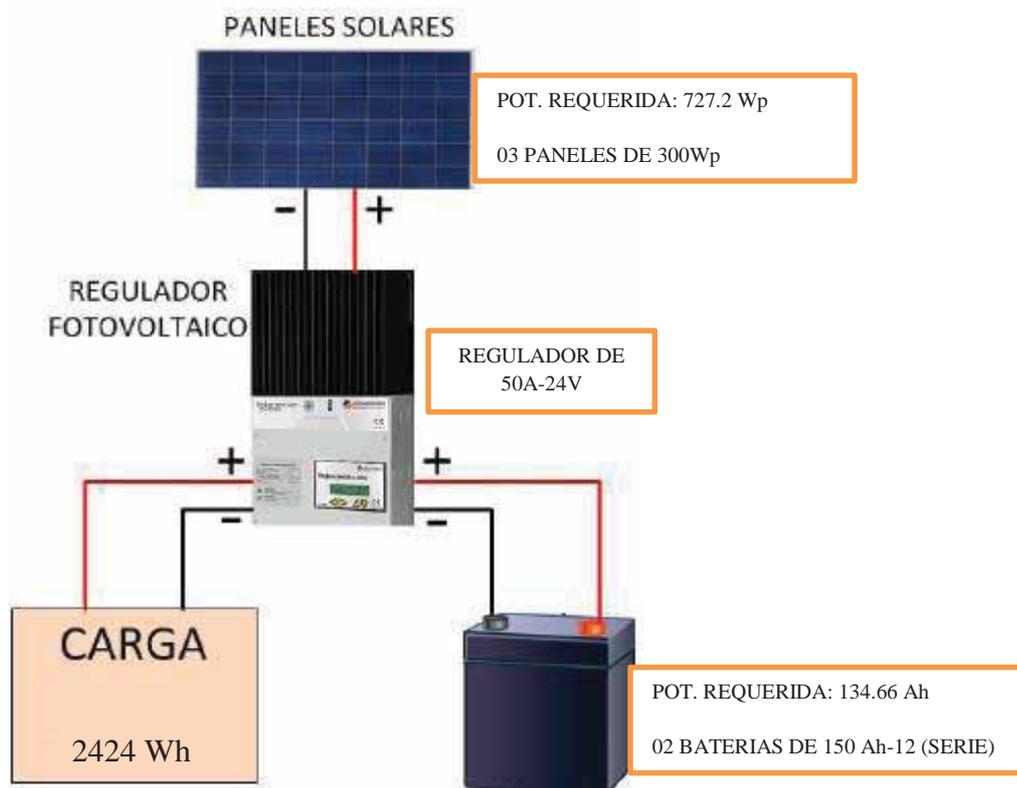


Fig. 4.47: Sistema fotovoltaico repetidor 1

ii. Cálculo de energía para el repetidor 2.

Al igual que para el Repetidor 1, En la tala 4.28 se detalla el dimensionamiento de los equipos AC que se utilizarán en el repetidor 2.

Equipo	Cantidad	Potencia parcial (Watts)	Potencia total (Watts)
Ubiquiti NanoStation M5, 14dbi	4	8	32
Switch Cisco C2960P-8TT-L	1	11	11
Focos LED	2	10	20
Reserva en AC		30	30
TOTAL			93

Tabla 4.28: Dimensionamiento de la Carga en AC

De la potencia total se deduce, que se debe seleccionar un inversor de potencia de por lo menos 100 Watts de potencia como en el primer caso, para alimentar los equipos en AC, a continuación procedemos con el cálculo total en DC.

Equipo	Cantidad	Potencia total (Watts)	Horas Usadas por día (hrs)	Consumo (Wh/día)
Inversor para carga en AC	1	100	24	2400
Regulador Fotovoltaico	1	1	24	24
TOTAL				2424

Tabla 4.29: Consumo de energía en el Repetidor 1.

De la tabla 4.29, se observa que se obtiene un consumo total de 2424 Watts/Hora por día, similar al caso del repetidor 1, por lo cual el dimensionamiento del banco de baterías, paneles solares y el regulador será el mismo.

CAPITULO V

DISEÑO LOGICO DE LA RED

5.1 DISEÑO LOGICO DE LA RED.

Para el direccionamiento de la red se ha creído conveniente trabajar con direcciones IPv4, ya que el empleo de estas no requiere permisos ni justificación de uso. Este tipo de direcciones se agrupan de la siguiente manera:

- Clase A: 10.0.0.0 a 10.255.255.255 (8 bits red, 24 bits hosts).
- Clase B: 172.16.0.0 a 172.31.255.255 (12 bits red, 20 bits hosts).
- Clase C: 192.168.0.0 a 192.168.255.255 (16 bits red, 16 bits hosts).

La asignación de direcciones IP puede ser diseñada con la clase C, ya que permite 256 hosts, y mediante la asignación de VLANs y el uso de subneteo por VLSM, podemos asignar un segmento de subred para cada estación.

Cabe mencionar que los dispositivos en internet normalmente se configuran de manera tal que descarten cualquier tráfico dirigido a direcciones IP privadas, por tanto para que una estación configurada con IP privada pueda salir a internet es necesario que lo haga a través de una dirección de IP pública. El proceso de lograr que todo un pool de direcciones privadas salgan a la red externa por medio de una única dirección pública se conoce como NAT y es llevado a cabo por un dispositivo de traducción de dirección de red o un servidor proxy.

ÍTEM	SEGMENTO DE RED	# DE HOSTS DISPONIBLES	ID VLAN
Centro de Salud Pisac	192.168.10.0/25	126	10
Centro de Salud Lamay	192.168.20.0/26	62	20
Centro de Salud Coya	192.168.30.0/26	62	30
Centro de Salud Taray	192.168.40.0/27	30	40
Centro de Salud Cuyo Chico	192.168.50.0/27	30	50
Centro de Salud Cuyo Grande	192.168.60.0/27	30	60
Centro de Salud Huancalle	192.168.70.0/27	30	70
Centro de Salud Patabamba	192.168.80.0/27	30	80
Gestión de Equipos	192.168.99.0/27	30	99
VoIP	192.168.33.0/24	254	33

Tabla 5.1: Direccionamiento de las subredes para la Micro Red de Salud Pisac.

ESTABLECIMIENTO	Nº DE TELEFONOS	Nº DE LINEAS	# DE ANEXOS
Centro de Salud Pisac	6	7	Primario :1001-1006 Secundario:22501001-22501006
Centro de Salud Coya	6	7	Primario :1007-1012 Secundario:22501007-22501012
Centro de Salud Lamay	6	7	Primario :1013-1018 Secundario:22501013-22501018
Centro de Salud Taray	3	5	Primario :1019-1021 Secundario:22501019-22501021
Centro de Salud Cuyo Chico	3	5	Primario :1022-1024 Secundario:22501022-22501024
Centro de Salud Cuyo Grande	3	5	Primario :1025-1027 Secundario:22501025-22501027
Centro de Salud Huancalle	3	5	Primario :1028-1030 Secundario:22501028-22501030
Centro de Salud Patabamba	3	5	Primario :1031-1033 Secundario:22501031-22501033
TOTAL	33	46	

Tabla 5.2: Anexos telefónicos en la Micro Red de Salud Pisac.

5.2 CONFIGURACION DE LAS OPCIONES DE VLAN.

La red estará conformada por equipos de red de capa 2 (switchs), para la segmentación en un dominio de broadcast diferente para cada establecimiento, usaremos vlans de esta manera no habrá necesidad de instalar un router en cada establecimiento.

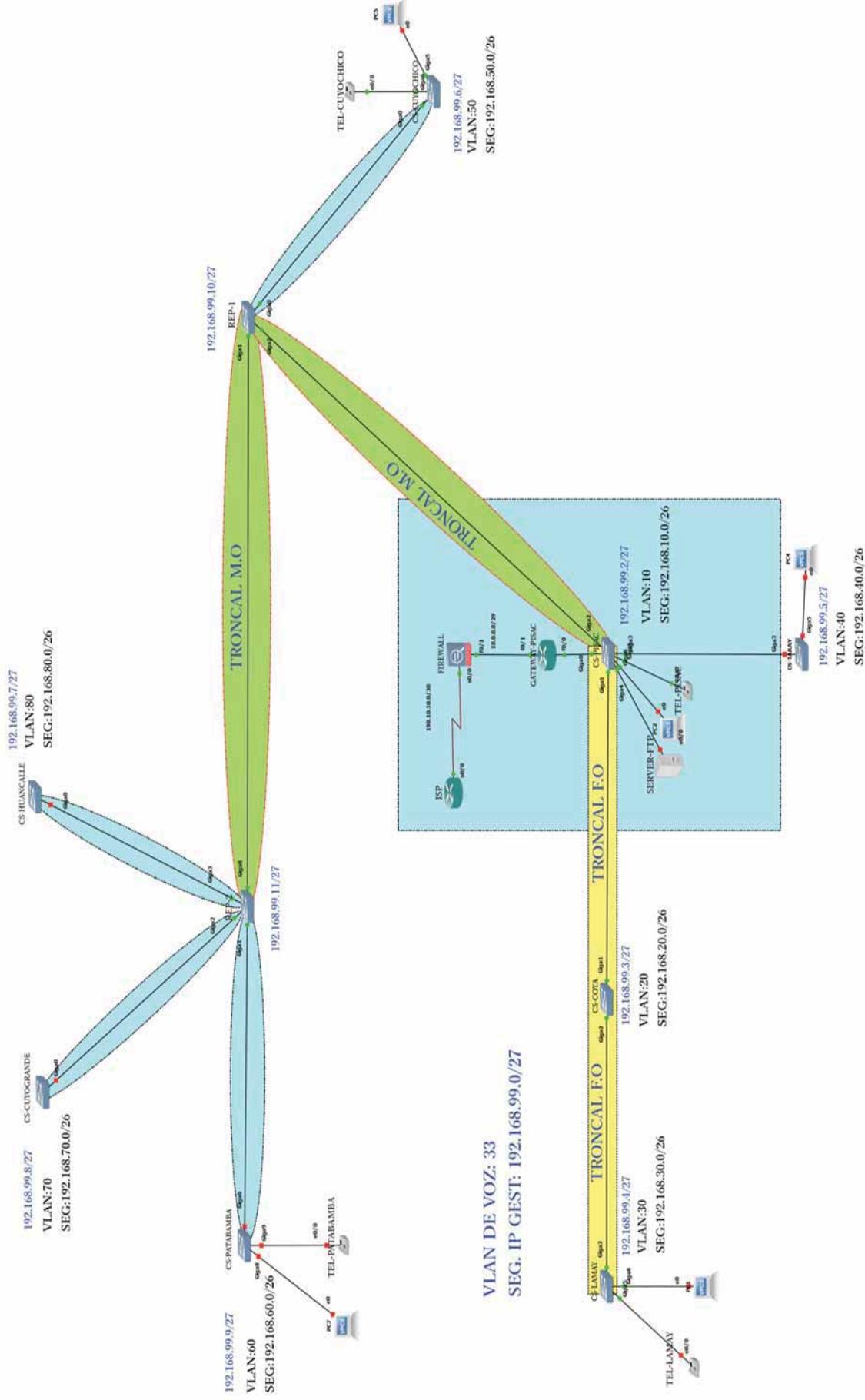
Usaremos las vlans 10, 20,30, 40, 50, 60 y 70 para los centros de salud, la vlan 99 para tener la administración de los equipos (radios, switches y router), para telefonía IP dispondremos la vlan 33.

5.3 SIMULACION E IMPLEMENTACION DE LA RED A NIVEL LOGICO.

Para la simulación de la red lógica, se propone usar la plataforma GNS3 2.0.3 y el software de VMWare para la creación de PC's virtuales o teléfonos IP o softphone (para esto será necesario instalar en cada PC virtual el software Cisco IP Communicator).

GNS3, es un software libre que nos permite simular dispositivos de distintas marcas como router y switches, entre los cuales podemos encontrar el router de servicios integrados 3725 el cual posee una versión exprés de la planta telefónica de cisco Call Manager, este software es capaz de transportar el tráfico de voz de un teléfono IP a otro.

Cisco IP Communicator, es un software propietario de la marca Cisco que permite realizar llamadas telefónicas basadas en IP, este software nos permitirá tener conectividad de voz IP a traves de las vlans de datos, a continuación se muestra el diagrama lógico de la red implementado en GNS3.



VLAN DE VOZ: 33
 SEG. IP GEST: 192.168.99.0/27

5.4 ARQUITECTURA Y MODELO DE LA RED.

La propuesta del prototipo de red voz sobre IP se basa en una arquitectura Cliente-Servidor, donde el cliente solicita información a un servidor y este brinda el servicio de red a uno o más usuarios que lo requieran. Ahora se aplica la arquitectura Cliente-Servidor al prototipo de red voz sobre IP: Los softphone (clientes) solicitarán el establecimiento de conexión con otros usuarios al Call Manager Express (servidor), este se encarga de recibir las peticiones de todos los softphone/teléfonos IP, que estén en la misma red de área local estableciendo así la perfecta arquitectura de Cliente-Servidor.

5.5 CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS DE RED.

A continuación se procederá a configurar cada uno de los equipos activos de la Micro Red de Salud Pisac. Se iniciará con la configuración del router Cisco 2821 que estará ubicado en el Centro de Salud Pisac, al cual llamaremos #Gateway-Pisac.

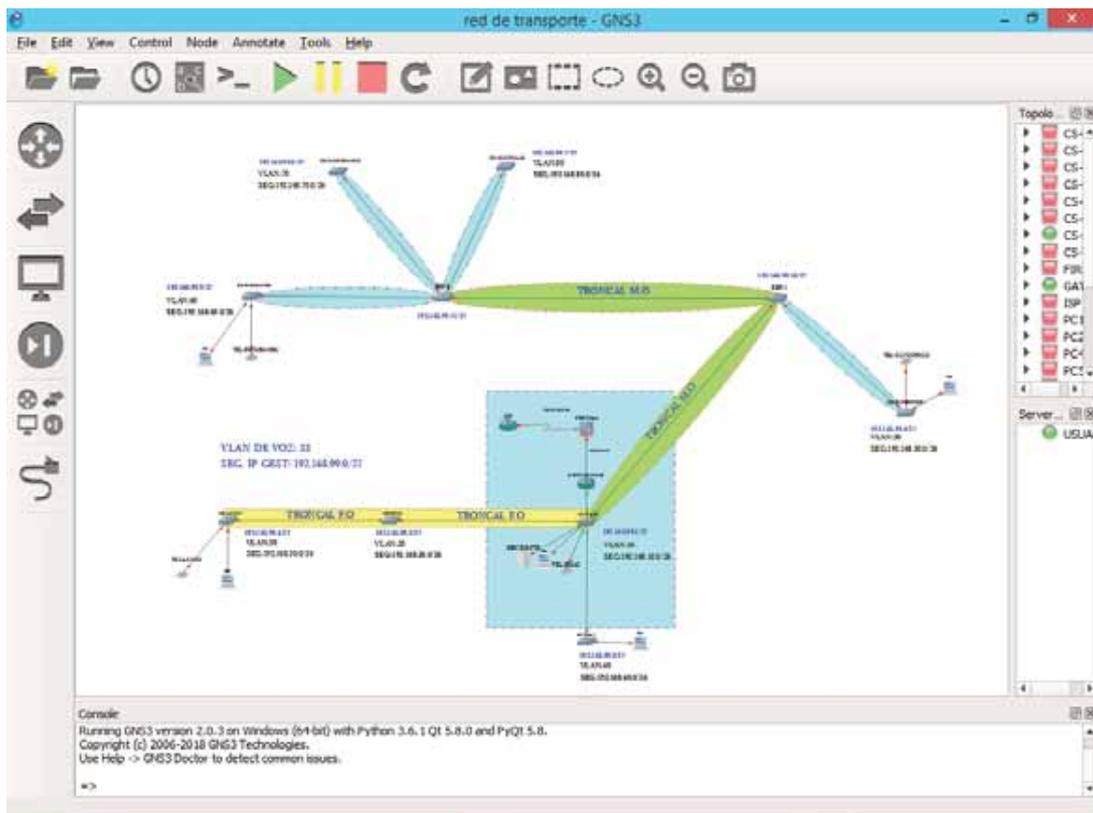
Posteriormente configuraremos los switches de capa 2 en cada establecimiento.

5.5.1 Router Gateway en el Centro de Salud Pisac.

La tarea principal de router será permitir la comunicación entre los diferentes segmentos de red o broadcast, para lo cual será necesario la creación de una subinterfaz por cada vlan en la red, con la finalidad de que haya un enrutamiento inter-vlan, otro de las funciones principales del router será operar como central telefónica, para lo cual habrá que configurar la aplicación integrada, llamada Cisco Call Manager Express.

A continuación iniciamos con la configuración de las subinterfaces por cada vlan de la Red.

- Vlan 1: vlan nativa por defecto.
- Vlan 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 70: vlans de datos en los respectivos establecimientos.
- Vlan 99: vlan de gestión o administración.
- Vlan 33: vlan de voz



*Fig. 5.1: Topología de Red de datos y voz ip en GNS3
Fuente: propia*

Configuración de subinterfaces

La creación de subinterfaces, se debe realizar de forma similar para cada vlan.

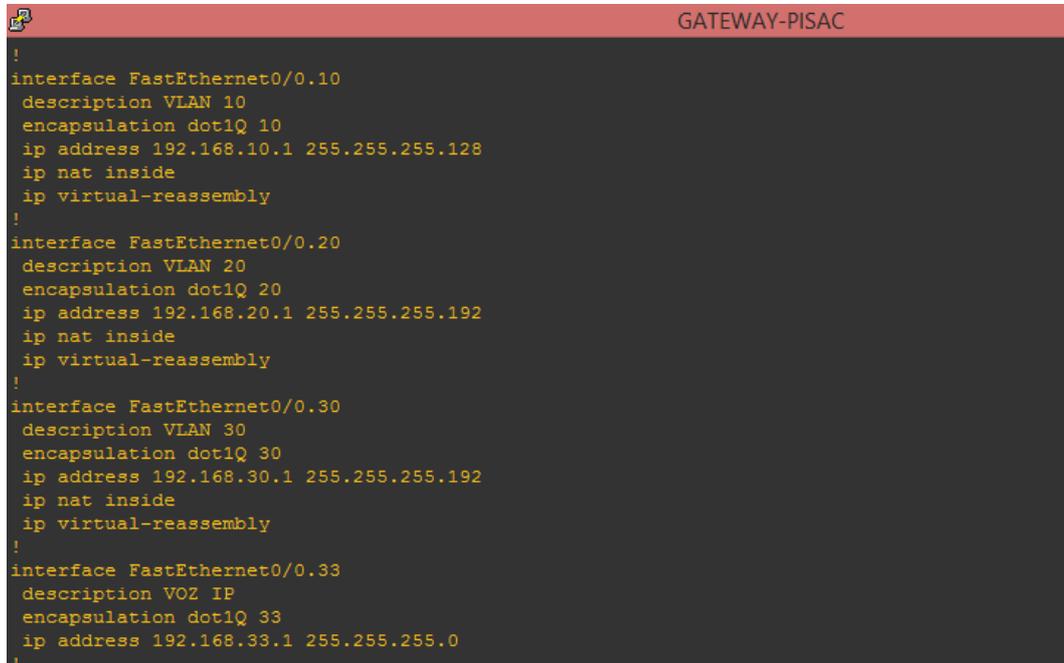
Gateway-Pisac# Configure terminal

Gateway-Pisac(config)# Interface FastEthernet0/0.10 //Subinterfaz para la vlan 10

Gateway-Pisac(config-if)# description VLAN 10

Gateway-Pisac(config-if)# encapsulation dot1Q 10 //Protocolo de encapsulación

Gateway-Pisac(config-if)# ip address 192.168.10.1 255.255.255.128 //Puerta de enlace.



```
!
interface FastEthernet0/0.10
description VLAN 10
encapsulation dot1Q 10
ip address 192.168.10.1 255.255.255.128
ip nat inside
ip virtual-reassembly
!
interface FastEthernet0/0.20
description VLAN 20
encapsulation dot1Q 20
ip address 192.168.20.1 255.255.255.192
ip nat inside
ip virtual-reassembly
!
interface FastEthernet0/0.30
description VLAN 30
encapsulation dot1Q 30
ip address 192.168.30.1 255.255.255.192
ip nat inside
ip virtual-reassembly
!
interface FastEthernet0/0.33
description VOZ IP
encapsulation dot1Q 33
ip address 192.168.33.1 255.255.255.0
!
```

*Fig. 5.2: Configuración de subinterfaces por cada vlan, usando el protocolo DOT1Q
Fuente: línea de comandos Putty (GNS3)*

Configuración de la interfaz WAN

Gateway-Pisac(config)# interface FastEthernet 1/0 //Interface de salida a la red WAN

Gateway-Pisac(config-if)# description WAN

Gateway-Pisac(config-if)# ip address 190.10.20.1 255.255.255.252 //IP pública

Gateway-Pisac(config-if)# ip nat outside //Nateo de salida

Gateway-Pisac(config-if)# duplex auto //Configuración para nateo de salida

Gateway-Pisac(config-if)# speed auto

```
GATEWAY-PISAC
GATEWAY-PISAC#sh running-config interface 1/0
^
% Invalid input detected at '^' marker.

GATEWAY-PISAC#sh running-config interface fa1/0
Building configuration...

Current configuration : 154 bytes
!
interface FastEthernet1/0
 description WAN
 ip address 190.10.20.1 255.255.255.252
 ip nat outside
 ip virtual-reassembly
 duplex auto
 speed auto
end

GATEWAY-PISAC#
GATEWAY-PISAC#
```

*Fig. 5.3: Configuración de la interfaz WAN
Fuente: línea de comandos Putty (GNS3)*

Configuración del Servidor DHCP para todas las subredes

ip dhcp excluded-address 192.168.10.1 192.168.10.20 //Ips que se excluyen del pool de ips,
Pisac

ip dhcp excluded-address 192.168.20.1 192.168.20.15 //Ips que se excluyen del pool de ips,
Coya

ip dhcp pool PISAC //Pool de IPs para CS. Pisac

network 192.168.10.0 255.255.255.128

default-router 192.168.10.1 //puerta de enlace

ip dhcp pool COYA //Pool de IPs para CS. Coya

network 192.168.20.0 255.255.255.192

default-router 192.168.20.1 //puerta de enlace

Configuración de NAT con sobrecarga para cada subred.

ip nat inside source list 3 interface Serial0/0 overload

access-list 3 permit 192.168.10.0 0.0.0.127

access-list 3 permit 192.168.20.0 0.0.0.63

```
access-list 3 permit 192.168.30.0 0.0.0.63
access-list 3 permit 192.168.40.0 0.0.0.31
access-list 3 permit 192.168.50.0 0.0.0.31
access-list 3 permit 192.168.60.0 0.0.0.31
access-list 3 permit 192.168.70.0 0.0.0.31
access-list 3 permit 192.168.80.0 0.0.0.31
no cdp log mismatch duplex
```

Configuración del enrutamiento de ruta por defecto hacia el router del ISP.

```
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 190.10.20.2
```

Configuración del Call Manager en el Router

Ya realizada la configuración inicial del router se continuara por configurar la parte de telefonía “Call Manager Express”.

El **Call Manager Express**, es una serie de características que permiten al router manejar tráfico de voz por sus interfaces, mediante el establecimiento de ciertos parámetros configurados por consola.

Se realizaran las siguientes configuraciones:

- Cantidad de líneas y teléfonos.
- Gateway para el tráfico de voz.
- Configuración de idiomas.
- Configuración Horaria.
- Mensaje en pantalla para los teléfonos IP.
- Archivo de configuración de los teléfonos IP.
- Configuración de líneas telefónicas.

- Configuración de teléfonos.

Como ejemplo se tomara la configuración de la línea telefónica ubicado en el Centro de salud Pisac.

Cantidad de líneas y teléfonos

```
Gateway-Pisac# Configure terminal //Modo de configuración global
```

```
Gateway-Pisac(config)# no auto-reg-ephone
```

```
Gateway-Pisac(config)# telephony-service
```

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# max-ephones 33
```

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# max-dn 46
```

Gateway para el tráfico de voz

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# ip source-address 192.168.34.1 port 2000 strict-match
```

Configuración Horaria

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# date-format dd-mm-yy
```

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# time-format 12
```

Mensaje para la pantalla de los teléfonos IP

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# system message RED DE VOIP PISAC
```

Archivo de configuración de los teléfonos IP

```
Gateway-Pisac(config-telephony)# create cnf-files
```

Configuración de las líneas telefónicas

Las líneas son configuradas con características y atributos que tendrá un teléfono.

```
Gateway-Pisac(config)# ephone-dn 1 dual-line
```

```
Gateway-Pisac(config-ephone-dn)# number 1001 secondary 22501001
Gateway-Pisac(config-ephone-dn)# label MEDICINA(1001)
Gateway-Pisac(config-ephone-dn)# description C. SALUD PISAC
Gateway-Pisac(config-ephone-dn)# name C. SALUD PISAC
```

Duración del tono de llamada

```
Gateway-Pisac(config-ephone-dn)# call-forward noan 1001 timeout 15
```

Configuración de teléfonos

```
Gateway-Pisac(config)# ephone 1
Gateway-Pisac(config-ephone)# mac-address 000C.29FB.7E06
Gateway-Pisac(config-ephone)# type CIPC //tipo de telefono a utilizar
Gateway-Pisac(config-ephone)# codec g726ulaw //código para el trafico de voz
Gateway-Pisac(config-ephone)# button 1:1
```

Por último se asocia la línea telefónica al teléfono, que será la encargada de darle su identidad, la asociación de la línea (ephone-dn) con el teléfono (ephone)

```
Gateway-Pisac(config-ephone)# button 1:1
```

Configuración de usuario y contraseña para acceso por telnet y seguridad al modo consola

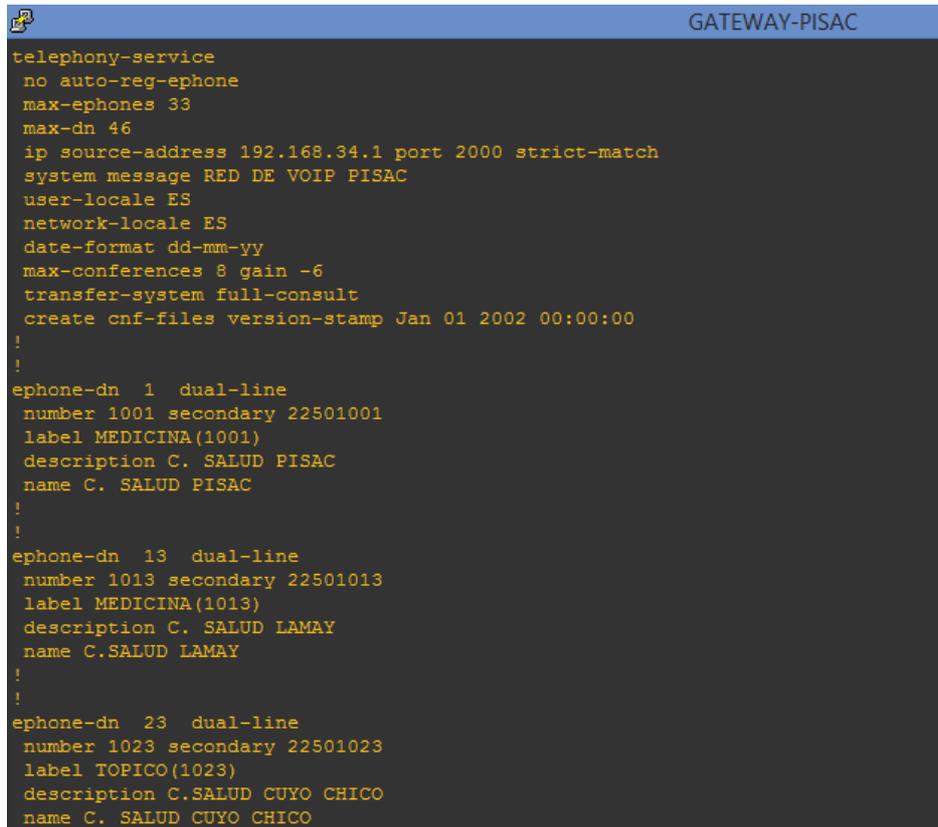
```
Gateway-Pisac(config)# username redpisac privilege 15 password 0 redpisac
Gateway-Pisac(config)# line con 0
Gateway-Pisac(config-line)# password redpisac
Gateway-Pisac(config-line)# login
Gateway-Pisac(config-line)# exit
Gateway-Pisac(config)# line vty 0 4
```

Gateway-Pisac(config-line)# password redpisac

Gateway-Pisac(config-line)# login local

Gateway-Pisac(config-line)# transport input telnet

Gateway-Pisac(config-line)# exit



```
telephony-service
no auto-reg-ephone
max-ephones 33
max-dn 46
ip source-address 192.168.34.1 port 2000 strict-match
system message RED DE VOIP PISAC
user-locale ES
network-locale ES
date-format dd-mm-yy
max-conferences 8 gain -6
transfer-system full-consult
create cnf-files version-stamp Jan 01 2002 00:00:00
!
!
ephone-dn 1 dual-line
number 1001 secondary 22501001
label MEDICINA(1001)
description C. SALUD PISAC
name C. SALUD PISAC
!
!
ephone-dn 13 dual-line
number 1013 secondary 22501013
label MEDICINA(1013)
description C. SALUD LAMAY
name C.SALUD LAMAY
!
!
ephone-dn 23 dual-line
number 1023 secondary 22501023
label TOPICO(1023)
description C.SALUD CUYO CHICO
name C. SALUD CUYO CHICO
```

*Fig. 5.4: Configuración del Call Manager
Fuente: línea de comandos Putty (GNS3)*

5.5.2 Switch en el Centro de Salud Pisac.

Debido a la gran cantidad de switches que cuenta la Micro Red la red de Pisac y todos estos estarán configurados de forma similar, se pondrá como ejemplo la configuración del switch del Centro de salud Pisac ya que estará será el principal y estará conectado al router con salida a internet.

SW-PISAC (config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q

SW-PISAC (config-if)#switchport mode trunk

SW-PISAC (config-if)#speed 100

SW-PISAC (config-if)#duplex full

Configuración de la interfaz GigabitEthernet 1/0 en modo acceso

SW-PISAC# Configure terminal

SW-PISAC (config)#interface GigabitEthernet1/0

SW-PISAC (config-if)#switchport access vlan 10

SW-PISAC (config-if)#switchport mode access

SW-PISAC (config-if)#switchport voice vlan 33

SW-PISAC (config-if)# negotiation auto

Configuración del ip de gestión en la vlan 99.

SW-PISAC (config)# interface Vlan99

SW-PISAC (config-if)# ip address 192.168.99.2 255.255.255.224

Configuración del Gateway.

SW-PISAC (config)# ip default-gateway 192.168.99.1

Configuración de usuario y contraseña para acceso por telnet y password para el puerto consola.

SW-PISAC (config)#username redpisac privilege 15 password 0 redpisac

SW-PISAC (config)#line con 0

SW-PISAC (config-line)# password redpisac

SW-PISAC (config-line)# login

```
SW-PISAC (config-line)# exit
SW-PISAC (config)# line vty 0 4
SW-PISAC (config-line)# password redpisac
SW-PISAC (config-line)# login local
SW-PISAC (config-line)# transport input telnet
SW-PISAC (config-line)# exit
```

5.6 RESULTADOS DE LA SIMULACION

En esta etapa del diseño, se harán las siguientes pruebas:

- Pruebas de conectividad entre los distintos centros de salud.
- Establecimiento de llamadas entre los distintos centros de salud
- Pruebas de gestión mediante Putty a los switches y al router de la red.

5.6.1 Pruebas de conectividad entre los Centros de Salud.

Se realizó pruebas de conectividad utilizando CMD entre las PC's virtuales de los distintos establecimientos.

- *Pruebas de conectividad entre Centro de salud Pisac y Centro de salud Lamay.*

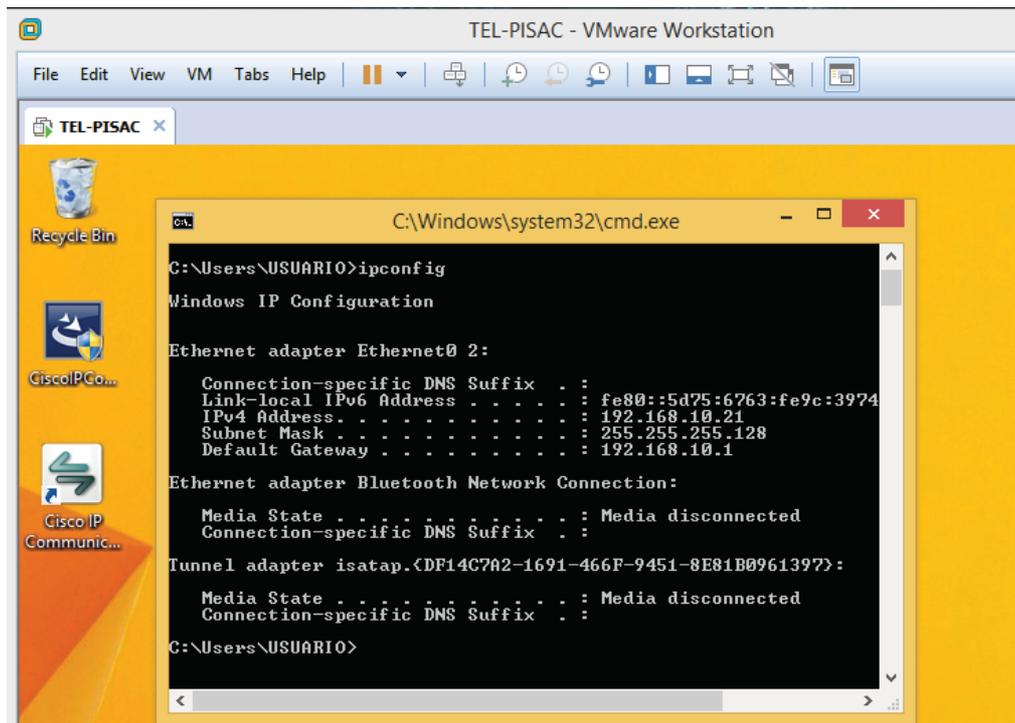


Fig. 5.6: PC virtual del Centro de Salud Pisac/ip: 192.168.10.21/25

Fuente: VMWARE

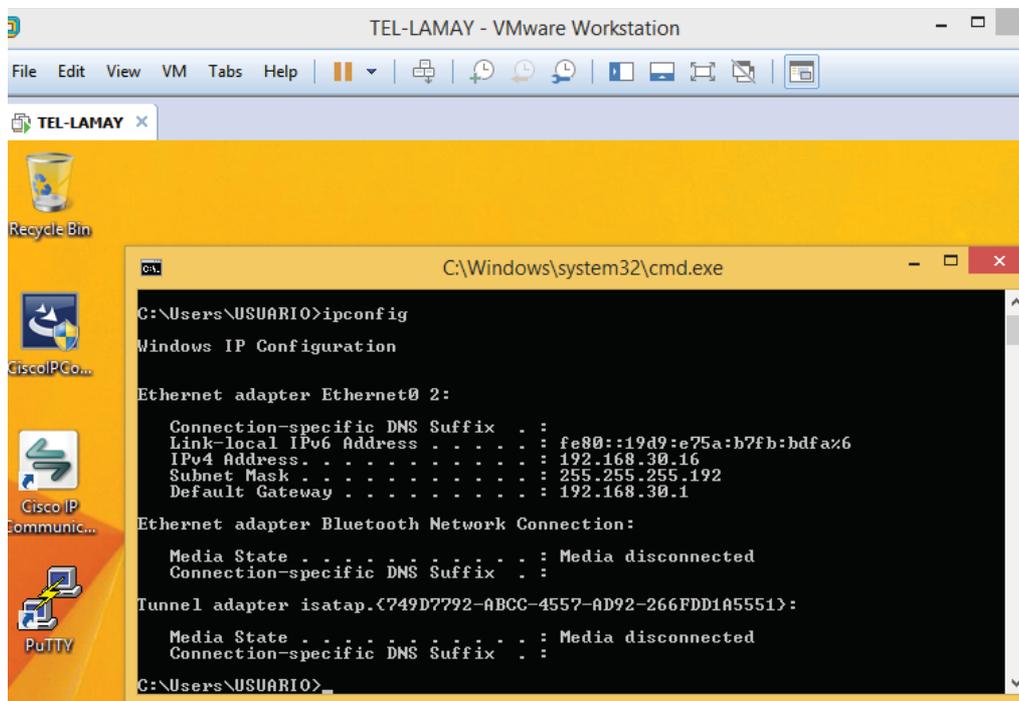


Fig. 5.7: PC virtual del Centro de Salud Lamay/ip: 192.168.30.16/26

Fuente: VMWARE

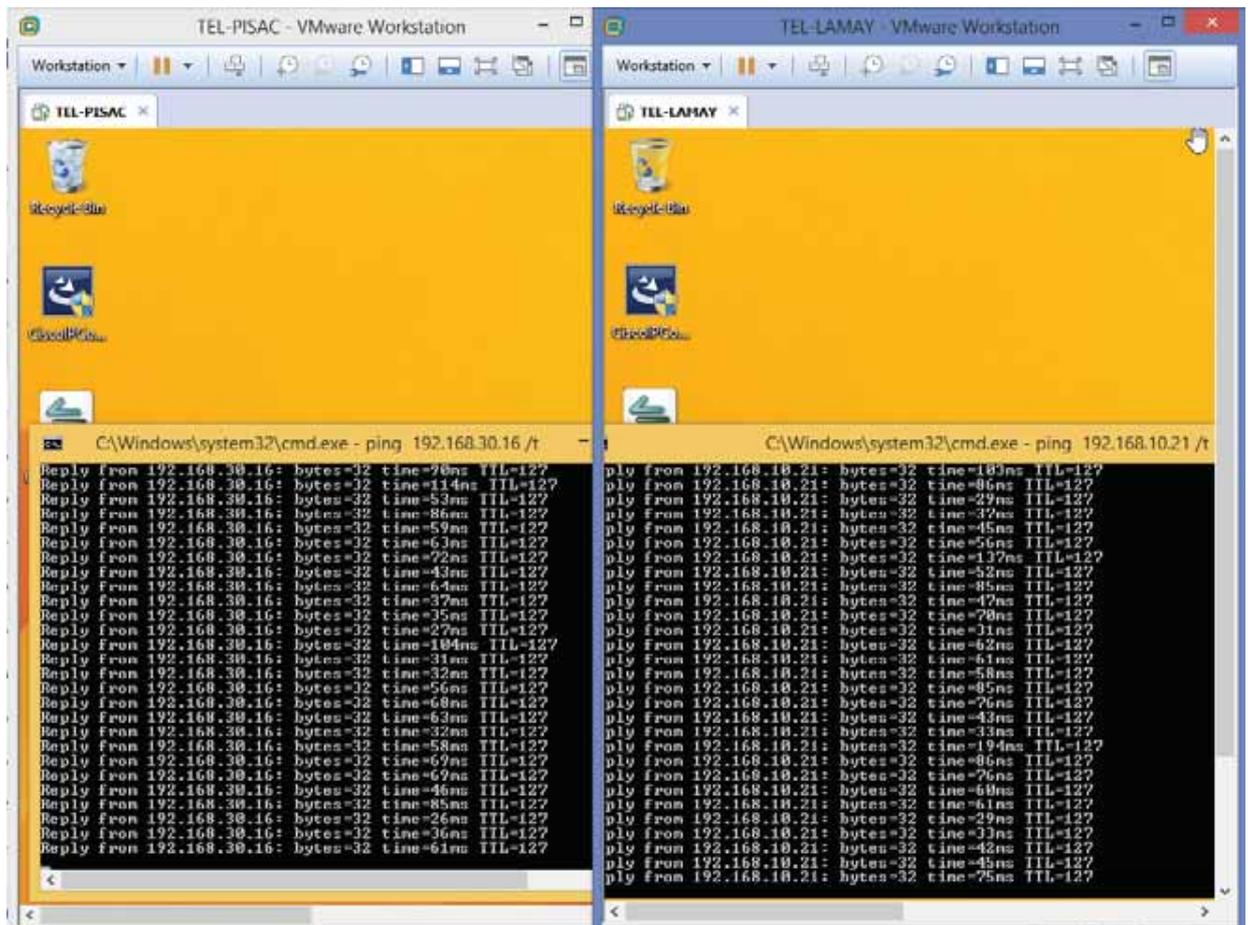


Fig. 5.8: Conectividad exitosa entre las dos computadoras

Fuente: VMWARE

- Pruebas de conectividad entre las PC's de los Centros de salud Cuyo chico y Patabamba.

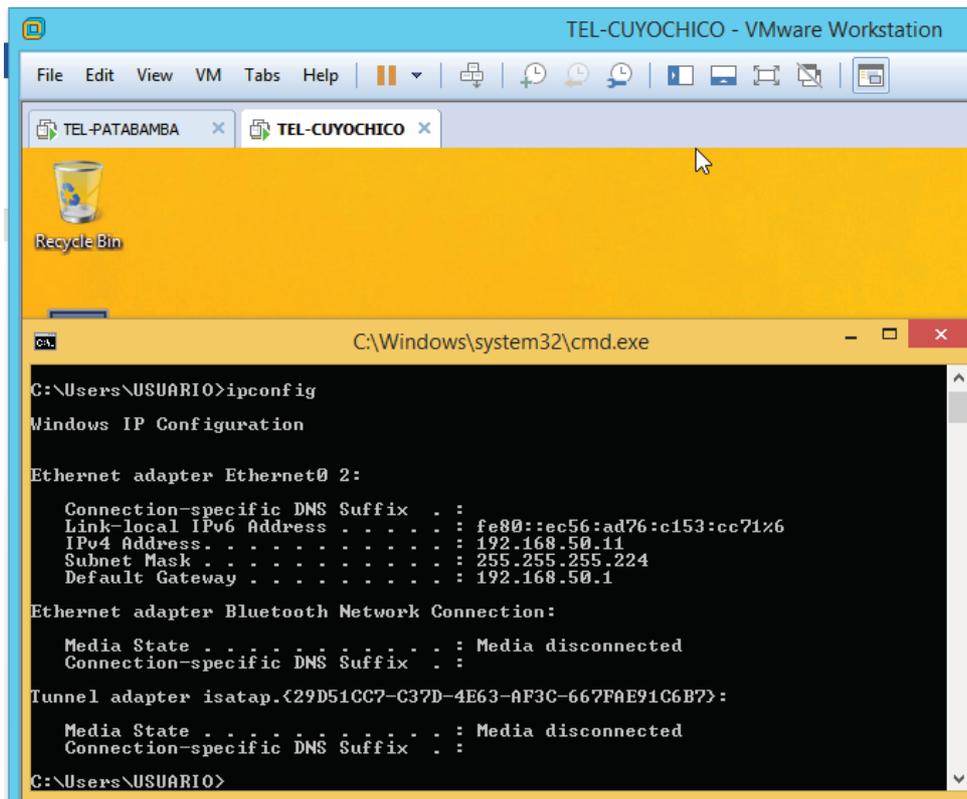


Fig. 5.9: PC virtual del Centro de Salud Cuyo Chico/ip: 192.168.50.11/27
Fuente: VMWARE

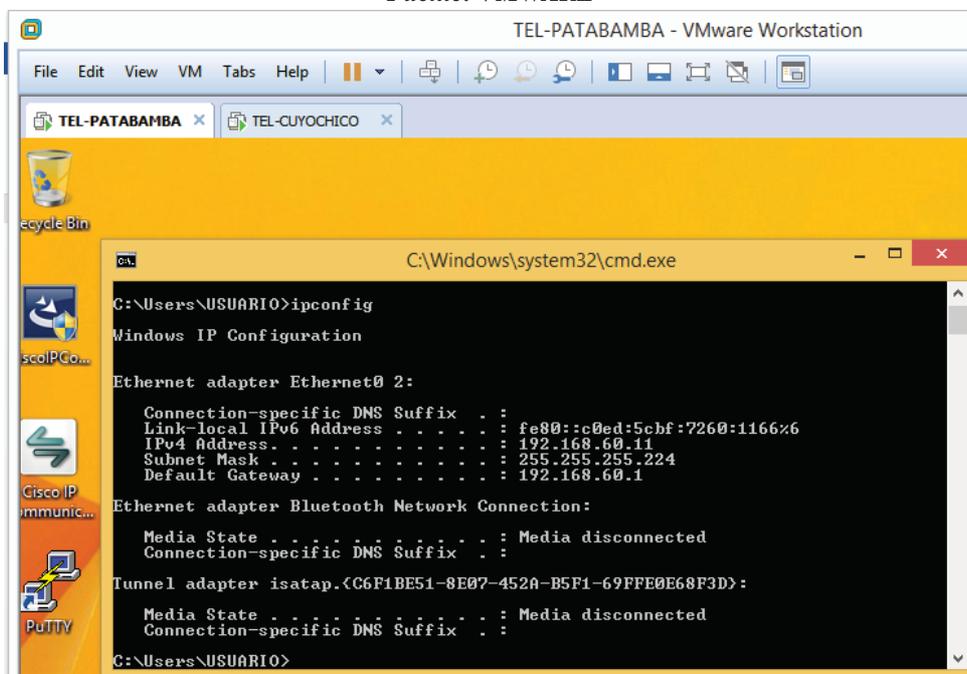
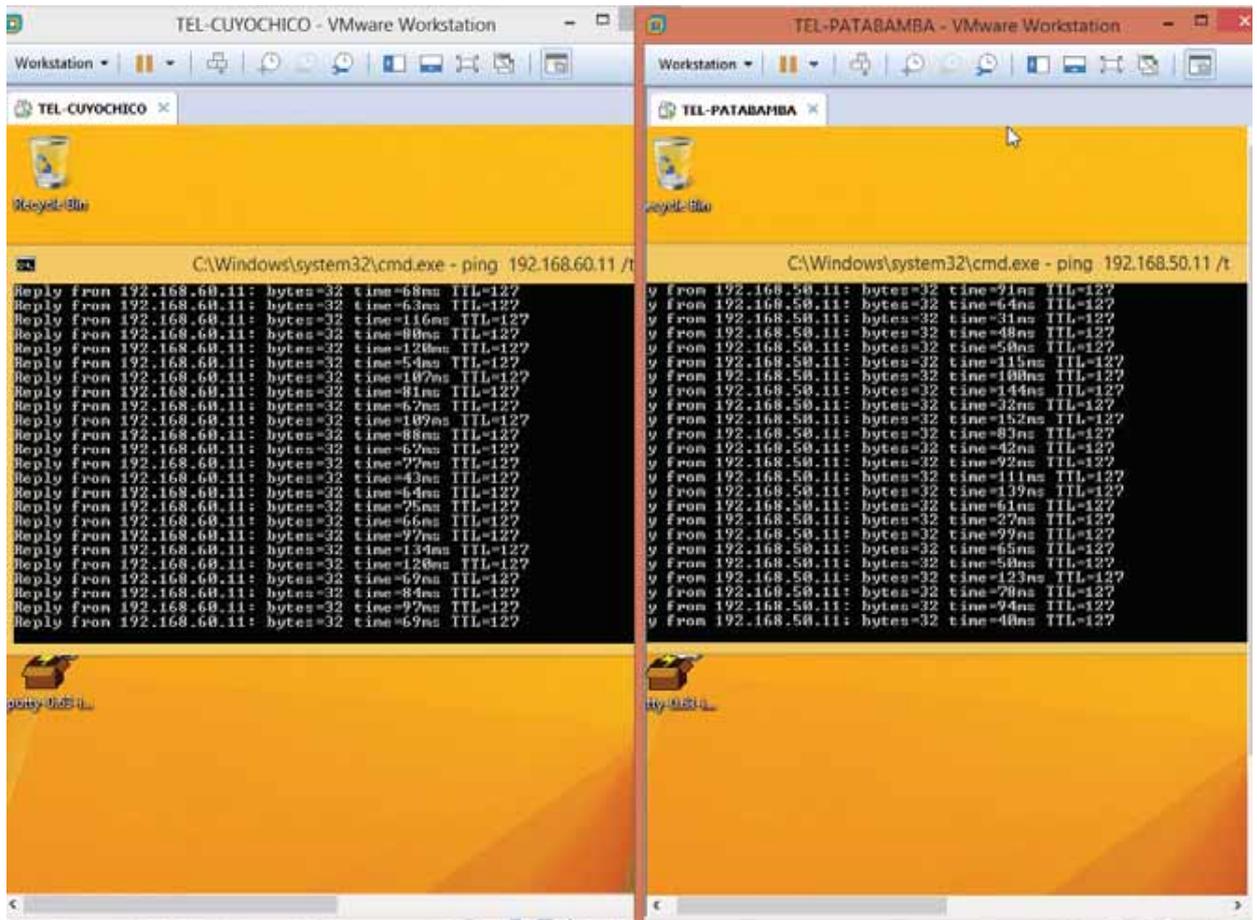


Fig. 5.10: PC virtual del Centro de Salud Patabamba /ip: 192.168.60.11/27
Fuente: VMWARE



*Fig. 5.11: Conectividad exitosa entre las dos computadoras
Fuente: VMWARE*

5.1.1 Conexión de llamadas entre los centros de salud.

Se realizó llamadas entre los centros de salud, usando el programa Cisco IP Communicator que se instaló en cada PC virtual.



*Fig. 5.12: Teléfonos IP (softphones), C.S. Pisac- C.S. Patabamba
Fuente: VMWARE*



*Fig. 5.13: Modo marcación del anexo telefónico de C.S. Pisac a C.S. Patabamba
Fuente: VMWARE*



*Fig. 5.14: Modo conexión de llamada del anexo telefónico de C.S. Pisac a C.S. Patabamba
Fuente: VMWARE*



*Fig. 5.15: Teléfonos IP (softphones), C.S. Lamay- C.S. Cuyo Chico
Fuente: VMWARE*



*Fig. 5.16: Modo marcación del anexo telefónico de C.S. Lamay a C.S. Cuyo Chico
Fuente: VMWARE*



*Fig. 5.17: Modo conexión de llamada del anexo telefónico de C.S. Lamay a C.S. Cuyo Chico
Fuente: VMWARE*

5.1.1 Gestión por telnet a los equipos de la red.

Una vez realizado las pruebas de conectividad entre PCs y la conexión de llamadas entre los distintos establecimientos, finalmente se hizo pruebas de la gestión de los equipos de la red, tales como al router y cada switch de la red. A continuación se muestran las capturas de las pruebas realizadas.

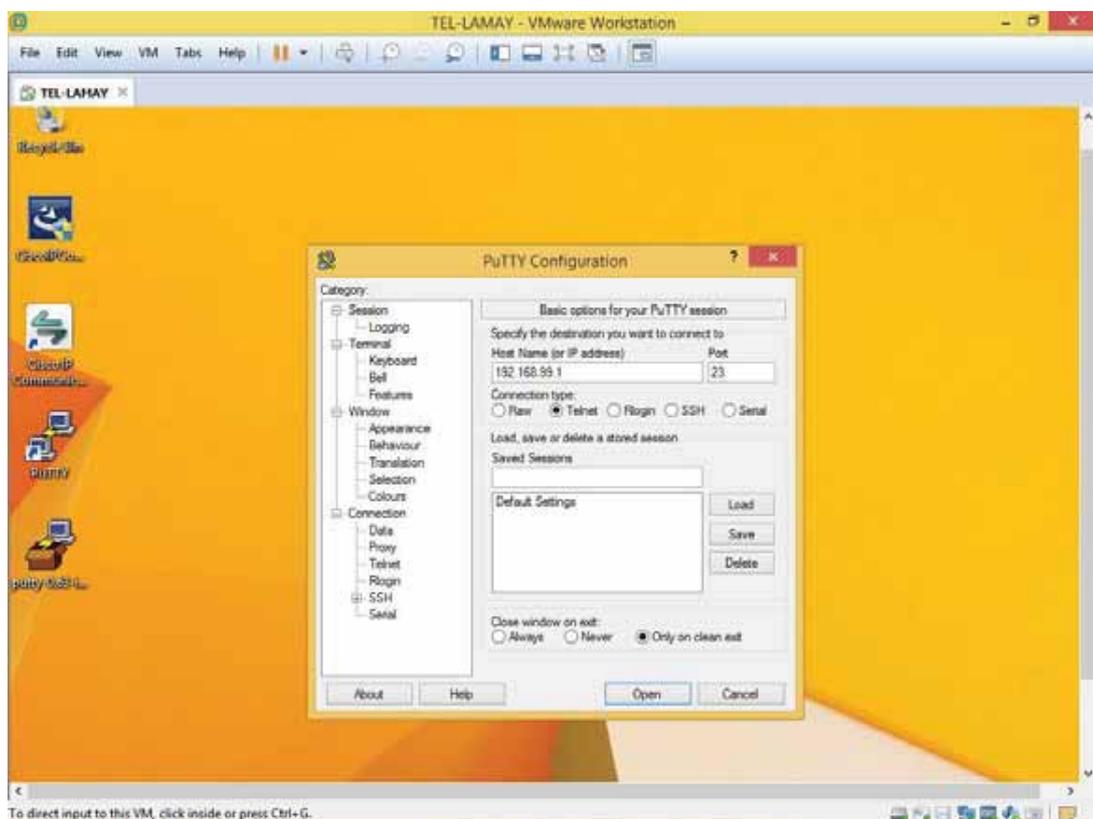


Fig. 5.18: Gestión por telnet desde la máquina virtual en C.S. Lamay
Fuente: VMWARE

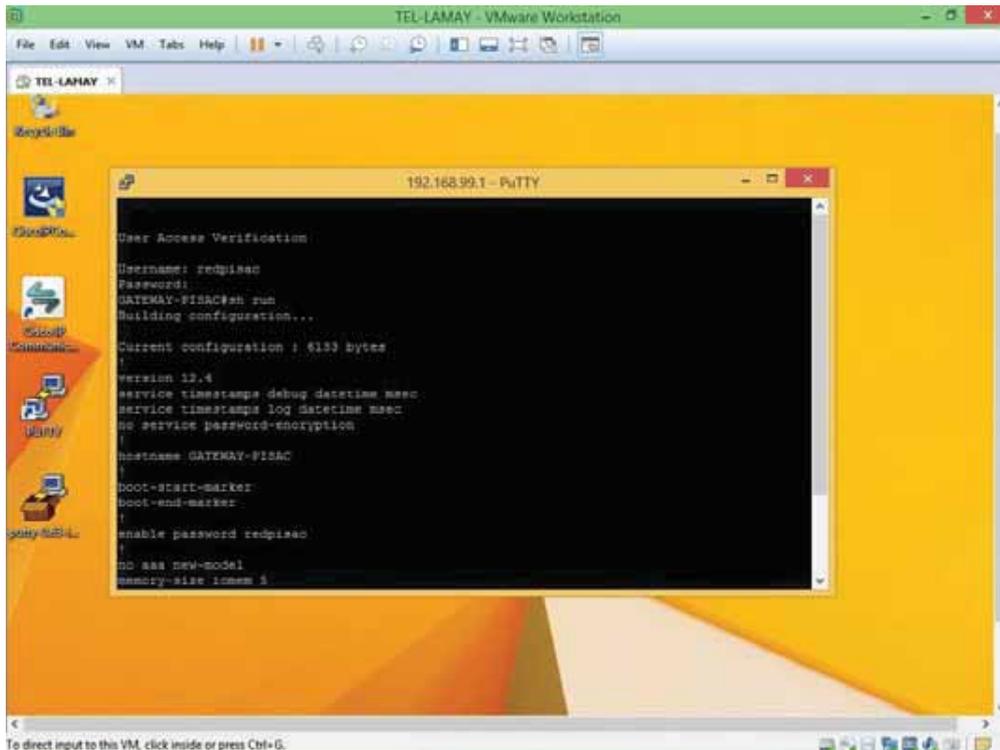


Fig. 5.19: Gestión al Router en C.S. Pisac por telnet desde la máquina virtual en C.S. Lamay Fuente: VMWARE

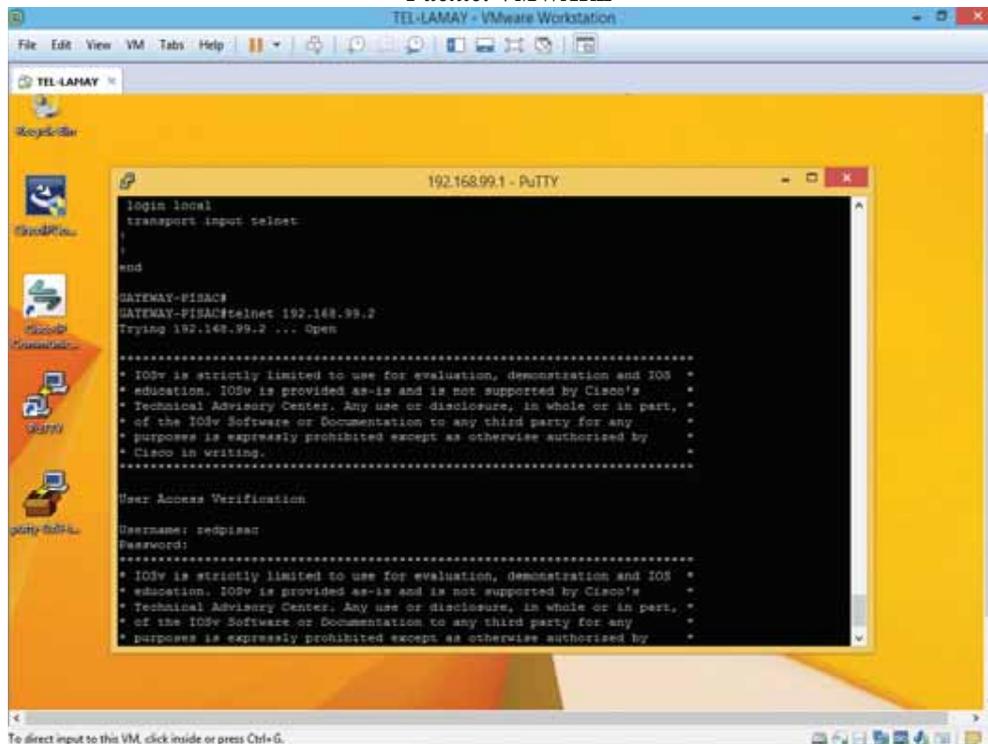


Fig. 5.20: Gestión al switch en C.S. Pisac por telnet desde la máquina virtual en C.S. Lamay Fuente:VMWARE

CAPITULO VI

ANALISIS DE COSTOS.

6.1 COSTO DE INVERSION.

En este apartado se presenta una valoración aproximada del proyecto, analizaremos el costo de inversión tanto en equipos, materiales y mano de obra para el despliegue de este proyecto, también haremos un análisis a futuro del costo de mantenimiento con una frecuencia de dos veces por año, que será necesario para que la infraestructura de la Micro Red de Salud Pisac se encuentre en un estado óptimo de operatividad.

El análisis de inversión del proyecto, se realizará en dos etapas, para tener un mayor detalle.

6.1.1 Etapa 1: tramo de fibra óptica.

En esta etapa se analizará los gastos que implican, el tendido de fibra óptica, fusión y mediciones reflectométricas entre los establecimientos C.S. Pisac, C.S. Taray, C. S Coya y C.S Lamay, finalmente se analizará la instalación de equipos e implementación de sistemas PAT (pozo a tierra) para los equipos indoor en cada uno de los centros de salud que involucra esta primera etapa.

MATERIALES PARA EL TENDIDO DE FIBRA OPTICA Y EMPALME POR FUSION EN CADA ESTABLECIMIENTO				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Bobina de fibra óptica (SM) de 4km ADSS de 12 hilos	Km	14	S/. 2,250.00	S/. 31,500.00
Caja de empalme o mufa de 12 hilos	Unidad	4	S/. 170.00	S/. 680.00
Cinta Band-IT 1/2 Y 3/4 (rollo de 30 m)	Unidad	12	S/. 98.00	S/. 1,176.00
Hebillas Cinta Band-IT 1/2Y ¾	Unidad	266	S/. 0.9800	S/. 260.68
Preformado de acero galvanizado para fibra óptica	Unidad	280	S/. 5.00	S/. 1,400.00
Cleyvis (agarradera de preformado)	Unidad	133	S/. 7.00	S/. 931.00
Cruzetas para reservas de f.o y cajas de empalme	Unidad	8	S/. 20.00	S/. 160.00
ODF de 12 hilos	Unidad	5	S/. 213.00	S/. 1,065.00
Acopladores tipo SC/APC	Unidad	36	S/. 5.90	S/. 212.40
Pigtail monomodo puertos SC/APC	Unidad	36	S/. 4.92	S/. 177.12
Cintillo negro 15 cm	Bolsa	20	S/. 18.00	S/. 360.00
Cinta aislante	Unidad	20	S/. 6.00	S/. 120.00
SUBTOTAL1				S/. 37,172.68

*Tabla 6.1: Materiales para el tendido de fibra óptica
Fuente: Propia*

MANO DE OBRA PARA EL TENDIDO DE F.O				
Concepto	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Tendido de fibra tramo CS. Pisac- CS. Coya	Km	7.70	S/. 3,000.00	S/. 23,130.00
Tendido de fibra tramo CS. Pisac- CS. Taray	Km	1.2	S/. 3,000.00	S/. 3,600.00
Tendido de fibra tramo CS. Coya - CS. Lamay	Km	4.7	S/. 3,000.00	S/. 14,100.00
Empalme tramo CS. Pisac- CS. Taray	Hilos	18	S/. 81.00	S/. 1,458.00
Empalme tramo CS. Pisac- CS. Coya	Hilos	30	S/. 81.00	S/. 2,430.00
Empalme tramo CS. Coya- CS. Lamay	Hilos	18	S/. 81.00	S/. 1,458.00
Medición reflectométricas y certificación de 6 hilos tramo C.S Pisac- C.S Taray	Hilos	6	S/. 98.43	S/. 590.58
Medición reflectométricas y certificación de 6 hilos tramo C.S Pisac- C.S Coya	Hilos	6	S/. 98.43	S/. 590.58
Medición reflectométricas y certificación de 6 hilos tramo C.S Coya- C.S Lamay	Hilos	6	S/. 98.43	S/. 590.58
Instalación de rack de 15 RU y rackeados de ODFs	Unidad	4	S/. 120.00	S/. 480.00
SUBTOTAL2				S/. 48,427.74

*Tabla 6.2: Mano de Obra para el tendido de fibra óptica
Fuente: Propia*

EQUIPOS Y ACCESORIOS EN LA SALA DE EQUIPOS/ INDOOR (EN 04 CENTROS DE SALUD)				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack de 15 RU en cada establecimiento	Unidad	4	S/. 520.00	S/. 2,080.00
Router CISCO 2821	Unidad	1	S/. 2,250.00	S/. 2,250.00
Switch CISCO 2960 Catalyst WS-C960-24PC-S	Unidad	4	S/. 4,556.00	S/. 18,224.00
Módulos SFP(SM), 1310nm - 10km, marca Cisco	Unidad	6	S/. 886.00	S/. 5,316.00
Firewall Cisco ASA5506-K9	Unidad	1	S/. 1,893.00	S/. 1,893.00
Patchcord de f.o monomodo (SM) duplex tipo SC/APC- LC/PC de 3 m	Unidad	6	S/. 65.61	S/. 393.66
Supresor de picos de 10 tomas para cada establecimiento	Unidad	4	S/. 110.00	S/. 440.00
Barra de aterramiento para rack	Unidad	4	S/. 80.00	S/. 320.00
Interruptor termomagnético de 2X40A	Unidad	4	S/. 38.00	S/. 152.00
UPS de 1000kVA-500W	Unidad	4	S/. 520.00	S/. 2,080.00
SUBTOTAL 3				S/. 28,516.66

*Tabla 6.3: Equipos y accesorios en la sala de equipos (Indoor)
Fuente: Propia*

SISTEMA PAT EN SALA INDOOR/ POR CADA CENTRO DE SALUD				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	15	S/. 2.70	S/. 40.50
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de obra	Unidad	1	S/. 500.00	S/. 500.00
SUBTOTAL 4				S/. 1,651.50
SUBTOTAL 5 (POR 04)				S/. 6,606.00

*Tabla 6.4: Sistema de pozo a tierra
Fuente: Propia*

EQUIPOS Y ACCESORIOS				
Equipo	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Teléfono IP	Unidad	18	S/. 262.00	S/. 4,716.00
Access Point	Unidad	3	S/. 250.00	S/. 750.00
Cable Utp Cat 6	Metro	400	S/. 3.60	S/. 1,440.00
Conectores RJ45 Cat 6	Unidad	100	S/. 2.20	S/. 220.00
Capuchas para conector RJ45	Unidad	100	S/. 2.30	S/. 230.00
SUBTOTAL 6				S/. 7,356.00

*Tabla 6.5: Equipamiento Ip
Fuente: Propia*

INSTALACION, SUPERVISION Y OTROS GASTOS				
Concepto	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero electronico/Ingeniero de telecomunicaciones	Unidad	3	S/. 7,000.00	S/. 21,000.00
Arrendamiento de postes de Electro Sur Este por año	Unidad	133	S/. 25.00	S/. 3,325.00
SUBTOTAL 7				S/. 24,325.00
TOTAL ETAPA 1				S/. 151,616.58

*Tabla 6.6: Gastos de supervisión y estudio de campo, gasto total primera etapa del proyecto
Fuente: Propia*

6.1.2 Etapa 2: Tramo de la red de microondas.

En esta segunda etapa se analizará los gastos que implican la implementación de repetidores, sistemas de energía fotovoltaica y sistemas PAT. Finalmente se verificara los costos de los equipos de microondas e instalación.

Iniciaremos el análisis de costos en el Centro de Salud Pisac, donde se utilizará la torre existente de 15 mts. En este punto se implementará también un sistema PAT para reforzar la protección ante descargas, ya que el sistema PAT existente se encuentra en pésimas condiciones, según información del personal a cargo nunca se hizo un mantenimiento correctivo.

- **Centro de Salud Pisac.**

SISTEMA PAT PARA TORRE EXISTENTE				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable cobre pelado N°8 AWG para bobina helicoidal	Metro	20	S/. 2.50	S/. 50.00
Varillas de cobre puro 5/8" x 1.8m	Unidad	1	S/. 230.00	S/. 230.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	3	S/. 15.00	S/. 45.00
Sal industrial	Saco	5	S/. 21.00	S/. 105.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable desnudo de 25mm (AWG N°4)	Metro	10	S/. 18.00	S/. 180.00
Placa de cobre para aterramiento de equipos	Unidad	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Mano de obra	Unidad	1	S/. 500.00	S/. 500.00
SUBTOTAL 8				S/. 1,898.00

*Tabla 6.7: Sistema de pozo a tierra para torre existente
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO CS. PISAC-REPETIDOR 1				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP (exteriores) Cat 6	Metro	50	S/. 3.60	S/. 180.00
Conectores RJ45 cat 6	Unidad	8	S/. 2.20	S/. 17.60
Capucha de conectores	Unidad	8	S/. 2.30	S/. 18.40
Canaleta de 60x20mm	Unidad	4	S/. 9.00	S/. 36.00
Canaleta de piso	Unidad	4	S/. 9.00	S/. 36.00
Accesorios de canaleta	Unidad	20	S/. 3.00	S/. 60.00
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 9				S/. 870.50

*Tabla 6.8: Enlace CS. Pisac-Repetidor 1
Fuente: Propia*

- **Repetidor 1.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de este repetidor, el sistema de energía fotovoltaico, los dos sistemas PAT y la implementación de los respectivos enlaces de microondas.

REPETIDORA 1-IMPLEMENTACION DE TORRE DE 15 MTS				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/)	C/T (S/)
Cuerpo de torre galvanizado de 30x30x30cm x 3mts(altura)	Unidad	5	S/. 720.00	S/. 3,600.00
Alambre galvanizado N°12 para retenida de torre	Metro	125	S/. 6.00	S/. 750.00
Anclaje para retenidas	Unidad	3	S/. 70.00	S/. 210.00
Templadores M10	Unidad	9	S/. 34.00	S/. 306.00
Pararrayos tetra puntal	Unidad	1	S/. 640.00	S/. 640.00
Escalerilla de comunicación de torre a Rack de equipos + accesorios	Unidad	1	S/. 280.00	S/. 280.00
Cemento	Bolsas	23	S/. 25.00	S/. 575.00
Hormigón	m3	3	S/. 70.00	S/. 210.00
Fierros de 1/2"	Unidad	4	S/. 34.00	S/. 136.00
Fierros de 3/8"	Unidad	2	S/. 17.00	S/. 34.00
Mano de obra	Unidad	1	S/. 2,800.00	S/. 2,800.00
SUBTOTAL 10				S/. 9,541.00

*Tabla 6.9: Implementación de torre de 18 mts
Fuente: Propia*

IMPLEMENTACION DE 02 SISTEMAS PAT PARA LA TORRE				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/)	C/T (S/)
Cable eléctrico desnudo de 35 mm2	Metros	20	S/. 30.00	S/. 600.00
Flete de cobre de 4mm x 30m	Unidad	1	S/. 1,300.00	S/. 1,300.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soldadura exotérmica	Unidad	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Sal industrial	Saco	5	S/. 25.00	S/. 125.00
Carbón mineral	Saco	2	S/. 50.00	S/. 100.00
Bentonita	Saco	8	S/. 34.00	S/. 272.00
Tierra negra	m3	10	S/. 75.00	S/. 750.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	22	S/. 3.00	S/. 66.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 5.00	S/. 10.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Placa para aterramiento	Unidad	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Mano de obra	Unidad	1	S/. 800.00	S/. 800.00
SUBTOTAL 11 (POR 01 POZO)				S/. 4,367.00
SUBTOTAL 12 (POR 02 POZOS)				S/. 8,734.00

*Tabla 6.10: Implementación de 02 sistemas de pozo a tierra
Fuente: Propia*

EQUIPAMIENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Panel solar de 300Wp	Unidad	4	S/. 830.00	S/. 3,320.00
Baterías de 200Ah-12Volt	Unidad	2	S/. 990.00	S/. 1,980.00
Regulador de 50A-24Volt	Unidad	1	S/. 1,140.00	S/. 1,140.00
PDU con 6 breakers monopolo de 6A	Unidad	1	S/. 750.00	S/. 750.00
Barra de aterramiento	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Cables y accesorios para conexionado	Unidad	1	S/. 500.00	S/. 500.00
Material para obras civiles	Unidad	1	S/. 600.00	S/. 600.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
SUBTOTAL 13				S/. 10,570.00

*Tabla 6.11: Equipamiento de Energía fotovoltaica
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RED				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack outdoor para equipos y baterías de 60cm x 120cm , 15RU	Unidad	1	S/. 650.00	S/. 650.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
SUBTOTAL 14				S/. 2,390.00

*Tabla 6.12: Equipos de Red
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO REPETIDOR 1- CS. PISAC				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	15	S/. 3.60	S/. 54.00
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 15				S/. 585.50

*Tabla 6.13: enlace Repetidor 1- C.S. Pisac
Fuente: Propia*

EQUPOS DE RADIO ENLACE REPETIDOR 1- REPETIDOR 2				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP (exteriores) Cat 5e	Metro	22	S/. 3.60	S/. 79.20
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 16				S/. 610.70

*Tabla 6.14: enlace Repetidor 1- Repetidor 2
Fuente: Propia*

EQUPOS DE RADIO ENLACE REPETIDOR 1- CS. CUYO CHICO				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480
Cable STP (exteriores) Cat 5e	Metro	18	S/. 3.60	S/. 64.80
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 17				S/. 596.00

*Tabla 6.15: enlace Repetidor 1- C.S. Cuyo Chico
Fuente: Propia*

CERCO PERIMETRICO				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Materiales de construcción (incluye traslado)	Unidad	1	S/. 6,800.00	S/. 6,800.00
Mano de obra	Unidad	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
SUBTOTAL 18				S/. 11,800.00
ESTUDIO Y SUPERVISION.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero electrónico/Ingeniero de telecomunicaciones	Unidad	1	S/. 7,000.00	S/. 7,000.00
Ingeniero Civil	Unidad	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
Ingeniero Eléctrico	Unidad	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
SUBTOTAL 19				S/. 19,000.00
TOTAL REPETIDOR 1				S/. 64,737.50

*Tabla 6.16: Cerco perimétrico, supervisión de proyecto
Fuente: Propia*

- **Repetidor 2.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de este repetidor, el sistema de energía fotovoltaico, los dos sistemas PAT y la implementación de las etapas de radio enlace a los diferentes puntos.

REPETIDOR 2-IMPLEMENTACION DE TORRE DE 21 MTS				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/)	C/T (S/)
Cuerpo de torre galvanizadas de 30x30x30cm x 3mts(altura)	Unidad	6	S/. 720.00	S/. 4,320.00
Alambre galvanizado N°12 para retenida de torre	Metro	225	S/. 6.00	S/. 1,350.00
Anclaje para retenidas	Unidad	3	S/. 70.00	S/. 210.00
Templadores M10	Unidad	12	S/. 34.00	S/. 408.00
Pararrayo tetra puntal	Unidad	1	S/. 640.00	S/. 640.00
Escalerilla de comunicación de torre a Rack de equipos + accesorios	Unidad	1	S/. 280.00	S/. 280.00
Cemento	Bolsas	25	S/. 25.00	S/. 625.00
Hormigón	m3	3	S/. 70.00	S/. 210.00
Fierros de 1/2"	Unidad	4	S/. 34.00	S/. 136.00
Fierros de 3/8"	Unidad	2	S/. 17.00	S/. 34.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 3,200.00	S/. 3,200.00
SUBTOTAL 20				S/. 11,413.00

*Tabla 6.17: Implementación de repetidor de 21mts
Fuente: Propia*

IMPLEMENTACION DE 02 SISTEMAS PAT				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/)	C/T (S/)
Cable eléctrico desnudo de 35 mm2	Metros	20	S/. 30.00	S/. 600.00
Flete de cobre de 4mm x 30m	Unidad	1	S/. 1,300.00	S/. 1,300.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soldadura exotérmica	Unidad	1	S/. 30.00	S/. 30.00
Sal Industrial	Saco	5	S/. 25.00	S/. 125.00
Carbón mineral	Saco	2	S/. 50.00	S/. 100.00
Bentonita	Saco	8	S/. 34.00	S/. 272.00
Tierra negra	m3	10	S/. 75.00	S/. 750.00
Cable thw awg N° 10 verde-amarillo	Metros	22	S/. 3.00	S/. 66.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 5.00	S/. 10.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Placa para aterramiento	Unidad	1	S/. 200.00	S/. 200.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 800.00	S/. 800.00
SUBTOTAL 21 (POR 01 POZO)				S/. 4,367.00
SUBTOTAL 22 (POR 02 POZOS)				S/. 8,734.00

*Tabla 6.18: Implementación de 02 sistemas de pozo a tierra
Fuente: Propia*

EQUIPAMIENTO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Panel solar de 300Wp	Unidad	4	S/. 830.00	S/. 3,320.00
Baterías de 200Ah-12Volt	Unidad	2	S/. 990.00	S/. 1,980.00
Regulador de 50A-24Volt	Unidad	1	S/. 1,140.00	S/. 1,140.00
PDU con 6 Breaker monopolo de 6A	Unidad	1	S/. 750.00	S/. 750.00
Barra de aterramiento	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
Cables y accesorios para conexonado	Unidad	1	S/. 500.00	S/. 500.00
Material para obras civiles	Unidad	1	S/. 600.00	S/. 600.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
SUBTOTAL 23				S/. 10,570.00

*Tabla 6.19: Equipamiento de energía fotovoltaica
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RED				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack Outdoor para equipos y baterías de 60cm x 120cm , 15RU	Unidad	1	S/. 650.00	S/. 650.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
SUBTOTAL 24				S/. 2,390.00

*Tabla 6.20: Equipos de Red
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RADIO ENLACE REPETIDOR 2- REPETIDOR 1				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	18	S/. 3.60	S/. 64.80
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 25				S/. 596.30

*Tabla 6.21: Enlace Repetidor2 – Repetidor1
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO REPETIDOR 2 - CS. CUYO GRANDE				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	24	S/. 3.60	S/. 86.40
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	21	S/. 2.50	S/. 52.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 26				S/. 632.90

Tabla 6.22: Enlace Repetidor2 – CS. Cuyo Grande

Fuente: Propia

EQUIPOS DE RADIO ENLACE REPETIDOR 2 - CS. HUANCALLE				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	21	S/. 3.60	S/. 75.60
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	18	S/. 2.50	S/. 45.00
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 27				S/. 615.00

Tabla 6.23: Enlace Repetidor2 – CS. Huancalle

Fuente: Propia

EQUIPOS DE RADIO ENLACE REPETIDOR 2 - CS. PATABAMBA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 480.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	27	S/. 3.60	S/. 97.20
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	24	S/. 2.50	S/. 60.00
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 28				S/. 651.20

*Tabla 6.24: Enlace Repetidor2 – CS. Patabamba
Fuente: Propia*

CERCO PERIMETRICO				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Materiales de construcción (incluye traslado)	Unidad	1	S/. 6,800.00	S/. 6,800.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
SUBTOTAL 29				S/. 11,800.00

*Tabla 6.25: Cerco perimétrico
Fuente: Propia*

ESTUDIO Y SUPERVISION				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero Electronico/Ingeniero de Telecomunicaciones	Unidad	1	S/. 7,000.00	S/. 7,000.00
Ingeniero Civil	Unidad	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
Ingeniero Electrico	Unidad	1	S/. 6,000.00	S/. 6,000.00
SUBTOTAL 30				S/. 19,000.00
TOTAL REPETIDOR 2				S/. 67,522.00

*Tabla 6.26: Supervisión y construcción, total repetidor 1
Fuente: Propia*

- **Centro de salud Cuyo Chico.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de infraestructura en este establecimiento, instalación de rack en la sala de equipos, instalación de soporte para la radio, sistemas PAT y finalmente la implementación de la etapa de radio enlace

SISTEMA PAT PARA EQUIPOS DE SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	15	S/. 2.70	S/. 40.50
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 430.00
SUBTOTAL 31				S/. 1,581.50

*Tabla 6.27: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos
Fuente: Propia*

INSTALACION DE MASTIL+ POZO A TIERRA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soporte galvanizado circular de 2" x 1.5mm x 6mts	Unidad	1	S/. 370.00	S/. 370.00
base para soporte +Abrazaderas para el mástil	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
brazos con aisladores (completo)	Unidad	3	S/. 12.00	S/. 36.00
punta tetra puntal	Unidad	1	S/. 350.00	S/. 350.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable desnudo de bajada 25mm	Metro	25	S/. 18.00	S/. 450.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 1,200.00
SUBTOTAL 32				S/. 3,597.00

*Tabla 6.28: Instalación de mástil con sistema de pozo a tierra
Fuente: Propia*

EQUIPOS INSTALADOS EN LA SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack Outdoor para equipos y baterías de 15RU	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
Supresor de Picos de 10 tomas para cada establecimiento	Unidad	4	S/. 110.00	S/. 440.00
Interruptor termomagnético de 2X30A	Unidad	4	S/. 35.00	S/. 140.00
Cable eléctrico AWG N°10	Metros	20	S/. 3.50	S/. 70.00
Barra de aterramiento para rack	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
UPS de 1000VA, 500w	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
SUBTOTAL 33				S/. 3,510.00
EQUIPO SALA.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Teléfonos IP Cisco	Unidad	3	S/. 262.00	S/. 786.00
SUBTOTAL 34				S/. 786.00

Tabla 6.29: Equipos en sala indoor.

Fuente: Propia

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO CS. CUYO CHICO- REPETIDOR 1				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 510.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	35	S/. 3.60	S/. 126.00
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 35				S/. 657.50

Tabla 6.30: Enlace CS. Cuyo Chico- Repetidor 1

Fuente: Propia

ESTUDIO Y SUPERVISION.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero Electronico/Ingeniero de Telecomunicaciones	Unidad	2	S/. 4,000.00	S/. 8,000.00
SUBTOTAL 36				S/. 8,000.00
TOTAL CS. CUYO CHICO				S/. 18,162.00

*Tabla 6.31: Supervisión y construcción
Fuente: Propia*

- **Centro de Salud Cuyo Grande.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de infraestructura en este establecimiento, instalación de rack en la sala de equipos, instalación de soporte para la radio, sistemas PAT y finalmente la implementación de la etapa de radio enlace.

SISTEMA PAT PARA EQUIPOS DE SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	15	S/. 2.70	S/. 40.50
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 430.00
SUBTOTAL 37				S/. 1,581.50

*Tabla 6.32: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos
Fuente: Propia*

INSTALACION DE MASTIL+ POZO A TIERRA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soporte galvanizado circular de 2" x 1.5mm x 6mts	Unidad	1	S/. 370.00	S/. 370.00
base para soporte +Abrazaderas para el mástil	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
brazos con aisladores (completo)	Unidad	3	S/. 12.00	S/. 36.00
punta tetra puntal	Unidad	1	S/. 350.00	S/. 350.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable desnudo de bajada 25mm	Metro	25	S/. 18.00	S/. 450.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 1,200.00
SUBTOTAL 38				S/. 3,597.00

*Tabla 6.33: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos
Fuente: Propia*

EQUIPOS INSTALADOS EN LA SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack Outdoor para equipos y baterías de 15RU	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
Supresor de Picos de 10 tomas para cada establecimiento	Unidad	4	S/. 110.00	S/. 440.00
Interruptor termomagnético de 2X30A	Unidad	4	S/. 35.00	S/. 140.00
Cable eléctrico AWG N°10	Metros	20	S/. 3.50	S/. 70.00
Barra de aterramiento para rack	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
UPS de 1000VA, 500w	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
SUBTOTAL 39				S/. 3,510.00

*Tabla 6.34: Equipos instalados en sala (indoor)
Fuente: Propia*

EQUIPOS DE SALA.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Teléfonos IP Cisco	Unidad	3	S/. 262.00	S/. 786.00
SUBTOTAL 40				S/. 786.00

*Tabla 6.35: Equipos en sala indoor
Fuente: Propia*

ENLACE CS. CUYO GRANDE – REPETIDOR 2				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 580.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	35	S/. 3.60	S/. 126.00
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 41				S/. 657.50

Tabla 6.36: Enlace CS. Cuyo Grande- Repetidor 2

Fuente: Propia

ESTUDIO Y SUPERVISION.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero Electronico/Ingeniero de Telecomunicaciones	Unidad	2	S/. 4,000.00	S/. 8,000.00
SUBTOTAL 42				S/. 8,000.00
TOTAL CS. CUYO GRANDE				S/. 18,232.00

Tabla 6.37: Supervisión y construcción

Fuente: Propia

- **Centro de salud Huancalle.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de infraestructura en este establecimiento, instalación de rack en la sala de equipos, instalación de soporte para la radio, sistemas PAT y finalmente la implementación de la etapa de radio enlace.

SISTEMA PAT PARA EQUIPOS DE SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	15	S/. 2.70	S/. 40.50
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 430.00
SUBTOTAL 43				S/. 1,581.50

Tabla 6.38: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos

Fuente: Propia

INSTALACION DE MASTIL+ POZO A TIERRA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soporte galvanizado circular de 2" x 1.5mm x 6mts	Unidad	1	S/. 370.00	S/. 370.00
base para soporte +Abrazaderas para el mástil	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
brazos con aisladores (completo)	Unidad	3	S/. 12.00	S/. 36.00
punta tetra puntal	Unidad	1	S/. 350.00	S/. 350.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable desnudo de bajada 25mm	Metro	25	S/. 18.00	S/. 450.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 1,200.00	S/. 1,200.00
SUBTOTAL 44				S/. 3,597.00

Tabla 6.39: Instalación de mástil con sistema de pozo a tierra

Fuente: Propia

EQUIPOS INSTALADOS EN LA SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack Outdoor para equipos y baterías de 15RU	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
Supresor de Picos de 10 tomas para cada establecimiento	Unidad	4	S/. 110.00	S/. 440.00
Interruptor termomagnético de 2X30A	Unidad	4	S/. 35.00	S/. 140.00
Cable eléctrico AWG N°10	Metros	20	S/. 3.50	S/. 70.00
Barra de aterramiento para rack	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
UPS de 1000VA, 500w	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
SUBTOTAL 45				S/. 3,510.00

Tabla 6.40: Equipos instalados en sala indoor

Fuente: Propia

EQUIPOS DE SALA.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Teléfonos IP Cisco	Unidad	3	S/. 262.00	S/. 786.00
SUBTOTAL 46				S/. 786.00

Tabla 6.41: Equipos de sala indoor.

Fuente: Propia

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO CS. HUANCALLE – REPETIDOR 2				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 580.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	35	S/. 3.60	S/. 126.00
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 47				S/. 657.50

Tabla 6.42: Enlace CS. Huancalle- Repetidor 2

Fuente: Propia

ESTUDIO Y SUPERVISION.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero Electronico/Ingeniero de Telecomunicaciones	Unidad	2	S/. 4,000.00	S/. 8,000.00
SUBTOTAL 48				S/. 8,000.00
TOTAL CS. HUANCALLE				S/. 18,232.00

Tabla 6.43: Supervisión y construcción, total CS. Huancalle

Fuente: Propia

- **Centro de salud Patabamba.**

En esta etapa analizaremos los costos que implican la implementación de infraestructura en este establecimiento, instalación de rack en la sala de equipos, instalación de soporte para la radio, sistemas PAT y finalmente la implementación de la etapa de radio enlace.

SISTEMA PAT PARA EQUIPOS DE SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable thw awg 10 verde-amarillo	Metros	15	S/. 2.70	S/. 40.50
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 430.00
SUBTOTAL 49				S/. 1,581.50

Tabla 6.44: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos

Fuente: Propia

INSTALACION DE MASTIL+ POZO A TIERRA				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Cable eléctrico para PAT 16mm	Metros	10	S/. 22.00	S/. 220.00
Varillas para PAT de cobre puro 1/2"	Unidad	1	S/. 228.00	S/. 228.00
Caja de registro	Unidad	1	S/. 100.00	S/. 100.00
Soporte galvanizado circular de 2" x 1.5mm x 6mts	Unidad	1	S/. 370.00	S/. 370.00
base para soporte +Abrazaderas para el mástil	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
brazos con aisladores (completo)	Unidad	3	S/. 12.00	S/. 36.00
punta tetra puntal	Unidad	1	S/. 350.00	S/. 350.00
Conector Anderson	Unidad	1	S/. 15.00	S/. 15.00
Sal Industrial	Saco	2	S/. 21.00	S/. 42.00
Carbón mineral	Saco	1	S/. 48.00	S/. 48.00
Thorgel	Caja	2	S/. 97.00	S/. 194.00
Tierra negra	m3	3	S/. 82.00	S/. 246.00
Cable desnudo de bajada 25mm	Metro	25	S/. 18.00	S/. 450.00
tuberías de agua 1/2" de 3 metros	Unidad	2	S/. 7.00	S/. 14.00
Codos de 1/2"	Unidad	2	S/. 2.00	S/. 4.00
Mano de Obra	Unidad	1	S/. 430.00	S/. 1,200.00
SUBTOTAL 50				S/. 3,597.00

Tabla 6.45: Sistema de pozo a tierra para sala de equipos

Fuente: Propia

EQUIPOS INSTALADOS EN LA SALA INDOOR				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Rack Outdoor para equipos y baterías de 15RU	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
Switch Cisco WS-C2960P-8TT-L	Unidad	1	S/. 1,680.00	S/. 1,680.00
Bandeja rackeable para equipos	Unidad	2	S/. 30.00	S/. 60.00
Supresor de Picos de 10 tomas para cada establecimiento	Unidad	4	S/. 110.00	S/. 440.00
Interruptor termomagnético de 2X30A	Unidad	4	S/. 35.00	S/. 140.00
Cable eléctrico AWG N°10	Metros	20	S/. 3.50	S/. 70.00
Barra de aterramiento para rack	Unidad	1	S/. 80.00	S/. 80.00
UPS de 1000VA, 500w	Unidad	1	S/. 520.00	S/. 520.00
SUBTOTAL 51				S/. 3,510.00

Tabla 6.46: Equipos instalados en sala indoor

Fuente: Propia

EQUIPAMIENTO DE SALA.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Teléfonos IP Cisco	Unidad	3	S/. 262.00	S/. 786.00
SUBTOTAL 52				S/. 786.00

Tabla 6.47: Equipos de sala.

Fuente: Propia

EQUIPOS DE RADIO ENLACE TRAMO CS. PATABAMBA – REPETIDOR 2				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ubiquiti NanoStation5 UB-NS5+ accesorios de fijación	Unidad	1	S/. 580.00	S/. 480.00
Cable STP(exteriores) Cat 5e	Metro	35	S/. 3.60	S/. 126.00
Conectores RJ45 cat 5e	Unidad	2	S/. 2.20	S/. 4.40
Capucha de conectores	Unidad	2	S/. 2.30	S/. 4.60
Cable AWG N°12 para aterramiento	Metro	15	S/. 2.50	S/. 37.50
Conectores para cable de tierra tipo ojal N°12	Unidad	2	S/. 2.50	S/. 5.00
SUBTOTAL 53				S/. 657.50

Tabla 6.48: Enlace CS. Patabamba-Repetidor2

Fuente: Propia

ESTUDIO Y SUPERVISON				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Ingeniero electrónico/Ingeniero de telecomunicaciones	Unidad	2	S/. 4,000.00	S/. 8,000.00
SUBTOTAL 54				S/. 8,000.00
TOTAL CS. HUANCALLE				S/. 18,232.00

Tabla 6.49: Supervisión y construcción

Fuente: Propia

COSTO TOTAL INCLUYENDO GASTOS DE MANTENIMIENTO Y OTROS.				
Material	Unidad	Cantidad	C/U (S/.)	C/T (S/.)
Pago por internet ADSL :20Mbps x mes	Unidad	12	S/. 250.00	S/. 3,000.00
Mantenimiento de la red de fibra óptica 2 veces por año	Unidad	2	S/. 6,750.00	S/. 13,500.00
Mantenimiento de la red de micro ondas 2 veces por año	Unidad	2	S/. 6,750.00	S/. 13,500.00
SUBTOTAL 55				S/. 30,000.00
COSTO TOTAL				S/. 403,350.08

Tabla 6.50: Otros gastos, Total

Fuente: Propia.

6.2 EVALUACION ECONOMICA

6.2.1 Beneficios sociales.

Debido a que el proyecto es para una institución pública del estado, en este caso el MINSA, con la ejecución de este proyecto no se tendrá un beneficio monetario, si no de carácter Social y muchos de estos no se pueden cuantificar en términos monetarios, en esta etapa haremos una evaluación de los beneficios que se tendrá en los pacientes (población en general), médicos de atención y en los centros de salud, con la ejecución de dicho proyecto.

1. Beneficios para los pacientes:

- Diagnósticos y tratamientos más rápidos.
- Reducción del número de exámenes complementarios.
- Atención integral desde el primer momento.
- Evita la incomodidad de desplazamientos para pacientes y familiares.

2. Benéficos para los médicos de atención primaria:

- Nuevas posibilidades de efectuar consultas con especialistas.
- Posibilidad de evitar inconvenientes desplazamientos.
- Más elementos de juicio a la hora de adoptar decisiones.
- Mejora de los circuitos de transmisión de información, evitando la pérdida de informes.

3. Beneficios para los hospitales:

- Mejor y más rápida comunicación entre distintos servicios.
- Más eficacia en la atención a los pacientes.
- Mayor economía en los gastos derivados del trasportes.

4. Beneficios para el sistema sanitario

- Mejor utilización y aprovechamiento de los recursos.
- Mejor gestión de la salud pública.
- Recursos adicionales para la enseñanza.

6.2.1 Beneficios Cuantificables.

En esta sección haremos un análisis económico, suponiendo que el proyecto es para una institución de salud Privada, con la finalidad de que tengamos una referencia de los beneficios cuantificables.

GASTOS POR DESPLAZAMIENTO PARA EL USO DE INTERNET	
N° DE VIAJES MENSUALES	5
CONSUMO PROMEDIO EN HORAS (CADA VEZ QUE ACUDE A UNA CABINA DE INTERNET)	1.5
TOTAL DE HORAS CONSUMIDAS AL MES	7.5
COSTO DE VIAJE DE IDA Y VUELTA (POR VEZ QUE SE TRASLADAN)	S/. 10.00
COSTO DE VIAJE DE IDA Y VUELTA (POR VEZ QUE SE TRASLADAN) POR MES	S/. 50.00
TIEMPO TOTAL POR TRASLADO PARA IR A UNA CABINA DE INTERNET	2.5
TIEMPO TOTAL POR TRASLADO PARA IR A UNA CABINA DE INTERNET POR MES	15
VALOR DE TIEMPO PROPOSITO NO LABORAL	S/. 10.00
VALOR DEL TIEMPO EN SOLES POR MES	S/. 240.00
TOTAL COSTOS TIEMPO Y TRANSPORTE POR POSTA MEDICA POR POSTA MEDICA DE NIVEL I-1	S/. 290.00
COSTO TOTAL POR LAS 6 POSTAS MEDICAS DE NIVEL I-1	S/. 1,740.00

Tabla 6.51: Tabla de beneficios 1

GASTOS POR USO DE TELEFONIA (MOVIL) - POSTAS DE NIVEL I-1	
CONSUMO PROMEDIO DE MIN/DIA	20
CONSUMO PROMEDIO DE MIN/MES	600
COSTO POR MIN	S/. 0.80
COSTO TOTAL POR MINUTOS	S/. 480.00
TOTAL COSTOS TIEMPO Y TRANSPORTE POR POSTA MEDICA POR POSTA MEDICA DE NIVEL I-1	S/. 300.00
COSTO TOTAL POR LAS 6 POSTAS MEDICAS DE NIVEL I-1	S/. 1,800.00

Tabla 6.52: Tabla de beneficios 2

GASTOS POR USO DE TELEFONIA (MOVIL) - POSTAS DE NIVEL I-2, I-3 y I-4	
CONSUMO PROMEDIO DE MIN/DIA	30
CONSUMO PROMEDIO DE MIN/MES	900
COSTO POR MIN	S/. 0.80
COSTO TOTAL POR MINUTOS POR CADA CENTRO MEDICO	S/. 720.00
COSTO TOTAL POR LAS 6 POSTAS MEDICAS DE NIVEL I-1	S/. 2,160.00

Tabla 6.53: Tabla de beneficios 3

OTROS GASTOS	
N° DE VIAJES POR MES PARA TRASLADO DE HISTORIAS CLINICAS Y ARCHIVOS EN LAS POSTAS DE NIVEL I-1	2
COSTO DE IDA Y VUELTA POR VIAJE	S/. 30.00
VIATICOS DEL PERSONAL A CARGO DE TRASLADOS POR MES	S/. 380.00
COSTO TOTAL PARA TRASLADO DE DOCUMENTOS DE HISTORIAL CLINICO EN LAS 05 POSTAS DE NIVEL I-1	S/. 2,200.00
CAPACITACIONES MENSUALES Y/O REUNIONES	S/. 2,500.00
COSTO TOTAL	S/. 4,700.00

Tabla 6.54: Tabla de beneficios 4

TOTAL	S/. 10,400.00
TOTAL ANUAL	S/. 124,800.00

6.1.1 Cálculos de parámetros.

VAN (Valor actual neto): Es el valor actual de los beneficios netos que genera el proyecto.

Mide en soles de hoy cuánto más rico es el inversionista si realiza el proyecto en lugar de colocar su dinero en la actividad alternativa que tiene como rentabilidad la tasa de descuento (Beltrán y Cueva, 2005).

CRITERIOS DE DECISION, UTILIZANDO LA VAN:

Si $VAN > 0$ Ejecutar el Proyecto porque se obtendrá una ganancia mayor que la de la mejor alternativa.

Si $VAN = 0$ Es indiferente en ejecutar o no el proyecto, porque la ganancia es la misma que en la mejor alternativa.

Si $VAN < 0$ No ejecutar el Proyecto porque la alternativa al proyecto es mejor.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - I_0$$

B_t ; Beneficios del periodo t

C_t ; Costo del periodo t

i ; Tasa de descuento (COK)

I_0 ; Inversión en periodo 0

n : Vida útil del proyecto

TIR (Tasa interna de retorno): Mide la rentabilidad promedio anual que genera el capital que permanece invertido en un proyecto. Se define como la tasa de descuento que hace cero el VAN. Cuanta más alta sea la TIR más alta será la rentabilidad esperada del negocio, y cuanto más baja, más riesgo se corre de realizar la inversión.

CRITERIOS DE DECISION PARA LA TIR:

Si $TIR > COK$. Aceptar el proyecto porque el rendimiento sobre el capital que el proyecto genera es superior al mínimo aceptable para la realización del proyecto.

Si $TIR = COK$, Es indiferente entre invertir o no en el proyecto, porque el rendimiento sobre el capital que el proyecto genera es igual al interés que recibiría al invertir dicho capital en la mejor alternativa disponible.

Si $TIR < COK$, Rechazar el proyecto porque el costo de oportunidad del capital es mayor que el rendimiento del proyecto.

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + TIR)^t} - I_0$$

B_t ; Beneficios del periodo t

C_t ; Costo del periodo t

I_0 ; Inversión en periodo 0

n : Vida útil del proyecto

Con la tabla de beneficios y la de inversión y costos pasamos a calcular la tabla:

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo de Inversión	-S/. 403,350.08	S/. 0.00									
Beneficios	S/. 0.00	S/. 124,800.00									
Costo de servicios de mantenimiento y operación	0	-S/. 30,000.00									
Beneficio-Costo	-S/. 403,350.08	S/. 94,800.00									

Tabla 6.55: Evaluación Económica.

VAN S/. 544,649.92
TIR 20%

Se concluye que el proyecto resulta económicamente rentable, debido que el VAN es mayor que cero y el TIR es mayor que la tasa de interés actual de los bancos que fluctúa entre 13-15%

CONCLUSIONES.

- En el TSS o estudio técnico de campo, se identificó las deficiencias tecnológicas que tiene cada establecimiento de la micro red de salud Pisac, tales como la falta de servicios de internet y telefonía en los establecimientos de nivel I-1, falta de servicio de telefonía en los establecimientos de nivel I-3 y I-4 y la falta de infraestructura necesaria para la entrega de estos servicios.
- Se logró hacer el dimensionamiento necesario para la entrega de servicios de internet y telefonía, en cada establecimiento de salud, obteniéndose las capacidades necesarias para la navegación en internet de la siguiente manera:
 - Centros de salud nivel I-4: 4.7 Mbps
 - Centros de salud nivel I-3, I-2: 4 Mbps
 - Centros de salud nivel I-1: 1.34 MbpsY para el servicio de telefonía se obtuvo una capacidad necesaria de 1.22 Mbps en toda la red.
- Es posible diseñar una infraestructura backbone usando como medios de transmisión fibra óptica y microondas con la finalidad de interconectar estos 8 centros de salud de niveles I-2, I-3 y I-4, de esta manera se puede proveer los servicios de comunicaciones tales como internet y telefonía para mejorar la calidad de atención en estos establecimientos.
- Es posible diseñar las redes de acceso para interconectar los establecimientos más alejados de nivel I-1, usando tecnología de microondas en la banda de frecuencia 5.8 GHz y haciendo uso de la tecnología TCP/IP como protocolo de transporte, donde se

garantiza un ancho de banda mayor a los 10 Mbps, superando lo recomendado según el diseño.

- Se logró diseñar la parte lógica de la red, donde se propuso el uso de un solo router para salir de la red local, donde se creó una subred distinta para cada establecimiento y de esta manera se consiguió segmentar la red a través de vlans de datos, voz y gestión.
- Los costos de los equipos que se presentan en el presente proyecto son referenciales ya que se intentó obtener precios oficiales, pero debido a las políticas de privacidad de las empresas proveedoras no fue posible conseguir precios oficiales.

RECOMENDACIONES.

- Los equipos a usarse en la red, deben de cumplir con las especificaciones básicas detalladas en el presente proyecto para un correcto funcionamiento del sistema.
- El tendido de fibra óptica, y la instalación de los equipos descritos en el desarrollo del proyecto, lo debe realizar personal calificado, a fin de cumplir con todas las especificaciones y normas técnicas dadas por el fabricante.
- Durante el tendido del cable de fibra óptica es necesario utilizar, un OTDR (reflectómetro óptico en el dominio del tiempo), para realizar las mediciones reflectométricas correspondientes y de esta manera certificar el nivel de atenuación en los empalmes y en los conectores, del mismo modo es necesario usar un equipo Power Meter, para medir el nivel potencia recibida en cada extremo.
- Se recomienda que se realicen pruebas de conectividad de manera adecuada durante la instalación del equipo de radio enlace IP; además de evaluar adecuadamente la línea de vista en los distintos tramos.
- Para el uso adecuado y aprovechamiento de los recursos y servicios brindados por el enlace de microondas, es necesario la capacitación del personal administrativo, médico y técnico de todos los centros de salud de micro red Pisac.

BIBLIOGRAFIA.

- Arcila, C.; & Maily L. (2011) “Diseño de un enlace de telemedicina para el hospital universitario San Juan de Dios del Quindío”, Universidad de Quindio, facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Electrónica.
- Canchucaya, G. A. (2011) “Diseño de una red de telemedicina para el monitoreo de pacientes en el distrito de Sicaya perteneciente a la ciudad de Huancayo”. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Castro, A.; Gonzales, G.; & Montenegro, R. (2009), “Redes de Banda Ancha Metro Ethernet”, Universidad Rafael Beloso Chacin. Maracaibo – Estado Zulia.
- Chomycz, B. (1998), “Instalaciones de fibra optica, fundamentos, tecnicas y aplicaciones”, (1.ª Ed.). España: S.A. MCGRAW-HILL
- Christiansen, T. L.; & Shobhit, M. (2012), “Performance Evolution of VOIP in differents settings”. Project Paper of University of Washington.
- Comisión Nacional de Telesanidad (2004), “Plan nacional de Telesalud”. Lima: INICTEL
- España, B. M (2005), “Comunicaciones Ópticas, conceptos esenciales y resolución de ejercicios”, (1.ª Ed.). Madrid: Ediciones Diaz de Santos S.A
- Fernández, Z. (2008), “Diseño de una red de voz sobre IP para una empresa que desarrolla proyectos de ingeniería de comunicaciones”, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Informe (2010), “Plan Nacional para el desarrollo de la banda ancha en el Perú”. Diagnóstico sobre el desarrollo de la banda ancha en el Perú. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

[URL:http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME%2001%20BANDA%20ANCHA.pdf](http://www.mtc.gob.pe/portal/proyecto_banda_ancha/INFORME%2001%20BANDA%20ANCHA.pdf)

- INEI (2009), “Mapa de pobreza provincial y distrital”, Lima: Instituto nacional de estadística e informática.
- La Republica (2016), “Centros de salud vistos en Cusco por Contraloría”, Cusco: La Republica.

[URL:https://larepublica.pe/sociedad/999801-centros-de-salud-vistos-en-cusco-por-contraloria-tienen-equipos-inoperativos](https://larepublica.pe/sociedad/999801-centros-de-salud-vistos-en-cusco-por-contraloria-tienen-equipos-inoperativos)

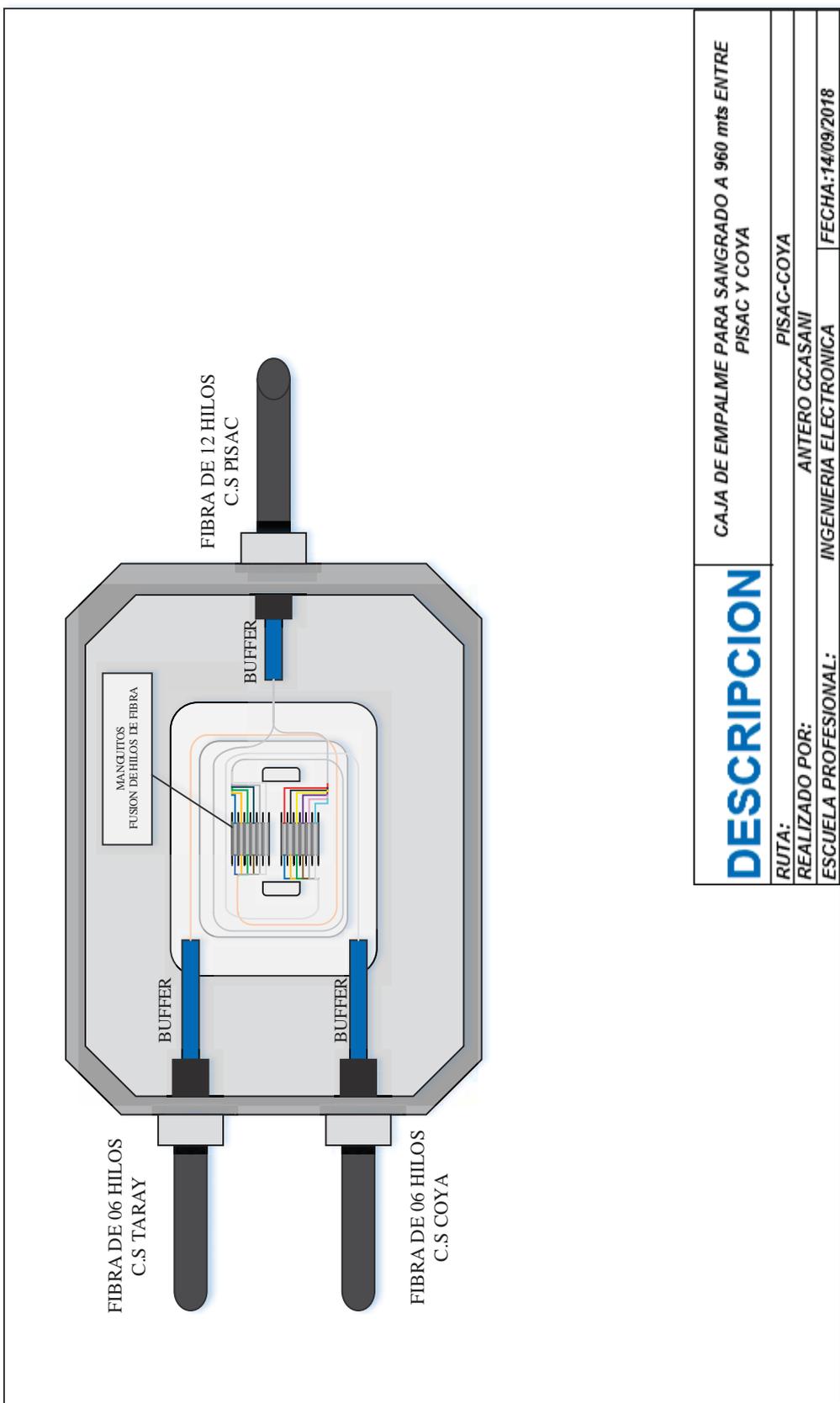
- Llumiquinga, G. D.; & Mullo, A. (2008), “Análisis y diseño del sistema redundante de fibra optica Quito-Guayaquil para la red del TELCONET S.A”, Universidad Politécnica Nacional.
- Meylin, L. P. (2016), “Diseño de una red de transporte de fibra óptica y de acceso inalámbrico para mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones y lograr la conectividad integral de la provincia de Bagua”, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Sánchez, Q. (2012), “Sistema de Energía Solar Fotovoltaica aislado para vivienda unifamiliar aislada”, Universidad Carlos III de Madrid.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2005), “SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISION, SISTEMAS Y REDES DIGITALES G.652, Características de los medios de Transmision – Cables de Fibra Óptica”.

- Unión Internacional de Telecomunicaciones (2005), “SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISION, SISTEMAS Y REDES DIGITALES G.655, Características de los medios de Transmision – Cables de Fibra Óptica”.
URL: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-REC-G.655-200603-S!!PDF-S.pdf>
- Unión Internacional de Telecomunicación (2005), Unión Internacional de Telecomunicaciones (2001), “SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISION, SISTEMAS Y REDES DIGITALES G.959.1, Interfaces de capa física de Transporte Óptico”.
URL: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-REC-G.959.1-200102-S!!PDF-S.pdf>
- Valencia, Z. A. (2013) “Diseño de un sistema inalámbrico para integrar los servicios de telecomunicaciones en las sedes que tiene el cauca la IPS-I ACIN”, Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingeniería, Departamento de Electrónica y Automática, Santiago de Cali
- Victoria, F. N.; & Vásquez, C. J. (2016), “Diseño y estudio de factibilidad y simulación de un sistema de ingeniería de comunicaciones para llevar teleeducación al centro poblado de Chacaya de la Provincia de Huarochiri haciendo uso de la red dorsal nacional de la red de fibra óptica” Universidad de San Martín de Porres, Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica
- Wayne T. (2003), “Sistemas de Comunicaciones Electrónicas IV Edición” Editorial: Prentice-Hall inc.

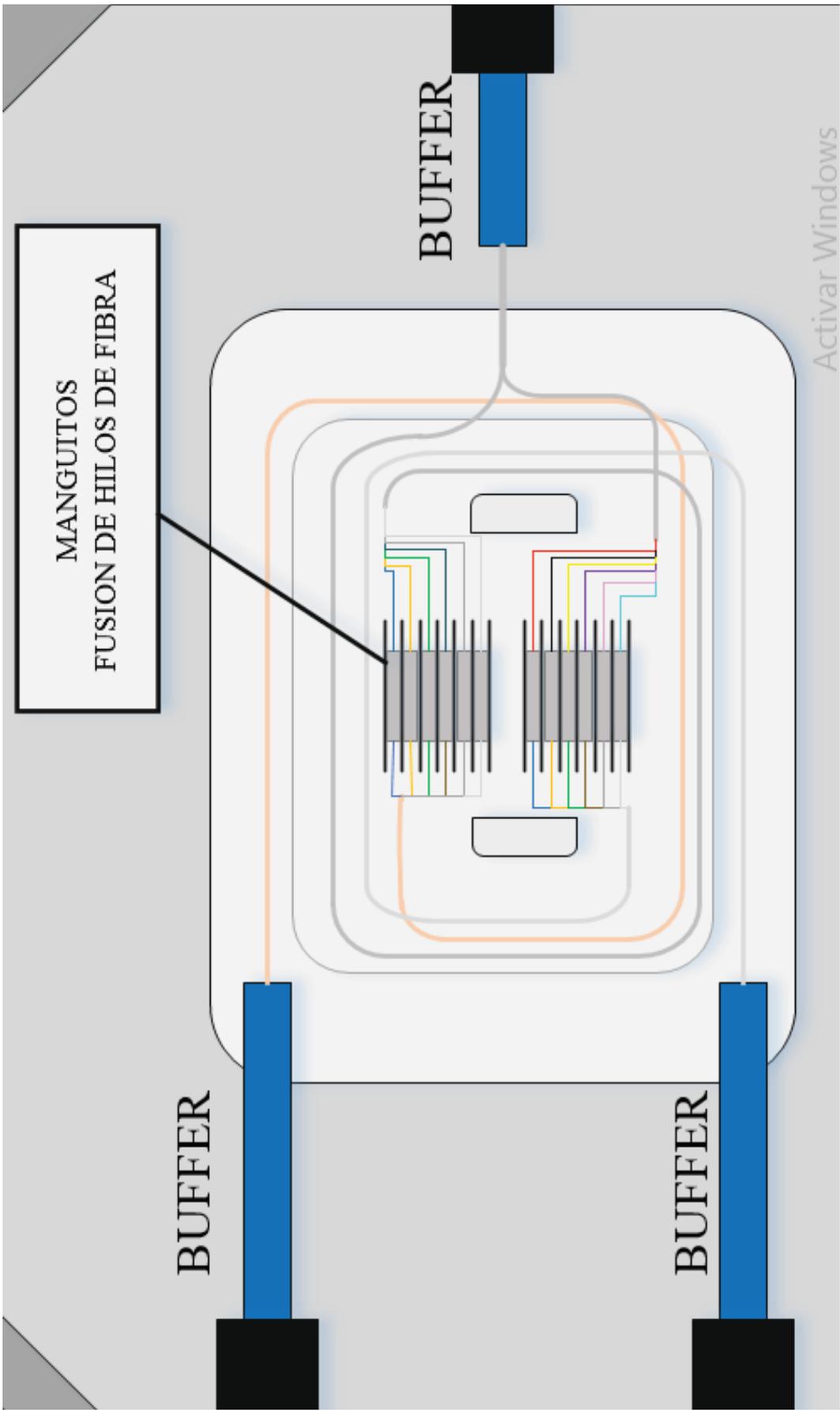
ANEXOS

ANEXOS 1.

DETALLES DE CAJA DE EMPALME PARA SANGRADO A 960 MTS DEL CENTRO DE SALUD PISAC.

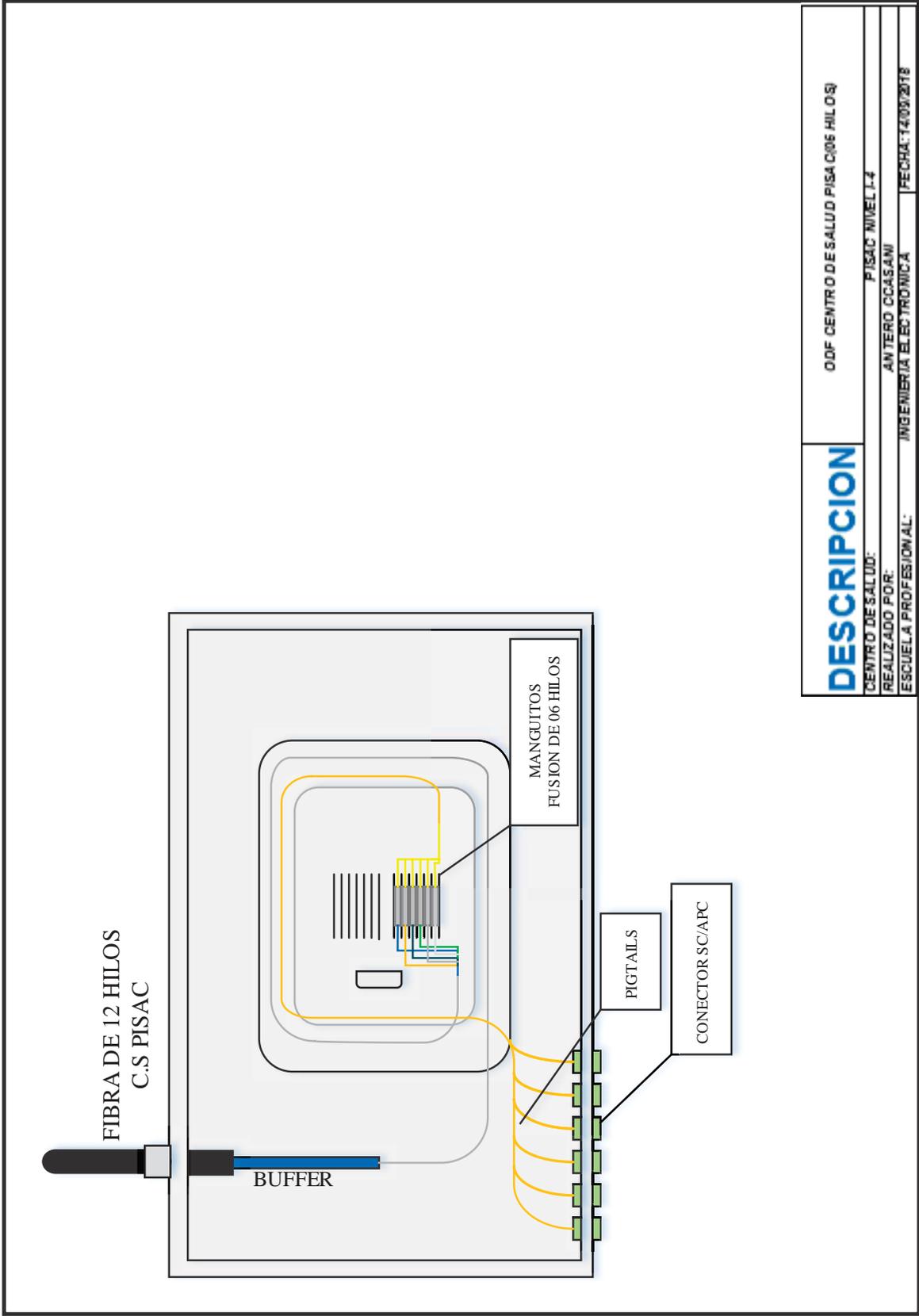


DESCRIPCION	CAJA DE EMPALME PARA SANGRADO A 960 mfs ENTRE PISAC Y COYA	
	RUTA:	PISAC-COYA
	REALIZADO POR:	ANTERO CCASANI
ESCUELA PROFESIONAL:	INGENIERIA ELECTRONICA	FECHA:14/09/2018

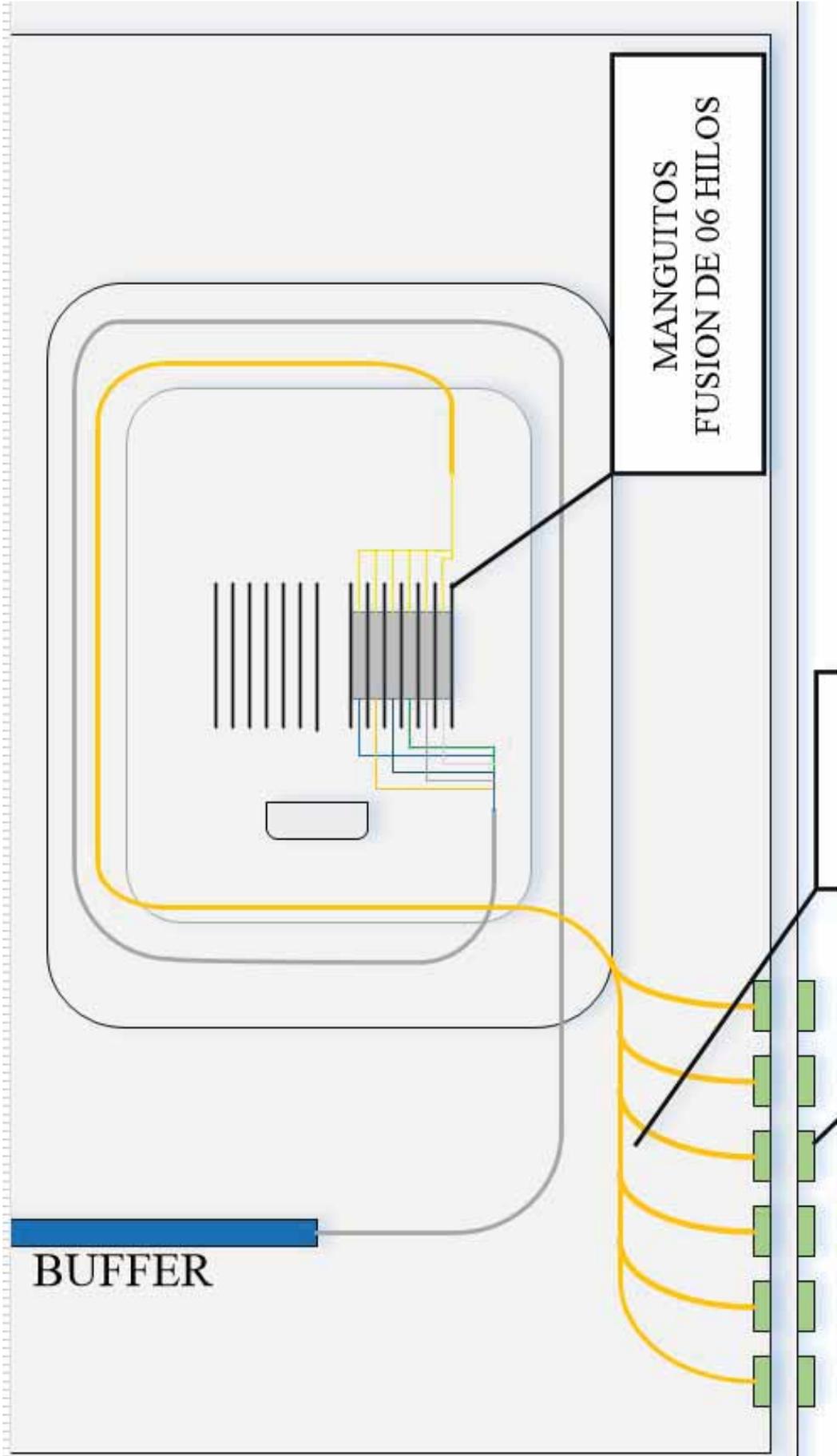


ANEXOS 2.

DIAGRAMA UNIFILAR OPTICO DEL ODF EN EL CENTRO DE SALUD PISAC.



DESCRIPCION	ODF CENTRO DE SALUD PISA C(06 HILOS)
CENTRO DE SALUD:	PISAC NIVEL I-4
REALIZADO POR:	ANTERO CCASANI
ESUELA PROFESIONAL:	INGENIERIA ELECTRONICA
	FECHA: 14/09/2018



ANEXOS 3.

**NORMAS TECNICAS DEL MINISTERIO DE
TRANSPORTES Y COMUNICACIONES**

RESOLUCION MINISTERIAL N° 777-2005-MTC-03

CONCORDANCIA: D.S. N° 098-2007-PCM, Anexo E (Aprueban Plan Nacional de Operaciones de Emergencia INDECI)

Lima, 31 de octubre de 2005 CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03, de fecha 19 de agosto de 2004, se aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz;

Que, el artículo 28 del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones, aprobado por Decreto Supremo N° 027-2004-MTC, establece que están exceptuados de la clasificación de servicios de la Ley, del Reglamento y de los Reglamentos Específicos que se dicten, de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, las telecomunicaciones instaladas dentro de un mismo inmueble que no utilizan espectro radioeléctrico y no tienen conexión con redes exteriores y aquellos servicios cuyos equipos utilizando las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, entre otras bandas, transmiten en una potencia no superior a la señalada en dicho artículo;

Que, asimismo, el citado artículo establece que aquellos que hagan uso de las frecuencias indicadas deberán respetar las normas técnicas emitidas o que emita el Ministerio;

Que, la Nota P23 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03 establece que las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, están atribuidas a título secundario para los servicios fijo y/o móvil, público y/o privado. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, las Notas P82 y P83 del referido Plan establecen que la banda 5 150 - 5 250 MHz está atribuida a título secundario para servicios fijo y/o móvil públicos y/o privados de telecomunicaciones para su uso en interiores y que la banda 5 250 - 5 350 MHz está atribuida a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio;

Que, con fecha 16 de agosto de 2005, se publicó en el Diario Oficial El Peruano, el proyecto de norma que otorga mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5

850 MHz, habiéndose recibido y evaluado los comentarios de los interesados;

Que, en tal sentido resulta necesario emitir las nuevas condiciones técnicas aplicables para los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250

MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y modificar el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF;

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 27791 y los Decretos Supremos N°s.

013-93-TCC y 027-2004-MTC; SE RESUELVE:

Artículo 1: Aprobar las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, de acuerdo al anexo que forma parte integrante de la presente resolución.

Artículo 2: Modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 187-2005-MTC/03, con el siguiente texto: “Nota P83: Las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz están atribuidas a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles. Aquellos que hagan uso de las frecuencias antes indicadas deberán sujetarse a la normativa establecida o que establezca el Ministerio.”

Artículo 3: Agregar la Nota P83 a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470 - 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz.

Artículo 4: Dejar sin efecto la Resolución Ministerial N° 626-2004-MTC/15.03 que aprobó las condiciones de operación de los servicios cuyos equipos utilizan las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

ANEXO

CONDICIONES DE OPERACIÓN DE LOS SERVICIOS CUYOS EQUIPOS UTILIZAN LAS BANDAS 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 150 - 5 250 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5725 - 5 850 MHz

Artículo 1: ALCANCES

La presente norma técnica se aplica a los servicios cuyos equipos utilizan las siguientes bandas de frecuencias para servicios fijos y/o móviles:

- a). Banda de 902 - 928 MHz.
- b). Banda de 2 400 - 2 483,5 MHz.
- c). Banda de 5 150 - 5 250 MHz.
- d). Banda de 5 250 - 5 350 MHz.
- e). Banda de 5 470 - 5 725 MHz.
- f). Banda de 5 725 - 5 850 MHz.

Artículo 2: TÉCNICAS DE TRANSMISIÓN O MODULACIÓN DIGITAL

Los equipos que operen en las bandas mencionadas en el artículo anterior deberán emplear técnicas de transmisión o modulación digital que permitan la mutua coexistencia.

Que, el Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, mediante el Informe N° 012-2005-MTC-CCPNAF, recomienda modificar la Nota P83 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias y agregarla a los cuadros de atribución de frecuencias de las bandas 5 470- 5 570 MHz, 5 570 - 5 650 MHz y 5 650 - 5 725 MHz;

Que, con la finalidad de promover el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones y permitir la coexistencia de los servicios en determinadas bandas de frecuencias resulta necesario atribuir la banda 5 470 - 5 725 MHz a título secundario para los sistemas de acceso inalámbrico para la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones fijos y/o móviles, otorgar mayor flexibilidad para la operación de los equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz y establecer las condiciones técnicas para la operación en las bandas 5 150 - 5 250 MHz, 5 250- 5 350 y 5 470 - 5 725 MHz;

Artículo 3: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE OPERACIÓN

Los servicios deberán cumplir con las siguientes características, de acuerdo a la banda de operación:

a). La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) máxima deberá sujetarse a las siguientes características:

a.1). Para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 36 dBm (4 W).

a.2). Para la banda 5 150 - 5 250 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 23 dBm (200 mW) en espacio cerrado¹(1).

a.3). Para la banda 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz, la PIRE máxima utilizada no deberá exceder de 30 dBm (1 W).

b). La potencia pico máxima de salida de un transmisor:

b.1). No debe exceder de 30 dBm (1 W) para las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483, 5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz.

b.2) No debe exceder de 24 dBm (250 mW) para las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz.

Parámetros máximos a tener en cuenta para la instalación de equipos:

Banda de frecuencias (MHz)	Potencia de salida del Transmisora			Ganancia máxima de la antena (dBi)	PIRE máxima (dBm)
	(W)	(mW)	(dBm)		
902 - 928	1	1 000	30	6	36
2 400 - 2 483,5	0,5	500	27	9	36
5 725 - 5 850	0,25	250	24	12	36
5 250 - 5 350	0,25	250	24	6	30
5 470 - 5 725	0,125	125	21	9	30

c). Está prohibido el uso de amplificadores transmisores o cualquier otro dispositivo similar que altere las condiciones de PIRE máxima establecidas en el literal a) del presente artículo.

d). Para las aplicaciones en espacio abierto²(2), el transmisor deberá estar instalado en un ambiente de fácil acceso a fin de facilitar la labor de supervisión por parte del Ministerio.

e). Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de control de transmisión de potencia, debiendo tener capacidad para operar al menos a 6 dB por debajo del valor medio de PIRE.

f). Los equipos que operen en las bandas 5 250 - 5 350 MHz y 5 470 - 5 725 MHz deberán emplear un mecanismo de detección de radar de selección dinámica de frecuencia. El umbral de detección para equipos con una PIRE entre 200 mW a 1W es -64 dBm.

g). Para enlaces punto a multipunto, las antenas podrán ser:

-En zonas urbanas (no permitido para el servicio privado en la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao): sectoriales con un ancho de lóbulo de hasta 90°.

-En zonas rurales y en los lugares considerados de preferente interés social no hay restricciones de antenas.

h). Para aplicaciones de espacio cerrado, no hay restricciones de antenas

Artículo 4: MODALIDADES DE OPERACIÓN

Las personas naturales o jurídicas podrán utilizar equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, en las modalidades punto a punto y punto a multipunto, para servicios públicos y privados de telecomunicaciones, excepto para el caso del servicio privado punto a multipunto que no podrá ser utilizado en las zonas urbanas de la provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao.

Artículo 5: CONDICIONES DE OPERACIÓN

Las personas naturales o jurídicas que utilicen equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica deben:

a). Aceptar la interferencia perjudicial resultante de las aplicaciones industriales, científicas y médicas en las bandas 902-928 MHz, 2 400-2 483,5 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, y en ningún caso podrán causar interferencias a éstas.

b). No causar interferencia perjudicial a las estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

c). Para el caso de los servicios privados, no reclamar protección contra interferencias perjudiciales causadas por estaciones de un servicio primario, permitido o secundario.

d). Aceptar la supervisión técnica del Ministerio, con el fin de verificar la operación de sus sistemas conforme a lo establecido en la presente norma.

e). Adoptar las medidas pertinentes para prevenir, reducir y eliminar cualquier interferencia perjudicial atribuible a su sistema que afecte a otros sistemas o servicios de telecomunicaciones.

Artículo 6: INSTALACIÓN

Para la instalación de estaciones radioeléctricas, las personas naturales y jurídicas deberán:

- a. Presentar información técnica al Ministerio sobre las estaciones radioeléctricas, en un plazo máximo de un (1) mes a partir de la instalación de los equipos, de acuerdo al formato que forma parte integrante de la presente resolución y que podrá ser modificado por la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones, para efectos de contar con una base de datos sobre la ubicación y características de las mismas. Quedan exceptuados de esta obligación las aplicaciones en espacio cerrado.
- b. Observar los límites máximos permisibles de radiaciones no ionizantes en telecomunicaciones aprobadas por Decreto Supremo N° 038-2003-MTC, así como las demás normas complementarias que emita el Ministerio.
- c. Cumplir con las normas técnicas de protección para las estaciones de comprobación técnica fijas pertenecientes al Sistema Nacional de Gestión del Espectro Radioeléctrico.
- d. Obtener de las municipalidades y demás organismos públicos, las autorizaciones que resulten exigibles para proceder a la instalación y construcciones respectivas.

Artículo 7: HOMOLOGACIÓN

Para el internamiento, comercialización y operación, los equipos que operen bajo los alcances de la presente norma técnica, deberán contar con el respectivo Certificado de Homologación.

Para su comercialización, los equipos que utilicen el espectro radioeléctrico y que transmitan en una potencia igual o inferior a 10 milivatios (mW) en antena (potencia efectiva irradiada), no requerirán ser homologados.

Artículo 8: INFRACCIONES Y SANCIONES

Serán de aplicación las infracciones y sanciones establecidas en el Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones y en su Reglamento General.

Artículo 9: INFORMACIÓN

Las empresas que comercializan equipos y aparatos de telecomunicaciones que se encuentren dentro de los alcances de la presente norma técnica deberán difundirla a sus clientes.

Artículo 10: AUTORIZACIÓN

Están exceptuados de contar con concesión, asignación del espectro radioeléctrico, autorización, permiso o licencia, los servicios cuyos equipos transmiten con una potencia en antena (potencia efectiva irradiada) no superior a la establecida en el Artículo 28 del Texto Único Ordenado del Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones.

Asimismo, sólo para la prestación y/o instalación de servicios en áreas rurales y en lugares considerados de preferente interés social, y previa obtención de la concesión, autorización, asignación del espectro radioeléctrico, permiso o licencia correspondiente, está permitido operar equipos en las bandas 902 - 928 MHz, 2 400 - 2 483,5 MHz, 5 250 - 5 350 MHz, 5 470 - 5 725 MHz y 5 725 - 5 850 MHz, utilizando antenas de mayor ganancia que permitan superar los respectivos valores de la PIRE señalado en el artículo 3 de la presente norma técnica.

ANEXOS 4

DATOS TECNICOS DEL SWITCH CISCO CATALYST WS- C960-24PC-S



Product information



Information



Manufacturer Cisco

Part number WS-C2960+24PC-S

Cisco Catalyst 2960-Plus 24PC-S - Switch
- Managed - 24 x 10/100 (PoE) + 2 x combo
Gigabit SFP - rack-mountable - PoE (370 W)

Specification

General

Device Type	Switch - 24 ports - Managed
Enclosure Type	Rack-mountable 1U
Subtype	Fast Ethernet
Ports	24 x 10/100 (PoE) + 2 x combo Gigabit SFP
Power Over Ethernet (PoE)	PoE
PoE Budget	370 W
Performance	Switching capacity: 16 Gbps Forwarding performance (64-byte packet size): 6.5 Mpps
Capacity	Active VLANs: 64
Jumbo Frame Support	9018 bytes
Remote Management Protocol	SNMP 1, RMON 1, RMON 2, Telnet, SNMP 3, SNMP 2c, CLI
Authentication Method	RADIUS, TACACS+
Features	Full duplex capability, BOOTP support, ARP support, VLAN support, Syslog support, DiffServ support, IPv6 support, Spanning Tree Protocol (STP) support, Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) support, Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) support, DHCP snooping, Port Aggregation Protocol (PAgP) support, Trivial File Transfer Protocol (TFTP) support, Quality of Service (QoS), Dynamic ARP Inspection (DAI), Cisco EnergyWise technology, Shaped Round Robin (SRR), LLDP support, DHCP relay, Link Aggregation Control Protocol (LACP), MAC Address Notification, Management Information Base (MIB), Class of Service (CoS), DiffServ Code Point (DSCP) support
Compliant Standards	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3z, IEEE 802.1D, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3ab, IEEE 802.1p, IEEE 802.3af, IEEE 802.3x, IEEE 802.3ad



	(LACP), IEEE 802.1w, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ab (LLDP)
RAM	128 MB
Flash Memory	64 MB
Status Indicators	Port transmission speed, port duplex mode, system, status, RPS (Redundant Power Supply), PoE
Expansion / Connectivity	
Interfaces	24 x 100Base-TX RJ-45 PoE - 15.4 W 2 x SFP uplink 2 x 1000Base-T RJ-45 uplink
Power	
Power Device	Internal power supply
Voltage Required	AC 120/230 V (50/60 Hz)
Power Consumption Operational	35 Watt
Features	Redundant Power System (RPS) connector
Miscellaneous	
MTBF	381,000 hours
Compliant Standards	CISPR 22 Class A, BSMI CNS 13438 Class A, CISPR 24, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN55024, EN55022 Class A, AS/NZS 60950-1, ICES-003 Class A, FCC CFR47 Part 15, UL 60950-1 Second Edition, Directive 2004/108/EC, CSA C22.2 No. 60950-1 Second Edition, EN 60950-1 Second Edition, IEC 60950-1 Second Edition, Directive 2006/95/EC, VCCI Class A, KN24, KN22 Class A, EN 300386, RoHS 2011/65/EU
Software / System Requirements	
Software Included	Cisco IOS LAN Lite
Dimensions & Weight	
Width	45 cm
Depth	33.2 cm
Height	4.4 cm
Weight	5.4 kg
Manufacturer Warranty	
Service & Support	Limited warranty - advance parts replacement - lifetime - response time: next business day Technical support - consulting - 90 days
Environmental Parameters	
Min Operating Temperature	-5 °C
Max Operating Temperature	40 °C
Humidity Range Operating	10 - 95% (non-condensing)
Min Storage Temperature	-25 °C
Max Storage Temperature	70 °C
Humidity Range Storage	10 - 95% (non-condensing)

ANEXOS 5

DATOS TECNICOS DE SFP CISCO GLC-LH-SMD



Precision Rated Optics

Work with a PRO!

GLC-LH-SMD



The GLC-LH-SMD is programmed to be fully compatible and functional with all intended Cisco Series switching devices. This SFP optical transceiver is based on the Gigabit Ethernet IEEE 802.3 standard and is designed to be compliant with SFF-8472 SFP Multi-source Agreement (MSA). This module is designed for single mode fiber and operates at a nominal wavelength of 1310nm.

Compliance:

- IEEE 802.3z Gigabit Ethernet
- SFP MSA SFF-8472
- RoHS
- Class 1 laser product EN 60825

Applications

- 1.25GBd Gigabit Ethernet

Features:

- Up to 1.25GBd bi-directional data links
- Hot-pluggable SFP footprint
- 1310nm Fabry-Perot laser transmitter
- Duplex LC Connectors
- Up to 10km over 9/125 SMF
- Single power supply 3.3V
- Operating temperature range E-Temp: -10° to 85°

General Specifications

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remarks
Data Rate	DR		1.25		GBd	IEEE 802.3
Bit Error Rate	BER			10^{-12}		
Input Voltage	V_{CC}	3	3.3	3.6	V	
Maximum Voltage	V_{MAX}	-0.5		4	V	Electric Power Interface
Supply Current	I_S		175	300	mA	Electric Power Interface
Storage Temperature	T_{STO}	-40		85	°C	Ambient Temperature



Precision Rated Optics

Work with a PRO!

Optical Characteristics - Transmitter

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remarks
Optical Center Wavelength	λ	830	1270	1360	nm	
Output Optical Power	P_{TX}	-9.5		-3	dBm	Class 1 Product
Optical Modulation Amp	OMA	174			μ W	
Extinction Ratio @ 1.25GBd	ER	9			dB	
Spectral Width (RMS)	$\Delta\lambda$			3	nm	
Relative Intensity Noise	RIN			-120	dB/Hz	
Optical Rise/Fall Time	$T_{RF,IN}$		150	260	ps	
Deterministic Jitter Contribute	TX_ADJ		20	60	ps	
Total Jitter Contribution	TX_ATJ		50	120	ps	

Optical Characteristics Receiver

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remarks
Optical Center Wavelength	λ_c	1265		1600	nm	
Optical Receive Power	P_{RX}			0	dBm	Average
Receiver Sensitivity @ 1.25GBd	P_{SENSI}			-22	dBm	IEEE 802.3
Optical Return Loss	ORL	12			dB	
Receive Electrical 3dB Cutoff				1500	MHz	
LOS Assert	LOS_A	-30			dBm	
LOS De-Assert	LOS_D			-22	dBm	
LOS Hysterests		0.5			dB	

Electrical Characteristics - Transmitter

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remarks
Input differential Impedance	R_{in}		100		Ω	Non Condensing
Single ended data Input swing	$V_{IN,SP}$	250		1200	mV	
Transmit Disable Voltage	V_D	$V_{CC}-1.3$		V_{CC}	V	
Transmit Enable Voltage	V_{EN}	V_{EE}		$V_{EE}+0.8$	V	

Electrical Characteristics - Receiver

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Remarks
Single ended data output swing	$V_{OUT,SP}$	300	400	800	mV	
Data output rise time	T_R			300	ps	20%-80%
Data output fall time	T_F			300		
LOS Fault	$V_{LOS,F}$	$V_{CC}-0.5$		$V_{CC,HYST}$	V	
LOS Normal	$V_{LOS,N}$	V_{EE}		$V_{EE}+0.5$	V	

www.PrecisionRatedOptics.com

Tel: (888) 545-1254 • Fax: (415) 358-4602 • Email: Sales@PrecisionRatedOptics.com

ANEXOS 6

DATOS TECNICOS DE RADIO NANO STATION 5



NanoStation5

Datasheet



SYSTEM INFORMATION																												
Processor Specs	Atheros AR2313 SOC, MIPS 4KC, 180MHz																											
Memory Information	16MB SDRAM, 4MB Flash																											
Networking Interface	10/100 BASE-TX (Cat. 5, RJ-45) Ethernet Interface																											
REGULATORY / COMPLIANCE INFORMATION																												
Wireless Modular Approvals	FCC Part 15.247, IC RS210, CE																											
RoHS Compliance	YES																											
RADIO OPERATING FREQUENCY 5.475-5.825GHz																												
TX SPECIFICATIONS																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DataRate</th> <th>Avg. Power</th> <th>Tolerance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6Mbps</td><td>24 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>9Mbps</td><td>24 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>12Mbps</td><td>24 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>18Mbps</td><td>24 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>24Mbps</td><td>24 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>36Mbps</td><td>22 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>48Mbps</td><td>21 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>54Mbps</td><td>19 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> </tbody> </table>	DataRate	Avg. Power	Tolerance	6Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB	9Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB	12Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB	18Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB	24Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB	36Mbps	22 dBm	+/- 1.5dB	48Mbps	21 dBm	+/- 1.5dB	54Mbps	19 dBm	+/- 1.5dB
DataRate	Avg. Power	Tolerance																										
6Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB																										
9Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB																										
12Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB																										
18Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB																										
24Mbps	24 dBm	+/- 1.5dB																										
36Mbps	22 dBm	+/- 1.5dB																										
48Mbps	21 dBm	+/- 1.5dB																										
54Mbps	19 dBm	+/- 1.5dB																										
RX SPECIFICATIONS																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>DataRate</th> <th>Sensitivity</th> <th>Tolerance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6Mbps</td><td>-94 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>9Mbps</td><td>-93 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>12Mbps</td><td>-91 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>18Mbps</td><td>-90 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>24Mbps</td><td>-86 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>36Mbps</td><td>-83 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>48Mbps</td><td>-77 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> <tr><td>54Mbps</td><td>-74 dBm</td><td>+/- 1.5dB</td></tr> </tbody> </table>	DataRate	Sensitivity	Tolerance	6Mbps	-94 dBm	+/- 1.5dB	9Mbps	-93 dBm	+/- 1.5dB	12Mbps	-91 dBm	+/- 1.5dB	18Mbps	-90 dBm	+/- 1.5dB	24Mbps	-86 dBm	+/- 1.5dB	36Mbps	-83 dBm	+/- 1.5dB	48Mbps	-77 dBm	+/- 1.5dB	54Mbps	-74 dBm	+/- 1.5dB
DataRate	Sensitivity	Tolerance																										
6Mbps	-94 dBm	+/- 1.5dB																										
9Mbps	-93 dBm	+/- 1.5dB																										
12Mbps	-91 dBm	+/- 1.5dB																										
18Mbps	-90 dBm	+/- 1.5dB																										
24Mbps	-86 dBm	+/- 1.5dB																										
36Mbps	-83 dBm	+/- 1.5dB																										
48Mbps	-77 dBm	+/- 1.5dB																										
54Mbps	-74 dBm	+/- 1.5dB																										
ADJUSTABLE CHANNEL SIZE SUPPORT																												
5MHz	10MHz	20MHz	40MHz																									
RANGE PERFORMANCE																												
Outdoor (BaseStation Antenna Dependent):	Over 10km																											
INTEGRATED ADAPTIVE ANTENNA POLARITY + EXTERNAL ANTENNA SUPPORT (4 OPTIONS TOTAL)																												
Gain	14dBi	External Connector	RP-SMA																									
Polarization	Multi-Polarized	VSWR	1.4:1																									
Polarization Selection	Software Controlled	Front to Back Ratio	30dB+																									
3dB Beamwidth Azimuth	55 degrees	3dB Beamwidth Elevation	18 degrees																									
Azimuth		Elevation																										
PHYSICAL / ELECTRICAL / ENVIRONMENTAL																												
Enclosure Size	26.4 cm x 8 cm x 3cm																											
Weight	0.4kg																											
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic																											
Mounting Kit	Pole Mounting Kit Included																											
Max Power Consumption	5 Watts																											
Power Supply	12V, 1A (12 Watts). Supply and Injector Included																											
Power Method	Passive Power over Ethernet (pairs 4,5+; 7,8 return)																											
Operating Temperature	-20C to +70C																											
Operating Humidity	5 to 95% Condensing																											
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4																											
SOFTWARE																												
visit www.ubnt.com/airos																												

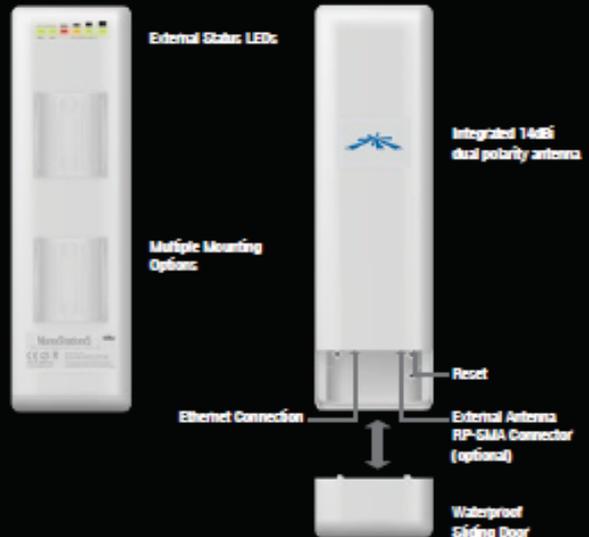


Package Contents



Mounting Options

1. Pole Mount (Standard) 2. Wall Mount (optional) 3. Window Mount (optional)



CPU	Atheros 180MHz MIPS
RAM	16MB RAM
Flash	4MB FLASH
Wireless	5GHz, 802.11a
Channel width	5/10/20/40MHz
Antenna Gain	14dBi x2
Polarity	Adaptive Vertical/Horizontal
Ext. Ant. Option	Yes, RP-SMA Connector
Range	10km+ (100km using ext ant.)
Throughput	25Mbps+ TCP/IP
Mounting	Pole Mount (straps included)
Accessories	Ubiquiti Window/Wall Mount (sold separately)
Size	26.4cm x 8cm x 3cm
Weight	0.4 kg
Power Supply	12V, 1A POE (included)
Approvals	FCC 15.247, IC, CE

AirOS™
by Ubiquiti Networks

Air OS is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti firmware technology that is included with NanoStation.

It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture which enables hi-performance outdoor multipoint networking.

AAP
TECHNOLOGY

NanoStation utilizes Adaptive Antenna Polarity technology, which can statically or dynamically software switch antenna polarities to optimize your connections.

NanoStation5
 www.ubnt.com

ANEXOS 7

FIBRA OPTICA CFOA-SM-AS120-G 120F



CABLE ÓPTICO AÉREO AUTOSOPORTADO - AS

Tipo del Producto	Cables Ópticos				
Construcción	<table border="1"> <tr> <td>Dieléctrico</td> </tr> <tr> <td>Núcleo con gel o seco protegido con materiales absorbentes a la humedad</td> </tr> <tr> <td>Tubos Loose</td> </tr> <tr> <td>SM, NZD y MM</td> </tr> </table>	Dieléctrico	Núcleo con gel o seco protegido con materiales absorbentes a la humedad	Tubos Loose	SM, NZD y MM
Dieléctrico					
Núcleo con gel o seco protegido con materiales absorbentes a la humedad					
Tubos Loose					
SM, NZD y MM					
Descripción	Cables ópticos totalmente dieléctricos, con fibras ópticas monomodo o multimodo revestidas en acrilato, ubicadas en tubos de holgado rellenos, reunidos alrededor del elemento central. El núcleo del cable será relleno o protegido con materiales hinchables. Opcionalmente puede ser aplicada una cubierta interna sobre el núcleo. Este conjunto es reforzado con hilaturas de aramida y recubierto con una capa externa de polietileno negro.				
Aplicaciones	Los cables de fibras ópticas cubiertos por esta especificación se aplican para instalaciones aéreas autosoportadas				
Normas Aplicables	<ul style="list-style-type: none"> • ITU-T G.652 "Standard for non-dispersion shifted single-mode fiber"; • ITU-T G.655 "Standard for non-zero, dispersion-shifted single-mode fiber"; • IEEE P1222 "Performance and Testing Standard for All-Dielectric, Self-Supporting (ADSS) Optical Fiber Cable"; • Bellcore TR-1121 "Generic Requirements for Self-Supporting Optical Fiber Cable". 				
Características constructivas					
Fibra Óptica	Fibras ópticas tipo monomodo, monomodo con NZD o multimodo con recubrimiento en acrilato coloreado.				
Recubrimiento Primario de la Fibra	Acrilato				

Cubierta Externa

Polietileno de color negro con protección contra intemperie y resistente a la luz solar. El recubrimiento exterior deberá ser de polietileno de baja o media densidad de acuerdo con la especificación de requisitos del cliente. Cuando es necesario la cubierta del cable puede ser sin propagación a la llama (RC). El cordón de rasgado debe ser incluido debajo de la cubierta externa.

Dimensiones

Dimensiones del Cable Óptico

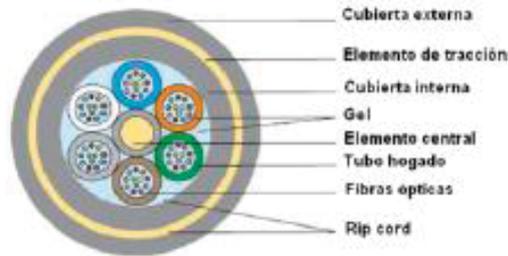
Características	Unidad	Valores
Espesor mínimo de la cubierta interna (Cuando requerida)	mm	0.65
Espesor mínimo de la cubierta externa	mm	1.4
Uniformidad de espesor (mínimo)	%	70

Diámetros nominales de los cables de cubierta normal NR, de acuerdo al número de fibras, vano y tipo de cable

CABLES AEREOS AUTOSOPORTADOS CON NÚCLEO SECO						
Cantidad total de fibras ópticas	Vano máximo 80m - AS80-S		Vano máximo 120m - AS120-S		Vano máximo 200m - AS200-S	
	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)
06 hasta 36	95	11.5 ± 0,2	96	11.5 ± 0,2	102	11.9 ± 0,2
48	117	11.9 ± 0,2	120	11.9 ± 0,2	125	12.3 ± 0,2
60 hasta 72	119	12.9 ± 0,2	122	12.9 ± 0,2	127	13.3 ± 0,2
96	139	14.0 ± 0,2	141	14.2 ± 0,2	147	14.6 ± 0,2
120	176	15.8 ± 0,2	179	16.0 ± 0,2	188	16.4 ± 0,2
144	230	18.2 ± 0,2	232	18.2 ± 0,2	242	18.8 ± 0,2
CABLES AEREOS AUTOSOPORTADOS CON NÚCLEO RELLENO CON GEL						
Cantidad total de fibras ópticas	Vano máximo 80m - AS80-G		Vano máximo 120m - AS120-G		Vano máximo 200m - AS200-G	
	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)	masa nominal (kg/km)	diámetro exterior (mm)
06 hasta 36	100	11.4 ± 0,2	102	11.4 ± 0,2	109	12.2 ± 0,2
48 hasta 72	128	12.8 ± 0,2	130	13.2 ± 0,2	140	13.6 ± 0,2
96	169	14.8 ± 0,2	172	14.8 ± 0,2	180	15.6 ± 0,2
120	207	16.4 ± 0,2	210	16.4 ± 0,2	222	17.2 ± 0,2
144	255	18.2 ± 0,2	260	18.4 ± 0,2	274	19.0 ± 0,2

Sección Transversal

Núcleo relleno - AS-G



Núcleo Seco - AS-S

