

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA

**“MEJORAMIENTO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS DE
INFORMACIÓN DE LA EPS SEDALORETO S.A. EN LA CIUDAD DE
IQUITOS”**



INFORME TECNICO
MODALIDAD EXPERIENCIA PROFESIONAL CALIFICADA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ALEJANDRO REÁTEGUI PEZO

LIMA-PERÚ

2010

A las cuatro únicas mujeres que a mi vida dan significado
A Nataly, mi hija, la alegría de mi existencia,
A Carola, mi madre, me diste la vida y todavía me la sigues dando
A Ángela, mi hermana, con tu ayuda demuestras ser la hermana mayor
A Ymelda, mi esposa, que partiste para no volver más.

Este trabajo expositivo en lo profundo de mi ser,
agradecer quiero a mi hermana:
 Ángela,
 Tu ayuda,
 Tus consejos,
 Tu paciencia,
Sin todo ello no hubiera sido posible,
 Llegar a buen puerto,
 El inicio del éxito por venir

INDICE DE CONTENIDOS

PRESENTACIÓN.....	I
CARATULA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
INDICE DE CONTENIDOS.....	V
INDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
INDICE DE TABLAS.....	VIII
INDICE DE ECUACIONES.....	IX
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	X
ANEXOS.....	XI

INDICE GENERAL

CAPITULO I.....	16
IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA.....	16
1.1.- Introducción	16
1.2.- Características de la Institución.....	18
1.3.- Antecedentes.....	19
1.4.- Enfoque del Problema.....	21
1.5.- OBJETIVOS.....	24
1.5.1.- OBJETIVO GENERAL.....	24
1.5.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
 CAPITULO II.....	 25
ESTUDIO DEL TRAFICO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES	25
2.1.- Generalidades sobre Tráfico Telefónico.....	26
2.2.- Análisis del Tráfico Telefónico.....	30
2.2.1.- Manejo del Tráfico de Voz.....	31
2.2.2.- Códec a Utilizar.....	33
2.2.3.- Cálculo del Tráfico de Voz Administrativo.....	33
2.3.- Tráfico de Datos.....	37
2.3.1.- Cálculo del Tráfico de datos.....	37
2.4.- Calculo de la Capacidad de la Red.....	40
 CAPITULO III.....	 42
DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES.....	42
3.1.- Redes Inalámbricas (WLAN).....	42
3.2.- Estándar 802.11.....	42
3.2.1.- Estándar 802.11a.....	43
3.3.- Estudio de Campo y Geografía de la Zona.....	44
3.3.1.- Ciudad de Iquitos.....	45

3.3.1.1.- Levantamiento de Información.....	45
3.4.- Verificación de Línea de Vista.....	47
3.4.1.- Análisis de Vista para Enlace Planta-Gerencia.....	47
Comercial	
3.5.- Determinación de los Parámetros de Desempeño de los.....	48
Radioenlaces	
3.6.- Definiendo la Potencia del Enlace.....	48
3.7.- Los Elementos de la Potencia del Enlace.....	49
3.7.1.- El Lado de Transmisión – Recepción.....	51
3.7.1.1.- Potencia de Transmisión Tx.....	51
3.7.1.2.- Pérdida en el Cable.....	52
3.7.1.3.- Pérdidas en los Conectores.....	53
3.7.1.4.- Amplificadores.....	54
3.7.1.5 Ganancia de Antena.....	55
3.7.1.6 Pérdidas de Propagación.....	56
3.7.1.7 Pérdidas en el Espacio Libre.....	56
3.7.1.8.- Zona de Fresnel.....	58
3.7.1.9.- Sensibilidad del Receptor.....	60
3.7.1.10.- Margen y Relación S/N.....	61
3.8.- Términos y Conceptos.....	62
3.8.1.- Presupuesto de Enlace / Presupuesto de Potencia /.....	62
Ganancia del Sistema.	
3.8.2.- Margen del Sistema.....	62
3.8.3.- EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) =.....	62
PIRE = (POTENCIA IRRADIADA	
ISOTRÓPICA EFECTIVA	
3.9.- Cálculo con Decibels (dB, dBm, dBi).....	63
3.9.1.- Unidades Adimensionales.....	63
3.9.2.- Conversión de Watt a dBm.....	64
3.9.2.1.- dB (Decibel).....	64
3.9.2.2.- dBm (dB Referido a un mW).....	65
3.9.2.3.- dBi (decibel respecto a la Isotrópica).....	65

3.10.- Presupuesto del Enlace Completo.....	66
3.11.- Calculo del Radioenlace.....	67
3.11.1.- Pérdidas en el Espacio Libre.....	67
3.11.2.- Calculo de la Zona de Fresnel.....	67
3.11.3.- Ganancia de Antena.....	68
3.11.4.- Perdidas en los Cables.....	68
3.11.5.- Perdidas en los Conectores.....	68
3.11.6.- Potencia de Transmisión.....	68
3.11.7.- Amplificadores.....	68
3.11.8.- Sensibilidad del Receptor.....	68
3.11.9.- Margen de Desvanecimiento.....	69
3.12.- Perfiles Topográficos de los Radioenlaces.....	72
3.13.- Equipo Seleccionado para el Diseño de la Red.....	76
Inalámbrica.	
3.13.1.- Primera Alternativa.....	77
3.13.2.- Segunda Alternativa.....	79
3.13.3.- Tercera Alternativa.....	83
3.14.- Diseño de la Red de Telefonía y Videoconferencia.....	87
3.14.1.- Configuración del Access Point ISPAIR 54 Mbps...	90
3.14.2.- Telefonía IP con ELASTIX.....	94
3.14.2.1.- Requerimientos Mínimos de Hardware....	94
3.14.2.2.- Configuración Básica de Elastix.....	96
3.14.2.2.1.- Parámetros de Red.....	96
3.14.2.2.2.- Configuración de Hardware.....	97
Telefónico	
3.14.2.2.2.3.- Creación de Nueva extensión.....	98
3.14.2.2.2.4.- Configuración de Teléfono.....	100
Softphone	
3.14.2.2.2.5.- Grabación de Mensajes de.....	102
Bienvenida	
3.14.2.2.2.6.- Configurar un IVR de Bienvenida..	103
3.14.3.- Videoconferencia con ISABEL para la comunicación	105
Entre los Locales	

3.14.3.1.- Requerimientos Mínimos de Hardware.....	105
3.14.3.2.- Requerimientos Mínimos de Software.....	106
3.14.3.3.- Requerimientos de la Red.....	106
3.14.3.4.- Instalación y Configuración Básica de.....	107
ISABEL	
3.14.3.5.- Menú ISABEL.....	108
3.14.3.6.- Barra de Telemeeting de ISABEL.....	109
3.15.- Cuadros Resúmenes del Diseño.....	118
CAPITULO IV.....	120
ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA RED.....	120
4.1.- Costos de Inversión.....	120
4.1.1.- Costos de Equipos y Accesorios.....	120
4.1.1.1.- Primera Alternativa.....	121
4.1.1.2.- Segunda Alternativa.....	121
4.1.1.3.- Tercera Alternativa.....	122
4.1.2.- Costos de Instalación.....	122
4.2.- Costos de Operación y Mantenimiento.....	123
4.3.- Costo Total del Proyecto.....	123
CAPITULO V.....	124
CONCLUIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
5.1.- Conclusiones.....	124
5.2.- Recomendaciones.....	127
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

1.-	Figura 2.1: Comparación de la calidad de voz..... Percibida (MOS)	32
2.-	Figura 2.2: Capacidad de Voz entre..... Edificio de la Planta de Tratamiento y las Instalaciones De la Gerencia Comercial.	36
3.-	Figura 3.1: Distancia entre la Gerencia Comercial..... Y la Planta de Tratamiento	46
4.-	Figura 3.2: Potencia en dBm en Función de la..... Distancia para un radioenlace	50
5.-	Figura 3.3: Trayectoria Completa de Transmisión..... Entre el Transmisor y el Receptor	51
6.-	Figura 3.4: Señal y Ruido con y sin Amplificar.....	55
7.-	Figura 3.5: Pérdida en dB en Función de la..... Distancia en metros	57
8.-	Figura 3.6: Zona de Fresnel.....	59
9.-	Figura 3.7: Acerca del Programa SOLARIA..... Y el Modulo ACP	72
10.-	Figura 3.8: Vista de Planta de los locales a Interconectar.....	73
11.-	Figura 3.9: Datos del Sistema a Interconectar.....	73
12.-	Figura 3.10: Perfil del Enlace.....	74
13.-	Figura 3.11: Cálculo de Altura de las Antenas.....	74
14.-	Figura 3.12: Leyenda.....	75
15.-	Figura 3.13: Diagrama de Interconexión de la Red..... De Comunicaciones de la EPS SEDALORETO S.A.	76
16.-	Figura 3.14: CPE ISPAIR.....	78
17. -	Figura 3.15: Access Point ECB-8610.....	80
18.-	Figura 3.16: Antena Sectorial W58-16SP1.....	81
19.-	Figura 3.17: Antena HG5827G.....	82
20. -	Figura 3.18: Access Point TR-5 PLUS con Antena..... Sectorial incluida de 24 dBi	85
21.-	Figura 3.19: Se Muestra el Prototipo de Red..... De la Planta de Tratamiento	88
22.-	Figura 3.20: Se Muestra el Prototipo de Red de la..... Gerencia Comercial	89
23.-	Figura 3.21: En esta Pantalla ya se Configuro el..... Usuario y el Password	90
24.-	Figura 3.22: Información de la Configuración del AP.....	91
25. -	Figura 3.23: Información de la Configuración del AP.....	91

26.-	Figura 3.24: Información de la Configuración de la WLAN....	92
27.-	Figura 3.25: Equilibrio Inalámbrico.....	92
28. -	Figura 3.26: Cable UTP cat 5e.....	93
29.-	Figura 3.27: PoE.....	93
30.-	Figura 3.28: Diagrama de Red de Telefonía IP, Datos y..... Videoconferencia	94
31.-	Figura 3.29: Pantalla de Instalación de Elastix.....	95
32.-	Figura 3.30: Proceso de Instalación de Elastix.....	95
33. -	Figura 3.31: Modos de Arranque de Elastix.....	96
34.-	Figura 3.32: Pantalla de Insertación del Password.....	96
35.-	Figura 3.33: Parámetros de la Red.....	96
36. -	Figura 3.34: Configuración de Hardware Telefónico.....	97
37.-	Figura 3.35: Creación de una Nueva Extensión.....	98
38.-	Figura 3.36: Configuración de los Parámetros de la..... Nueva extensión	99
39. -	Figura 3.37: Interfaz Grafica del software IDEFISK.....	101
40.-	Figura 3.38: Configuración del Software IDEFISK.....	101
41.-	Figura 3.39: Software XtenLite.....	102
42.-	Figura 3.40: Ventana de Configuración de Audios para..... Añadirlos o Modificarlos	102
43.-	Figura 3.41: Ventana para Anadir IVR.....	103
44. -	Figura 3.42: Ventana de Configuración IVR.....	104
45.-	Figura 3.43: Ventana de Presentación de ISABEL.....	107
46.-	Figura 3.44: Menú de Utilidades de ISABEL.....	109
47.-	Figura 3.45: Barra de Telemeeting de ISABEL.....	110
48.-	Figura 3.46: Configuración de Audio para ISABEL.....	111
49.-	Figura 3.47: Menú del Administrador de ISABEL.....	112
50.-	Figura 3.48: Menú de Administración de ISABEL.....	112
51. -	Figura 3.49: Inicialización del Administrador de ISABEL.....	113
52.-	Figura 3.50: Menú de Video de ISABEL.....	113
53.-	Figura 3.51: Estado Actual del Video en ISABEL.....	114
54.-	Figura 3.52: Configuración de Video en ISABEL.....	114
55. -	Figura 3.53: Configura Local de Video de la Cámara Utilizada	115
56.-	Figura 3.54: Menú de IROUTER.....	115
57.-	Figura 3.55: Configuración del Gerente de Tráfico.....	116
58.-	Figura 3.56: Menú de Pointer.....	116

59.-	Figura 3.57: Menú de Monitor.....	117
60.-	Figura 3.58: Estado del Monitor y el Agente SNMP DE..... ISABEL	117

INDICE DE TABLAS

1.-	Tabla 2.1: Medición de la calidad de la Voz (MOS).....	33
2.-	Tabla 2.2: Matriz de Cantidad de Ocupaciones de..... Llamadas en cada uno de los Enlaces	35
3.-	Tabla 2.3: Total de Capacidad de Voz Administrativa..... Utilizando UIT G.729A	37
4.-	Tabla 2.4: Capacidad Típica para Servicios de Datos.....	38
5.-	Tabla 2.5: Demanda de Capacidad por Dependencia.....	39
6.-	Tabla 2.6: Demanda de Capacidad Total para Datos.....	40
7.-	Tabla 2.7: Demanda Total de la Capacidad del Canal..... Para la Propuesta de la Red	41
8.-	Tabla 3.1: Característica de los Estándares 802.11.....	43
9.-	Tabla 3.2: Velocidad de Transmisión y Modulación..... Utilizada por OFDM	44
10.-	Tabla 3.3: Ejemplo de (pico) de Potencia de Transmisión..... De una Tarjeta Inalámbrica IEEE 802.11 a/b Típica	52
11.-	Tabla 3.4: Valores Típicos de Pérdida en los Cables..... Para 2.4 y 5.8 Ghz	53
12.-	Tabla 3.5: Perdidas en espacio abierto (PEA) en dB para..... Diferentes Distancias y Frecuencias	58
13.-	Tabla 3.6: Radio (m) para la Primera Zona de Fresnel.....	60
14.-	Tabla 3.7: Valores Típicos de las Sensibilidad del Receptor..... De las Tarjetas de Red Inalámbrica	61
15.-	Tabla 3.8: Factor de Rugosidad de Terreno (Valores..... Característicos)	69
16.-	Tabla 3.9: Factor de Análisis Climático Anual..... (Del Tipo Promedio, Anualizado)	69
17. -	Tabla 3.10: Parámetros de ISPAIR 54 Mb.....	78
18.-	Tabla 3.11: Parámetros del Equipo ECB-8610.....	81
19.-	Tabla 3.12: Parámetros de la antena Sectorial.....	82
20. -	Tabla 3.13: Parámetros de la Antena HG5827G.....	83
21.-	Tabla 3.14: Parámetros del Equipo TR-5 Plus.....	85
22.-	Tabla 3.15: Comparación de las Tres Alternativas para el..... Diseño	86
23.-	Tabla 3.16: Configuración de Parámetros de la Red.....	97
24.-	Tabla 3.17: Cuadro Resumen de las Coordenadas..... Geográficas de los Locales a Interconectar	118
25. -	Tabla 3.18: Cuadro Resumen de lo Diseñado.....	119
26.-	Tabla 4.1: Costos de la Familia ISPAIR.....	121

27.-	Tabla 4.2: Costos con Antenas Hyperlink.....	121
28. -	Tabla 4.3: Costos Access Point TR-5 Plus con Antena..... Incluida	122

INDICE DE ECUACIONES

1.-	Ecuación 2.1: Volumen de Trafico.....	27
2.-	Ecuación 2.2: Intensidad de Trafico.....	27
3.-	Ecuación 2.3: Tráfico Perdido.....	28
4.-	Ecuación 2.4: Grado de Servicio.....	29
5.-	Ecuación 2.5: Fórmula de Erlang de Intensidad de..... Tráfico	29
6.-	Ecuación 2.6: Flujo de Tráfico.....	30
7.-	Ecuación 2.7: Ocupación Total en una Hora.....	31
8.-	Ecuación 3.1: MU - P_u	49
9.-	Ecuación 3.2: Perdida en el Espacio Libre A_o (dB).....	57
10.-	Ecuación 3.3: Perdida en el Espacio Libre A_o (dB).....	57
11.-	Ecuación 3.4: Fórmula de la Zona de Fresnel.....	59
12.-	Ecuación 3.5: Fórmula de la Zona de Fresnel Simplificada....	60
13.-	Ecuación 3.6: Fórmula de la Zona de Fresnel (60%).....	60
14.-	Ecuación 3.7: Relación Señal a Ruido.....	62
15.-	Ecuación 3.8: PIRE.....	63
16.-	Ecuación 3.9: Margen – Sensibilidad del Receptor.....	63
17.-	Ecuación 3.10: dB.....	64
18.-	Ecuación 3.11: dBm.....	65
19.-	Ecuación 3.12: dBi.....	65
20.-	Ecuación 3.13: Margen.....	66
21.-	Ecuación 3.14: Variación Formula de Fresnel.....	67
22.-	Ecuación 3.15: Margen de Desvanecimiento (MD).....	69

CAPITULO I.

IDENTIFICACION DE LA PROBLEMÁTICA

1.1.- Introducción

Mediante este informe expositivo se presenta todos los detalles y experiencias adquiridas durante las fases de estudio preliminar, diseño, implementación y puesta en operación del sistema de comunicaciones en mención.

La tecnología aplicada al proyecto de comunicaciones de la EPS SEDALORETO S.A., está basada en tecnología inalámbrica, la cual utiliza señales de radio frecuencia para establecer un sistema de comunicaciones de alta velocidad y de gran confiabilidad.

Esta tecnología obedece al estándar IEEE 802.11a y establece normas técnicas a ser adoptadas por los fabricantes de equipos, este estándar permite que los equipos alcance velocidades de hasta 54 Mbps en la banda de frecuencias de 5.8 GHz.

Cabe mencionar que este estándar ha sido adoptado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para su aplicación dentro del territorio peruano.

El equipamiento propuesto e instalado cumple con esta norma y se han utilizado 02 equipos de comunicaciones denominados Wireless Bridge, ya que extienden un segmento de una red LAN a distancias de varios Kilómetros, permitiendo enviar información a grandes

distancias como si estuviera dentro de la misma LAN, en realidad se está dentro de la misma LAN pero en lugares distintos y apartados.

El presente informe técnico incluye información importante como por ejemplo la información recolectada y registrada con ayuda de un GPS para determinar los puntos exactos de cada uno de los puntos de instalación involucrados, esta información ha sido de gran utilidad para determinar la ubicación y posición de las torres de elevación así como también para realizar el cálculo de la trayectoria y alineamiento de antenas.

Así mismo se incluye la descripción detallada de cada una de las instalaciones y puesta en operación de cada uno de los enlaces y los resultados de cada una de las pruebas realizadas, en las mencionadas pruebas se muestra la influencia del entorno de operación y de los factores climatológicos en la correcta operación de estos sistemas de comunicaciones.

Al final del informe se presentan recomendaciones y conclusiones producto de lo experimentado y aprendido en la implementación de este proyecto denominado **“Mejoramiento e Integración de Sistemas Informáticos de Información de la EPS SEDALORETO S.A. en la ciudad de Iquitos”**.

1.2.- Características de la institución

La empresa EPS SEDALORETO S.A., es la entidad prestadora de servicios de saneamiento de agua potable y alcantarillado de Loreto, específicamente de la ciudad de Iquitos, contando con Administraciones Zonales en las ciudades de Yurimaguas y Requena.

La empresa en mención se encuentra en crecimiento debido a la entrada en funcionamiento del proyecto PE-P29 en la sede principal, la ciudad de Iquitos, que mostraba una facturación inicial de 36,000 usuarios en julio del 2,008 se ha ido incrementando paulatinamente incorporando al estado activo a 10,000 a nuevos usuarios a partir de dicho mes, siendo la facturación en el mes de Diciembre del 2,009 de 47,420 usuarios, lo cual demuestra que se debe prever muchos factores como son puntos de cobro adicionales a los que contamos, mejoramiento de los sistemas informáticos, de atención al público, micromedición, etc. debido a que se seguirán activando nuevos usuarios hasta el 2,011, en una cantidad mayor a lo mencionado líneas arriba.

1.3.- Antecedentes

La EPS SEDALORETO S.A. desarrolla sus actividades en dos sedes físicamente distanciadas, una ubicada en la calle jirón Huallaga # 328 en el centro de la ciudad, donde funciona la gerencia comercial cuyo objetivo es de atención al público usuario y en la cual se ejecuta un sistema informático denominado SICI-PD, cuyo alcance es todo lo que tiene que ver con el aspecto comercial de la empresa, el segundo local esta medianamente alejado de la ciudad, la planta de tratamiento, donde están las instalaciones no solo de lo que tiene que ver con el proceso de tratamiento y distribución del agua potable, sino de la gerencia general, administración, operaciones, ingeniería y planificación, allí se ejecuta un sistema informático administrativo llamado AVALON, es así que la unidades orgánicas diversas de la empresa cuando desean acceder a algún sistema que no esté ubicado donde ellos trabajan, tienen que desplazarse geográficamente para poder ejecutarlo en tiempo real.

Es decir todos los procesos comerciales de SEDALORETO S.A. (facturación, cobranzas de pensiones de consumo, información comercial, atención de reclamos, etc.) se realizan en el local comercial, donde los clientes asisten para hacer algún trámite como por ejemplo desde solicitar una conexión nueva de agua, como también realizar un reclamo que puede ser consumo elevado, falta de agua, etc. allí también hacen la cancelación de los consumos que hacen por el uso del servicio que ofrece la empresa, lo cual también lo pueden realizar en la empresa Telefónica, Banco de Crédito, Interbank

y la Cooperativa San Martín, existiendo la necesidad el poner un punto de cobro en la planta de tratamiento, siendo para ello necesario una conexión inalámbrica para el cobro en tiempo real.

Frente a lo mencionado en el párrafo anterior, actualmente la institución cuenta con 46,627 usuarios activos (al 31 de Junio del 2009), se prevé que a partir de noviembre del 2010 deben incorporarse progresivamente 15,000 nuevos usuarios, gracias al proyecto PE-P29: Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de la ciudad de Iquitos, cuyo objetivo es ampliar la cobertura de agua potable y alcantarillado a la ciudad de Iquitos, lo cual sumado a los 10,000 usuarios que ya se incorporaron a partir de mes de julio del 2008, plantea a la empresa ampliar la cobertura de puntos de cobro de los recibos de pensiones, para de esa manera dar un mejor servicio a nuestros usuarios, con ello se evita a los usuarios el desplazarse grandes distancias para cancelar sus recibos.

Es decir, viviendo actualmente en la era de la información, la EPS SEDALORETO S.A., no puede estar en estas condiciones, se hace de necesidad que se tome la decisión política de efectuar una inversión en hardware, redes y comunicaciones, como en una primera instancia, en etapas posteriores es necesario desarrollar un nuevo sistema informático comercial.

1.4.- Enfoque del problema

Por la particularidad propia de la EPS SEDALORETO S.A. que físicamente se encuentra ubicado en dos lugares diferentes sus instalaciones principales, la Gerencia Comercial ubicada en el Jirón Huallaga y la Planta de Tratamiento donde están ubicadas las oficinas Administrativas, las cuales hacen uso de dos sistemas informáticos, el SICI-PD y el AVALON respectivamente, las cuales se ejecutan en dos redes locales (LAN) diferentes, causando en los usuarios malestar para poder entrar a los dos sistemas en tiempo real, ocasionando con ello retraso en varios procesos, como el de tener información al instante que ayude a la toma de decisiones en forma efectiva y eficiente.

En la zona donde está ubicado la planta de tratamiento es un lugar que está rodeado de asentamientos humanos, debido a ello se hace necesario poner un punto de cobro en ese lugar para ahorrarles tiempo y dinero a nuestros usuarios, de acercarse a cancelar sus recibos de consumo al centro de la ciudad, donde se encuentra la gerencia comercial y las instituciones financieras.

Como parte del Plan de mejoramiento de los Sistemas de Información y mejoramiento institucional, se propone una mejor alternativa técnica para integrar las Sedes de Huallaga y Pampa Chica. Esta propuesta no se basa únicamente en criterios de comunicaciones, adicionalmente se busca garantizar el pleno funcionamiento de los Sistemas existentes en la EPS SEDALORETO S.A., con una performance adecuada para que cumpla un rol de apoyo y soporte a la gestión.

Es una aspiración de varios años la interconexión de los referidos locales, en años recientes la solución seguía todavía siendo onerosa, pero con el avance de la microelectrónica, los sistemas de comunicaciones y la informática, estas soluciones han alcanzado precios realmente alcanzables para la institución.

A ello se suma que contamos con conexión a internet en la planta de tratamiento, mediante la empresa prestadora de servicios de comunicaciones “Telmex S.A.”, en el local comercial se accesa a internet usando el Modem contratada a la empresa “Telefónica”, como se comprenderá este medio es muy lento, si se comparte la conexión con otras pc’s, lo es más, e instalar mas módems en las computadoras se haría difícil la administración de ellas, ya que estaríamos proclives a la infección de virus de computadoras, poniendo todo ello en peligro a nuestro sistema informático comercial.

De acuerdo a lo expuesto en el párrafo anterior, si integráramos ambos locales mediante la conexión inalámbrica, se accesaría a internet usando con lo que se cuenta en la planta de tratamiento, con esto se administraría de buena manera todo el acceso a internet, ya que se cuenta con un firewall y un proxy, consiguiendo con ello seguridad, confiabilidad y ahorro de recursos de ancho de banda en la navegación por internet.

La EPS SEDALORETO S.A., cuenta actualmente con dos centrales telefónicas convencionales, muy antiguas, que ya llegaron al límite de su capacidad, siendo la demanda mayor, no quedando ya más puntos

de conexión por ofrecer; aprovechando esta situación se pretende reemplazar todo el sistema actual por una nueva tecnología, conocida como VozIp, es decir se pretende comprar una central telefónica que hace uso de esa tecnología, conocida como “Asterisk”, que es una PBX versátil, de fácil configuración y administración, que usa el sistema operativo Linux, instalando esta solución se hará uso de los puntos de red de computadoras para instalar los teléfonos, se usara la interconexión inalámbrica para comunicar los dos locales, con ello se evita hacer uso de la empresa telefónica para comunicarlos, tal como es ahora, todo lo expuesto en el presente párrafo traerá ahorro de costos y sobretodo plena satisfacción de nuestros usuarios que actualmente tienen problemas para comunicarse entre las mismas unidades orgánicas de la institución.

Es de necesidad institucional la capacitación, para de alguna manera poder brindarlo, sin con ello entre en conflicto con las horas laborales, se pretende hacer uso de la tecnología de videoconferencia para capacitación y comunicación masiva entre los dos locales, sin necesidad de desplazamiento del personal se puede ofrecerlo, instalando el centro por ejemplo en el auditorio del tercer piso de la gerencia comercial, el personal de la planta puede ver y participar de la capacitación y/o de alguna exposición de la alta dirección, como se puede ver el uso de esta facilidad y de las planteadas en esta sección sería gracias a la interconexión inalámbrica planteada en este documento.

1.5.- Objetivos

1.5.1.- Objetivo General

Realizar el diseño de un radio enlace entre la planta de tratamiento y el local de la gerencia comercial de la EPS SEDALORETO S.A.

1.5.2.- Objetivos Específicos

- ❖ Recopilar la información necesaria para el diseño.
- ❖ Diseñar el enlace.
- ❖ Estudiar y seleccionar el equipamiento necesario para el nuevo diseño.
- ❖ Tiempo de transacciones óptimas en los sistemas informáticos interconectados.
- ❖ Calcular el costo de implementación y el retorno de la inversión para la tecnología propuesta.
- ❖ Determinar la factibilidad de la implementación.

CAPITULO II

ESTUDIO DE TRÁFICO PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

El estudio de tráfico es el punto de partida para mejorar el rendimiento de las comunicaciones, ayuda a planificar la gestión de los recursos de telecomunicaciones de una empresa.

Para el análisis de tráfico del presente proyecto es importante indicar que la interconexión propuesta se realizará a nivel administrativo, entre las dos entidades administrativas.

También es importante señalar que, en su origen, el Protocolo Internet se utilizó para el envío de datos, pero en la actualidad, y debido al importante desarrollo tecnológico que está experimentando este campo, se dispone de una tecnología que permite digitalizar la voz y comprimirla en paquetes de datos. Estos son enviados a través de cualquier moderno sistema de transmisión de datos para ser reconvertidos de nuevo en voz, en el punto de destino.

Sin embargo, y a pesar de que se está hablando de otra tecnología como es la Telefonía IP, el estudio del comportamiento de su tráfico está sujeto a los mismos conceptos en base a los cuales se dimensiona una red tradicional de telefonía, por lo que es necesario revisar dichos conceptos, como se describe en el siguiente punto del presente capítulo.

2.1.- Generalidades sobre Tráfico Telefónico¹

En general, se entiende que el tráfico es un término que cuantifica la utilización de un recurso de transporte.

Uno de los aspectos de mayor importancia en la ingeniería de telecomunicaciones es la determinación del número óptimo de troncales que se requiere en la ruta o conexión entre dos centrales. Para estar en posibilidad de dimensionar correctamente se deberá tener la idea de su posible utilización; es decir, del número de conversaciones que intentarán establecerse simultáneamente sobre dicha ruta. La utilización de una ruta o de un conmutador lleva directamente a los dominios de la ingeniería de tráfico en la cual son importantes los siguientes parámetros:

Ocupación: Estado en que se encuentra un sistema o componente del mismo cuando está siendo utilizado. El suceso que se estudia comienza en el instante de utilización de ese circuito y termina cuando el circuito deja de ser utilizado.

Llamada: Proceso de ocupaciones en los diferentes componentes que genera, en determinadas condiciones, todo intento de comunicación entre dos abonados.

Congestión: Estado en que se encuentra un sistema en el que todos los circuitos están ocupados.

¹ TRÁFICO TELEFÓNICO: SOTO, Mauricio. Tráfico Telefónico conceptos y aplicaciones. 3ra edición.
<http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/tráfico.html>

Volumen de Tráfico: Suma de los tiempos de ocupación de todos y cada uno de los órganos o circuitos en un período de tiempo determinado. El volumen de tráfico es independiente del tiempo durante el cual se ha observado el fenómeno.

Se mide en las mismas unidades que el tiempo, como consecuencia de que el tráfico se genera por ocupaciones en el tiempo de los órganos encargados de soportar o establecer la comunicación.

$$V = \sum_{x=1}^N x t_x \quad \text{Ecuación (2.1)}$$

Donde:

V = Volumen de tráfico

x = Número de llamadas

t_x = Tiempo de duración de cada llamada

Intensidad de Tráfico: Es la relación entre el volumen de tráfico cursado por un circuito o grupo de circuitos durante un período de tiempo determinado de observación y el período de tiempo que ha durado dicha observación.

$$A = \frac{V}{T} \quad \text{Ecuación (2.2)}$$

Donde:

A = Intensidad de tráfico [Erlangs]

V = Volumen de tráfico

T = Período de observación

Erlang: Es la unidad de tráfico que representa la ocupación de un órgano, circuito o un grupo de estos durante todo un período de observación.

Hora Pico (Cargada): Cierta período del día en que el tráfico alcanza sus valores máximos.

Sistema con pérdida y espera: Es un sistema en el que, cuando todos los equipos son ocupados, una llamada que llega no es aceptada, siendo por lo tanto rechazada y constituyéndose en una llamada perdida.

Tráfico Ofrecido (Y): Representa la demanda o todas las llamadas que llegan al sistema. Es el tráfico que sería despachado si todas las llamadas fueran establecidas.

Tráfico Despachado (X): Es la parte eficiente del tráfico (llamadas con éxito). No representa la demanda total porque hay llamadas perdidas.

Tráfico Perdido (P): En un sistema de llamadas perdidas es la fracción de tráfico ofrecido que no se puede cursar por estar el sistema en estado de congestión.

$$P = Y - X \quad \text{Ecuación (2.3)}$$

Grado de Servicio (p): El término grado de servicio define la proporción de las llamadas que se permite fallar durante la hora de

mayor ocupación debido a la limitación, por razones económicas, del equipo de conmutación.

$$p = \frac{Y - X}{Y} \quad \text{Ecuación (2.4)}$$

Fórmula de Erlang de intensidad de tráfico: Para la proporción de llamadas perdidas en un grupo de disponibilidad total incluyendo n dispositivos y arreglados de tal manera que cualquier llamada que no encuentra un dispositivo libre se pierde, el matemático danés “A. K. Erlang” ha dado la siguiente expresión:

$$B = \frac{\frac{Y^N}{N!}}{\sum_{i=0}^N \frac{Y^i}{i!}} \quad \text{Ecuación (2.5)}$$

Donde:

Y = flujo de tráfico ofrecido expresado en erlang.

N = número de líneas de salida.

Esta fórmula es frecuentemente usada en la estimación del número de dispositivos dependientes de tráfico requeridos en plantas telefónicas. No sólo es usada para grupos de disponibilidad total sino también, en gran medida, como base para la estimación de las condiciones de tráfico en grupos con disponibilidad restringida. La relación entre el

número de dispositivos i , el flujo de tráfico Y , y la cantidad B , como se expresó arriba, involucra algún trabajo de cálculos numéricos y, consecuentemente, se necesitan tablas.

2.2.- Análisis del Tráfico Telefónico

Para cualquier análisis es fundamental conocer cómo se reparte el tráfico telefónico. La experiencia demuestra que las llamadas aparecen en cualquier instante, independientemente unas de otras, es un proceso totalmente aleatorio y son de duración variable, con tiempo promedio que depende de cada usuario dentro de una determinada empresa o país.

Si se define el tráfico telefónico como la acumulación de llamadas telefónicas en un grupo de circuitos troncales en el que se considera tanto su duración como su cantidad, se puede decir que el flujo de tráfico (A) viene representado por:

$$A = CT \quad \text{Ecuación (2.6)}$$

Donde C es la cantidad de llamadas por hora y T es la duración promedio por llamada. De la fórmula se puede deducir fácilmente que la unidad de tráfico será: llamadas-minuto o llamadas-hora.

La unidad preferida en tráfico en telecomunicaciones es el ERLANG. El erlang es una medida de tráfico adimensional.

Un erlang equivale a una estación transmisora, utilizando el 100% de un recurso de transporte el 100% del tiempo. Por definición, la ocupación total durante una hora equivale a 1 erlang.

$$1(\text{erlang}) = \frac{t \cdot n}{60} \quad \text{Ecuación (2.7)}$$

t = tiempo medio o duración de la llamada en minutos.

n = número de llamadas cursadas.

Así por ejemplo, si se realizan 30 llamadas con una media de 2 minutos, se tiene un erlang.

Para una medición de tráfico, la probabilidad de encontrar congestión es un parámetro muy importante en cualquier sistema de telecomunicaciones. Una condición de congestión ocurre en las horas pico si se trata de un sistema telefónico, por lo tanto un conmutador se debe dimensionar para que maneje la carga en la hora pico.

Es importante saber dimensionar los recursos, para evitar sobredimensionar el diseño, de manera que maneje cualquier tráfico pico, pero que resulte económico. Entonces, aún en un conmutador bien diseñado se espera que en las horas pico se presenten momentos de congestión en los que los intentos adicionales por establecer comunicaciones se encontrarán con un bloqueo.

2.2.1.- Manejo del tráfico de voz²

La tendencia actual es la de poder transmitir la mayor cantidad de tráfico integrado como voz, fax, datos LAN y video a un costo y

² CALIDAD DE LA VOZ: http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.doc

método eficiente; es decir, optimizando ancho de banda, que es un recurso de costo elevado.

Con este objetivo se han creado diversos métodos de compresión de voz, lo que permite reducir el ancho de banda necesario.

Aunque la percepción de la voz varía entre cada persona, el mercado principal de opinión MOS (Mean Opinión Store) es ampliamente aceptado como medida de la calidad de voz.

El rango de la MOS provee una subjetiva puntuación promedio de la calidad de la voz sobre un alto número de personas que hablan, pronuncian y escuchan.

La Figura 2.1 muestra los valores de MOS para diferentes algoritmos de compresión y la Tabla 2.1 muestra los valores MOS.

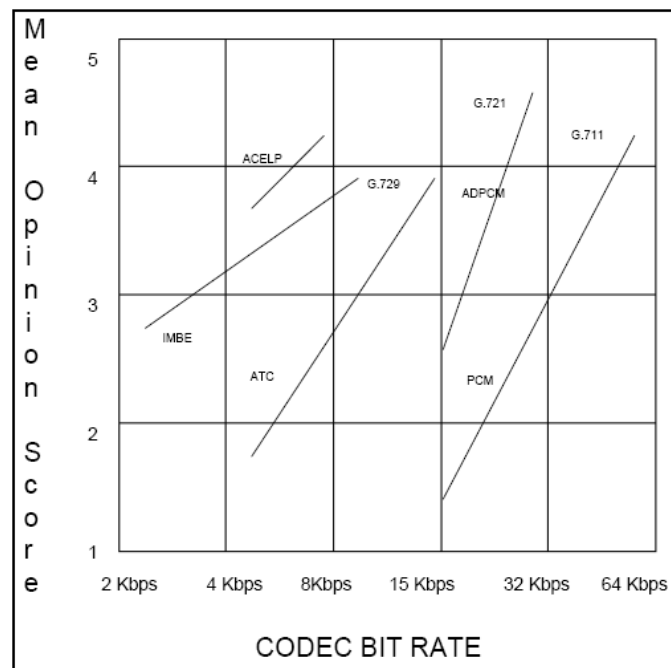


Figura 2.1: Comparación de la calidad de voz percibida (MOS)

Grafico sacado de: CALIDAD DE LA VOZ:

http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.doc

MARCADOR MOS	CALIDAD
4.0 A 5.0	Excelente calidad (Toll Quality)
3.0 a 4.0	Mediana calidad de comunicación (Communication Quality)
< 3.0	Baja Calidad (Synthetic Quality)

Tabla 2.1: Medición de la calidad de la voz (MOS)[

Grafico sacado de: CALIDAD DE LA VOZ:

http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.doc

2.2.2.- Códec a Utilizar

Los códecs que soporta Asterisk, la cual es una aplicación de código abierto de una central telefónica (PBX) creada por Mark Spencer de Digium, tiene licencia GPL y, como cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí, que en un proyecto futuro está el utilizarlo como solución; por lo tanto, el códec que a continuación se describe en detalle es el que se utilizará en el presente diseño.

UIT G. 729A

Este códec comprime la señal en períodos de 10 milisegundos. No puede transportar tonos como DTMF o fax.

G. 729A es un códec propietario, por lo que su uso requiere de licencia. Utiliza un reducido ancho de banda que oscila en los 8 Kbps,³ pero con un gran soporte por parte de dispositivos comerciales. Es un códec parecido a GSM en lo que se refiere a calidad.

2.2.3.- Cálculo del tráfico de voz Administrativo

³ http://members.tripod.com/mauriciomolina/Bajables/VoIP_completo.pdf

El cálculo del tráfico significa determinar realmente el número de puertos (voz y datos) necesarios para cumplir con los requerimientos del tráfico y grado de servicio y también dimensionar la capacidad de transmisión de la portadora de cada estación.

Es importante considerar que el presente proyecto está orientado a la interconexión de los edificios de la gerencia comercial y de la planta de tratamiento de la EPS SEDALORETO S.A., en la ciudad de Iquitos, es decir sólo tráfico administrativo.

En el caso del servicio de voz administrativo se tienen el local de la gerencia comercial y la planta de tratamiento, en ésta última están ubicadas las oficinas administrativas, de operaciones e ingeniería, donde se tiene un mayor número de personal. Se considera un promedio de 22 ocupaciones⁴ durante la hora cargada en el enlace desde la Planta de tratamiento hacia el edificio donde está ubicado la gerencia comercial, ocupaciones de 12 para el enlace desde éste último hacia la planta de tratamiento.

El tiempo promedio de duración de las llamadas se ha normalizado a 3 minutos por llamada promedio.

La Tabla 2.2 muestra la matriz la cual indica la cantidad de ocupaciones realizadas por cada uno de los enlaces.

⁴ Valor tomado de estadísticas de tráfico realizadas en SEDALORETO.

Locales	Planta de Tratamiento	Gerencia Comercial
Planta de Tratamiento	X	22
Gerencia Comercial	12	X

Tabla 2.2: Matriz de cantidad de ocupaciones de llamadas en cada uno de los enlaces.

Valor calculado en la EPS SEDALORETO S.A.

Para la estimación de tráfico cursado por la Telefonía IP se ha utilizado el programa online de la página <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

En donde se pide como datos: el códec de telefonía ip a utilizar que en el caso del presente diseño es el G729A, la duración del paquete que se utilizó de 40 mseg, el valor del tráfico en la hora cargada o BHT en erlangs para cada enlace y la tasa de error en llamadas o blocking que es del 2%.

$BHT = [(duración llamada promedio (s) * ocupación canal)/3600]$
erlangs

Enlace Planta de tratamiento – Gerencia Comercial – Planta de Tratamiento

$$BHT = (3 * 60 * \mathbf{22}) / 3600 = 1.1 \text{ erlang}$$

$$BHT = (3 * 60 * \mathbf{12}) / 3600 = 0.60 \text{ erlang}$$

$$BHT = 1.1 + 0.60 = \mathbf{1.70 \text{ erlang}}$$

Una vez obtenidos los valores de los enlaces se procede a utilizar las formulas online para calcular la capacidad estimada de tráfico de voz donde se obtienen los siguientes resultados:

En la Figura 2.2 se tiene la capacidad requerida para el enlace entre el Edificio de la Planta de Tratamiento – Gerencia Comercial – Planta de Tratamiento.

Erlangs and VoIP Bandwidth Calculator

Coding algorithm
G.729A (CS-CELP) 8kbps compression

Packet duration
20 milliseconds (2 samples)

BHT (Erl.)
☐ Unknown
1.700

Blocking
☐ Unknown
0.020

B/W (kbps)
☒ Unknown
144

Voice paths (read-only): 6

Calc. **Results** **Help**

Figura 2.2: Capacidad de Voz entre Edificio de la Planta de Tratamiento y las Instalaciones de la Gerencia Comercial.

Se uso el siguiente enlace: <http://www.erlang.com/calculator/eipb/>

Valor calculado usando los datos de la Tabla 2.2 en la formula de BHT y usando ello en el enlace Web presentado que es 1.7erlang

En la Tabla 2.3 se muestra la capacidad estimada de tráfico de voz del enlace a interconectar.

DEPENDENCIA	G.729A	Total Capacidad de Voz Administrativa
Edificio Planta de Tratamiento – Gerencia Comercial	8 Kbps	144 Kbps
TOTAL		144 Kbps

Tabla 2.3: Total de Capacidad de voz administrativa utilizando UIT G.729A.
Los datos de esta tabla salen de la figura 2.2

A esta tabla se completo con los datos calculados en la Figura 2.2

Este dato dado por la tabla 2.3 servirá para llenar la tabla 2.7 en el ítem datos, con lo cual obtendremos el ancho de banda total en las peores condiciones de tráfico de red en la interconexión inalámbrica, es decir cuando estén haciendo uso de ella el máximo número de usuarios.

2.3 TRÁFICO DE DATOS

Para el tráfico de datos no hay buenas estadísticas de desempeño, por lo tanto se requiere un buen conocimiento de la aplicación para aprovechar las ventajas de las características de tráfico.

2.3.1 Calculo del tráfico de datos

Las aplicaciones que se consideran para el cálculo del tráfico de datos son: Internet, correo electrónico, transmisión de archivos (FTP), video conferencia y acceso a los sistema informáticos comercial (SICI-PD) y administrativo (AVALON).

Para la determinación de capacidad de los servicios se han asignado valores típicos⁵ que se presentan en la Tabla 2.4, debido a que no fue posible acceder a estadísticas que indiquen la ocupación real de dichas aplicaciones. Para las aplicaciones de los sistemas comerciales y administrativo se ha estimado que se requerirá un throughput de 20 Kbps por cada usuario.

SERVICIO	CAPACIDAD TÍPICA (Kbps)
Internet	32
Correo Electrónico	19.2
Transferencia de Archivos (FTP)	19.2
Videoconferencia	192
Acceso al Sistema Comercial	20
Acceso al Sistema Administrativo	20

Tabla 2.4: Capacidad Típica para servicios de datos

⁵Ancho de Banda:

<http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videconferencia%20IP.pdf>

REF; Curso de telefonía IP con Asterix, administrador esencial.

REF[80]; Palacios Quetty, Tesis, EPN

En la Tabla 2.5 se indica la demanda de Capacidad que requieren los diferentes servicios informáticos. La demanda de capacidad se obtuvo multiplicando el número de posibles usuarios⁶ por la capacidad típica que necesita el servicio. Este número de posibles usuarios se lo estableció considerando el peor de los casos en el cual todos accederían al servicio respectivo simultáneamente.

DEPENDENCIA	SERVICIO	NÚMERO DE USUARIOS	DEMANDA DE CAPACIDAD. (Kbps)
Planta de tratamiento	Videoconferencia	1	192
	SICI-PD	8	160
Local Gerencia Comercial	Internet	20	640
	Correo Electrónico	20	384
	Transmisión de Archivos	20	384
	Videoconferencia	1	192
	AVALON	6	120
TOTAL			2,072

Tabla 2.5: Demanda de Capacidad por Dependencia

⁶ POSIBLES USUARIOS: Información obtenida de las diferentes unidades orgánicas de la EPS SEDALORETO S.A.

SERVICIO	NUMERO DE USUARIOS	DEMANDA DE CAPACIDAD (Kbps)
Internet	20	640
Correo Electrónico	20	384
Transmisión de Archivos	20	384
Videoconferencia	2	384
SICI-PD	8	160
AVALON	6	120
TOTAL		2,072

Tabla 2.6: Demanda de Capacidad total para datos

La Tabla 2.6 indica que la demanda de la capacidad total para datos es 2,072 Kbps, pero si todos los usuarios estarían utilizando los servicios de la red al mismo tiempo; por tanto, se debe recordar que esta capacidad sería en el peor de los casos.

2.4 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA RED

Para calcular adecuadamente la capacidad (Kbps) del canal de comunicaciones, es necesario tomar en cuenta aspectos como: medio de transmisión, servicios actuales y requeridos por los usuarios.

Las aplicaciones que se consideran para el dimensionamiento son: telefonía IP, datos y videoconferencia.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de tráfico telefónico, datos y videoconferencia, la demanda total de ancho de banda se muestra en la Tabla 2.7.

SERVICIO	DEMANDA DE CAPACIDAD (Kbps)
VOZ	144
DATOS	2,072
TOTAL	2,216

Tabla 2.7: Demanda total de la Capacidad del canal para la propuesta de la red.

Esta Tabla sale como resumen de la Tabla 2.6

En el presente capítulo, luego de realizar un análisis del tráfico de cada una de las aplicaciones, se ha determinado la capacidad requerida para la interconexión inalámbrica que es de 2,216 Kbps, con lo que en el siguiente capítulo se realizará el diseño de la red.

CAPITULO III

DISEÑO DE LA RED DE TELECOMUNICACIONES

En el presente Capitulo se realizará una revisión de las redes inalámbricas enfocada al diseño de la red, los enlaces a utilizar, y se realizará el diseño de la Red de Telecomunicaciones.

3.1.- Redes Inalámbricas (WLAN)

Las Redes inalámbricas WLAN, al igual que una LAN, requieren un medio físico a través del cual pasan las señales de transmisión. En lugar de utilizar el par trenzado o cables de fibra óptica, las WLANs utilizan luz infrarroja (IR) o radio frecuencia (RFs).

El uso de la radiofrecuencia es mucho más popular debido a las ventajas de la movilidad que ofrece. Las WLANs utilizan las bandas de frecuencia de 2,4 GHz y de 5,8 GHz, frecuencias no licenciadas. Esto implica que no tienen ningún tipo de restricción.

3.2.- ESTÁNDAR 802.11

En las Redes Inalámbricas, 802.11 es un estándar inalámbrico que especifica conectividad para estaciones fijas, portátiles y móviles dentro de un área local. El propósito del estándar es reglamentar la conectividad inalámbrica de estaciones que requieren una rápida implementación. Éstos pueden ser computadores portátiles, o estaciones montadas en vehículos en movimiento dentro de un área local.

Se indica a continuación en la Tabla 5.1 las características de los estándares 802.11:

ESTÁNDAR	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Velocidad (Mbps)	54	11	54	600
Modulación	OFDM	DSS/CCK	DSS/CCK/OFDM	DSS/CCK/OFDM
Banda (Ghz)	5	2.4	2.4	2.5 o 5
Canal (Mhz)	20	20	20	20 o 40
Características Esenciales	54 Mbps en banda 5 Ghz	Mejora para banda 2.4 Ghz	54 Mbps en banda 2.4 Ghz	Mejoras de Troughput

Tabla 3.1: Características de los Estándares 802.11
Sacado de Fundamentos de Wireless Cisco

3.2.1.- Estándar 802.11a

Los dispositivos IEEE 802.11a operan en el rango de frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz. Es desde esta frecuencia más alta que el estándar obtiene parte de su rendimiento. El resto proviene de la combinación de las técnicas de codificación y modulación utilizadas.

Multiplexado por división de frecuencia ortogonal (OFDM)

El estándar IEEE 802.11a utiliza multiplexado por división de frecuencia ortogonal, una técnica que divide un canal de comunicaciones en una cierta cantidad de bandas de frecuencia que se encuentran separadas por el mismo espacio. OFDM utiliza múltiples subportadoras, que son 52, separadas por 312,5 KHz. Los datos se envían por 48 portadoras simultáneamente, donde cada subportadora transporta una porción de los datos del usuario. Cuatro subportadoras se utilizan como pilotos. Las subportadoras son ortogonales (independientes) entre sí.

El tiempo para transmitir cada bit se incrementa en proporción a la cantidad de portadoras. Esto hace al sistema menos sensible a la interferencia multiruta, una fuente importante de distorsión. La Tabla 3.2 muestra los diferentes sistemas de codificación y modulación utilizados por 802.11a, junto con las velocidades de datos correspondientes.

TECNICA DE CODIFICACIÓN	TECNOLOGIA DE MODULACIÓN	TASA DE DATOS
OFDM	BPSK	6 Mbps
OFDM	BPSK	9 Mbps
OFDM	QPSK	12 Mbps
OFDM	QPSK	18 Mbps
OFDM	16QAM	24 Mbps
OFDM	16QAM	36 Mbps
OFDM	64QAM	48 Mbps
OFDM	64QAM	54 Mbps

Tabla 3.2: Velocidad de transmisión y Modulación utilizada por OFDM
Sacado de Fundamentos de Wireless Cisco

3.3.- Estudio de Campo y Geografía de la Zona

Con la finalidad de obtener la mayor y mejor información de la zona donde se iban a realizar las instalaciones se decidió llevar a cabo un estudio de campo “Site Survey” previo a la instalación con el propósito de determinar lo siguiente:

- Evaluación de la infraestructura existente.
- Requerimiento de protección eléctrica y voltaje estabilizado.
- Requerimientos de infraestructura necesarios.
- Evaluación de las condiciones climáticas y de geografía de la zona.

3.3.1.- Ciudad de Iquitos

La ciudad de Iquitos se encuentra en la zona nororiente del Perú, colindante con la margen izquierda del río Amazonas, presenta una geografía muy densa de vegetación en toda su superficie con árboles de alturas medianas y edificaciones altas solo en el centro de la ciudad.

3.3.1.1.- Levantamiento de Información

Para obtener datos exactos y muy precisos, se realizó la captura de datos con ayuda de un GPS, este dispositivo tiene la capacidad de dar información exacta referente a la ubicación y posición de un determinado punto geográfico.

Nuestro estudio de campo, recolecto información como altura sobre el nivel del mar, así como el rumbo y dirección para los alineamientos de las antenas en los radio enlace propuestos.

DATOS RECOLECTADOS

1.- Planta de Tratamiento

Dirección : Av. Guardia Civil S/N

Latitud Sur : 03° 45' 32.0"

Longitud Oeste : 73° 16' 17.0"

Altura : 97.89 metros.

2.- Gerencia Comercial

Dirección : Calle Huallaga # 328

Latitud Sur : 03° 45' 1.0"

Longitud Oeste : 73° 14' 50.0"

Altura : 99.11 metros.

Con la ubicación de los dos puntos a interconectar y con la ayuda del software Google Earth se puede observar que la distancia entre ellos es de 2.85 Km.

En la figura 3.1 se muestra la distancia en línea recta desde el Edificio del local de la gerencia comercial ubicada en el centro de la ciudad en la calle Huallaga # 328, y la planta de tratamiento localizada en la Avenida Guardia Civil # 1228.

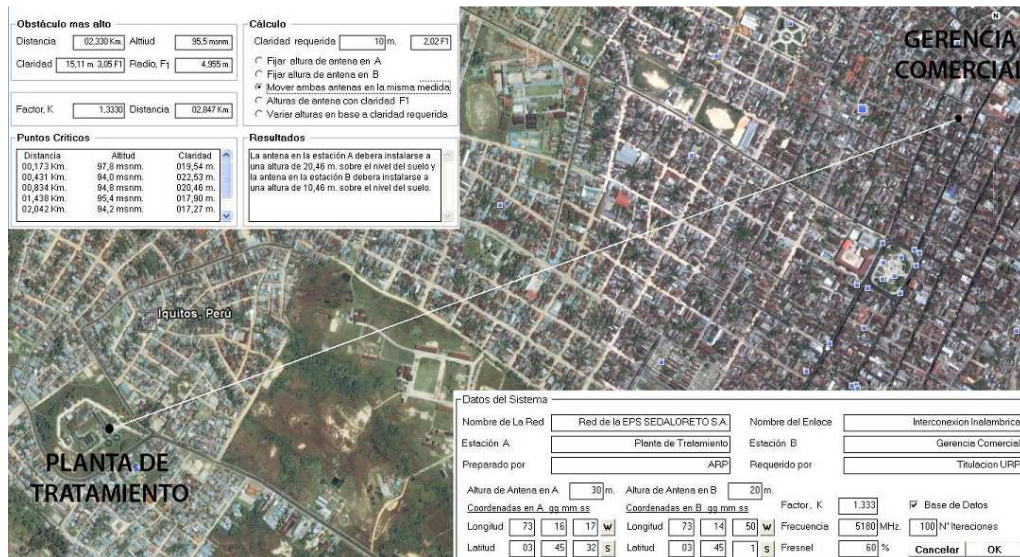


Figura 3.1: Distancia entre la Gerencia Comercial y la Planta de Tratamiento

Imagen Combinada: tomada del Google Earth y las tablas del Software Solari

3.4.- Verificación de Línea de Vista

La verificación de la línea de vista es un factor muy importante e imprescindible en todo radio enlace, esta debe ser verificada con anterioridad y así identificar los obstáculos o posibles obstrucciones en la trayectoria planteada del enlace, esto con la finalidad de determinar las alturas necesarias para la instalación de mástiles o torres de elevación.

Para este fin se efectuó una inspección ocular “in situ” en cada uno de los locales involucrados, se accedieron a sus partes altas o techos y desde allí con ayuda de binoculares de alta precisión 10x40 se efectuó la verificación.

Esta verificación consiste en trazar imaginariamente una línea visual recta desde el punto de observación (punto local) hasta el punto objetivo (punto remoto) anteriormente definido y ubicado.

Con la ayuda de binoculares se podrá hacer un recorrido visual de la trayectoria del enlace y se podrá ver por donde pasara el haz de radio (señal RF).

Esto determinará y comprobará fácilmente la existencia d obstáculos tales como edificios, árboles, torres, tanques de agua, etc.

3.4.1.- Análisis de Vista para Enlace Planta – Gerencia Comercial

Se procedió a realizar el análisis de línea de vista entre estos dos puntos, primero se ubico un punto referencial para desde allí realizar las

observaciones preliminares, este primer punto fue la torre de comunicaciones de la EPS SEDALORETO S.A., ubicado en el techo de la gerencia de operaciones en la planta de tratamiento, desde esta torre a 15 metros de altura del techo se pudo divisar claramente el edificio de la gerencia comercial (calle Huallaga Cuadra 3), la vista no presentaba obstáculos directos, pero sí edificios muy altos a los alrededores, al igual que torres de elevación.

3.5.- Determinación de los Parámetros de Desempeño de los Radioenlaces

Independientemente del buen equipamiento de la red inalámbrica que se desee tener y del despeje de la línea de vista, se necesita calcular la potencia del enlace. Sobrecargar un radio enlace no hará necesariamente que las cosas mejoren para la implementación sino que también causará problemas a otros usuarios del espectro.

Tener un buen cálculo de la “Potencia del Enlace” es esencial ya que es el requerimiento básico del funcionamiento del mismo. Puede ser comparado con los cimientos de una edificación: no importa lo bien hecho que estén el piso, las paredes y el techo, si el cimiento es débil, la edificación entera se caerá.

3.6.- Definiendo la Potencia del Enlace

Es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del

radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado.

3.7.- Los Elementos de la Potencia del Enlace¹

Los elementos pueden ser divididos en 3 partes principales:

- 1.- El lado de Transmisión con potencia efectiva de transmisión.
- 2.- Pérdidas en la propagación.
- 3.- El lado de Recepción con efectiva sensibilidad receptiva (effective receiving sensibility).

El cálculo de la potencia completo del radio enlace es simplemente la suma de todos los aportes (en decibeles) en el camino de las tres partes principales:

$MU - P_u = P_{TX} - AWG_{TX} + G_{TX} - A_0 + G_{RX} - AWG_{RX}$	Ec. (3.1)
---	------------------

Donde:

MU = Margen Umbral [dB]

P_U = Sensibilidad del equipo receptor [dBm]

P_{TX} = Potencia del Transmisor [dBm]

AWG_{TX} = Pérdida en el cable de Tx [dB]

G_{TX} = Ganancia de la antena de TX [dBi]

A₀ = Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB]

¹Las formulas en los acápite: 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 son tomadas de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

G_{RX} = Ganancia de la antena de RX [dBi]

AWG_{RX} = Pérdida en el cable de RX [dB]

Una cuestión importante a tener en cuenta es que si la potencia del transmisor y la del receptor no son iguales, debe realizarse el cálculo de la potencia tanto en el sentido transmisor-receptor como en el sentido inverso para asegurarnos que el enlace se puede establecer efectivamente, *pero en nuestro caso en el lado de recepción como en el de transmisión se usaran los mismos tipos de equipos*, por lo tanto solo se hará el cálculo en un solo sentido.

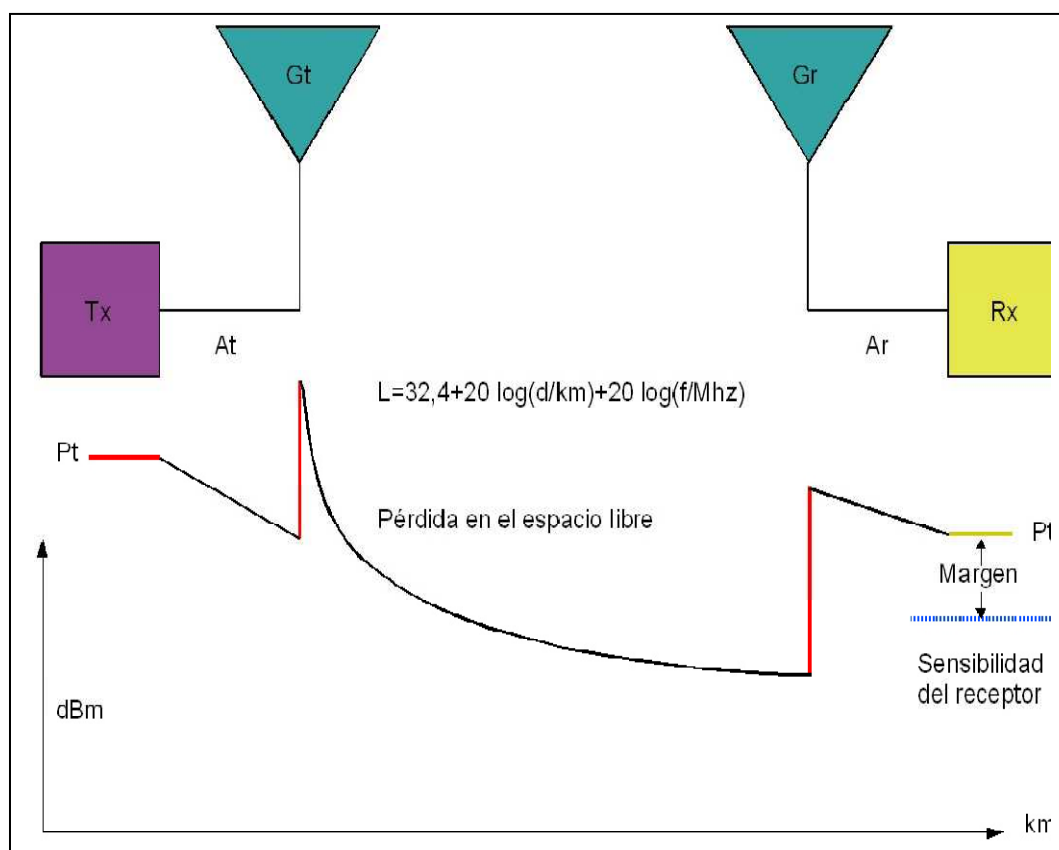


Figura 3.2: Potencia en dBm en función de la distancia para un radioenlace.
Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final.
Octubre 2007

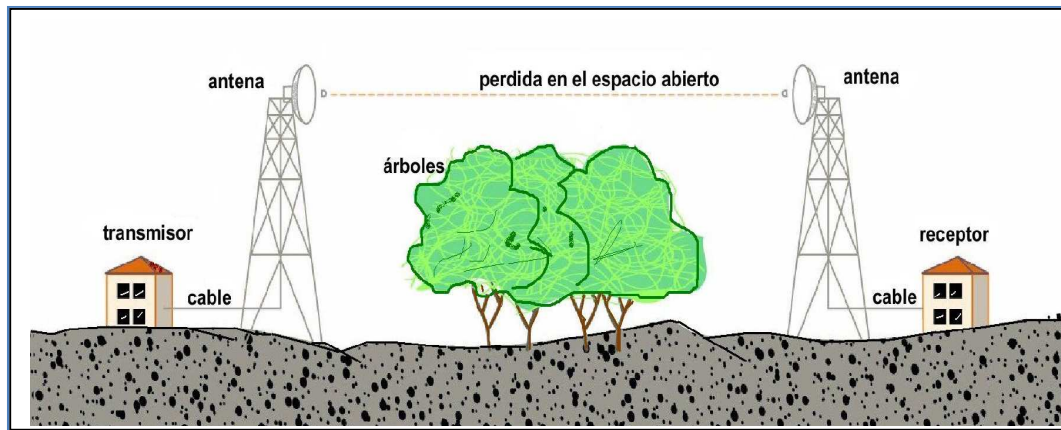


Figura 3.3: Trayectoria completa de transmisión entre el transmisor y el receptor
 Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final.
 Octubre 2007

3.7.1.- El Lado de Transmisión – Recepción

3.7.1.1.- Potencia de Transmisión (P_{TX})

La potencia de transmisión es la potencia de salida del radio. El límite superior depende de las regulaciones vigentes en cada país, dependiendo de la frecuencia de operación y puede cambiar al variar el marco regulatorio. En general, los radios con mayor potencia de salida son más costosos.

La potencia de transmisión del radio, normalmente se encuentra en las especificaciones técnicas del vendedor. Se debe tener en cuenta que las especificaciones técnicas darán valores ideales, los valores reales pueden variar con factores como la temperatura y la tensión de alimentación.

La potencia de transmisión típica en los equipos IEEE 802.11 varía entre 15 – 26 dBm (30 – 400 mW).

Por ejemplo, en la **Tabla 3.3**, vemos la hoja de datos de una tarjeta IEEE 802,11a/b:

Protocolo	Potencia pico (dbm)	Potencia Pico (mW)
IEEE 802.11b	18	65
IEEE 802.11a	20	100

Tabla 3.3: Ejemplo de (pico) de potencia de transmisión de una tarjeta inalámbrica IEEE 802.11a/b típica.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

3.7.1.2.- Pérdida en el cable

Las pérdidas en la señal de radio se pueden producir en los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas. Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación y normalmente se miden en dB/m o dB/pies.

Independientemente de lo bueno que sea el cable, siempre tendrá pérdidas. Por eso, siempre que sea posible el cable de la antena debe ser lo más corto posible. La pérdida típica en los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará. Para tener una idea de cuán grande puede ser la pérdida en un cable, si se estuviere usando un cable RG58 que tiene una pérdida de 1 dB/m, para conectar un transmisor con una antena. Usando 3 m de cable RG58 es suficiente para perder el 50% de la potencia (3 dB).

Las pérdidas en los cables dependen mucho de la frecuencia. Por eso al calcular la pérdida en el cable, se debe de asegurar de usar los valores correctos para el rango de frecuencia usada. Se debe controlar la hoja de datos del distribuidor y si fuera posible, verificar las pérdidas tomando nuestras propias mediciones. Como regla general, se puede tener el doble de pérdida en el cable [dB] para 5,4 GHz comparado con 2,4 GHz.

Tipo de Cable	144 MHz	220 MHz	450 MHz	915 MHz	1.2 GHz	2.4 GHz	5.8 GHz
RG-58	20.3	24.3	34.8	54.1	69.2	105.6	169.2
RG-8X	15.4	19.7	28.2	42.0	52.8	75.8	134.2
LMR-240	9.8	12.1	17.4	24.9	30.2	42.3	66.9
RG-213/214	9.2	11.5	17.1	26.2	33.1	49.9	93.8
9913	5.2	6.2	9.2	13.8	17.1	25.3	45.3
LMR-400	4.9	5.9	8.9	12.8	15.7	22.3	35.4
3/8" LDF	4.3	5.2	7.5	11.2	13.8	19.4	26.6
LMR-600	3.1	3.9	5.6	8.2	10.2	14.4	23.9
½" LDF	2.8	3.6	4.9	7.2	8.9	12.8	21.6
7/8" LDF	1.5	2.1	2.7	3.9	4.9	7.5	12.5
1 ¼" LDF	1.1	1.4	2.0	3.0	3.6	5.6	9.2
1 5/8" LDF	0.92	1.1	1.7	2.5	3.1	4.6	8.2

Tabla 3.4: Valores típicos de pérdida en los cables para 2.4 y 5.8 GHz
Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final.
Octubre 2007

3.7.1.3.- Pérdidas en los conectores

Se estima por lo menos 0.25 dB de pérdida para cada conector en el cableado. Estos valores son para conectores bien hechos mientras que los conectores mal soldados DIY (Do It Yourself) pueden implicar pérdidas mayores. Ver la hoja de datos para las pérdidas en el rango de frecuencia y el tipo de conector que se usará.

Si se usan cables largos, la suma de las pérdidas en los conectores está incluida en una parte de la ecuación de “Pérdidas en los cables”. Pero para estar seguro, siempre se debe de considerar un promedio de pérdidas de 0.3 a 0.5 dB por conector como regla general.

Además, los protectores contra descargas eléctricas que se usan entre las antenas y el radio se presupuestan hasta con 1 dB de pérdida, dependiendo del tipo. Se debe de revisar los valores suministrados por el fabricante (los de buena calidad sólo introducen 0,2 dB).

3.7.1.4.- Amplificadores

Opcionalmente, se pueden usar amplificadores para compensar la pérdida en los cables o cuando no haya otra manera de cumplir con el presupuesto de potencia. En general, el uso de amplificadores debe ser la última opción. Una buena selección inteligente de las antenas y una alta sensibilidad del receptor son mejores que la fuerza bruta de amplificación.

Los amplificadores de alta calidad son costosos y uno económico empeora el espectro de frecuencia (ensanchamiento), lo que puede afectar los canales adyacentes. Todos los amplificadores añaden ruido extra a la señal, y los niveles de potencia resultantes pueden contravenir las normas legales de la región.

Técnicamente hablando, prácticamente no hay límites en la cantidad de potencia que puede agregar a través de un amplificador, pero

nuevamente, se debe tener en cuenta que los amplificadores siempre elevan el ruido también.

En la figura siguiente se puede observar el efecto del amplificador en la señal recibida. Obsérvese que se aumenta tanto el nivel de la señal como el del ruido. Además, se puede notar que la señal amplificada presenta mayores fluctuaciones de amplitud que la original, esto significa que la relación Señal/Ruido se ha deteriorado a consecuencia de la amplificación.

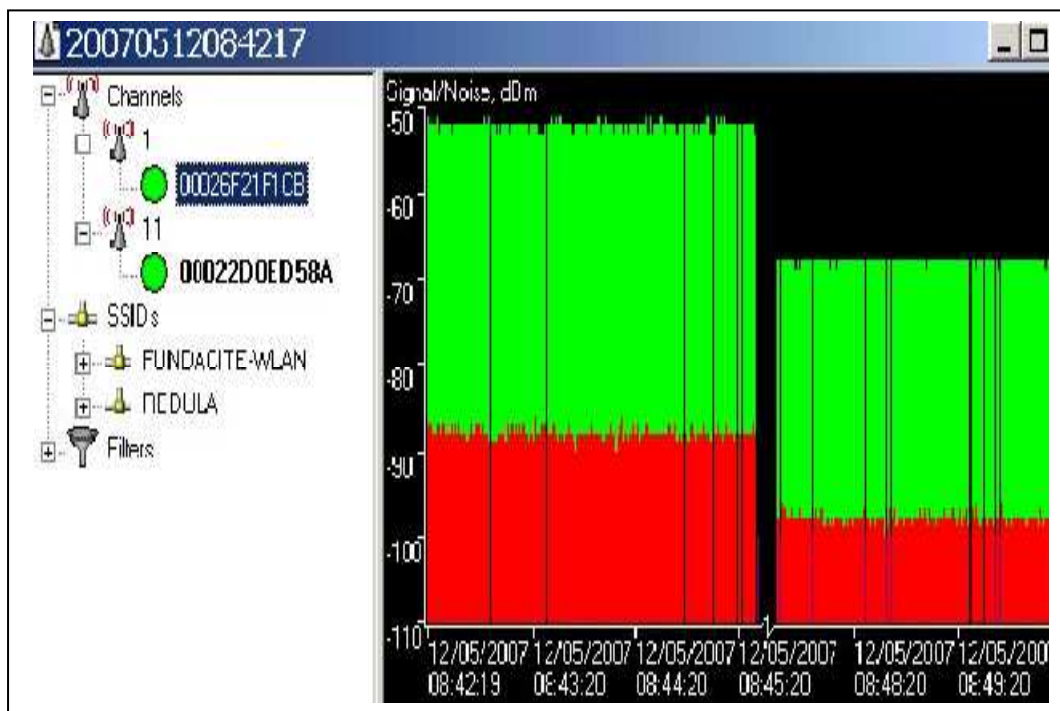


Figura 3.4: Señal y Ruido con y sin amplificar.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

3.7.1.5.- Ganancia de Antena

La ganancia de una antena típica varía entre 2 dBi (antena integrada simple) y 8 dBi (omnidireccional estándar) hasta 21 – 30 dBi

(parabólica). Se debe tener en cuenta que hay muchos factores que disminuyen la ganancia real de una antena.

Las pérdidas pueden ocurrir por muchas razones, principalmente relacionadas con una incorrecta instalación (pérdidas en la inclinación, en la polarización, objetos metálicos adyacentes). Esto significa que sólo puede esperarse una ganancia completa de antena, si está instalada en forma óptima.

3.7.1.6.- Pérdidas de propagación

Las pérdidas de propagación están relacionadas con la atenuación que ocurre en la señal cuando esta sale de la antena de transmisión hasta que llega a la antena receptora.

3.7.1.7.- Pérdidas en el espacio libre

La mayor parte de la potencia de la señal de radio se perderá en el aire. Aún en el vacío, una onda de radio pierde energía (de acuerdo con los principios de Huygens) que se irradia en direcciones diferentes a la que puede capturar la antena receptora. Nótese que esto no tiene nada que ver con el aire, la niebla, la lluvia o cualquier otra cosa que puede adicionar pérdidas

La Pérdida en el Espacio libre (FSL), mide la potencia que se pierde en el mismo sin ninguna clase de obstáculo. La señal de radio se

debilita en el aire debido a la expansión dentro de una superficie esférica.

La Pérdida en el Espacio libre es proporcional al cuadrado de la distancia y también proporcional al cuadrado de la frecuencia.

Aplicando decibels, resulta la siguiente ecuación:

$$A_o \text{ (dB)} = 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) + K \quad \text{Ecuación (3.2)}$$

D = distancia, en este caso en Kilómetros.

F = frecuencia, en este caso en Mhz.

K = constante que depende de las unidades usadas en d y f

Si d se mide en Km, f en Mhz y el enlace usa antenas isotrópicas, la fórmula es, usando la **Ec. (3.2)**:

$$A_o \text{ (dB)} = 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) + 32.4 \quad \text{Ecuación (3.3)}$$

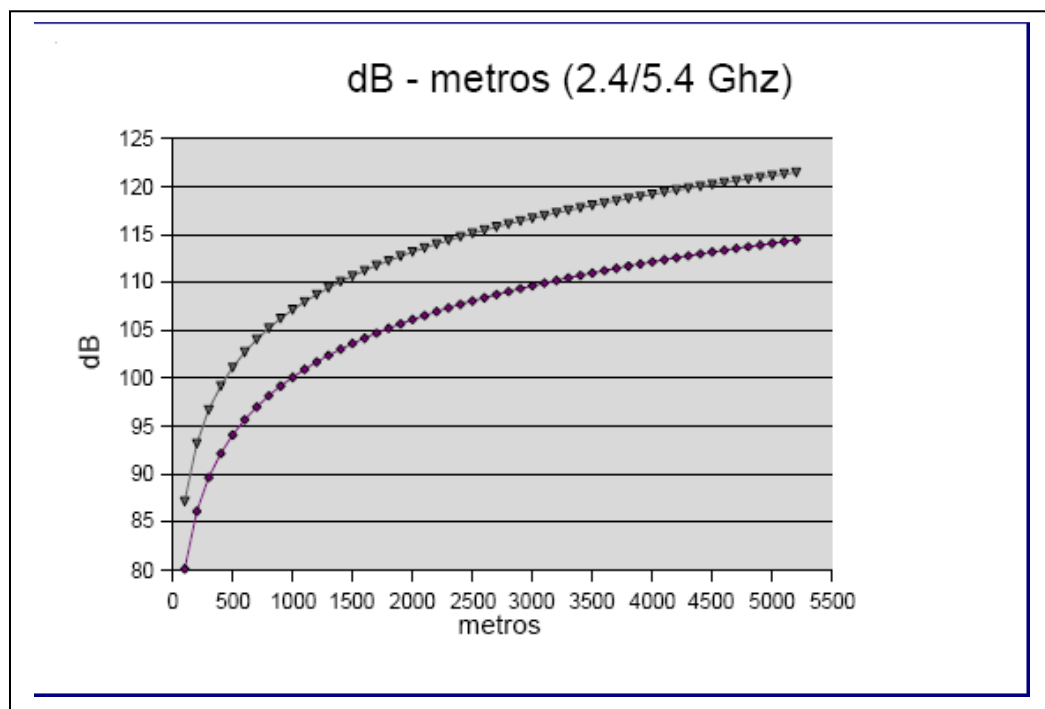


Figura 3.6: Pérdida en dB en función de la distancia en metros.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

El gráfico muestra la pérdida en dB para 2.4 GHz [] y 5.4 GHz []. Se puede ver que después de 1,5 km, la pérdida se puede ver como “lineal” en dB.

Como regla general en una red inalámbrica a 2.4 GHz, 100 dB se pierden en el primer kilómetro y la señal es reducida a 6 dB cada vez que la distancia se duplica. Esto implica que un enlace de 2 km tiene una pérdida de 106 dB y a 4km tiene una pérdida de 112 dB, etc.

<i>Distancia [km]</i>	<i>915 MHz</i>	<i>2,4 GHz</i>	<i>5,8GHz</i>
1	92 dB	100 dB	108 dB
10	112 dB	120 dB	128 dB
100	132 dB	140 dB	148 dB

Tabla 3.5 Pérdidas en Espacio Abierto (PEA) en dB para diferentes Distancias y Frecuencias.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

Estos valores son teóricos y pueden muy bien diferir de las mediciones tomadas, El término “espacio libre” no es siempre tan “libre”, y las pérdidas pueden ser muchas veces más grandes debido a las influencias del terreno y las condiciones climáticas. En particular, las reflexiones en cuerpos de agua o en objetos conductores pueden introducir pérdidas significativas.

3.7.1.8.- Zona de Fresnel

Teniendo como punto de partida el principio de Huygens, podemos calcular la primera zona de Fresnel, el espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor.

Basados en esto, podemos investigar cuál debería ser la máxima penetración de un obstáculo (por ej., un edificio, una colina o la propia curvatura de la tierra) en esta zona para contener las pérdidas.

Lo ideal es que la primera zona de Fresnel no esté obstruida, pero normalmente es suficiente despejar el 60% del radio de la primera zona de Fresnel para tener un enlace satisfactorio. En aplicaciones críticas, habrá que hacer el cálculo también para condiciones anómalas de propagación, en la cuales las ondas de radio se curvan hacia arriba y por lo tanto se requiere altura adicional en las torres. Para grandes distancias hay que tomar en cuenta también la curvatura terrestre que introduce una altura adicional que deberán despejar las antenas.

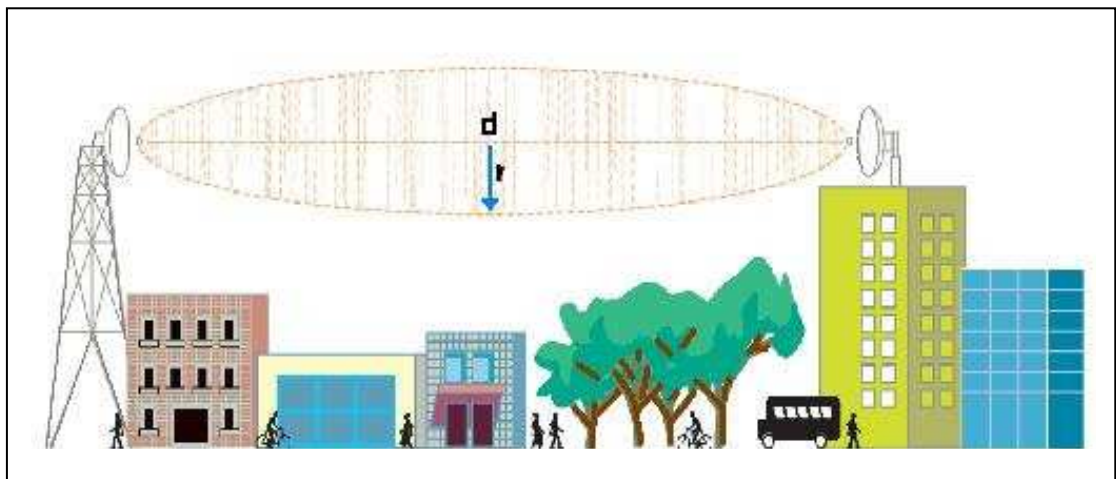


Figura 3.7: Zona de Fresnel

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

La siguiente fórmula calcula la primera zona de Fresnel:

$$r = 17,32 * \sqrt{((d1 * d2) / (d * f))}$$

Ecuación (3.4)

$d1$ = distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

$d2$ = distancia al obstáculo desde el receptor [km]

d = distancia entre transmisor y receptor [km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio ($d_1 = d_2$), la fórmula se simplifica:

$$r = 17,32 * \sqrt{d / 4f}$$

Ecuación (3.5)

Tomando el 60% nos queda:

$$0,6r = 5,2 * \sqrt{d / f}$$

Ecuación (3.6)

<i>Distancia [km]</i>	<i>915 MHz</i>	<i>2,4 GHz</i>	<i>5,8GHz</i>	<i>Altura de la Curvatura Terrestre</i>
1	9	6	4	0
10	29	18	11	4.2
100	30	56	36	200

Tabla 3.6: Radio [m] para la primera zona de Fresnel.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

La “Altura de la curvatura terrestre” describe la elevación que la curvatura de la tierra crea entre 2 puntos

3.7.1.9.- Sensibilidad del Receptor

La sensibilidad de un receptor es un parámetro que merece especial atención ya que identifica el valor mínimo de potencia que necesita para poder decodificar/extraer “bits lógicos” y alcanzar una cierta tasa de bits. Cuanto más baja sea la sensibilidad, mejor será la recepción

del radio. Un valor típico es -82 dBm en un enlace de 11 Mbps y -94 dBm para uno de 1 Mbps.

Una diferencia de 10dB aquí (que se puede encontrar fácilmente entre diferentes tarjetas) es tan importante como 10 dB de ganancia que pueden ser obtenidos con el uso de amplificadores o antenas más grandes. Nótese que la sensibilidad depende de la tasa de transmisión.

<i>Tarjeta</i>	<i>11 Mbps</i>	<i>5.5 Mb</i>	<i>2 Mbps</i>	<i>1 Mbps</i>
Orinoco cards PCMCIA Silver/Gold	-82 dBm	-87 dBm	-91 dBm	-94 dBm
Senao 802.11b card	-89	-91	-93	-95

Tabla 3.7: Valores Típicos de la sensibilidad del receptor de las tarjetas de red inalámbrica.

Figura tomada de TRICALCAR | www.wilac.net/tricalcar – Versión final. Octubre 2007

3.7.1.10 Margen y Relación S/N

No es suficiente que la señal que llega al receptor sea mayor que la sensibilidad del mismo, sino que además se requiere que haya cierto margen para garantizar el funcionamiento adecuado.

La relación entre el ruido y la señal se mide por la tasa de señal a ruido (S/N). Un requerimiento típico de la SNR es 16 dB para una conexión de 11 Mbps y 4 dB para la velocidad más baja de 1 Mbps.

En situaciones donde hay muy poco ruido el enlace está limitado primeramente por la sensibilidad del receptor. En áreas urbanas donde hay muchos radioenlaces operando, es común encontrar altos niveles

de ruido (tan altos como -92 dBm). En esos escenarios, se requiere un margen mayor:

$\text{Relación señal a ruido [dB]} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\text{Potencia de la señal [W]}}{\text{Potencia del ruido [W]}} \right)$	Ecuación (3.7)
--	-----------------------

En condiciones normales sin ninguna otra fuente en la banda de 2.4 GHz y sin ruido de industrias, el nivel de ruido es alrededor de los -100 dBm.

3.8.- Términos y Conceptos

Estos son algunos términos y conceptos que tendrá que manejar para hacer cálculos de radio enlace:

3.8.1.- Presupuesto de enlace / Presupuesto de Potencia / Ganancia del Sistema

Estos conceptos significan básicamente lo mismo: un cálculo de potencia de la señal a lo largo de la trayectoria de la misma.

3.8.2.- Margen del sistema

Corresponde a la diferencia entre el valor de la señal recibida y la sensibilidad del receptor.

3.8.3.- EIRP (Effective Isotropic Radiated Power) = PIRE (Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva)

La Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva está regulada por la autoridad nacional. La misma especifica la potencia máxima legalmente permitida para ser enviada al espacio abierto en un

área/país específico. El límite legal en el Perú es de 4W (36 dBm), según lo establece la Resolución Ministerial N^{ro} 777-2005-MTC/03 del 31 de Octubre del 2005 del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

La PIRE es una medida de la potencia que se está enfocando en una determinada región de espacio, determinada por las características de la antena transmisora.

La PIRE es el resultado de restar pérdidas de potencia en el cable y conectores y sumar la ganancia relativa de antena a la potencia del transmisor.

$\text{PIRE (dBm)} = \text{Potencia del transmisor (dBm)} - \text{Pérdidas en el cable y conectores (dB)} + \text{ganancia de antena (dBi)}$	Ecuación (3.8)
--	-----------------------

3.9 Cálculo con Decibeles (dB, dBm, dBi)

3.9.1 Unidades Adimensionales

Como mencionamos anteriormente, la potencia de enlace es la suma de todas las ganancias y pérdidas desde el transmisor (fuente de la señal de radio), a través de cables, conectores y espacio libre hasta el receptor.

$\begin{aligned} \text{Margen} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]} = & \text{Potencia del transmisor [dBm]} - \text{Pérdida en el cable TX [dB]} + \text{ganancia de antena TX [dBi]} - \\ & \text{Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB]} + \text{ganancia de antena RX [dBi]} - \text{Pérdidas en el cable del RX [dB]}. \end{aligned}$	Ecuación (3.9)
---	-----------------------

Un aspecto que puede sorprender es que en la ecuación se suman unidades dBm, dB, dBi como si fueran de la misma dimensión. ¿Cómo es posible simplemente sumar y restar dBm, dB y dBi? La respuesta es que el decibel (dB) es una medida que surge de dividir dos cantidades, una unidad adimensional como el porcentaje (%). El dBm en cambio, es la potencia referida a 1 mW y por lo tanto es una medida absoluta. Esto se entiende mejor recurriendo a una analogía con las alturas en metros; para calcular la altura de un edificio de 30 m que está en una calle a 1600 m sobre el nivel del mar sumamos tranquilamente metros y metros sobre el nivel del mar. La altura total del edificio será de 1630 m sobre el nivel del mar.

3.9.2.- Conversión de Watt a dBm

Familiarizarse con la conversión entre potencia (W) y dBm es muy útil para hacer cálculos de enlaces.

En los cálculos de enlace, hay tres tipos de unidades logarítmicas:

3.9.2.1.- dB (decibel)

Se usa para medir pérdidas en los cables y conectores o ganancia de antenas y amplificadores. El decibel es una unidad relativa

Correspondiente al logaritmo decimal del cociente de dos valores de potencia.

$$\text{dB} = 10 \cdot \log(P_2/P_1)$$

Ecuación (3.10)

Los dB son positivos cuando se refieren a una ganancia, como la de una antena o un amplificador, y negativos cuando corresponden a una atenuación, como la de un cable. Volviendo a nuestro ejemplo, si construimos un mástil para la antena de 3 m sobre el techo del edificio, la altura total de la antena será de 1633m. Y si nuestro transmisor está en el sótano del edificio (a -3m respecto al nivel de la calle) la longitud del cable del transmisor a la antena es $30 + 3 - (-3) = 36$ m. Nótese que el cálculo de la longitud del cable se puede hacer también como la diferencia entre las alturas absolutas de la antena y el transmisor: $1633 - 1627 = 36$ m

3.9.2.2.- **dBm (dB referido a un mW)**

El dBm es una unidad logarítmica referida a la potencia de 1 mili Watt (0,001 W). Por lo tanto mide potencia absoluta. Será positivo cuando se refiera a valores superiores a 1 mW y negativo para valores inferiores a 1 mW, como los correspondientes a potencias recibidas.

$$\text{dBm} = 10 \cdot \log (P/0.001\text{W}) = 10 \cdot \log(P/1\text{mW})) \quad \text{Ecuación (3.11)}$$

3.9.2.3.- **dB_i (decibel respecto a la isotrópica)**

Usado para expresar la ganancia de una antena en comparación con una antena isotrópica, es decir aquella que irradia en todas direcciones con la misma intensidad:

$$\text{dB}_i = \text{dB relativo a una antena Isotrópica} \quad \text{Ecuación (3.12)}$$

Cuando se usa dB para calcular la Potencia es útil recordar la siguiente guía:

1. Duplicar la potencia es igual que agregar 3 dB
2. Reducir la potencia a la mitad es igual que restar 3 dB

Supongamos que tenemos una potencia de transmisión de 100 mW (20 dBm). Si duplicamos la potencia del transmisor a 200 mW, agregamos 3dB a 20 dBm que da 23 dBm. De esa forma, 400 mW dan 26 dBm y 800 mW dan 29 dBm. Siguiendo el mismo razonamiento 50 mW son 17 dBm (20 dBm – 3 dB).

3.10.- Presupuesto del Enlace Completo

El cálculo de presupuesto de enlace es para estar seguro de que el margen en el receptor es mayor que un cierto umbral. Además, la PIRE debe estar dentro de las regulaciones. El margen de potencia de enlace puede ser resumido de la siguiente manera:

Viendo lo siguiente: **Ecuación (3.12)**

$\begin{aligned} \text{Margen} = & \text{Potencia del transmisión [dBm]} - \text{Pérdida en el cable TX [dB]} \\ & + \text{ganancia de antena TX [dBi]} - \text{Pérdidas en la trayectoria en el espacio} \\ & \text{abierto [dB]} + \text{ganancia de antena RX [dBi]} - \text{Pérdidas en el cable del} \\ & \text{RX [dB]} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]} \end{aligned}$

3.11.- Cálculo del Radioenlace

3.11.1.- Pérdidas en el Espacio Libre

Se hace uso de la **ecuación 3.3** visto en el punto: **3.7.1.7.-**

$$\begin{aligned}A_0 \text{ (dB)} &= 20\log_{10} (d) + 20\log_{10} (f) + 32.4 \\&= 20\log_{10} (2.85) + 20\log_{10} (5,180) + 32.4 \\&= 9.0968 + 75.2685 + 32.4 \\&= 116.7653.\end{aligned}$$

$$A_0 \text{ (dB)} = 116.7653$$

3.11.2.- Cálculo de la Zona de Fresnel

La siguiente fórmula calcula la primera zona de Fresnel, teniendo en cuenta según lo calculado con el software Solari: **Ecuación (3.13)**

$$r = 17,32 * \sqrt{((d1 * d2) / (d * f))}$$

$d1$ = distancia al obstáculo desde el transmisor [km] = 1.45

$d2$ = distancia al obstáculo desde el receptor [km] = 1.397

d = distancia entre transmisor y receptor [km] = 2.85

f = frecuencia [GHz] = 5.180

Calculando todo ello nos da el resultado siguiente:

r = radio [m] = 6.4192

Tomando el 60% nos queda:

$R = 3.8515$ metros, es la primera Zona de Fresnel la cual es el espacio alrededor del eje que contribuye a la transferencia de potencia desde la fuente hacia el receptor.

3.11.3.- Ganancia de Antena

Según algunos manuales de diferentes equipos que trabajan en la frecuencia de 5,150 ~ 5,850 MHz la ganancia va de 19 a 24 dBi.

Para el caso del diseño se tomaran los valores de 19 dBi teniendo este mismo valor tanto en el lado de transmisión como el de recepción.

3.11.4.- Pérdidas en los Cables

No existe pérdida en los cables ya que siendo un equipo outdoor no existe cables en todo el conjunto del sistema.

3.11.5.- Pérdidas en los Conectores

Por la naturaleza de la solución escogida, no existen conectores, por lo tanto en el cálculo no se toma en cuenta esta pérdida.

3.11.6.- Potencia de Transmisión

Consultando manuales de diferentes equipos que trabajan en la frecuencia de 5,150 ~ 5,850 MHz la potencia de salida tiene valores que van de 18 a 26 dBm.

Para el caso del diseño se tomara el valor de 18 dBm.

3.11.7.- Amplificadores

No se usaron amplificadores en la solución propuesta.

3.11.8.- Sensibilidad del Receptor

Los diversos manuales de equipos que sirven de referencia para el diseño propuesto, muestran que la sensibilidad de los equipos van de -70 ~ -90 dBm, para los cálculos se tomara el valor de -90dBm.

3.11.9.- Margen de Desvanecimiento²

Tenemos la siguiente ecuación para el cálculo del margen de desvanecimiento para radioenlaces en las bandas de microondas

$$\mathbf{MD \text{ (dB)} = 30 \log D + 10 \log (6 \text{ ABF}) - 10 \log (1 - R) - 70 \quad \text{Ec. (3.14)}}$$

D = Distancia del transmisor al objetivo, en Km.

F = Frecuencia de la portadora en GHz.

R = Objetivo de confiabilidad de la transmisión, en formato decimal.

Con respecto a los valores de las variables A y B se muestran las siguientes tablas:

4.0	Espejos de agua, ríos muy anchos, etc.
3.0	Sembrados densos, pastizales, arenales
2.0	Bosques (la propagación va por encima)
1.0	Terreno normal
0.25	Terreno rocoso

Tabla 3.8 Factor de rugosidad de terreno (Valores característicos)

1.000	Área marina o condiciones de peor mes
0.500	Prevalecen áreas calientes y húmedas
0.250	Áreas mediterráneas de clima normal
0.125	Áreas montañosas de clima seco y fresco

Tabla 3.9 Factor de Análisis climático anual (del tipo promedio, anualizado)

² Tomado del siguiente enlace, las tablas 3,8 y 3.9 se tomaron también de dicho enlace <http://comunicaciones.firebirds.com.ar/repositorio/herramientas/desvanecimiento.html>

Recogiendo los datos mostrados en los párrafos anteriores hacemos el cálculo final del presupuesto del enlace, aplicándolo a la ecuación 3.1

$$\text{Margen} - \text{Sensibilidad del receptor [dBm]} = \text{Potencia del transmisor [dBm]} - \text{Pérdida en el cable TX [dB]} + \text{ganancia de antena TX [dBi]} - \text{Pérdidas en la trayectoria en el espacio abierto [dB]} + \text{ganancia de antena RX [dBi]} - \text{Pérdidas en el cable del RX [dB]}.$$

$$\text{Margen} - 90 = 18 + 19 - 115.9743 + 19$$

$$\text{Margen Umbral (MU)} = 30.0257 \text{ dB}$$

Entonces tenemos un margen umbral de 30.0257 dBm, lo cual es bastante aceptable para el diseño propuesto.

Ahora pasamos a calcular el margen de desvanecimiento usando para ello la ecuación 3.14, se asume una confiabilidad de enlace del 99.99%, un factor de rugosidad de terreno de 1 y un factor climático de 0.500.

$$\text{MD (dB)} = 30 \log D + 10 \log (6 \text{ ABF}) - 10 \log (1 - R) - 70$$

$$\text{MD (dB)} = 30 \log 2.847 + 10 \log (6 * 1 * 0.500 * 5.180) - 10 \log (1 - 0.9999) - 70$$

$$\text{MD (dB)} = - 4.4539$$

Para que el enlace funcione correctamente el valor de MU debe ser mayor o igual a MD, desde el punto de vista teórico, garantizando de

esta manera la disponibilidad del enlace para todo el tiempo preestablecido.

En el caso de este enlace los valores obtenidos son:

$$\mathbf{MU} = 30.0257 \text{ dB} \quad \text{y} \quad \mathbf{MD} = - 4.4539 \text{ dB}$$

Lo que satisface dicho requerimiento.

Como último paso calcularemos el valor del PIRE

Aplicando la **Ecuación (3.8)**:

$$\text{PIRE (dBm)} = \text{Potencia del transmisor (dBm)} - \text{Pérdidas en el cable y conectores (dB)} + \text{ganancia de antena (dBi)}$$

$$\mathbf{PIRE \text{ (dBm)} = 18 + 19}$$

$$\mathbf{PIRE \text{ (dBm)} = 37}$$

El valor hallado esta en el límite de las regulaciones exigidas por las leyes peruanas, a la vez es lo suficiente para resistir las inclemencias climatológicas de la ciudad de Iquitos.

3.12.- Perfiles Topográficos de los Radioenlaces

Se utilizó el programa SOLARIA, el modulo de Análisis de Cálculo de Propagación y Perfiles Versión 2.5, ACP, cuyos derechos de autor cuenta la Universidad Ricardo Palma, para graficar el perfil topográfico, determinar el despeje de la zona de Fresnel, altura de las antenas, distancias entre los locales y las cotas de cada local, todo ello de acuerdo a la frecuencia de trabajo de los radioenlaces.

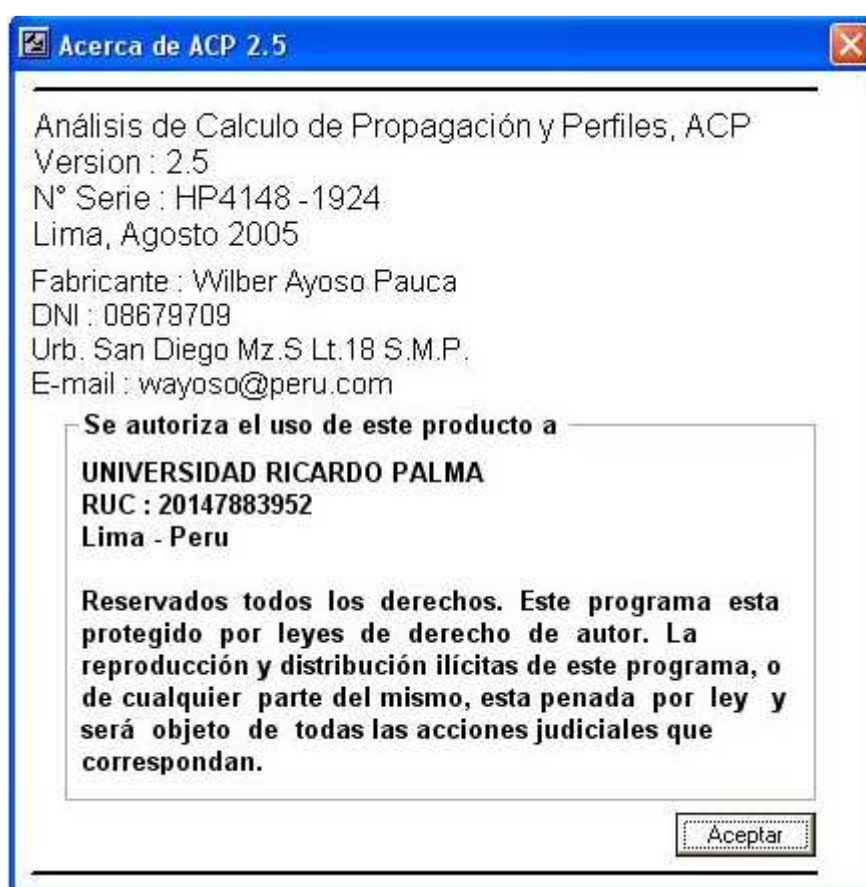


Figura 3.7: Acerca del Programa SOLARI y el Modulo ACP

En la siguiente figura se muestra el perfil fotográfico aéreo de la ciudad de Iquitos, donde se puede ver los dos locales a interconectar, a ello se agrega las coordenadas geográficas de las mismas, junto con la distancia que las separa.

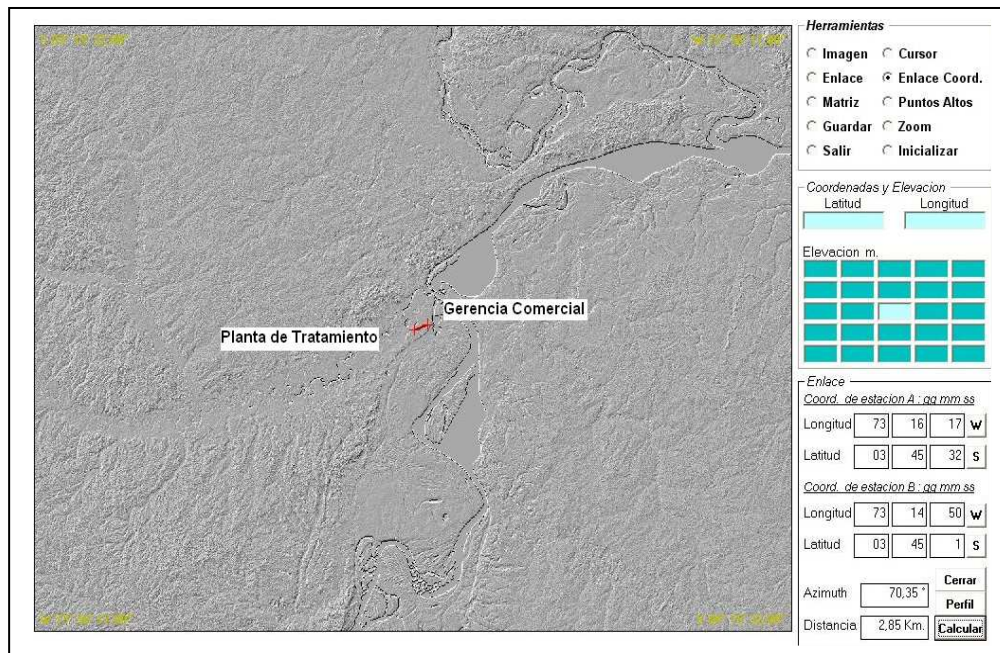


Figura 3.8: Vista de planta de los locales a interconectar

En la siguiente figura 3.9 se aprecian los datos del sistema en general

Datos del Sistema

Nombre de La Red: Nombre del Enlace:

Estación A: Estación B:

Preparado por: Requerido por:

Altura de Antena en A: m. Altura de Antena en B: m.

Coordenadas en A: gg mm ss

Longitud: W

Latitud: S

Coordenadas en B: gg mm ss

Longitud: W

Latitud: S

Factor, K: ☒ Base de Datos

Frecuencia: MHz. N° Iteraciones

Fresnel: %

Figura 3.9: Datos del Sistema a Interconectar

A continuación en la Figura 3.10 se aprecia el Perfil del Enlace de la Interconexión Inalámbrica, donde se considera una altura de 10 metros para la vegetación, la frecuencia central del enlace y las coordenadas geográficas.

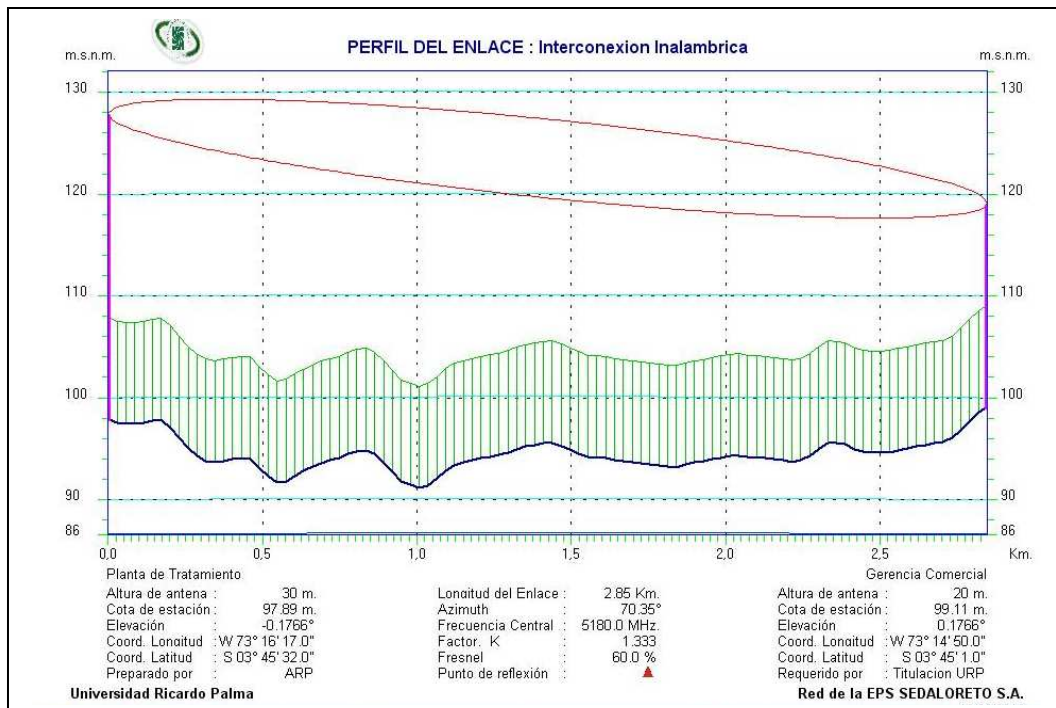


Figura 3.10: Perfil del Enlace

Calculo de alturas de antenas

Obstáculo mas alto

Distancia: 02,330 Km. Altitud: 95,5 msnm.

Claridad: 15,11 m. 3,05 F1 Radio, F1: 4,955 m.

Factor, K: 1,3330 Distancia: 02,847 Km.

Puntos Criticos

Distancia	Altitud	Claridad
00,173 Km.	97,8 msnm.	019,54 m.
00,431 Km.	94,0 msnm.	022,53 m.
00,834 Km.	94,8 msnm.	020,46 m.
01,438 Km.	95,4 msnm.	017,90 m.
02,042 Km.	94,2 msnm.	017,27 m.

Cálculo

Claridad requerida: 10 m. 2,02 F1

☐ Fijar altura de antena en A
☐ Fijar altura de antena en B
☒ Mover ambas antenas en la misma medida
☐ Alturas de antena con claridad F1
☐ Variar alturas en base a claridad requerida

Resultados

La antena en la estación A debera instalarse a una altura de 20,46 m. sobre el nivel del suelo y la antena en la estación B debera instalarse a una altura de 10,46 m. sobre el nivel del suelo.

Figura 3.11: Calculo de altura de las Antenas

En la figura 3.11 el programa recomienda las siguientes alturas de antenas mínimas para los enlaces:

Planta de Tratamiento: 20.46 metros.

Gerencia Comercial: 10.46 metros

Como última imagen, en la Figura 3.12 se muestra superpuesta la leyenda sobre el Perfil del Enlace la Interconexión Inalámbrica.

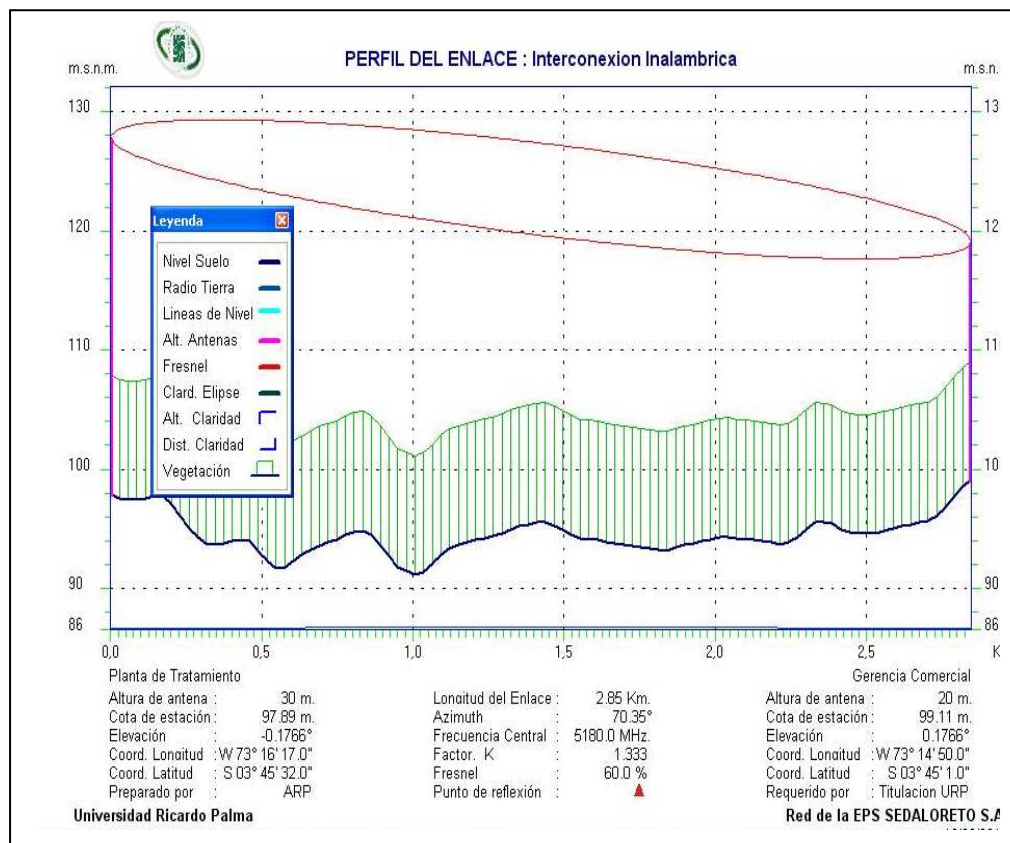


Figura 3.12: Leyenda

3.13.- Equipo seleccionado para el diseño de la red inalámbrica

Para seleccionar el equipo a utilizar, se ha revisado los catálogos técnicos obtenidos de las direcciones electrónicas de las empresas que proveen equipos de comunicación inalámbrica como lo son: Netkrom Technologies, Tranzeo Wireless Technologies, Proxim Wireless, Canopy, D-link, etc.

Los equipos seleccionados permitirán la interconexión física de la Red de Telecomunicaciones como se muestra en la Figura 3.13

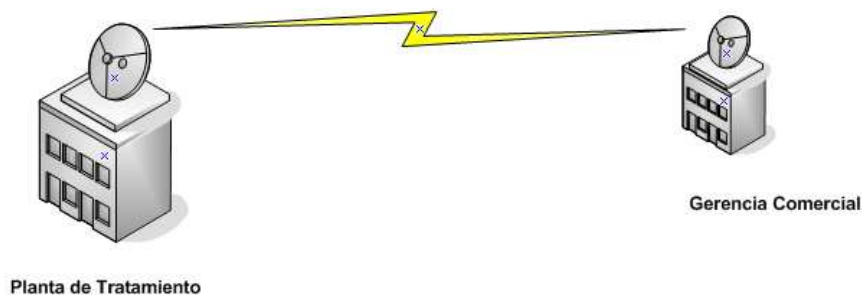


Figura 3.13: Diagrama de Interconexión de la red de Comunicaciones de la EPS SEDALORETO S.A.

Se ha escogido tres alternativas de equipo, dentro de las cuales se elegirá al que mejor se ajuste a los requerimientos técnicos realizados en el presente Capítulo y posteriormente se realizará un estudio de costos de los mismos en el siguiente capítulo.

A continuación se detallan los parámetros técnicos de cada alternativa y su utilización en el diseño de la red:

3.13.1.- Primera Alternativa

La familia ISPAIR 54 Mb CPE 500 series se usan para proveer a los usuarios finales acceso internet usando una arquitectura a 54 Mbps en las bandas no licenciadas de 2.4 GHz y 5 GHz, totalmente compatible con la norma 802.3. Las conexiones inalámbricas de datos se implementan donde no existe infraestructura suficiente para el acceso a internet o en lugares donde el ancho de banda ofrecido en determinados canales es muy bajo. Con dichos equipos inalámbricos se puede obtener un gran ancho de banda a distancias bastantes largas (hasta los 32 Km), y a un precio bastante razonable. Estos equipos tienen varias características incluyendo Routing, Firewall Nat, DHCP, control de ancho de banda y mucho más.

El cliente CPE con Antena integrada representa la solución inalámbrica más compresible, la cual incluye un router inalámbrico potente con característica de Power over Ethernet (PoE) todo integrado con una antena direccional de alta ganancia. La Antena Flat Panel mostrada en la Figura 3.14, ofrece una amplia cobertura territorial sin ninguna pérdida de señal y además el inyector Power over Ethernet provee la capacidad de enviar la cantidad necesaria de datos y potencia a su router (el cual está adjunto a los datos) a través de un simple cable Ethernet. Su modo de operación es punto a punto y punto a multipunto.

Proporcionan protección de datos a velocidades de transmisión altas, y ofrecen compatibilidad con 802.11a, b y g, y algunas otras características avanzadas de networking.



Figura 3.14: CPE ISPAIR

A continuación se muestra en la Tabla 3.10 los parámetros del equipo ISPAIR.

Parámetros de ISPAIR 54 Mb CPE 500	
Rango de Frecuencia	5.150 ~ 5.850 GHz
Potencia de Salida	18 dBm
Sensibilidad del Receptor	-90 dBm@6 Mbps; -70 dBm@54 Mbps
Antena	19 dBi o 24 dBi (incluida)
Modulación	OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)
Velocidad de Transmisión	1, 5.5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Alcance	8, 24 y 32 Km.
Interfaz	10 / 100 Base Tx

Tabla 3.10: Parámetros de ISPAIR 54 Mb

La Implementación de la red inalámbrica en base a la familia ISPAIR implica la siguiente distribución:

Edificio de la Gerencia Comercial:

Un Access Point ISPAIR 54 Mb modelo ISP-CPE500AHP con antena incluida de 24 dBi.

Edificio de la Planta de Tratamiento:

Un Access Point ISPAIR 54 Mb modelo ISP-CPE500AHP con antena incluida de 24 dBi.

3.13.2.- Segunda Alternativa

Access Point ECB-8610

Mostrado en la Figura 3.15, es un sistema de puentes inalámbricos de alto poder y multi-clientes de alta ganancia; es decir, funciona como Bridge/Access Point / WDS (sistema de la distribución inalámbrico). Opera transparentemente en frecuencia dual 2.4 GHz y 5.8 GHz, frecuencias espectrales que son compatibles con las normas inalámbricas: 802.11b (2.4GHz, 11Mbps), 802.11g (2.4GHz, 54Mbps) y con 802.11a (5GHz, 54Mbps).

ECB-8610 tiene una alta potencia de transmisión y sensibilidad de receptor. El alto desempeño del equipo puede extender el rango y reducir el promedio de roaming entre los Access Points, lo que

permite que el enlace inalámbrico sea más estable y también puede reducir su costo.

Para proteger su conectividad inalámbrica, ECB-8610 realiza la encriptación de todas las transmisiones inalámbricas a través de una autenticación de seguridad más poderosa.

El filtrado de direcciones MAC permite seleccionar exactamente qué estaciones deben tener acceso a la red.

También proporciona la transmisión de datos a alta velocidad a 54Mbps, con capacidad para manejar video streaming y utiliza Power-over-Ethernet (IEEE802.3af).



Figura 3.15: Access Point ECB-8610

A continuación se muestra en la Tabla 3.11 los parámetros del equipo ECB-8610.

Parámetros de ECB-8610	
Rango de Frecuencia	5.745 ~ 5.850 GHz
Potencia de Salida	18 dBm
Sensibilidad del Receptor	-88 dBm@6 Mbps; -70 dBm@54 Mbps
Antena	Seleccionable
Modulación	OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)
Velocidad de Transmisión	1, 5, 5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Alcance	Hasta 24 Km.
Interfaz	10 / 100 Base Tx

Tabla 3.11: Parámetros del Equipo ECB-8610

Para la utilización de este equipo es necesario mencionar también las características de los elementos a utilizar como lo son:

Los parámetros de las antenas sectoriales (Figura 3.16), los cuales son mostrados en la Tabla 3.12 y el parámetro de la antena de suscriptor (Figura 3.17) mostrada en la Tabla 3.13.



Figura 3.16: Antena Sectorial W58-16SP1

Parámetros de Antena Sectorial 5 Ghz	
Rango de Frecuencia	5,400 ~ 5.850 GHz
Ganancia	16 dBi
Pérdida de Retorno	-14 dB
Potencia de Entrada	100 Watts
Impedancia	50 ohmios
Conector	Tipo N (hembra)
Modelo	W58-16SP120H
Polarización	Horizontal

Tabla 3.12: Parámetros de la Antena Sectorial



Figura 3.17: Antena HG5827G

Parámetros de Antena	
Rango de Frecuencia	5,725 ~ 5.850 GHz
Ganancia	27 dB
Front to back ratio	> 25 dB
Potencia de Entrada	100 Watts
Impedancia	50 ohmios
Conector	Tipo N (hembra)
Modelo	HG5827G
Polarización	Horizontal o Vertical

Tabla 3.13: Parámetros de la Antena HG5827G

La Implementación de la red inalámbrica en base al AP ECB-8610 implica la siguiente distribución:

Edificio de la Gerencia Comercial:

Un Access Point ECB-8610 con una antena sectorial W58-16SP120H de 16 dBi

Edificio de la Planta de Tratamiento:

Un Access Point ECB-8610 con una antena Hyperlink HG5827G de 27 dBi.

3.13.3.- Tercera Alternativa

La Familia Tranzeo Wireless Technologies proporciona equipos inalámbricos de la familia de los TR5-plus, los cuales tienen varios modos de operación como: Access Point, puente punto a punto o como Adaptador Cliente CPE. Es muy utilizado para enlaces de redes privadas, acceso a internet, voz sobre IP, Telefonía IP,

videoconferencias, y cámaras de seguridad. El desempeño de estos equipos, según sus fabricantes, es muy bueno a largas distancias incluso a mayores de 20 Km no existe ningún problema de pérdida de información. Opera en la banda de 5.170 a 5.808 GHz, utiliza OFDM, permite la transferencia de información a tasas de velocidad altas de alrededor de los 54 Mbps y también posee característica de PoE (Power over Ethernet).

En la Figura 3.18 se puede observar uno de los modelos de antenas de la familia Tranzeo Wireless Technologies.

TR5-plus ofrece además:

Sistema de Distribución inalámbrico (WDS) que permite conectar los puntos de acceso inalámbricamente a un punto central mientras se está reparando a alguno de los otros clientes.

Wi-Fi Protección de Acceso (WPA) que mejora en los rasgos de seguridad de WEP. Incluye mejora en la encriptación de los datos (AES) y autenticación del usuario.



Figura 3.18: Access Point TR-5 plus con antena sectorial incluida de 24 dBi

A continuación se muestra en la Tabla 3.14 los parámetros del equipo TR-5 Plus.

Parámetros de TR-5 Plus	
Rango de Frecuencia	5.170 ~ 5.850 GHz
Potencia de Salida	23 dBm
Sensibilidad del Receptor	-76 dBm@54 Mbps
Antena	Sectorial incluida TR-5 Plus-24f de 24 dBi
Modulación	OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)
Velocidad de Transmisión	1, 5, 5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Alcance	Mayor a 20 Km.
Interfaz	10 / 100 Base Tx

Tabla 3.14: Parámetros del Equipo TR-5 Plus

La Implementación de la red inalámbrica en base al equipo TR-5 plus implica la siguiente distribución:

Edificio de la Gerencia Comercial:

Un Access Point TR-5 plus de 24 dBi.

Edificio de la Planta de Tratamiento:

Un CPE TR-5 plus de 24 dBi.

Después de indicar cada una de las alternativas a utilizarse en el diseño, se muestra a continuación en la Tabla 3.15 el Cuadro Comparativo de las tres alternativas.

Alternativas	Primera	Segunda	Tercera
Equipos	ISPAIR 54 Mbps	ECB-8610	TR5-Plus
Equipos	5.150 ~ 5.850 GHz	5.745 ~ 5.850 GHz	5.170 ~ 5.850 GHz
Potencia de Salida	18 dBm	18 dBm	23 dBm
Sensibilidad del Receptor	-90	-88	-76
Antena	19 dBi (incluida)	Seleccionable	24 dBi (incluida)
Modulación	OFDM	OFDM	OFDM
Velocidad de Transmisión	1, 5.5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 5.5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps	1, 5.5, 11, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps
Alcance	8, 24 y 32 Km.	Hasta 24 Km.	Mayor a 20 Km.
Interfaz	10 / 100 Base Tx	10 / 100 Base Tx	10 / 100 Base Tx

Tabla 3.15: Comparación de las tres alternativas para el diseño

Como se puede observar las tres alternativas de equipos cumplen con los requerimientos necesarios para el diseño de la red. Para elegir una de estas alternativas se ha realizado una comparación entre cada uno de los parámetros mostrados en la Tabla 3.15, donde se ha visto primeramente el rango de frecuencias que manejan las tres alternativas, en la cual se muestra que la primera tiene un mayor rango. Luego se hace comparación entre la potencias de salida donde la primera y segunda alternativa son similares.

Finalmente de las comparaciones de los parámetros técnicos de las tres alternativas se elige a la primera como la que más se acopla al diseño de la red, por cumplir con los parámetros necesarios para su buena operación.

3.14.- Diseño de la Red de Telefonía y Videoconferencia

Después de realizar la interconexión inalámbrica entre los dos locales de la EPS SEDALORETO S.A., se procede a realizar el Diseño de la Red de Telefonía IP, datos y videoconferencia con software libre.

A continuación se detalla primeramente las graficas de los prototipos de red para cada una de los locales, la gerencia comercial, ubicado en el jirón Huallaga 328 y la planta de tratamiento en la Av. Guardia Civil s/n a interconectar, para finalmente mostrar la estructura final del Diseño **del “MEJORAMIENTO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS DE INFORMACIÓN DE LA EPS SEDALORETO S.A. EN LA CIUDAD DE IQUITOS”**

En la Figura 3.19 se muestra el Prototipo de Red de la planta de tratamiento, donde se indica la interconexión de los equipos principales como son el servidor WEB, de Telefonía IP (Servidores Elastix), en este caso de dos dependiendo si se implementara mas extensiones a lo largo de todo el edificio y con una interconexión hacia la PSTN.

La conexión de los equipos sobre la LAN interna que corresponden a computadores, cámaras IP, teléfonos IP, Teléfonos analógicos con su respectivo ATA, la conexión a un router, el cual permitirá el manejo y administración de las aplicaciones de los servidores a través de la red y hacia las demás dependencias a interconectar. El enlace hacia la gerencia comercial mediante el uso de una interfaz con puertos ODU/LAN o ANT/LAN, los que permiten la comunicación entre la red y el local comercial.

Es necesario mencionar que la institución usa un proveedor externo para el uso del correo institucional y para alojamiento de nuestro portal institucional web, cuyo dominio es www.sedaloreto.com.pe

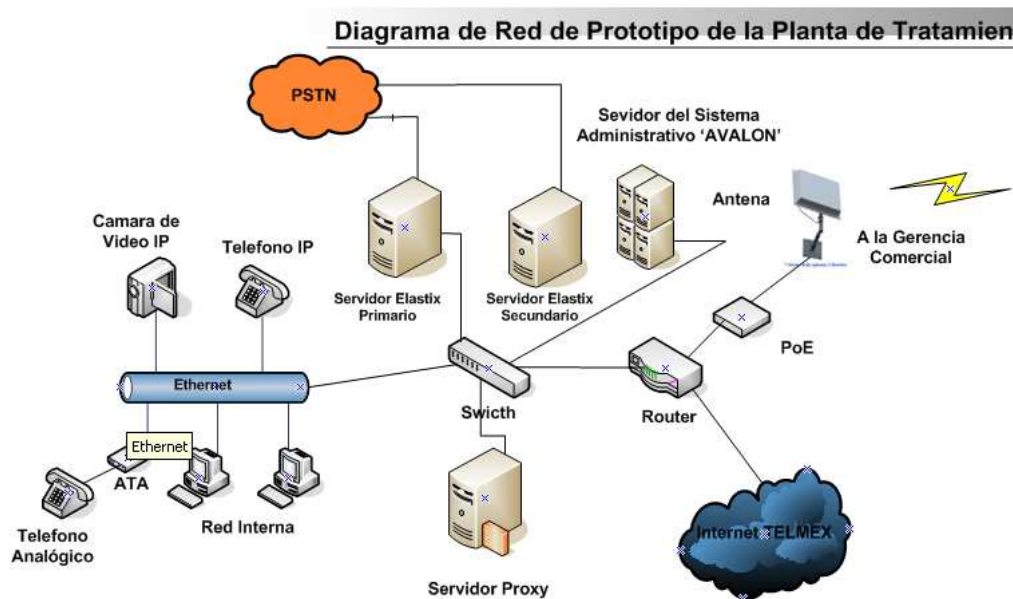


Figura 3.19: Se muestra el Prototipo de Red de la Planta de Tratamiento

En la Figura 3.20 se observa el Prototipo de Red para la gerencia comercial, en donde se observa la misma estructura de red que la indicada en la Figura 5.11, a excepción del servidor WEB y el Proxy.

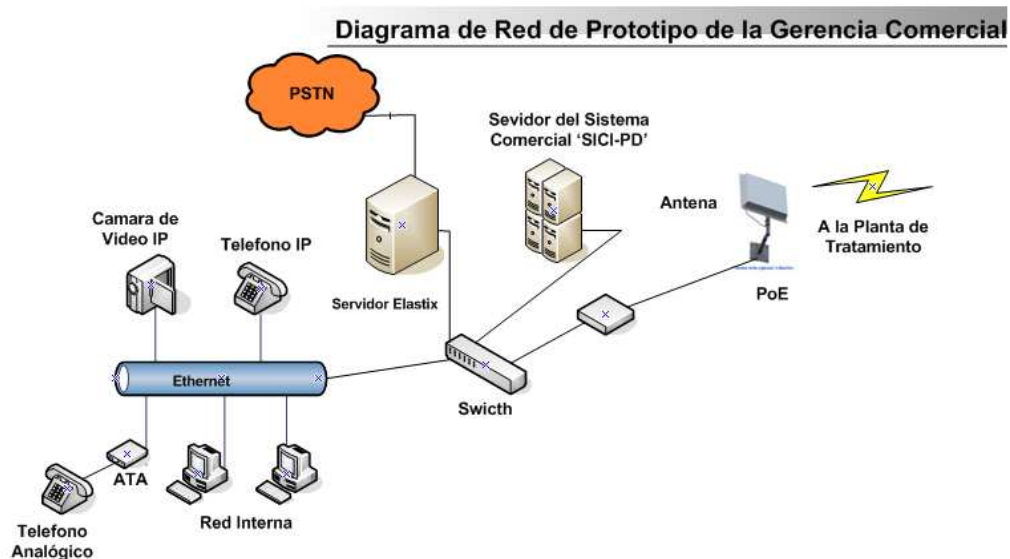


Figura 3.20: Se muestra el Prototipo de Red de la Gerencia Comercial

Es necesario mencionar que los usuarios del local de la gerencia comercial acceden a internet usando la conexión inalámbrica que une la planta de tratamiento con la gerencia comercial, porque dicha conexión de acceso a la Web está instalado en la planta de tratamiento, de tal modo que para los empleados de la comercial es transparente el ingresar al ciberespacio, desconociendo ellos la forma como está configurada la red de datos y comunicaciones institucional.

En todos los Prototipos se muestra la antena la cual debe estar configurada en modo de Access Point para cada una de las dependencias a interconectar.

La antena se debe encontrar configurada en todos los parámetros necesarios para así tener un enlace libre de problemas.

La configuración de la misma se muestra a continuación:

3.14.1.- Configuración del Access Point ISPAIR 54 Mbps

Antes de instalar el Access Point, este se debe configurar mediante web utilizando un computador configurado con una IP que se encuentre cubriendo la red del Access Point.

Primeramente se ingresa al AP mediante web a la dirección por default de la antena `http:// 192.168.1.100`, donde se muestra la Figura 3.21, en la cual ya se configuro el usuario y el Password.

The image shows a web-based configuration interface titled "SNMP Setup". It contains three input fields: "SNMP State" with a dropdown menu set to "Enable", "Read Password" with a masked password field (seven dots), and "Read/Write Password" with a masked password field (seven dots). Below these fields is an "Apply" button.

Figura 3.21: En esta pantalla ya se configuro el usuario y el Password

Una vez adentro, se muestra la información de los parámetros configurados como lo muestra la Figura 3.22.

Management Port Setup

Ethernet Link Speed	Auto			
IP Address	192	168	1	7
Network Mask	255	255	255	0
Management Gateway Ip	0	0	0	0
DHCP Start IP Address	192	168	168	100
DHCP End IP Address	192	168	168	254
DHCP Gateway IP Address	0	0	0	0
<input type="checkbox"/> Always use these DNS servers:				
Primary DNS IP Address	0	0	0	0
Secondary DNS IP Address	0	0	0	0
DHCP Server	<input type="radio"/> Enable <input checked="" type="radio"/> Disable			

Figura 3.22: Información de la configuración del AP

En la siguiente Figura 3.23 se muestra la configuración del AP con valores de frecuencia, modo de operación y ancho de banda.

Wireless Bridge Link Setup

The Current Mode **Wireless Bridge Link** Change

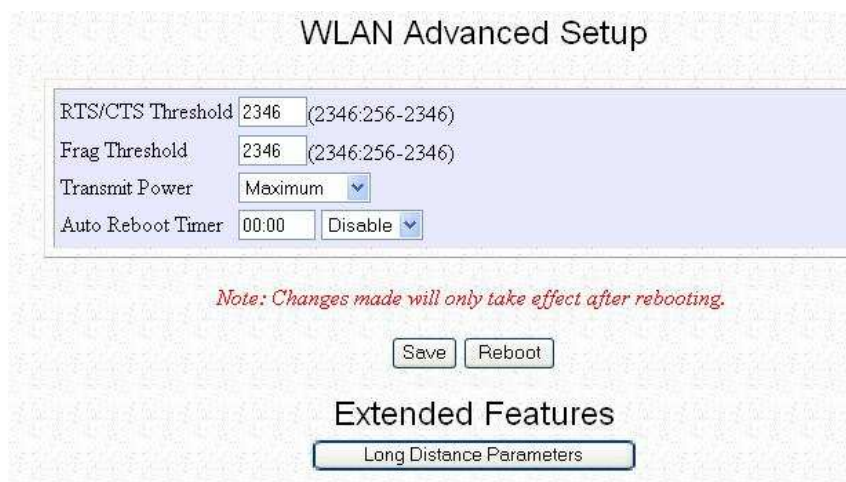
Access Point Name	Comercial
ESSID	sedaloreto
Peer MAC	List
Wireless Profile	802.11a
Country	UNITED STATES Edit Country Setting
Channel	5180MHz (Channel 36) Channel Survey
Tx Rate	18 Mbps

Note: Changes made will only take effect after rebooting.

Save Reboot Help

Figura 3.23 Información de la configuración del AP

En la siguiente Figura 3.24 se muestra los parámetros de configuración de la WLAN.



The screenshot shows the 'WLAN Advanced Setup' web interface. It contains four configuration fields: 'RTS/CTS Threshold' set to 2346, 'Frag Threshold' set to 2346, 'Transmit Power' set to 'Maximum', and 'Auto Reboot Timer' set to '00:00' with a 'Disable' dropdown. A red note states: 'Note: Changes made will only take effect after rebooting.' Below the fields are 'Save' and 'Reboot' buttons. At the bottom, there is an 'Extended Features' section with a 'Long Distance Parameters' button.

Figura 3.24 Información de la configuración de la WLAN

Una vez terminada la configuración se procede a interconectar la Antena mediante la utilización de un cable UTP cat 5E, el cual se encontrará incrustado en el sujetador que se encuentra en la parte posterior de la antena e ira conectado a uno de los puertos Ethernet, también se muestra el PoE.



Figura 3.25 Equipo inalámbrico



Figura 3.26 Cable UTP cat 5e

La conexión al PC o a la red interna se lo hace mediante la utilización de un interfaz como el mostrado en la Figura 3.27, el que tiene conexión a tierra, conexión al radio, al PC y a la fuente eléctrica.

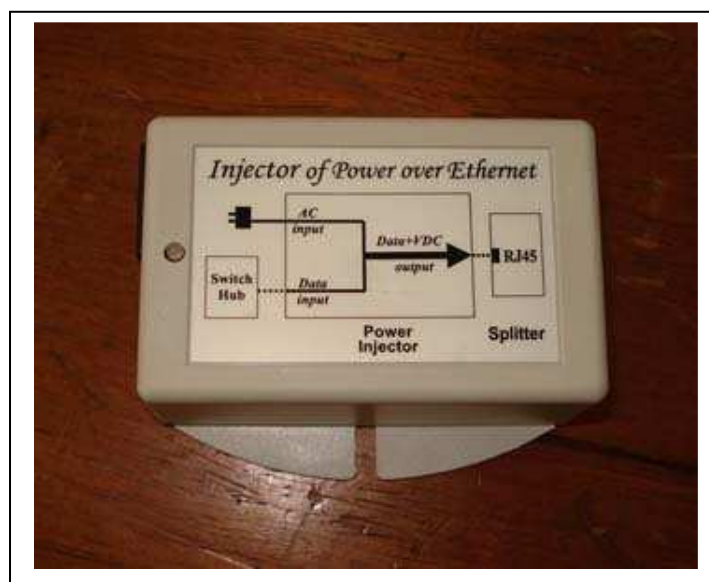


Figura 3.27 PoE

Con respecto al internet, este se realiza con la empresa proveedora de servicios de internet TELMEX que opera en nuestro país. Una vez indicado los Prototipos de Red de las dependencias y del Nodo se procede a generar el Diagrama final de la Red de Telecomunicaciones diseñada para la transmisión de Video, Telefonía IP y Datos tal como se muestra en la figura 3.28.

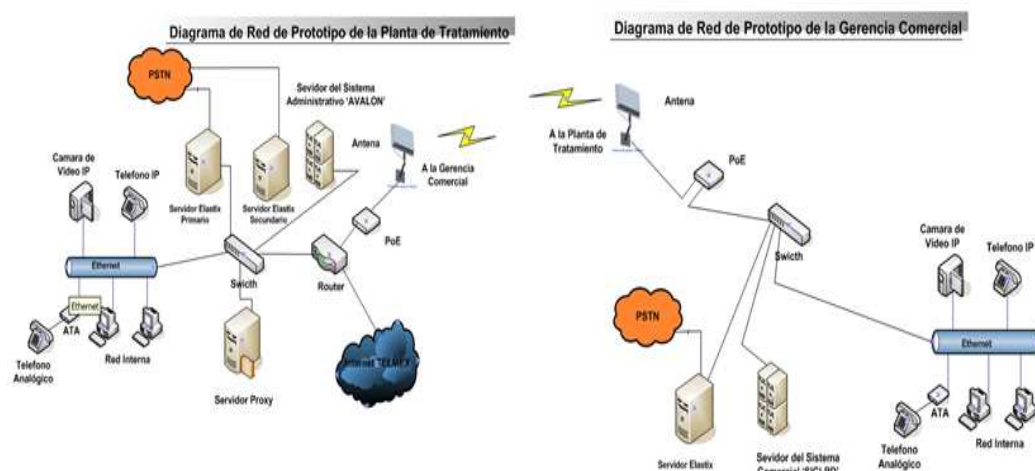


Figura 3.28 Diagrama de Red de Telefonía IP, Datos y Videoconferencia

3.14.2.- Telefonía IP con ELASTIX.

3.14.2.1.- Requerimientos Mínimos de Hardware.

Como requerimientos de Hardware se tiene:

- Un computador de 500MHz de CPU con 256MB de memoria RAM.
- Tarjeta de Red (LAN): cualquier 10/100 interface de LAN compatible con Ubuntu de Linux.
- Tarjeta de Interfaz con puertos FXS, FXO.
- Tarjeta de conexión a la PSTN.

Para el uso de Elastix se inserta el CD de instalación luego de lo cual se muestra la siguiente imagen mostrada en la Figura 3.29.

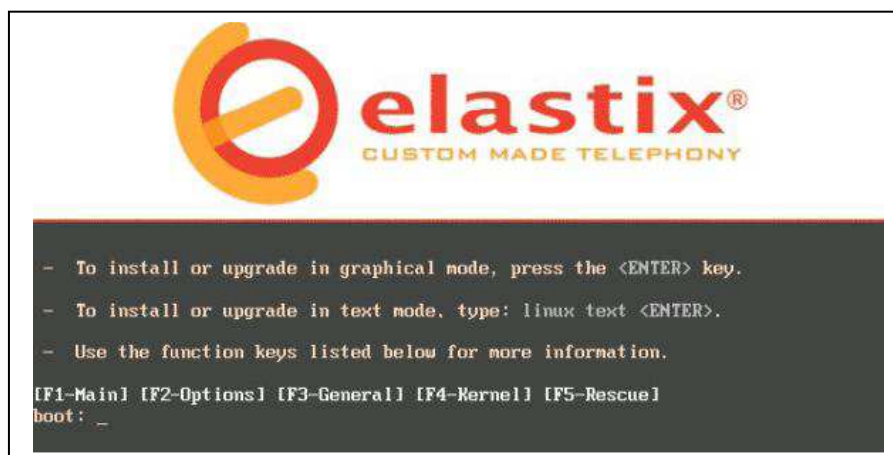


Figura 3.29 Pantalla de Instalación de Elastix

Luego se configura los parámetros de teclado, zona horaria, idioma, nombre de usuario y Password para administrar la central telefónica.

La instalación avanza como se observa la siguiente Figura 3.30.

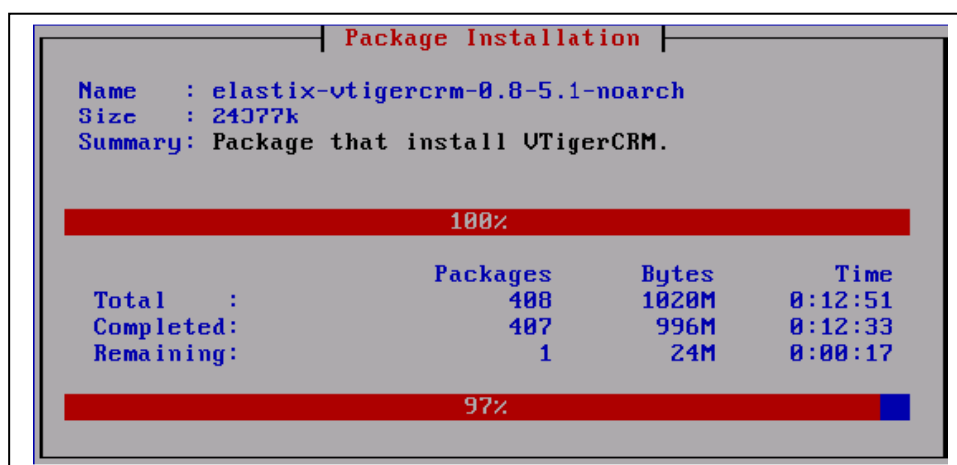


Figura 3.30: Proceso de instalación de Elastix

Una vez terminada la instalación, se reinicia el sistema y se escoge el tipo de arranque o boot que se desea utilizar, como se muestra en la siguiente Figura 3.31.

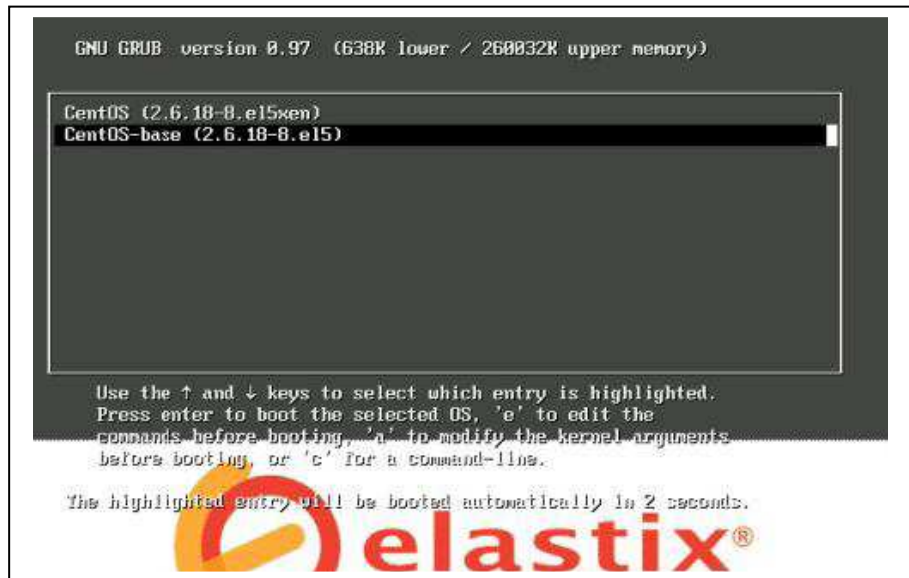


Figura 3.31: Modos de arranque de Elastix

Al arrancar el sistema pedirá un Password el cual fue configurado en la instalación

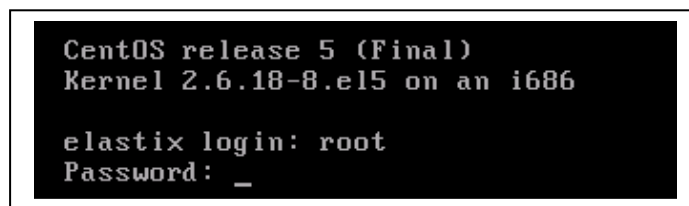


Figura 3.32: Pantalla de inserción del Password

Ingresado el Password se puede configurar a gusto los parámetros de uso de Elastix.

3.14.2.2 Configuración básica de Elastix

3.14.2.2.1 Parámetros de Red



Figura 3.33: Parámetros de la Red

Para realizar el cambio en los parámetros de la red se da click en editar parámetros de la red, y se realiza los cambios en la configuración los cuales son:

Host	Nombre del Servidor, por ejemplo: SEDATEL
Puerta de Enlace	Dirección IP de GATEWAY
DNS Primario	Dirección IP del servidor de resolución de nombres primario
DNS Secundario	Dirección IP del servidor de resolución de nombres alternativo o secundario

Tabla 3.34: Configuración de Parámetros de la Red.

3.14.2.2.2.- Configuración de Hardware telefónico

Para detectar el hardware telefónico disponible en una máquina; es decir, las tarjetas de telefonía instaladas, hay que acudir a detalles de puertos en donde se mostrarán todas las tarjetas ya instaladas y que se encuentran funcionando, además se podrá ver los puertos aún disponibles (sin usar) para nuevas tarjetas telefónicas.

Para verificar tarjetas instaladas recientemente se debe dar click en “hardware detect” para detectarlas.



Figura 3.35: Configuración de Hardware Telefónico

3.14.2.2.3.- Creación de Nueva Extensión

Una nueva extensión puede ser comprendida por: handsets, softphones, sistemas paginadores y teléfonos tradicionales. Hay actualmente cuatro tipos de dispositivos soportados: SIP, IAX2, ZAP y “Custom”.

Primero se escoge el dispositivo de entre las opciones disponibles:

Add an Extension

Please select your Device below then click Submit

Device

Device: Generic SIP Device

Submit

- Add Extension
- Recepcion <201>
- Recepcion <202>
- Recepcion <203>
- Edgar Landivar Ch <212>
- Walter Verdesoto <213>
- Temporal <215>
- Fabiola Torres <216>
- Jose Landivar <218>
- Nadia Gracia <219>
- Ana Belen Castro <220>
- Desarrollo 1 <402>

Figura 3.36: Creación de una nueva extensión

Generic SIP Device: El SIP es el protocolo estándar para los handsets de VoIP y ATA.

Generic IAX2 Device: IAX es el protocolo Inter Asterisk apoyado solamente por algunos dispositivos.

Generic ZAP Device : ZAP es un dispositivo de hardware conectado con la máquina Asterisk.

Other (Custom) Device : Obtener todo para cualquier dispositivo no estándar para enrutar.

Una vez haya escogido el dispositivo correcto se hace click en Ingresar.

Add SIP Extension

Add Extension

User Extension

Display Name

Extension Options

Direct DID

DID Alert Info

Outbound CID

Emergency CID

Device Options

This device uses sip technology.

secret

dtmfmode

rfc2833

Figura 3.37: Configuración de los parámetros de la nueva extensión

Extensión del Usuario: Debe ser único. Éste es el número de tres o cuatro cifras que se puede marcar de cualquier otra extensión, o directamente del recepcionista Digital si está permitido.

Display Name: Es el nombre del Caller ID, para llamadas de este usuario serán fijadas con su nombre. Sólo debe ingresar el nombre no la extensión.

Secret: Ésta es la contraseña usada por el dispositivo de la telefonía para autenticar al servidor de Asterisk. Esto es configurado generalmente por el administrador antes de dar el teléfono al usuario, y generalmente no se requiere que lo conozca el mismo.

Si el usuario está utilizando un soft-phone, entonces necesitarán saber esta contraseña para configurar su software.

3.14.2.2.4 Configuración de teléfono softphone

Al configurar un teléfono softphone lo que se logrará es tener una PC conectada que cumpla con las mismas funciones de un teléfono convencional, para esto es necesario instalar un software que haga las veces de teléfono. Además se necesita disponer de audífonos y micrófono. Existen varias alternativas para softphones, entre ellos se cita los siguientes:

IDEFISK:

Este software permite trabajar con extensiones de tipo SIP e IAX, además es multiplataforma, se lo puede descargar de la siguiente dirección: <http://www.asteriskguru.com/idefisk/>



Figura 3.38: Interfaz Gráfica del Software IDEFISK

Una vez descargado se lo ejecuta y se procede a configurar la extensión:

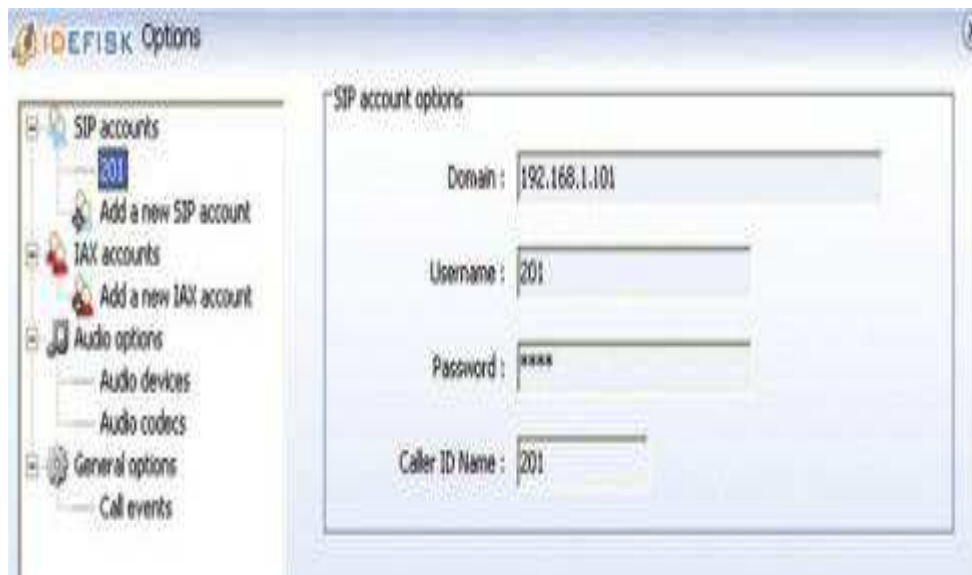


Figura 3.39: Configuración del Software IDEFISK

Como siguiente paso se configura los códecs a utilizar y se registra la nueva extensión con lo cual se la podrá utilizar de aquí en adelante.

XtenLite: Este software trabaja con extensiones SIP únicamente, también es multiplataforma, se lo puede descargar de la siguiente dirección: <http://www.xten.com/index.php?menu=download>



Figura 3.39: Software XtenLite

3.14.2.2.5 Grabación de Mensajes de Bienvenida

System Recordings

Add Recording

Step 1: Record or upload

If you wish to make and verify recordings from your phone, please enter your extension number here:

Alternatively, upload a recording in any supported asterisk format. Note that if you're using .wav, (eg, recorded with Microsoft Recorder) the file **must** be PCM Encoded, 16 Bits, at 8000Hz:

Step 2: Name

Name this Recording:

Click "SAVE" when you are satisfied with your recording:

Add Recording

Built-in Recordings

Bienvenida

bienvenida-edgar

contratoinvalido

contratook

diano

entreadainter

nocturno

Figura 3.40: Ventana de Configuración de audios para añadirlos o modificarlos

La primera opción para crear un anuncio es grabarlo directamente. Para esto se ingresa el número de extensión desde el cual se va a realizar la grabación, luego se da un click sobre el botón Go. Elastix estará esperando la grabación en la extensión indicada, para continuar se marca *77, y se graba el mensaje y por último se presiona la tecla # (numeral).

Para revisar la grabación se presiona *99, se ingresa el nombre de la grabación y se da un click en Guardar.

La segunda opción es cargar una grabación creado en otro medio, este archivo tiene que ser soportado por Asterisk, se lo ubica dando click en examinar y buscándolo en el equipo luego se le asigna un nombre a esta grabación. Finalmente se lo guarda.

3.14.2.2.6 Configurar un IVR de bienvenida

El IVR permite grabar un mensaje de bienvenida y además tener un menú controlado por teclado telefónico, a través de los 10 dígitos, y los símbolos # (numeral) y * (asterisco). Con esto es posible enviar la llamada a otro destino o de nuevo al IVR que envió el anuncio.

Para grabar un mensaje de bienvenida se lo hace en Grabaciones del Sistema. Un ejemplo de mensaje IVR es: “Gracias por llamar a la EPS SEDALORETO S.A., si usted conoce el número de extensión puede marcarlo ahora, caso contrario espere en la línea y un operador lo atenderá”.

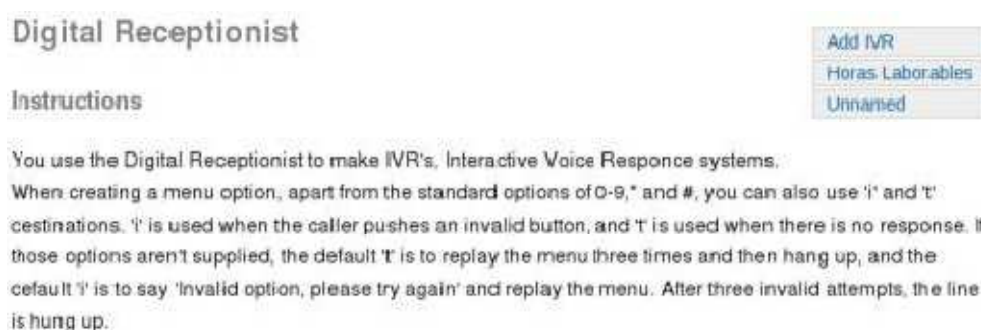


Figura 3.41: Ventana para añadir IVR

Digital Receptionist

Edit Menu Unnamed

Delete Digital Receptionist Unnamed

Change Name

Unnamed

Timeout

10

Enable Directory

☒

Directory Context

default

Enable Direct Dial

☒

Announcement

None

Increase Options

Save

Decrease Options

☐ Return to IVR

Queues:

Reception <200>

IVR:

Horas Laborables

Time Conditions:

Horas Laborables

Core:

Hangup

Phonebook Directory:

Phonebook Directory

Custom App:

Figura 3.42: Ventana de Configuración IVR

Para ingresar un nuevo IVR no es necesario completar todos los campos.

Los campos necesarios son los siguientes:

Change Name: Cambiar el nombre, puede ser cualquiera.

Timeout: Tiempo de espera (en segundos) antes de enrutar la llamada a un operador después de escuchar el mensaje de bienvenida.

Enable direct dial: Opción que permite a quien llama marcar una extensión directamente en caso de que la conozcan sin tener que esperar al operador.

Announcement: Es el anuncio o mensaje de bienvenida que irá grabado. Aparecerá una lista con todos los mensajes disponibles.

Ahora se procede a configurar ciertas opciones que son frecuentemente usadas:

La primera es la opción que permite ir directamente al operador.

La segunda es también ir al operador pero una vez que se ha escuchado todo el mensaje de bienvenida, más el tiempo de espera.

Finalmente se graba el IVR.

3.14.3 VideoConferencia con ISABEL para la Comunicación entre la Gerencia Comercial y la Planta de Tratamiento

3.14.3.1 Requerimientos Mínimos de Hardware:

- Un PC Pentium IV de 1.4 GHz con 512 Mbytes de RAM.
También es posible la utilización de una PC portátil como Terminal Isabel. Deben tener como sistema operativo Ubuntu Linux.

- Tarjeta de Sonido: Cualquier tarjeta full dúplex compatible con Ubuntu Linux.
- Controlador VGA Gráfico: Cualquier Controlador VGA compatible con Ubuntu Linux. Y con una resolución de 1024x768.
- Tarjetas de Video: Cualquier tarjeta de video soportada por VideoLinux y compatible con Ubuntu Linux. La Videograbadora recomendada debe proporcionar una relación de Calidad/precio buena.
- Tarjeta de Red (LAN): Cualquier 10/100 interface de LAN compatible con Ubuntu Linux.

3.14.3.2 Requerimientos Mínimos de Software

Ubuntu Isabel CD Live: Isabel es distribuida como un Ubuntu Isabel CD Live que incluye:

- Un subconjunto de Ubuntu Linux con todos los paquetes del software necesarios por Isabel.
- Isabel 4.10.
- Una parte del software no incluido en Ubuntu Linux pero útil para Isabel. El cual puede ser descargado de <http://www.agora-2000.com/display=products/isabel>.

3.14.3.3 Requerimientos de la red

Los Terminales Isabel usan los protocolos de Internet normales (TCP-UDP/IP) y se conectan a la mayoría de LANs de banda ancha como

casi todos los PCs. Se pueden usar tecnologías de acceso diferentes, como Ethernet, DSL, ISDN y ATM.

El Ancho de Banda necesario para conectar a una Sesión Isabel es configurado por el administrador de la sesión y estos pueden variar desde 128Kbps a 10Mbps. Por lo general es usual utilizar 1Mbps para lograr una buena calidad en audio y video.

Como Isabel usa protocolos de TCP-UDP/IP, sus terminales deben utilizar direcciones IP.

3.14.3.4 Instalación y Configuración Básica de ISABEL

ISABEL puede correrse desde el cd Live Ubuntu Isabel Live o en la instalación en el disco duro del mismo.



Figura 3.42: Ventana de Presentación de ISABEL

Se procede a actualizar la versión de Isabel que cambia continuamente y de ahí se administra la licencia, que en el caso de Isabel son dos tipos de licencia: una es utilizada para la evaluación y otra que es una licencia comercial.

En el primer caso, esta es necesaria en el servidor Isabel ya que permite realizar la conexión entre las dependencias. Esta licencia viene en demo y viene por default en la instalación de ISABEL, para la realización de pruebas de calidad y ventajas que proporciona el software.

En el segundo caso, si se requiere de un mayor manejo en las aplicaciones se procede a tomar la licencia comercial.

Cabe recalcar que no es una obligación el hecho de que se registre la licencia de Isabel ya que si se obvia este paso se puede utilizar la aplicación sin ningún inconveniente.

3.14.3.5 Menú ISABEL

Connect To: Permite realizar la conexión a la sesión de video.

Edit Local Configuration: Permite realizar la configuración local del equipo a iniciar la sesión.

Local Test: Permite probar la conexión del equipo a la red.

Start Session Server: Permite la conexión con las distintas estaciones remotas.

Stored Sessions: Permite guardar las sesiones establecidas.

Una vez establecida la sesión se procede a verificar y o configurar según sea el interés a los parámetros de la videoconferencia, mediante la utilización de la barra de herramientas mostrada al iniciar una sesión en ISABEL.

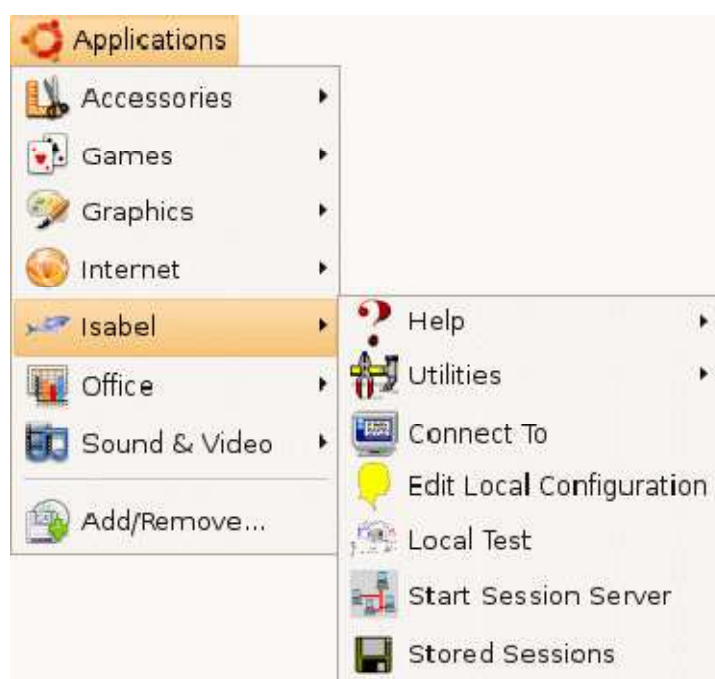


Figura 3.43: Menú de Utilidades de ISABEL

3.14.3.6 Barra de Telemeeting de ISABEL

En la Figura 5.48 se puede ver la barra de telemeeting utilizada para la configuración de parámetros para el óptimo desempeño en la videoconferencia.



Figura 3.44: Barra de Telemeeting de ISABEL



Idle Mode.- Despliega todos los videos disponibles en el lado izquierdo de la pantalla.



Chat Mode.- Despliega todos los videos disponibles en el escritorio, ajustando su tamaño para ocupar la parte mayor de la pantalla.



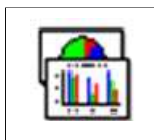
One Video Mode.- Agranda la ventana de video del sitio que activó el modo y muestra el resto de videos encima en el lado izquierdo de la pantalla.



Questions Mode.- Despliega el tablero de la pregunta y la ventana de video del terminal que activó este modo. Cuando este modo se activa, todos los sitios pueden pulsar el botón para hacer preguntas.



Document Presentation Mode.- Este modo de video se utiliza para usar un documento con el proyector.



Slide Presentation Mode.- Este modo despliega diapositivas (puestas en el directorio /home/isabel/presen * .png o * .gif) en el escritorio.



VNC Mode.- En este modo se puede desplegar un escritorio compartido en una ventana en todos los terminales de una sesión.



White Board.- Seleccionando este modo de interacción harán que el video despliegue a todos los videos al lado izquierdo de la pantalla, haciendo que Whiteboard se abra para realizar gráficos.



Notepad Mode.- Igual que en el caso anterior los videos se harán al lado izquierdo para allí abrirse el editor de texto.



Pointer Mode.- Permite realizar en una diapositiva ajustes, mientras el indicador se activa dibuja una línea.



Show/Hide Audio.- El ajuste de Audio es una tarea crítica, desde que la mayoría de la calidad de un evento es debido a la calidad del audio. Un eco indeseable o un nivel del audio inadecuado pueden estropear el discurso.

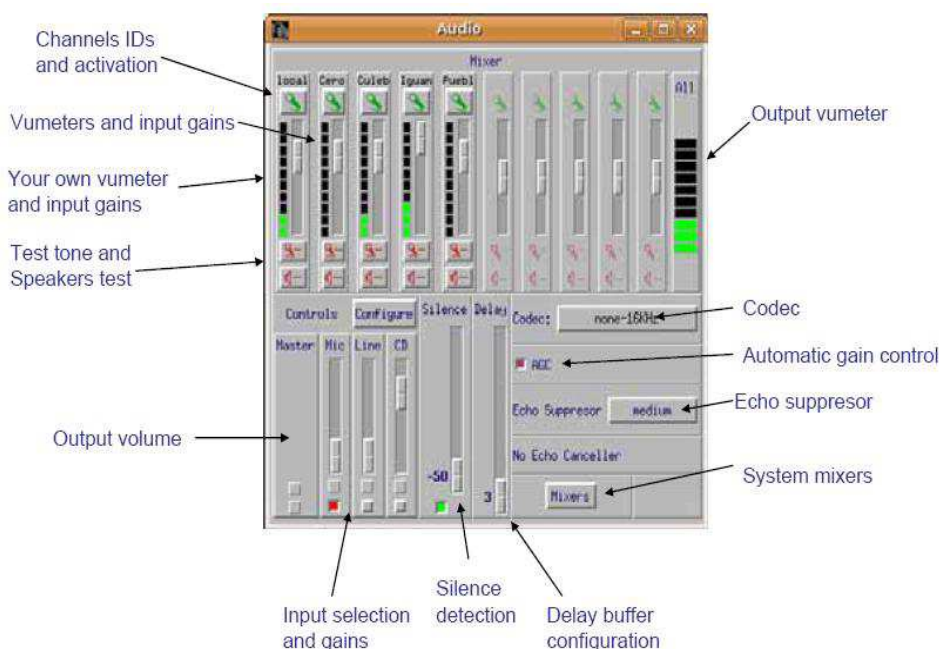


Figura 3.45: Configuración de Audio para de ISABEL

Slides FTP

Se usa para enviar diapositivas de un terminal a otro. Enviando las diapositivas al resto de los terminales es obligatorio, para ello usar el modo de presentación de las Diapositivas.

Administrador

El administrador es el que permite realizar la configuración de parámetros para el desempeño de la videoconferencia, como se puede observar tiene varios parámetros a ser editados.



Figura 3.46: Menú del Administrador de ISABEL

Administración

Es utilizado para ver el estado de cada uno de los miembros de la videoconferencia.



Figura 3.47: Menú de Administración de ISABEL

Las columnas son los componentes multimedia y archivos de los terminales.

El punto azul significa Ok, el punto amarillo que inician y el punto rojo que se detuvo.

Los botones de abajo pueden también usarse Start/Stop/Reset.

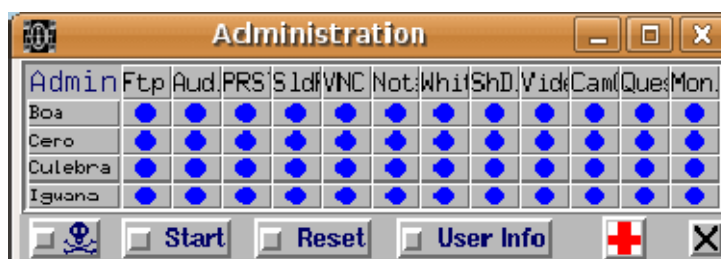


Figura 3.48: Inicialización del Administrador de ISABEL

Video

Es utilizado para ver el estado actual, configurar y escoger el equipo con el cual se procederá a realizar la comunicación.

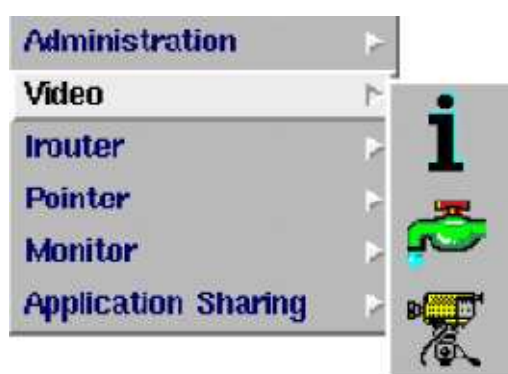


Figura 3.48: Menú de Video de ISABEL

Este primer campo indica el estado actual del video como el códec utilizado, ancho de banda, tasa de envío de tramas, factor de calidad entre

otros términos, los cuales involucran a todos los participantes en la videoconferencia.

Site	Codec	Geom	Factor*BW	Factor*Framerate	Factor*GrabSize	Factor*Qlty
Iguana	MPEG-4	96x72+000+192	1,00*38 = 38,00	1,00*25 = 25,00	1,00*96x72 = 96x64	1,00*50 = 50,00
Culebra	MPEG-4	96x72+000+298	1,00*38 = 38,00	1,00*25 = 25,00	1,00*96x72 = 96x64	1,00*50 = 50,00
Cero	MPEG-4	96x72+000+404	1,00*38 = 38,00	1,00*25 = 25,00	1,00*96x72 = 96x64	1,00*50 = 50,00
DIT-UPM	MPEG-4	96x72+000+510	1,00*38 = 38,00	1,00*25 = 25,00	1,00*96x72 = 96x64	1,00*50 = 50,00
Puebla	MPEG-4	96x72+000+616	1,00*38 = 38,00	1,00*25 = 25,00	1,00*96x72 = 96x64	1,00*50 = 50,00
Boa	MPEG-4	192x144+000+000	1,00*600 = 600,00	1,00*25 = 25,00	1,00*192x144 = 192x144	1,00*50 = 50,00

Figura 3.49: Estado Actual del Video en ISABEL

En este campo se procede a configurar los parámetros de video como es el factor de ancho de banda, la tasa de velocidad de trama, el tipo de códec, y su factor de calidad.

Video Config

Video Configuration

BW Factor: (x1.00)

Framerate Factor: (x1.00)

Grab Size Factor: (x1.00)

Warning: Below options must only be used for testing.

Test Codec:

Qlty Factor: (x1.00)

Figura 3.50: Configuración de Video en ISABEL

En este último campo se procede a configurar los parámetros del equipo conectado al terminal ISABEL. Se selecciona la cámara y se realiza los ajustes como brillo, contraste, color, saturación y tinte.



Figura 3.51: Configuración Local de Video de la Cámara utilizada

Irouter

La entrada de Irouter permite configurar el gerente de tráfico de Isabel.

No debe ser cambiada esta configuración.

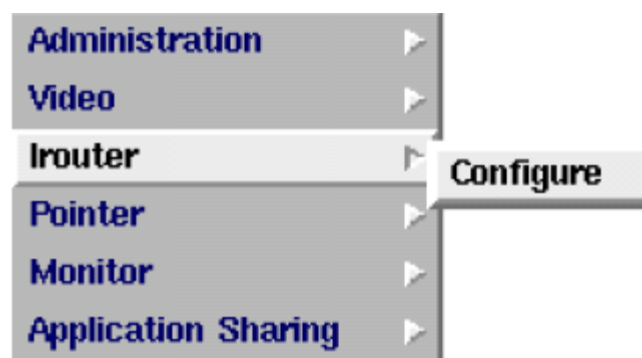


Figura 3.52: Menú de Irouter



Figura 3.53: Configuración del Gerente de Trafico

Pointer

La opción de Pointer se usa para cambiar el color del indicador para el modo de presentación de diapositivas y otros.

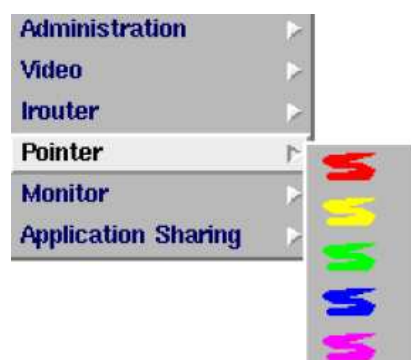


Figura 3.54: Menú de Pointer

Monitor

La opción de monitor permite iniciar o parar la ventana de SNMP para ver información detallada sobre algunos componentes de la videoconferencia.

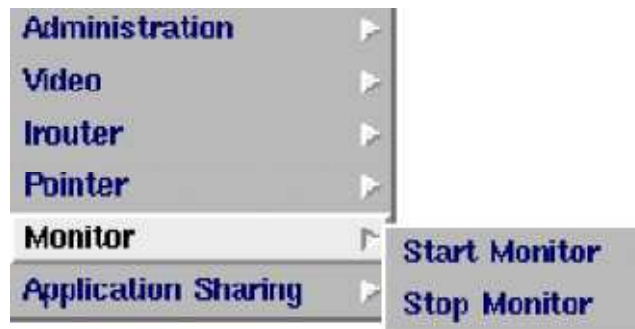
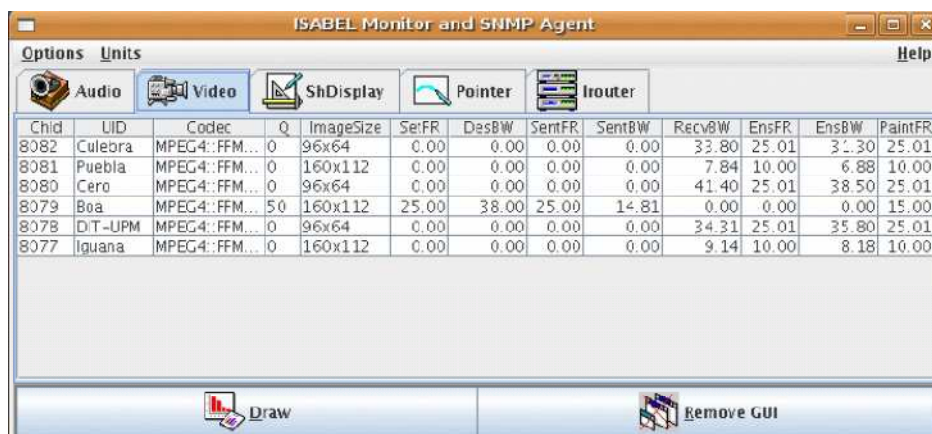


Figura 3.55: Menú de Monitor



Chid	UID	Codec	Q	ImageSize	SerFR	DesBW	SentFR	SentBW	RecvBW	EnsFR	EnsBW	PaintFR
8082	Culebra	MPEG4::FFM...	0	96x64	0.00	0.00	0.00	0.00	32.80	25.01	31.30	25.01
8081	Puebla	MPEG4::FFM...	0	160x112	0.00	0.00	0.00	0.00	7.84	10.00	6.88	10.00
8080	Cero	MPEG4::FFM...	0	96x64	0.00	0.00	0.00	0.00	41.40	25.01	38.50	25.01
8079	Boa	MPEG4::FFM...	50	160x112	25.00	38.00	25.00	14.81	0.00	0.00	0.00	15.00
8078	DiT-UPM	MPEG4::FFM...	0	96x64	0.00	0.00	0.00	0.00	34.31	25.01	35.80	25.01
8077	Iguana	MPEG4::FFM...	0	160x112	0.00	0.00	0.00	0.00	9.14	10.00	8.18	10.00

Figura 3.56: Estado del Monitor y el Agente SNMP de ISABEL

Una vez configurada tanto la Telefonía como la Videoconferencia, el diseño de la red de la EPS SEDALORETO S.A. motivo de mi plan de Titulación denominado MEJORAMIENTO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS DE INFORMACIÓN DE LA EPS SEDALORETO S.A. EN LA CIUDAD DE IQUITOS, queda terminado.

En este Capítulo se ha procedido a realizar el diseño de la Red de Telefonía IP, Datos y Videoconferencia, utilizando software libre para la interconexión de los locales de la empresa SEDALORETO, realizando el diseño de la red inalámbrica y detallando, a continuación, los requerimientos mínimos necesarios y configuración básica, para la instalación del servidor de Telefonía ELASTIX y de Videoconferencia ISABEL utilizados, quedando por realizar el análisis de costos los cuales se elaborarán en el siguiente capítulo.

3.15.- **Cuadros Resúmenes del Diseño**

En el siguiente cuadro están los datos geográficos de los locales a interconectar:

Datos	Planta de Tratamiento	Gerencia Comercial
Coord. Longitud	W 73° 16' 17.0"	W 73° 14' 50.0"
Coord. Latitud.	S 03° 45' 32.0"	S 03° 45' 1.0"
Cota de Estación	97.89 m.	99.11 m.

Figura 3.57: Cuadro Resumen de las Coordenadas Geográficas de los Locales a Interconectar

En el cuadro último de resumen que sigue a continuación se presentan los diversos cálculos de diseño efectuados en el presente capítulo los cuales se usaran en la implementación del presente trabajo, la cual ya fue aprobada la compra de los equipos mediante la RESOLUCIÓN DE GERENCIA GENERAL NRO 038-2006-EPS SEDALORETO S.A. GG del 7 de Marzo del 2006, la cual ya se instalo y está

funcionando actualmente, quedando por implementar la red de Telefonía IP y Videoconferencia, la cual para que funcione es necesario también instalar todo el conjunto propuesto en este documento, o sea los servidores de Telefonía ELASTIX y de Videoconferencia ISABEL.

Parámetros	Datos
Potencia del Transmisor (dBm)	18
Ganancia Antena (dBi)	19
PIRE (dBm)	37
Distancia entre Locales (Km)	2.85
Frecuencia Central (Ghz)	5.180
Atenuación Ao (dB)	116.7653
Zona de Fresnel: Radio (mt.)	3.8515
Altura Antena Planta de Tratamiento (mt.)	20.46
Altura Antena Gerencia Comercial (mt.)	10.46
Ancho de Banda a Usarse en el Enlace (Mbps)	18
Sensibilidad del Receptor (dBm)	-90
Margen Umbral (MU) (dBm)	30.0257
Margen de Desvanecimiento (MD) (dBm)	-4.4539

Figura 3.58: Cuadro Resumen de lo Diseñado.

CAPITULO IV

ESTIMACIÓN DE COSTOS DE LA RED

En el presente capítulo se realizará una estimación de la inversión necesaria que se deberá efectuar para la implementación del diseño de la red para telefonía IP, datos y videoconferencia entre los locales comercial y administrativo de la EPS SEDALORETO S.A. ubicadas en la ciudad de Iquitos, para la interconexión de las mismas, con el fin de garantizar su comunicación.

La información necesaria para elaborar las tablas con la estimación de costos fueron obtenidas casi en su totalidad de Internet y con la cotización de un proveedor, debido a la facilidad que este medio proporciona para acceder a los productos que, cumpliendo con las características requeridas, satisfagan las diferentes necesidades de los usuarios, quienes pueden decidir de esta gama de productos, considerando la funcionalidad del equipo y el precio.

Los principales elementos a considerar en la estimación de costos son:

Compra de equipos, instalación, calibración y puesta en marcha.

4.1 COSTOS DE INVERSIÓN

En los costos de inversión se toma en cuenta todos los elementos necesarios para la red donde se incluyen los costos estimados de instalación, configuración.

4.1.1 COSTOS DE EQUIPOS Y ACCESORIOS

El costo de los equipos y accesorios elegidos para la propuesta de red como se indicó en el capítulo anterior se presentan en detalle a continuación:

4.1.1.1 Primera alternativa

La inversión estimada para realizar la interconexión considerando la Familia ISPAIR se resume en la Tabla 4.1, los precios presentados aca fueron proporcionados por la empresa CASTACOM.

Equipos de ISPAIR 54 Mb CPE 500			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
2	Access Point ISPAIR 54 Mbps ISP –CPEA con antenna incluida	2,378.40	4,756.80
2	Pararrayos Tetrapuntal	1,066.40	2,132.80
2	Pozo a Tierra	1,898.40	3,796.80
1	Torre Metálica 15 metros	2,260.80	2,260.80
Sub-Total 1			12,947.20

Tabla 4.1: Costos de la Familia ISPAIR

4.1.1.2 Segunda alternativa

La inversión estimada para realizar la interconexión considerando un Access Point ECB-8610 y antenas Hyperlink se resume en la Tabla 4.2

Equipos ¹ de ECB-8610			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
2	Access Point ECB-8610	957.00	1,914.00
2	Pararrayos Tetrapuntal	1,066.40	2,132.80
2	Pozo a Tierra	1,898.40	3,796.80
1	Torre Metálica 15 metros	2,260.80	2,260.80
2	Antenas Hyperlink	162.00	324.00
Sub-Total 2			10,428.40

Tabla 4.2: Costos con Antenas Hyperlink

4.1.1.3 Tercera alternativa

La inversión estimada para realizar la interconexión considerando un Access Point TR-5 Plus con antena incluida se resume en la Tabla 4.3.

Equipos ¹ de TRS-5 PLUS			
Cantidad	Descripción	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
2	Access Point TR-5 PLUS	1,770.0	3,540.00
2	Pararrayos Tetrapuntal	1,066.40	2,132.80
2	Pozo a Tierra	1,898.40	3,796.80
1	Torre Metálica 15 metros	2,260.80	2,260.80
Sub-Total 2			11,730.40

Tabla 4.3: Costos Access Point TR-5 Plus con Antena Incluida

Luego del análisis comparativo de costos de cada una de las alternativas se puede verificar que la primera opción resulta ser la más costosa; sin embargo, a pesar de ello y considerando razones técnicas tales como: mayor rango de frecuencias, alcance, antena incorporada al Access Point, calidad de servicio ACL (Listas de Control de Acceso), entre otros, se insiste en la primera alternativa pues las ventajas técnicas compensan la diferencia de precio.

4.1.2 COSTOS DE INSTALACIÓN

Los costos de instalación, calibración y puesta en marcha que se detallan en las Tabla anteriores del presente capítulo fueron proporcionados por la empresa “**CASTACOM Consultores & Asociados S.A.**” empresa especializada en enlaces inalámbricos a nivel nacional, por lo tanto fue tomado como parámetro para todas las cotizaciones, es decir en la primera alternativa proporcionados por

ellos consideran en sus precios a todo costo la venta de los equipos de la cuales son representantes en el Perú.

4.2 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los costos de operación están directamente relacionados con el diagnóstico, funcionamiento y gestión de la red, y los costos de mantenimiento deben incluir mantenimiento preventivo que se debe realizar periódicamente y mantenimiento correctivo que consiste en la reparación de fallas y daños, los que involucran el suministro de repuestos y equipos en caso necesario. Con el fin de mantener la red operativa y en óptimas condiciones.

En el presente proyecto no amerita el análisis de los costos a cubrir puesto que para la operación y mantenimiento de la red se dispondrá del personal técnico que actualmente labora tanto en el Departamento de Informática, así como personal especializado que labora en nuestra institución, por lo que el costo de personal no significará un gasto para la EPS SEDALORETO S.A.

4.3 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total para la futura implementación de la red propuesta, es de **S/. 12,947.20** este costo es un precio referencial que puede variar, pero muestra una idea del capital que se necesita para la implementación de la red.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Luego de realizado este proyecto, de los resultados obtenidos se listan las conclusiones del mismo. Así mismo, de la experiencia adquirida se extrae algunas recomendaciones.

5.1 CONCLUSIONES

- El propósito del presente proyecto fue interconectar dos locales, el local de la planta de tratamiento donde están ubicadas las oficinas administrativas y el local de la gerencia comercial, lugar donde funciona todo lo referente a la atención a los usuarios de la EPS SEDALORETO S.A. todas ellas ubicadas en la ciudad de Iquitos con el fin de optimizar su gestión administrativa con el empleo de las nuevas Tecnologías integrándolas mediante las Comunicaciones. De lo realizado en este proyecto se puede concluir que para cumplir con el objetivo antes mencionado la mejor opción es emplear una conexión inalámbrica con el hardware y software apropiados.
- A partir del análisis de las redes de telecomunicaciones y del estudio de tráfico administrativo y de acceso a internet del local comercial, porque en el local de la planta de tratamiento está instalada el acceso a internet, por medio de la interconexión propuesta accederán a internet, se determinó que era importante satisfacer necesidades actuales y futuras de comunicación como voz, datos y videoconferencia en

tiempo real. Puesto de que en el diseño se consideraron estas necesidades se puede concluir que el diseño de red aquí propuesto satisficiera las expectativas de la EPS SEDALORETO S.A.

- Con la interconexión de las dos dependencias de SEDALORETO se conseguirá unir esfuerzos e infraestructura con el fin de alcanzar una mejor coordinación de actividades, a corto, mediano y largo plazo, pues se permitirá aprovechar las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones y la información para apoyar con mayor eficiencia la actividad institucional en la región Loreto.
- Fue necesario para elaborar el diseño de la red de telefonía IP, analizar las condiciones de atenuación, propagación de las ondas o su ubicación geográfica exacta debido a la conexión inalámbrica que se utiliza como medio de transmisión.
- En este Diseño se ha creído conveniente el utilizar la banda ISM de los 5.8 Ghz (sin licencia) debido a que la banda de los 2.4 Ghz se encuentra en la actualidad con saturación. Se ha decidido también utilizar esta frecuencia porque la zona de fresnel se vuelve más angosta, situación ventajosa para la propagación de señal. Para la utilización de estas bandas de frecuencias no es necesario adquirir una licencia sino más bien lo correcto es avisar a la dirección Regional del Ministerio de Transporte y Comunicaciones el uso que se le va a dar a esta banda de frecuencia y llenar los formularios respectivos para el uso de la misma.

- El hecho de trabajar a la frecuencia de 5.8 Ghz obliga a utilizar un sistema LOS (con línea de vista) por lo que se procedió a buscar alternativas que permitan la línea de vista entre los dos locales a interconectar.
- Para el dimensionamiento de tráfico y su análisis, es necesario conocer el tipo de compresión a utilizarse tanto en Telefonía IP, como en Videoconferencia, ya que de esta compresión se obtendrá el rendimiento de la Calidad de Voz y del Video en cada uno de los enlaces.
- El uso del Software Libre, no manifiesta de que sea gratuito sino que es de libre distribución. Esto significa que es de código abierto en las principales páginas de software libre disponibles en la web. El código abierto permite a los diferentes usuarios hacer uso de este código y adiestrarlo a sus necesidades y potenciarlo de forma que se lo pueda distribuir como gratuito o como software propietario.
- En el Diseño de la red de telecomunicaciones se utilizó el estándar 802.11a, que me permite operar en la banda de frecuencia no licenciada de los 5.8 GHz Este estándar proporciona ciertos parámetros técnicos de mucha ventaja como lo es el ancho de banda que llega hasta los 54 Mbps, y el tipo de modulación utilizado OFDM.
- Se hizo uso del Software Elastix 1.0 para la Telefonía IP. Este software fue desarrollado por la empresa Palosanto Solutions, aquí en nuestro país. Es un software que contiene como núcleo a Asterisk, el cual

homologa a una central telefónica PBX y que permite que su administración sea de una forma muy amigable hacia el usuario, de lo que se puede concluir que su empleo es el más conveniente para SEDALORETO.

- Se utiliza a Isabel como el promotor de la Videoconferencia en la EPS SEDALORETO S.A., este software elaborado por Agora Systems S.A., el cual permite el manejo y fácil administración de la videoconferencia con el uso de las herramientas para realizar una conferencia en un salón de reuniones o para la múltiple conferencia con diversas opciones como para realizar funcionalidades de preguntas vía chat, entre otras funcionalidades necesarias. De lo indicado se puede concluir que esta selección fue correcta.
- Finalmente se puede concluir, analizando los resultados obtenidos que se cumplió con el objetivo propuesto del Diseño de interconexión de las Dependencias de SEDALORETO.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de este proyecto denominado **“MEJORAMIENTO E INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS DE INFORMACIÓN DE LA EPS SEDALORETO S.A. EN LA CIUDAD DE IQUITOS”**, ya que permitirá mejorar los servicios de telecomunicaciones y acceder a nuevos servicios satisfaciendo los requerimientos de los usuarios del

SISTEMA ADMINISTRATIVO Y COMERCIAL DE LA EPS SEDALORETO S.A.

- Se recomienda a la EPS SEDALORETO S.A. la capacitación constante del personal, usuarios de la red y técnicos porque es la mejor forma de garantizar el uso correcto de todos elementos de la red.
- Para el diseño de la red de telecomunicaciones de la EPS SEDALORETO S.A. es importante optimizar el ancho de banda y maximizar la efectividad de los enlaces inalámbricos, es decir que los parámetros técnicos de la red sean los óptimos para el buen desempeño de cada uno de los radioenlaces; para ello recomendamos buscar los códecs de audio y video que permitan el fácil manejo y ahorro de ancho de banda tanto en la Telefonía IP como en la videoconferencia respectivamente.
- Se recomienda el uso de software libre que siendo de libre distribución se constituye en un código abierto que permite ser adiestrado a las necesidades que la aplicación requiera.
- Se recomienda la utilización de Elastix ya que, a más de ser un servidor de comunicaciones que integra telefonía, fax, mensajería instantánea y correo electrónico, es una versión mejorada de Asterix cuyas bondades hacen que sea más familiar para el usuario.
- Se recomienda el uso de Isabel como software para la videoconferencia ya que presenta ventajas tales como: Sistemas de

gestión integrada, comunicación más natural, aplicaciones compartidas.

- Si se llevara a cabo la implementación de la propuesta de red se recomienda el uso de equipos no sólo considerando costos sino las ventajas técnicas de cada uno de ellos.
- Se recomienda que los graduandos procuren involucrarse en la solución de problemas reales ya que es la oportunidad idónea para adquirir conocimientos prácticos y experiencia valiosa.

Referencias Bibliográficas

- ❖ Manual X.STAR
- ❖ Voice over IP Fundamentals, Second Edition By Jonathan Davidson, James Peters, Manoj Bhatia, Satish Kalidindi, Sudipto Mukherjee
- ❖ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED DE TELEFONÍA IP CON SOFTWARE LIBRE EN LA RAAP, Ing. Diego Quintana Cruz
- ❖ Asterisk y Telefonía Tradicional, Ing. Eric Alexis Gonzales Erices, Chile 2006.
- ❖ Análisis para la implementación de nuevos servicios en la red de datos de la universidad técnica de Ambato, Ing. Julio Enrique Cuji Rodríguez.
- ❖ Introducción a la VoIP con Linux Asterisk, Elio Rojano.
- ❖ Manual del Usuario Elastix, www.elastix.org.
- ❖ TRÁFICO TELEFÓNICO: SOTO, Mauricio. Tráfico Telefónico conceptos y aplicaciones. 3ra edición.
- ❖ <http://telecom.fi-b.unam.mx/Telefonia/tráfico.html>.
- ❖ CALIDAD DE LA VOZ:
http://www.uv.es/montanan/redes/trabajos/Voz_ATM.doc
http://members.tripod.com/mauriciomolina/Bajables/VoIP_completo.pdf.
- ❖ Ancho de Banda:
<http://www.grupoact.com.mx/archivos/Consideraciones%20para%20Videconferencia%20IP.pdf> .

- ❖ Curso de telefonía IP con Asterisk, administrador esencial.
- ❖ Fundamentos de Wireless Cisco.
- ❖ Soluciones LMR: Cable coaxial de baja pérdida para aplicaciones en las bandas ISM.
- ❖ folleto Dimensionamiento de Radioenlaces.
- ❖ “Digital Communications, Microwave applications”, Camilo Feher; Capitulo 5.
- ❖ **EQUIPOS:**
 - http://www.netkrom.com/prod_ispair_cpe500.html
 - <http://www.hyperlinktech.com/item.aspx?id=223>
 - <http://listado.mercadolibre.com.ar/ECB%C3%988610>
- ❖ <http://www.8starshop.com/es/computer-networking-casesconverters-index-1.html>.
- ❖ http://www.microalcarria.com/productos/listar_productos.php?familia=voip&clase=tarj_vi&subclase=t_fxs_fxo.
- ❖ <http://comunicaciones.firebirds.com.ar/repositorio/herramientas/desvanecimiento.html>