

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERÍA**

**“DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UNA RED COMUNITARIA
MULTISERVICIOS DE ACCESO FIJO INALÁMBRICO PARA
ATENDER LOS REQUERIMIENTOS DE VOZ Y DATOS EN EL
CANTÓN CHONE DE LA PROVINCIA DE MANABÍ”.**

VLADIMIR ALEJANDRO REYES CASTILLO

Sangolquí – Ecuador

2009

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto de grado titulado: “Diseño y evaluación de una red comunitaria multiservicios de acceso fijo inalámbrico para atender los requerimientos de voz y datos en el cantón Chone de la provincia de Manabí.” ha sido desarrollado en su totalidad por el señor VLADIMIR ALEJANDRO REYES CASTILLO con C.C 171402442-7, bajo nuestra dirección.

Director

Codirector

Ing. Fabián Sáenz E.

Ing. Carlos Romero G.

RESUMEN DEL PROYECTO

En el presente proyecto se realizó el diseño de una red comunitaria de acceso fijo inalámbrico para el cantón Chone, que atienda los requerimientos de voz y datos de su población; principalmente del sector educativo del cantón.

Previo al diseño de la red se comenzó por determinar la posición y altitud de las 319 instituciones educativas que solicitaron integrar la red comunitaria, así como también se realizó el análisis de las características orográficas, hidrográficas, climatológicas, y vegetativas que presenta el cantón Chone. Además se evaluó cual es número de alumnos que estudian en cada una de las instituciones educativas, y en que condiciones se encuentra la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones de estos establecimientos; con el propósito de obtener la información necesaria que permita realizar un diseño de red, que sea adecuado para el tipo de condición geográfica y medioambiental que tiene el cantón, así como también conveniente para satisfacer las necesidades tecnológicas que presentan los establecimientos educativos.

En el diseño de la red comunitaria se optó por usar tecnología inalámbrica Wi-fi para operara en las bandas no licenciadas ISM y UNII, tanto para la red troncal configurada bajo una topología punto a punto, como para la red de distribución configurada bajo una topología de tipo infraestructura. Por otra parte se procedió a localizar los sitios más idóneos para la ubicación de los nodos inalámbricos centrales, se realizó un estudio sobre el equipamiento del sistema de radiocomunicación, informático y de suministro de energía, que deben llevar las estaciones que operarán como repetidoras, puntos de acceso y como estaciones clientes. Adicionalmente se presentan los cálculos de de los radioenlaces de la red troncal y de la red de distribución, el costo total de implementación del proyecto y su plan de sostenibilidad.

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado a mi Dios que es la luz y sustento de mi existencia, y a mis queridos padres Iván Reyes y Rosa Castillo, quienes con su amor, esfuerzo, dedicación, y empeño, me han apoyado toda mi vida en los objetivos que me he planteado; y quienes a lo largo de toda mi carrera universitaria han sabido guiarme y alentarme para que pueda culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Vladimir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener una familia amorosa, por darme la fortaleza para afrontar los retos y dificultades que me ha presentado la vida, y por permitirme culminar mi carrera universitaria.

A mis padres por sus consejos, amor y sacrificio incondicional que me ha permitido ser la persona que en la actualidad soy, a mi Danny por su amor, soporte y ayuda, a mi hermano familiares y amigos por respaldarme en mis proyectos y sueños.

A mi tía Fanny Arias y su esposo Luís Vivanco, a Margarita Romo y su hermano Marcelo Romo, por su valioso aporte en mi formación profesional y personal dentro mi carrera universitaria.

A mi hermano y a mis amigos por apoyarme y ayudarme incondicionalmente en los buenos y malos momentos.

De manera especial quiero agradecer a mi Director de Tesis Ing. Fabián Sáenz y a mi Codirector Ing. Carlos Romero, por sus guías, ayudas y consejos para culminar con éxito el presente proyecto. Al Ing. Pablo Álvarez por sus buenas enseñanzas que indujeron en mi el gusto por la ciencia, y a los profesores universitario que gracias a su apoyo y conocimientos me han preparado para enfrentarme con seguridad en el campo profesional.

Vladimir.

PRÓLOGO

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el estudio y diseño de una red de voz y datos comunitaria de acceso fijo inalámbrico, en el cantón Chone de la provincia de Manabí, de la cual se puedan beneficiar sus habitantes, pero principalmente los estudiantes de los establecimientos educativos de este cantón; con lo cual se pretende aportar al desarrollo tecnológico y académico de la provincia.

Se trata de dar al lector un proyecto que sirva de referencia para entender como se debe planificar el diseño de una red comunitaria, como es su funcionamiento, como identificar el tipo de tecnología que se debe emplear, como elegir el mejor equipamiento para los sistemas de la red y de que manera hacer que la comunidad pueda sustentar el mantenimiento de este tipo de red.

Al diseñar esta red se pretende favorecer a la población de un sector del país que carece en muchos de los casos de algunos servicios básicos, de infraestructura civil, y principalmente de infraestructura de telecomunicaciones; con la creación de un puente tecnológico que permita a la población de este cantón, comunicarse con un mundo globalizado y aprovechar de la mejor manera los recursos y oportunidades que ofrece esta herramienta tecnológica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	
RESUMEN DEL PROYECTO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
PROLOGO	
ÍNDICE DE CONTENIDO	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
GLOSARIO DE TERMINOS	

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 ALCANCE DEL PROYECTO.....	3

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	4
2.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL.....	4
2.1.1 Evolución de las WLAN.....	5
2.1.2 Bandas de Frecuencias para las WLAN.....	6
2.1.2.1 Canales Inalámbricos.....	7
2.1.3 Estándares IEEE 802.11.....	9
2.2 ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS DE LAS WLAN IEEE 802.11.....	12

2.2.1	La Capa Física (PHY).....	13
2.2.1.1	Subcapa de Procedimiento de Convergencia de la Capa Física (PLCP).....	14
2.2.1.2	Subcapa Dependiente del Medio Físico (PMD).....	14
2.2.1.3	Técnicas de Transmisión de la Señal.....	14
2.2.1.4	Técnicas de Modulación de la señal.....	16
2.2.2	La Capa de Control de Enlace de Datos (DLC).....	18
2.2.2.1	Subcapa LLC (<i>Logical Link Control</i>).....	18
2.2.2.2	Subcapa MAC (<i>Media Access Control</i>).....	18
2.2.3	Estándares de Capa Física y de Enlace.....	23
2.2.3.1	IEEE 802.11.....	23
2.2.3.2	IEEE 802.11b.....	23
2.2.3.3	IEEE 802.11a.....	24
2.2.3.4	IEEE 802.11g.....	25
2.3	NIVELES DE POTENCIA DE TRANSMISIÓN PARA WLAN.....	26
2.3.1	Niveles de potencia transmitida en la banda ISM.....	26
2.3.2	Niveles de potencia transmitida en la banda UNII.....	26
2.4	TOPOLOGÍA.....	28
2.4.1	IBSS (<i>Independent Basic Service Set</i>).....	28
2.4.2	BSS (<i>Basic Service Set</i>).....	29
2.4.3	ESS (<i>Extended Service Set</i>).....	30
2.5	RANGO DE COBERTURA.....	31
2.6	COMPONENTES DE UNA LAN INALÁMBRICA.....	33
2.6.1	Wireless Router.....	33
2.6.2	Access Point.....	34
2.6.3	Tarjetas o Adaptadores de Red Inalámbricas.....	35
2.6.3.1	Tarjetas inalámbricas PCMCIA.....	36
2.6.3.2	Adaptadores inalámbricos USB.....	36
2.6.3.3	Adaptadores inalámbricos PCI.....	37
2.6.4	Antenas.....	37
2.6.4.1	Antenas Unidireccional.....	38
2.6.4.2	Antenas Omnidireccionales.....	39
2.6.4.3	Antenas Sectoriales.....	40

2.6.5	Amplificadores de Señal.....	40
2.6.6	Cables.....	41
2.7	BENEFICIOS DE LAS WLAN.....	42

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DEL

CANTÓN CHONE.....	43
3.1 ANTECEDENTES.....	43
3.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DEL TERRENO.....	44
3.2.1 Situación Geográfica.....	44
3.2.2 Hidrografía.....	45
3.2.3 Orografía.....	46
3.2.3.1 Parroquia Chibunga.....	47
3.2.3.2 Parroquia Convento.....	48
3.2.3.3 Parroquia Eloy Alfaro.....	49
3.2.3.4 Parroquia Boyaca.....	50
3.2.3.5 Parroquia Ricaurte.....	51
3.2.3.6 Parroquia San Antonio.....	52
3.2.3.7 Parroquia Chone.....	53
3.2.3.8 Parroquia Santa Rita.....	55
3.2.3.9 Parroquia Canuto.....	57
3.2.4 Climatología.....	58
3.3 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES.....	60
3.3.1 Parroquia Chibunga.....	61
3.3.2 Parroquia Convento.....	62
3.3.3 Parroquia Eloy Alfaro.....	63
3.3.4 Parroquia Boyaca.....	64
3.3.5 Parroquia Ricaurte.....	65
3.3.6 Parroquia San Antonio.....	66
3.3.7 Parroquia Chone.....	67
3.3.8 Parroquia Santa Rita.....	69

3.3.9	Parroquia Canuto.....	71
3.4	ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEMOGRÁFICA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	72
3.4.1	Indicadores poblacionales y de nivel de instrucción académica.....	72
3.4.2	Indicadores poblacionales de Instituciones Educativas.....	73
3.4.2.1	Parroquia Chibunga.....	75
3.4.2.2	Parroquia Convento.....	76
3.4.2.3	Parroquia Eloy Alfaro.....	77
3.4.2.4	Parroquia Boyaca.....	78
3.4.2.5	Parroquia Ricaurte.....	79
3.4.2.6	Parroquia San Antonio.....	80
3.4.2.7	Parroquia Chone.....	81
3.4.2.8	Parroquia Santa Rita.....	83
3.4.2.9	Parroquia Canuto.....	85

CAPÍTULO IV

	DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA DE TELECOMUNICACIONES.....	86
4.1	CRITERIO DE DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA.....	86
4.2	MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN.....	87
4.2.1	Parámetros Topográficos.....	88
4.2.2	Parámetros Climatológicos.....	90
4.2.3	Parámetros Técnicos.....	91
4.2.3.1	Potencia de Transmisión.....	91
4.2.3.2	Ganancia de las Antenas.....	92
4.2.3.3	Mínimo nivel de señal Recibida.....	92
4.2.3.4	Pérdidas en la Trayectoria de Propagación de la señal.....	92
4.2.3.5	Pérdidas en la Alimentación.....	93
4.2.3.6	Margen de recepción.....	94
4.2.3.7	Zonas de Fresnel.....	95
4.3	DISEÑO DE LA RED TRONCAL DE LA RED COMUNITARIA.....	97
4.3.1	Topología y Asignación de Frecuencias de la Red Troncal.....	97

4.3.2	Localización de los nodos de la Red Troncal.....	98
4.3.2.1	Red Troncal de la Parroquia Chibunga.....	99
4.3.2.2	Red Troncal de la Parroquia Convento.....	101
4.3.2.3	Red Troncal de la Parroquia Eloy Alfaro.....	103
4.3.2.4	Red Troncal de la Parroquia Boyaca.....	105
4.3.2.5	Red Troncal de la Parroquia San Antonio.....	107
4.3.2.6	Red Troncal de la Parroquia Chone.....	109
4.3.2.7	Red Troncal de la Parroquia Canuto.....	111
4.3.2.8	Red Troncal de la Parroquia Santa Rita.....	112
4.3.2.9	Red Troncal de la Parroquia Ricaurte.....	116
4.3.3	Descripción del Sistema de Radiocomunicación de la Red Troncal.....	118
4.3.3.1	Enrutador Inalámbrico.....	119
4.3.3.2	Antena.....	120
4.3.3.3	Cable coaxial.....	120
4.3.3.4	Pigtail.....	121
4.3.4	Equipamiento de las Estaciones Repetidoras de la Red Troncal.....	126
4.3.4.1	Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación.....	126
4.3.4.2	Equipamiento del Sistema de Suministro de Energía.....	132
4.3.5	Configuración del Software para la Simulación.....	138
4.3.5.1	Propiedades del Mapa.....	138
4.3.5.2	Propiedades de la Imagen.....	141
4.3.5.3	Propiedades de las Redes.....	142
4.3.6	Cálculo de los radioenlaces de la Red Troncal.....	149
4.3.6.1	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chibunga.....	155
4.3.6.2	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Convento.....	156
4.3.6.3	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Eloy Alfaro.....	158
4.3.6.4	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Boyaca.....	159

4.3.6.5	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia San Antonio.....	161
4.3.6.6	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chone.....	162
4.3.6.7	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Canuto.....	163
4.3.6.8	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Santa Rita.....	165
4.3.6.9	Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Ricaurte.....	169
4.4	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED COMUNITARIA.....	171
4.4.1	Topología y Asignación de Frecuencias de la Red de Distribución.....	171
4.4.2	Descripción del Sistema de Radiocomunicación de la Red de Distribución.....	172
4.4.3	Equipamiento de las Estaciones de la Red de Distribución.....	178
4.4.3.1	Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación de los nodos inalámbricos.....	178
4.4.3.2	Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación de las estaciones clientes.....	182
4.4.3.3	Equipamiento del Sistema de Suministro de Energía de los nodos inalámbricos.....	183
4.4.4	Cálculo de los radioenlaces de la Red de Distribución.....	188
4.4.4.1	Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chibunga.....	193
4.4.4.2	Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Convento.....	195
4.4.4.3	Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Eloy Alfaro.....	199
4.4.4.4	Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Boyaca.....	202

4.4.4.5 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia San Antonio.....	205
4.4.4.6 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chone.....	208
4.4.4.7 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Canuto.....	213
4.4.4.8 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Santa Rita.....	217
4.4.4.9 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Ricaurte.....	221
4.5 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED.....	225

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....	227
5.1 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE LA RED COMUNITARIA.....	228
5.1.1 Costos del sistema de radiocomunicación de la red troncal y la red de distribución.....	228
5.1.2 Costos del sistema de suministro de energía.....	231
5.1.3 Costos del sistema informático.....	232
5.1.4 Costos de Instalación.....	233
5.2 SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO.....	234
5.2.1 Sostenibilidad Social.....	235
5.2.2 Sostenibilidad Organizativa.....	236
5.2.3 Sostenibilidad Política o Legal.....	237
5.2.4 Sostenibilidad Económica.....	238

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	239
6.1 CONCLUSIONES.....	239
6.2 RECOMENDACIONES.....	241

ANEXOS

ANEXO1.....	242
ANEXO2.....	243

ANEXO3..... 245

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 2.1.	Canales para el estándar IEEE 802.11b.....	8
Tabla. 2.2.	Canales para el estándar IEEE 802.11a.....	9
Tabla. 2.3.	Variaciones del estándar IEEE 802.11.....	10
Tabla. 2.4.	Servicios MAC en el estándar IEEE 802.11.....	22
Tabla. 3.1.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Chibunga.....	47
Tabla. 3.2.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Convento.....	48
Tabla. 3.3.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Eloy Alfaro.....	49
Tabla. 3.4.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Boyaca.....	50
Tabla. 3.5.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Ricaurte.....	51
Tabla. 3.6.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en San Antonio.....	52
Tabla. 3.7.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Chone.....	53
Tabla. 3.8.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Santa Rita.....	55
Tabla. 3.9.	Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Canuto.....	57
Tabla. 3.10.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Chibunga.....	61
Tabla. 3.11.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Convento.....	62
Tabla. 3.12.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Eloy Alfaro.....	63

Tabla. 3.13.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Boyaca.....	64
Tabla. 3.14.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Ricaurte.....	65
Tabla. 3.15.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en San Antonio.....	66
Tabla. 3.16.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Chone.....	67
Tabla. 3.17.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Santa Rita.....	69
Tabla. 3.18.	Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Canuto.....	71
Tabla. 3.19.	Población del cantón Chone.....	72
Tabla. 3.20.	Distribución de la población del cantón Chone según las parroquias.....	72
Tabla. 3.21.	Población de 5 años y más, según niveles de instrucción.....	73
Tabla. 3.22.	Códigos de las parroquias del cantón Chone.....	74
Tabla. 3.23.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Chibunga.....	75
Tabla. 3.24.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Convento.....	76
Tabla. 3.25.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Eloy Alfaro.....	77
Tabla. 3.26.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Boyaca.....	78
Tabla. 3.27.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Ricaurte.....	79
Tabla. 3.28.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia San Antonio.....	80
Tabla. 3.29.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Chone.....	81
Tabla. 3.30.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Santa Rita.....	83

Tabla. 3.31.	Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Canuto.....	85
Tabla. 4.1.	Valores típicos de conductividad del terreno.....	89
Tabla. 4.2.	Valores típicos de permitividad del terreno.....	90
Tabla. 4.3.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Chibunga.....	99
Tabla. 4.4.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Convento.....	101
Tabla. 4.5.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Eloy Alfaro	103
Tabla. 4.6.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Boyaca.....	105
Tabla. 4.7.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia San Antonio.....	107
Tabla. 4.8.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Chone.....	109
Tabla. 4.9.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Canuto.....	111
Tabla. 4.10.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Santa Rita.....	113
Tabla. 4.11.	Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Ricaurte.....	116
Tabla. 4.12.	Valores típicos Atenuación en cables coaxiales a 2,4 Ghz.....	125
Tabla. 4.13.	Sistemas de Radiocomunicación de la Red Troncal.....	149
Tabla. 4.14.	Nomenclatura de los parámetros de los radioenlaces.....	154
Tabla. 4.15.	Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chibunga.....	155
Tabla. 4.16.	Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Convento.....	156
Tabla. 4.17.	Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Eloy Alfaro.....	158
Tabla. 4.18.	Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Boyaca.....	159

Tabla. 4.19. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia San Antonio.....	161
Tabla. 4.20. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chone.....	162
Tabla. 4.21. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Canuto.....	163
Tabla. 4.22. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Santa Rita.....	165
Tabla. 4.23. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Ricaurte.....	169
Tabla. 4.24. Sistemas de Radiocomunicación de la Red de Distribución.....	178
Tabla. 4.25. Cálculo de los radioenlaces de la de distribución en la parroquia Chibunga.....	193
Tabla. 4.26. Cálculo de los radioenlaces de la de distribución en la parroquia Convento.....	195
Tabla. 4.27. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Eloy Alfaro.....	199
Tabla. 4.28. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Boyaca.....	202
Tabla. 4.29. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia San Antonio.....	205
Tabla. 4.30. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chone.....	208
Tabla. 4.31. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Canuto.....	213
Tabla. 4.32. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Santa Rita.....	217
Tabla. 4.33. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Ricaurte.....	221
Tabla. 4.34. Ancho de banda requerido por la red de Chone.....	226

Tabla. 5.1.	Costo total de los rubros de implementación de la red comunitaria.....	227
Tabla. 5.2.	Costos del Sistema de Radiocomunicación de los Nodos Inalámbricos.....	228
Tabla. 5.3.	Sistema de Radiocomunicación de estaciones clientes.....	230
Tabla. 5.4.	Costos del Sistema de Suministro de Energía.....	231
Tabla. 5.5.	Costos del Sistema Informático.....	233

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1. Canales y Frecuencias centrales para la banda ISM.....	7
Figura. 2.2. Arquitectura de Protocolos para WLAN del estándar IEEE.....	12
Figura. 2.3. Relación entre el rango, la velocidad y la modulación en IEEE 802.11b.....	17
Figura. 2.4. IBSS WLAN.....	29
Figura. 2.5. BSS WLAN.....	30
Figura. 2.6. ESS WLAN.....	31
Figura. 2.7. Rangos de Cobertura de las WLAN.....	32
Figura. 2.8. <i>Bridging</i> entre APs.....	32
Figura. 2.9. Wireless Router.....	34
Figura. 2.10. Access Point.....	35
Figura. 2.11. Tarjeta PCMCIA.....	36
Figura. 2.12. Adaptador USB.....	36
Figura. 2.13. Adaptador PCI.....	37
Figura. 2.14. Antena Unidireccional.....	39
Figura. 2.15. Antena Omnidireccional.....	39
Figura. 2.16. Antena Sectorial.....	40
Figura. 2.17. Amplificador.....	41
Figura. 2.18. Cableado en un nodo inalámbrico	41
Figura. 3.1. Distribución de instituciones educativas en el cantón Chone.....	44
Figura. 3.2. Mapa Político de Manabí.....	45
Figura. 3.3. Mapa Orográfico de Manabí.....	46
Figura. 3.4. Mapa Climatológico de Manabí.....	58
Figura. 3.5. Indicadores de Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas del Cantón Chone.....	60
Figura. 4.1. Primera zona de Fresnel.....	95
Figura. 4.2. Mapa de Trabajo de la parroquia Chibunga.....	100

Figura. 4.3. Mapa de Trabajo de la parroquia Convento.....	102
Figura. 4.4. Mapa de Trabajo de la parroquia Eloy Alfaro	104
Figura. 4.5. Mapa de Trabajo de la parroquia Boyaca.....	106
Figura. 4.6. Mapa de Trabajo de la parroquia San Antonio.....	108
Figura. 4.7. Mapa de Trabajo de la parroquia Chone.....	110
Figura. 4.8. Mapa de Trabajo de la parroquia Canuto.....	112
Figura. 4.9. Mapa de Trabajo 1 de la parroquia Santa Rita.....	114
Figura. 4.10. Mapa de Trabajo 2 de la parroquia Santa Rita.....	115
Figura. 4.11. Mapa de Trabajo de la parroquia Ricaurte.....	117
Figura. 4.12. Esquema de Estación Repetidora.....	118
Figura. 4.13. Enrutador Inalámbrico.....	119
Figura. 4.14. Antena Directiva.....	120
Figura. 4.15. Cable coaxial.....	121
Figura. 4.16. Pigtail.....	122
Figura. 4.17. Computadora Embebida net 4521.....	126
Figura. 4.18. Caja Estanca.....	127
Figura. 4.19. Esquema de un Generador Fotovoltáico.....	133
Figura. 4.20. Propiedades del Mapa del Programa Radio Mobile.....	139
Figura. 4.21. Mapa de Trabajo del cantón Chone.....	140
Figura. 4.22. Escala de colores de la orografía del cantón Chone.....	141
Figura. 4.23. Ventana de Parámetros de las redes en el programa Radio Mobile.....	142
Figura. 4.24. Ventana de Topología de las redes en el programa Radio Mobile.....	145
Figura. 4.25. Ventana de Sistemas de las Red Troncal en el programa Radio Mobile.....	147
Figura. 4.26. Patrón de Radiación de Antena tipo Grilla de 24 dBi.....	148
Figura. 4.27. Mapa de Trabajo del radioenlace BHCHI3.....	150
Figura. 4.28. Perfil topográfico del terreno del radioenlace BHCHI3.....	150
Figura. 4.29. Simulación del radioenlace BHCHI3 en el programa Radio Mobile.....	153
Figura. 4.30. Esquema de Estación Repetidora y Estación Cliente.....	172
Figura. 4.31. Ventana de Sistemas de la Red de Distribución en el programa Radio Mobile.....	175

Figura. 4.32. Patrón de Radiación de Antena Sectorial de 120° de 24 dBi.....	176
Figura. 4.33. Patrón de Radiación de Antena Sectorial de 90° de 24 dBi.....	176
Figura. 4.34. Patrón de Radiación de Antena tipo Panel de 16 dBi.....	177
Figura. 4.35. Mapa de Trabajo del radioenlace ACH8.....	188
Figura. 4.36. Perfil topográfico del terreno del radioenlace ACH8.....	189
Figura. 4.37. Simulación del radioenlace ACH8 en el programa Radio Mobile.....	192

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AP	Access Point.
BPSK	Binary Phase Shift Keying.
BSS	Basic Service Set.
CCK	Complementary Code Keying.
CF	Compact Flash.
CFP	Periodo Libre de Contienda.
CFR	Code of Federal Regulations.
CP	Periodo de Contienda.
CPE	Customer Premise Equipment.
CSMA/CA	Acceso Múltiple por Detección de Portadora con Evasión de Colisiones.
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying.
DCF	Función de coordinación distribuida.
DHCP	Protocolo de Configuración de Host Dinámico.
DLC	Control de Enlace de Datos.
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying.
DS	Sistema de Distribución.
DSSS	Espectro Ensanchado de Secuencia Directa.
DTM	Digital Terrain Model.
ESS	Extended Service Set.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute.
FCC	Federal Communications Commission.

FFT	Fast Fourier Transform.
FHSS	Espectro Ensanchado por Salto de Frecuencia.
FODETEL	Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones.
IBSS	Independent Basic Service Set.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers.
INEC	Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos.
IR	Infrarrojo.
ISM	Banda industrial, científica y médica.
ITM	Irregular Terrain Model.
LAN	Red de área local.
LLC	Control de Enlace Lógico.
MAC	Capa de Control de Acceso al Medio.
MIMO	Multiple Input, Multiple Output.
NIC	Network Interface Card.
OFDM	Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal.
PBCC	Packet Binary Convolutional Coding.
PCF	Función de coordinación de punto.
PCI	Peripheral Component Interconnect.
PCMCIA	Personal Computer Memory Card International Association.
PDA	Personal Digital Assistant.
PHY	Capa Física.
PIRE	Potencia Isotrópica Radiada Efectiva.
PLCP	Procedimiento de Convergencia de la Capa Física.
PMD	Capa Dependiente del Medio Físico.
PoE	Power over Ethernet.

PPDU	PLCP Protocol Data Links.
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying.
QoS	Calidad de servicio.
RF	Radio Frecuencia.
SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory.
SIFS	Short Inter-Frame Space.
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission.
SS	Spread Spectrum (espectro ensanchado).
UNII	Banda nacional no licenciada de información e infraestructura.
USB	Universal Serial Bus.
UTP	Unshielded Twisted Pair.
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio.
WECA	Wireless Ethernet Compatibility Alliance.
Wi-Fi	Wireless Fidelity (fidelidad inalámbrica).
WLAN	Red inalámbrica de área local.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han venido siendo utilizadas a través de las últimas décadas, como herramientas que permiten el desarrollo y generación de aplicaciones útiles en diferentes ámbitos de la sociedad como la educación, la industria, el comercio, la salud, la investigación, la información entre otros. Que permiten optimizar los procesos, la utilización de recursos, y mantienen a sus integrantes comunicados sin que sea una limitante la distancia a la que se encuentren.

En la actualidad, un gran número de personas que viven en zonas rurales y urbano marginales requieren del uso de las TIC, como un medio de integración a un mundo globalizado, y como una vía para el desarrollo de sus comunidades.

La Constitución Política del Ecuador establece que es responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos, entre los cuales se encuentran las comunicaciones; y que garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad y velará para que sus precios o tarifas sean equitativos.

Para cumplir con este mandato constitucional, la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, delegó al Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), la creación del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, FODETEL. El mismo que tiene entre sus principales objetivos el financiar programas y proyectos destinados a instaurar

o mejorar el acceso a los servicios de telecomunicaciones de los habitantes de las áreas rurales y urbano marginales que forman parte del Plan de Servicio Universal.

1.1 OBJETIVO

El principal objetivo de este proyecto es diseñar una red comunitaria multiservicios de acceso fijo inalámbrico para atender los requerimientos de voz y datos de instituciones educativas en el cantón Chone de la provincia de Manabí.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar cuales son los requerimientos en infraestructura de telecomunicaciones de la población del cantón Chone, y en base a esa información diseñar la red que satisfaga los mismos.
- Analizar las condiciones topográficas y la distribución demográfica del cantón, con el fin de estructurar la red de la manera más óptima y con la mejor cobertura.
- Investigar las diferentes alternativas de tecnología de acceso a telecomunicaciones con las que se dispone en la actualidad, para poder escoger la que mejor se adapte técnica y financieramente, a los requerimientos de la red.
- Realizar el diseño de una red comunitaria de telecomunicaciones, que a nivel tecnológico tenga un consistente grado de confiabilidad, modularidad, sensibilidad y compatibilidad; a demás que a nivel de servicios sea capaz de brindar voz, datos, video, multimedia y acceso a Internet; con una adecuada velocidad, calidad y costos.

- Realizar una evaluación de los equipos que se requerirían para un óptimo funcionamiento de la red, en base sus características, funcionalidad, costos y a los requerimientos propios de la red.

1.3 ALCANCE DEL PROYECTO

El proyecto consiste en diseñar una red comunitaria de telecomunicaciones, que de cobertura a los centros educativos de las nueve parroquias que conforman el cantón Chone, y que sea capaz de brindar servicios de voz, datos, video e Internet.

A través de un análisis previo de las peticiones de servicios de voz y datos realizadas al FODETEL por parte de instituciones y centros educativos del cantón, así como también de la evaluación de las condiciones de infraestructura y facilidad de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, por parte de zonas urbanas, rurales y urbano marginales de este cantón de la provincia de Manabí. Se procederá a dimensionar la capacidad de tráfico de voz y datos que necesitará la red para brindar el servicio que los centros educativos del cantón Chone requieren.

De igual forma, se pretende mostrar que para la realización de redes comunitarias en zonas rurales o urbano marginales, el uso de tecnología inalámbrica es una buena opción frente a otras tecnologías, ya que garantiza eficiencia, optimización de recursos, bajos costos de implementación y operación al momento de realizar este tipo de redes.

El presente proyecto tiene como finalidad el brindar una herramienta de aprendizaje a través de tecnologías de la información y comunicación, que permitan el desarrollo de destrezas y capacidades, en cada uno de los miles de alumnos que estudian en los diferentes centros educativos del cantón Chone. Así como también de marcar las pautas que permitan el sostenimiento económico del proyecto con el propósito de que muchas generaciones se beneficien del acceso a las TIC.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 INTRODUCCIÓN A LAS REDES INALÁMBRICAS DE ÁREA LOCAL

Una red inalámbrica de área local o WLAN, es aquella que utiliza ondas electromagnéticas (radio o infrarrojo) para conectar equipos en la red, en lugar de cable coaxial, utp, o fibra óptica que se utilizan en las LAN cableadas convencionales.

Las WLAN tienen la potencialidad de revolucionar la forma en que se mira la conectividad de las redes. Usando las tecnologías inalámbricas, los usuarios pueden conectarse a la red sin necesidad de cables que les aten a sus escritorios, dándoles la posibilidad de moverse con sus laptops o PDAs dentro del área de cobertura.

Adicionalmente La banda ancha inalámbrica provee acceso a Internet a dispositivos móviles permitiendo a los operadores de redes extenderlas más allá del rango de sus conexiones cableadas. Conectar computadoras a Internet vía radio ofrece muchas ventajas sobre las conexiones a la mismas computadoras a través de conexiones cableadas. Primero los sistemas inalámbricos proveen un acceso conveniente para las computadoras, ya que no es necesario encontrar un cable de red para conectarse. Y segundo, esto permite hacer una conexión desde más de un sitio, manteniéndoles conectados a los usuarios así se muevan estos de un lugar a otro.

Para los administradores de redes la conexión inalámbrica hace posible el distribuir el acceso a la red sin la necesidad de una sarta de cables o hacer huecos a través de las paredes. En la práctica, el acceso sin cables significa que el propietario de una laptop, u otro dispositivo portátil, puede caminar dentro de un aula de clase, un café, o librería y conectarse a Internet con simplemente prender el dispositivo y correr un programa de comunicación.

Las WLAN más que una sustitución de las LAN convencionales son una extensión de la misma, ya que permite el intercambio de información entre los distintos medios de una forma transparente al usuario. Siendo la meta fundamental de las WLAN el proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red total donde coexistan los dos tipos de sistemas.

2.1.1 Evolución de las WLAN

El origen de las WLAN se remonta a la publicación en 1979 de los resultados de un experimento realizados por ingenieros de IBM en Suiza, consistente en utilizar enlaces infrarrojos para crear una red local en una fábrica. Estos resultados pueden considerarse como el punto de partida en la línea evolutiva de esta tecnología.

Las investigaciones siguieron adelante tanto con infrarrojos como con microondas. En mayo de 1985 la FCC¹ (*Federal Communications Commission*) asignó las bandas ISM (*Industrial, Scientific and Medical*) 902-928 Mhz, 2,400-2,4835 Ghz, 5,725 – 5,850 Ghz para uso comercial sin licencia a las redes inalámbricas basadas en *spread spectrum*².

La asignación de bandas de frecuencias sin licencia, impulso a la industria a iniciar el camino hacia el mercado de las WLAN. Desde 1985 hasta 1990 se siguió trabajando en la fase de desarrollo, hasta que en mayo de 1991 se publicaron

¹ Agencia Federal del gobierno de Estados Unidos encargada de regular y administrar en materia de Telecomunicaciones.

² Técnica de modulación de espectro ensanchado.

varios trabajos referentes a WLAN operativas que superaban la velocidad de 1Mbps, el mínimo establecido por el IEEE 802 para que la red sea considerada realmente una LAN.

Hasta ese momento las WLAN habían tenido una aceptación marginal en el mercado debido a que proveían bajas tasas de transferencia de datos, radio interferencia y principalmente una falta de estándar, que provocaba que las soluciones inalámbricas tuvieran precios elevados.

Por lo que, el proceso de estandarización siguió dos líneas diferenciadas, una desarrollada por el IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) y otra por el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*).

2.1.2 Bandas de Frecuencias para las WLAN

La FCC (*Federal Communications Commission*) en los Estados Unidos y órganos regulatorios similares en otros países, permiten la operación de redes inalámbricas de área local en dos bandas de frecuencias. La banda ISM y la banda UNII.

La primera banda de frecuencias no licenciada llamada ISM (*Industrial, scientific and medical*) asignada para la investigación y desarrollo de redes inalámbricas en los campos de la industria, ciencia y medicina. Puede operar en el rango de frecuencias de 902 a 928 Mhz, y de 2,4 a 2,485 Ghz.

La segunda banda de frecuencias llamada UNII (*Unlicensed National Information Infrastructure*) asignada para uso no licenciado por parte de dispositivos de comunicación de datos de altas velocidades. Puede operar en tres bandas diferentes: la primera banda UNII desde 5,15 a 5,25 Ghz, la segunda banda UNII desde 5,25 a 5,35 Ghz, y en la tercera banda UNII desde 5,725 hasta 5,825 Ghz.

Las frecuencias en la banda UNII son principalmente asequibles para su uso en Estados Unidos y en países que han adoptado el reglamento FCC en el uso del espectro. A demás es la misma banda usada por la ETSI para HiperLAN³.

2.1.2.1 Canales Inalámbricos

Se llama canal inalámbrico, al segmento del espectro radioeléctrico que es utilizado por los dispositivos de una red inalámbrica en particular, el cual tiene un ancho de banda determinado y una frecuencia central de canal con la que se trabaja. En Norteamérica los dispositivos Wi-Fi⁴ 802.11 b/g usan 11 canales, en Japón 14 canales, en Francia solo 4 canales son asequibles, y en muchos otros países son autorizados 13 canales. Lo que denota que la asignación exacta de las frecuencias para los servicios Wi-Fi sea ligeramente diferente de una parte del mundo a otra.

Para la banda de 2,4 Ghz el espectro está dividido en partes iguales llamados canales, que tienen un ancho de banda de 22 Mhz, y se encuentran separados por 5 Mhz. Lo que significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros, como se muestra en la figura 2.1:

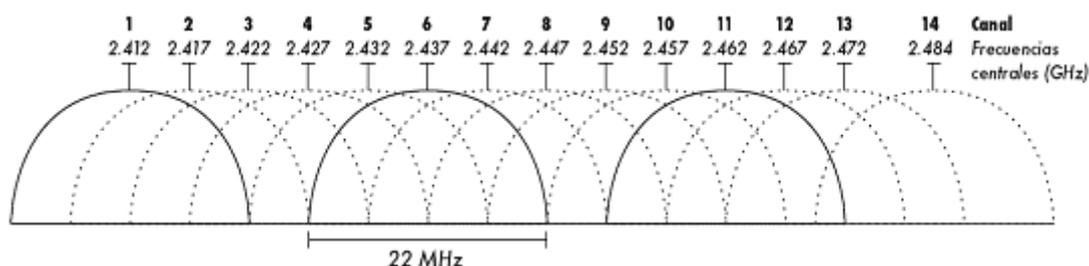


Figura. 2.1. Canales y Frecuencias centrales para la banda ISM⁵

³ HiperLAN: Es un estándar para WLAN que opera a 54 Mbps en la banda de frecuencias de 5 Ghz.

⁴ Es una marca de la Wi-Fi Alliance (organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen con los estándares IEEE 802.11).

⁵ Ross, John, *The Book of Wireless*, segunda edición, editorial No Starch Press, 2008.

Para evitar esta interferencia, se suele utilizar los canales 1, 6 y 11. Los únicos que pueden operar simultáneamente sin apreciarse interferencia en el sistema, ya que no se superponen, como se puede apreciar en la figura anterior.

A continuación a través de la tabla 2.1 se muestra la forma en la que se encuentra distribuida la banda de 2,4 Ghz en el estándar IEEE 802.11b⁶:

Tabla. 2.1. Canales para el estándar IEEE 802.11b

Canal	Frecuencia Central							
	(Ghz)	USA	Europa	España	Francia	Israel	China	Japón
1	2.412	√	√				√	√
2	2.417	√	√				√	√
3	2.422	√	√			√	√	√
4	2.427	√	√			√	√	√
5	2.432	√	√			√	√	√
6	2.437	√	√			√	√	√
7	2.442	√	√			√	√	√
8	2.447	√	√			√	√	√
9	2.452	√	√			√	√	√
10	2.457	√	√	√	√		√	√
11	2.462	√	√	√	√		√	√
12	2.467		√		√			√
13	2.472		√		√			√
14	2.484							√

Las frecuencias especificadas por los canales de la tabla anterior son en verdad las frecuencias centrales de canales con ancho de banda de 22 Mhz.

Por otro lado en la banda UNII los canales tienen un ancho de banda de 20 Mhz, separados por 5 Mhz. De los cuales 12 canales no se superponen: 8 entre la primera y segunda banda UNII, y 4 en la tercera banda UNII.

En la siguiente tabla se muestra la forma en la que se encuentra distribuida la banda UNII en el estándar IEEE 802.11a⁷:

⁶ IEEE 802.11b: Es un estándar para WLAN que opera de 5,5 hasta 11 Mbps en la banda de frecuencias de 2,4 Ghz.

⁷ IEEE 802.11a: Es un estándar para WLAN que opera hasta 54 Mbps en la banda de frecuencias de 5 Ghz.

Tabla. 2.2. Canales para el estándar IEEE 802.11a

Canal	Frecuencia Central (Ghz)	USA	Europa (algunos países)	Japón	Taiwan	China
36	5.180	√	√	√		
40	5.200	√	√	√		
44	5.220	√	√	√		
48	5.240	√	√	√		
52	5.260	√	√		√	
56	5.280	√	√		√	
60	5.300	√	√		√	
64	5.320	√	√		√	
149	5.745	√				√
153	5.765	√				√
157	5.785	√				√
161	5.805	√				√

Las frecuencias centrales de la tabla anterior corresponden a canales con un ancho de banda de 20 Mhz.

2.1.3 Estándares IEEE 802.11

El IEEE inicio el proyecto 802.11 en 1990 con el propósito de desarrollar especificaciones en el Control de Acceso al Medio (MAC) y la Capa Física (PHY) para las conexiones inalámbricas de estaciones fijas, portátiles y móviles dentro de un área determinada.

No es hasta 1994 cuando aparece el primer borrador, y en 1997 el IEEE aprobó el estándar internacional de interoperabilidad 802.11, el cual tiene originalmente velocidades de 1 y 2 Mbps, operando en la banda de 2,4 GHz. Pero el verdadero impulso de las redes WLAN vino cuando fue aprobado el estándar IEEE 802.11b en el año de 1999.

Ese mismo año fue creada la Wi-fi Alliance, antiguamente conocida como WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) la cual es una asociación global, sin fines de lucro con más de 200 empresas como miembros, encargada de testear y certificar equipos WLAN (o Wi-fi).

Debido a la necesidad urgente de tener un estándar inalámbrico, en el estándar original (IEEE 802.11) no se profundizó sobre temas como QoS⁸, roaming⁹, seguridad, entre otros; por lo que este mismo organismo ha ido desarrollando estándares que han ido mejorando a la versión original.

Para tener una idea general de las características de cada una de las variaciones del estándar IEEE 802.11, la tabla 2.3 indica un resumen de cada uno de los estándares:

Tabla. 2.3. Variaciones del estándar IEEE 802.11¹⁰

VARIACIONES DE 802.11	CARACTERÍSTICAS
802.11a	Operar en la banda de 5 Ghz, con una tasa de transmisión de datos de hasta 54 Mbps.
802.11b	Operar en la banda de 2,4 Ghz, con una tasa de transmisión de datos de hasta 11 Mbps.
802.11c	Incrementa la documentación de 802.11, específicamente en los procedimientos MAC para la ISO y la IEC.
802.11d	Publica definiciones y requerimientos para permitir operar al estándar 802.11 de acuerdo a las restricciones legales de los países.
802.11e	Estándar que define las especificaciones de los mecanismos de QoS, para soportar aplicaciones multimedia. Este también introduce la función de coordinación híbrida (HCF).
802.11f	Trata con la estandarización de los protocolos entre APs para permitir el uso de infraestructura de múltiples vendedores. El protocolo Inter-Access Point (IAPP) ofrece esta posibilidad de interoperabilidad.
802.11g	Operar en la banda de 2,4 Ghz, con una tasa de transmisión de datos de hasta 54 Mbps.

⁸ Quality of Service o Calidad de Servicio.

⁹ Roaming: Es la capacidad de un dispositivo para moverse de una zona de cobertura a otra.

¹⁰ H. Labiod, *WI-FI, BLUETOOTH, ZIGBEE AND WIMAX*, primera edición, editorial Springer, Pág 7.

VARIACIONES DE 802.11	CARACTERÍSTICAS
802.11h	Provee de mecanismos de selección dinámica de frecuencia y de control de la potencia de transmisión, en la banda de 5 Ghz, para tener compatibilidad en Europa.
802.11i	Incrementa la seguridad y mecanismos de autenticación en el estándar 802.11.
802.11x	Provee mecanismos de seguridad para varios medios, a través de procedimientos de autenticación con distribución dinámica de clave.
802.11j	Convierte el estándar Americano IEEE 802.11 a un estándar adaptado a la legislación Japonesa.
802.11k	Define métodos de medida del recurso de radio, y criterios necesarios para protocolos de alto nivel para funciones de administración y mantenimiento.
802.11n	Ofrece altas tasas de transferencia de datos (108-600 Mbps) en las bandas de 2,4 y 5 Ghz.
802.11p	Acceso inalámbrico para ambientes vehiculares.
802.11r	Fast roaming.
802.11s	Estándar para redes mesh.
802.11t	Predicción de desempeño inalámbrico (WPP).
802.11u	Interoperabilidad con redes que no pertenecen a IEEE 802 (por ejemplo redes celulares).
802.11v	Administración de redes inalámbricas.
802.11w	Administración de tramas protegidas.
802.11y	Operaciones en las bandas 3650-3700 Mhz en Estados Unidos.

2.2 ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS DE LAS WLAN IEEE 802.11

De manera similar a otros estándares IEEE 802, el estándar IEEE 802.11 se enfoca en dar especificaciones para las dos primeras capas del modelo de referencia OSI, que son la capa física (PHY) y la capa de control de enlace de datos (DLC). Dentro de la capa de control de enlace de datos, se enfoca específicamente en la subcapa de control de acceso al medio (MAC) ya que el estándar IEEE 802 define la subcapa de control de enlace lógico (LLC) como igual para todas las LAN.

El modelo de referencia WLAN es un modelo de tres dimensiones, tal como se puede observar en la figura 2.2:

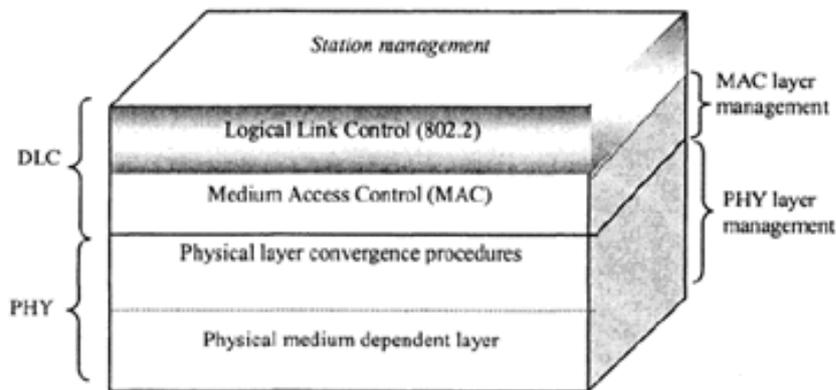


Figura. 2.2. Arquitectura de Protocolos para WLAN del estándar IEEE¹¹

En la figura, el plano frontal del 'cubo' de referencia define las capas de protocolos de datos del usuario (la capa física [PHY] y de control de enlace de datos [DLC]) en el modelo de referencia OSI). En los documentos de la IEEE 802.11 tres subcapas son definidas y especificadas: la subcapa MAC (de control de acceso al medio/*medium access control*) perteneciente a la capa de control de enlace de datos (DLC), y las subcapas PMD (dependiente del medio físico/*Physical medium dependent layer*), y PLCP (de procedimiento de convergencia de

¹¹ Aftab Ahmad, *DATA COMMUNICATIONS PRINCIPLES For Fixed and Wireless Networks*, primera edición, editorial Kluwer Academic Publishers, Pág 44.

la capa física/*Physical layer convergence procedure*) pertenecientes a la capa física (PHY) del modelo de referencia OSI.

La otra subcapa del DLC (*Data link control layer*), la de control de enlace lógico (LLC), es el mismo para todos los estándares basados en IEEE 802. El LLC es independiente del medio (aire o cables) y provee interoperabilidad entre las estaciones de una LAN fija o inalámbrica.

Los planos superior y lateral, del modelo de referencia toman en cuenta las funciones administrativas. Las funciones administrativas de las subcapas son específicas para protocolos definidos en ellas. Por ejemplo la subcapa MAC administra la potencia y el control de acceso. La función de administración de la capa PHY es usada para definir la administración base de la información (MIB) para adaptarse a varias condiciones de enlaces. A veces la capa de administración PHY y subcapa MAC necesitan intercambiar información, lo que es tomado en cuenta por el plano de administración de la estación.

A continuación se detallan las especificaciones dadas por el IEEE 802.11 para la capa física (PHY) y de control de enlace de datos (DLC):

2.2.1 La Capa Física (PHY)

La capa física se encarga de la transmisión de las tramas MAC sobre el medio inalámbrico usando varias técnicas de modulación y codificación binaria. Además describe las características físicas de la transmisión de datos, tales como la modulación y codificación de las señales, códigos de canales, potencias de transmisión, frecuencias de operación, sincronización, etc.

La capa física esta dividida en dos subcapas, la dependiente de medio físico (PMD) y la de procedimiento de convergencia de la capa física (PLCP).

2.2.1.1 Subcapa de Procedimiento de Convergencia de la Capa Física (PLCP)

La subcapa PLCP tiene el rol de insertar las cabeceras requeridas para la sincronización o identificación de la modulación usada sobre el medio. También permite seleccionar la mejor antena para capturar la señal (en el caso de un AP, usando la técnica de diversidad de la antena y MIMO), define los tipos de tramas para la transmisión física, tasas de transferencia de datos, *header error check*¹² y se encarga de adaptar a la subcapa dependiente del medio (PMD). Las tramas remitidas por esta subcapa son llamadas *PLCP Protocol Data Links* (PPDU).

2.2.1.2 Subcapa Dependiente del Medio Físico (PMD)

La subcapa PMD tiene el rol principal de codificar y transmitir los bits enviados por la subcapa PLCP sobre el medio, a demás de definir las características de transmisión y recepción a través de un medio radioeléctrico entre dos o más terminales. Características tales como las bandas de frecuencias, modulación, codificación y formas de distribuir el ancho de banda entre terminales inalámbricos. También el PMD define la señal infrarroja y los mecanismos de *spreading*¹³ para las señales *spread spectrum*.

2.2.1.3 Técnicas de Transmisión de la Señal

El estándar IEEE 802.11 define varias técnicas de transmisión de las señales para la implementación de las WLAN que son:

- Espectro ensanchado por saltos de frecuencia (FHSS)
- Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS)
- Multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM)
- Infrarrojo (IR)

¹² Es un esquema capaz de detectar y corregir errores en los bits de las cabeceras de las tramas.

¹³ Mecanismo de esparcimiento de la señal.

Espectro Ensanchado (*Spread Spectrum*)

Debido a que las WLAN operan en bandas de frecuencia no licenciadas, se tiene la posibilidad de que exista interferencia con otros usuarios con equipos trabajando a la misma frecuencia. Por lo tanto la señal de datos es modulada usando una técnica especial de supresión de interferencia llamada *spread spectrum* (SS). El objetivo de la técnica de espectro ensanchado es difundir la señal de información a lo largo del ancho de banda disponible; es decir en vez de concentrar la energía de las señales alrededor de una portadora concreta se la distribuye por toda la banda disponible.

El ancho de banda es mayor de lo que se necesita estrictamente para la transmisión de la información y esta mayor amplitud de banda puede obtenerse de dos maneras: por salto de frecuencia (FHSS) y por secuencia directa (DSSS).

Espectro Ensanchado por Saltos de Frecuencia (FHSS)

La técnica FHSS, consiste en dividir el ancho de banda en varios canales con un ancho de banda angosto. La señal transmitida va saltando de un canal a otro en orden no secuencial siguiendo un patrón de saltos único para cada usuario y que es conocido solo por el transmisor y el receptor, esto excluyendo a todas las otras estaciones del conocimiento del patrón de salto.

Espectro Ensanchado de Secuencia Directa (DSSS)

La técnica DSSS, consiste en que a cada bit de información se lo codifica con una secuencia de bits conocida como chip, y gracias a esta codificación los receptores pueden filtrar las señales no deseadas como la interferencia y el ruido.

Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM)

La técnica OFDM, está basada en un proceso matemático llamado FFT (*Fast Fourier Transform*) con el cual se consigue agrupar mucho mas las bandas.

Esta técnica divide el ancho de banda disponible en múltiples subportadoras que son transmitidas simultáneamente hacia el receptor en diferentes frecuencias.

OFDM reduce la diafonía (efecto de cruce de líneas) durante la transmisión de la señal. OFDM puede transmitir datos a distintas velocidades utilizando diferentes técnicas de modulación, que van desde los 6 Mbps hasta los 54 Mbps.

Infrarrojo

Esta es una tecnología poco utilizada para implementar WLAN. Las frecuencias en las que operan los sistemas de infrarrojos se sitúan por debajo del rango de frecuencias de la luz visible; por lo que los infrarrojos no pueden atravesar objetos opacos pero se pueden reflejar en determinadas superficies.

Las redes que emplean esta tecnología están limitadas por el espacio y generalmente la utilizan redes en las que las estaciones se encuentran en un solo cuarto o piso.

De acuerdo al estándar IEEE 802.11, se especifica de manera general que las longitudes de onda de operación se sitúan alrededor de los 850 y 950 nm. Se emplean las codificaciones 16-PPM y 4-PPM que permiten 1 y 2 Mbps de transmisión respectivamente.

2.2.1.4 Técnicas de Modulación de la Señal

El estándar IEEE 802.11 con el fin de enviar la información a través del aire en las bandas de frecuencias de ISM y UNII, utiliza los esquemas de modulación que se presentan a continuación:

- BPSK (*Binary Phase – Shift Keying*): Con este esquema son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia de portadora. Una fase de salida representa un uno lógico y la otra un cero lógico. Con este esquema de modulación se transmite datos a 1 Mbps.
- QPSK (*Quadrature Phase – Shift Keying*): Este tipo de modulación utiliza cuatro fases de la señal para poder codificar la información.

- **CCK (*Complementary Code Keying*):** Es un esquema de modulación que permite codificar directamente varios bits de datos en un solo chip al utilizar ocho secuencias de 64 bits. Por lo tanto, las técnica CCK puede alcanzar una velocidad máxima de 5,5 Mbps al codificar 4 bits de una sola vez o hasta 11 Mbps al codificar 8 bits de datos.
- **PBCC (*Packet Binary Convolutional Coding*):** Esta técnica consiste en utilizar un Codificador Convolutivo que genera 2 bits por cada bit que se quiere emitir. La salida del codificador se mapea en una constelación DQPSK para velocidades de transmisión de 11 Mbps y en DBPSK para 5,5 Mbps.

Existe una relación inversamente proporcional entre la distancia y la velocidad de datos, como se puede apreciar en la figura 2.3:

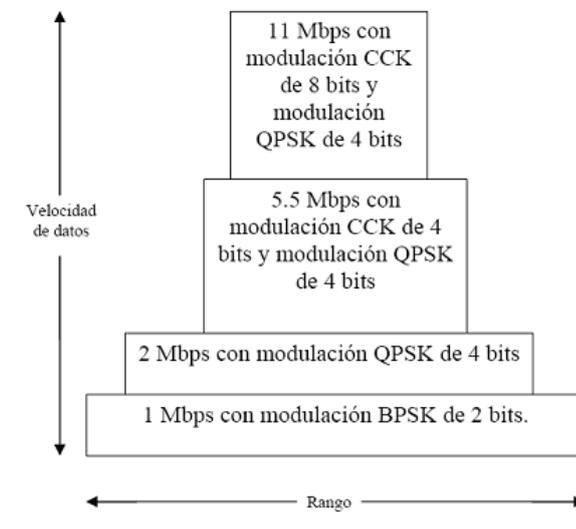


Figura. 2.3. Relación entre el rango, la velocidad y la modulación en IEEE 802.11b¹⁴

¹⁴ Neil Reid, *Manual de Redes Inalámbricas*, primera edición, editorial McGraw-Hill, Pág 97.

2.2.2 La Capa de Control de Enlace de Datos (DLC)

Esta capa se encarga del flujo de la información sobre la red, es decir, asegura que la información enviada de un *host*¹⁵ conectado directamente a otro llegue libre de errores e indica el como son transportados los paquetes de datos sobre el nivel físico. Este nivel está dividido en dos subcapas: Control de acceso lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC).

2.2.2.1 Subcapa LLC (*Logical Link Control*)

Esta subcapa define la forma en que los datos son transferidos sobre el medio físico, proporcionando servicios a las capas superiores. Las funciones de esta subcapa son:

- Encapsular los paquetes entregados por la capa de red en forma de tramas (les añade un encabezado).
- Ocuparse de los errores de transmisión.
- Regular el flujo de las tramas (control de flujo).
- Administrar la capa de enlace (gestión).

Para el estándar IEEE 802.11, esta subcapa usa las mismas propiedades que una subcapa LLC 802.2 y permite conectar una WLAN con cualquier otra LAN de la familia IEEE.

2.2.2.2 Subcapa MAC (*Media Access Control*)

La capa MAC, es la encargada de controlar el acceso al medio de las estaciones. Para el estándar IEEE 802.11, el medio de transmisión es el espectro radioeléctrico, donde el sistema de acceso es compartido, no conmutado. Es así

¹⁵ Es un dispositivo de la red que ofrece servicios a otros ordenadores conectados a dicha red y que funciona como el punto de inicio y final de las transferencias de datos.

que aquí, se definen los protocolos que controlan el acceso al canal y se especifican los distintos dispositivos que comparten el uso del espectro.

La transferencia de datos MAC es controlada a través de dos funciones de coordinación distintas. La primera es la función de coordinación distribuida (DCF), la cual define como los usuarios compiten por el acceso al medio en iguales condiciones, y donde las transferencias de datos no son sensibles al tiempo y su entrega es asíncrona. La segunda es la función de coordinación de punto (PCF), la cual provee de administración del tráfico centralizado para las transferencias de datos, que en este caso son sensibles a los retardos y requieren de un acceso al medio libre de confrontaciones. DCF es un protocolo obligatorio dentro de las especificaciones de 802.11, en tanto que PCF es un protocolo opcional.

Función de coordinación Distribuida (DCF)

El trabajo de DCF, es determinar dentro de un conjunto básico de servicios (IBSS), el momento en que una estación puede transmitir y/o recibir unidades de datos de protocolo a nivel MAC a través del medio inalámbrico. DCF, se encuentra en el nivel inferior de la subcapa MAC y su funcionamiento se basa en técnicas de acceso aleatorias de contienda por el medio.

En el modo DCF, todas las estaciones compiten por el acceso al canal simultáneamente. Para eso DCF, define mecanismos que les permite a las estaciones negociar el acceso al medio físico, así como los mecanismos que aseguran la entrega de los datos a las estaciones.

La función DCF, se encuentra con varios problemas a diferencia de los medios cableados ya que en los medios inalámbricos, es mucho más complicado detectar las colisiones. Es así que dos estaciones que no se ven entre si, pueden iniciar una comunicación simultáneamente sin percatarse de la colisión. DCF dispone de una función para impedir la colisión la cual evita este problema, este mecanismo es el CSMA/CA.

El mecanismo CSMA/CA (Acceso múltiple por detección de portadora con evasión de colisiones) es utilizado para evitar colisiones entre los paquetes de datos en una red inalámbrica. Consiste en comprobar si el medio está en uso antes de empezar a transmitir. Si el medio está en uso, se espera un tiempo antes de volver hacer la comprobación. El tiempo de espera de cada estación, tiene una duración aleatoria (generada por cada estación entre un tiempo mínimo y un máximo) para evitar que haya colisiones sucesivas indefinidas.

Función de Coordinación de Punto (PCF)

El PCF, hace una lista de las estaciones asociadas y administra la transmisión de tramas en su representación. La estación que realiza la administración del tráfico PCF es llamado *point coordinator* (PC) o punto coordinador. Esta función es totalmente compatible con el modo DCF, es decir las estaciones pueden trabajar bajo mecanismos aleatorios o en un periodo libre de contienda, que es controlado por un punto de acceso. Por esto, la función PCF es utilizado solamente en redes de Infraestructura. De esta manera, una estación con cierta prioridad, puede actuar en el periodo CFP (*Contention Free Period/Periodo Libre de Contienda*) o por el contrario también puede trabajar en el periodo CP (*Contention Period/Periodo de Contienda*).

Durante el periodo libre de contienda (CFP), el punto de acceso sondea las terminales que están registradas en la lista de sondeo, permitiéndoles un acceso al medio libre de colisiones. Mientras que en el periodo de contienda los terminales compiten por acceder al medio o también se pueden registrar en este periodo en la lista de sondeo.

DCF y PCF pueden coexistir dentro de una celda; y para que esto suceda se ha definido el intervalo de tiempo entre tramas, los cuales son:

- SIFS (*Short IFS*): Es una trama IFS corta, usada para transmisiones de alta prioridad

- PIFS (*PCF IFS*): Es una trama de mayor longitud que SIFS. Después que este intervalo expira, cualquier trama en PCF puede ser transmitida.
- DIFS (*DCF IFS*): Es una trama de mayor tamaño que la trama PIFS. Una vez terminado este intervalo, cualquier trama en modo DCF podrá empezar a transmitir, de acuerdo al mecanismo del algoritmo aleatorio de abandono.

La subcapa MAC provee nueve servicios lógicos: autenticación, desautenticación, asociación, disociación, reasociación, distribución, integración, privacidad, y entrega de datos. Un AP¹⁶ usa los nueve servicios, mientras que los terminales, usan la autenticación, desautenticación, privacidad, y entrega de datos. Cada servicio utiliza un grupo de mensajes con elementos de información que son pertinentes para estos servicios. La tabla 2.4 describe estos servicios:

¹⁶ Access Point. Dispositivo que interconecta dispositivos de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica.

Tabla. 2.4. Servicios MAC en el estándar IEEE 802.11¹⁷

SERVICIO MAC	DEFINICIÓN	ESTACIÓN
Autenticación	El servicio de autenticación provee un mecanismo para que una estación pueda identificar a otra estación. Sin esta prueba de identidad, la estación no esta autorizada a usar la WLAN para entregar los datos.	AP y terminal
Desautenticación	Este servicio es usado para eliminar a un usuario que fue autorizado con anterioridad, restringiendole de algún futuro uso de la red .	AP y terminal
Asociación	Este servicio asocia una estación a un AP y le permite al AP distribuir datos desde y hacia la estación. El servicio de asociación es usado para hacer una conexión lógica entre una estación móvil y un AP.	AP
Disociación	El servicio de disociación es usado ya sea para forzar a una estación móvil de eliminar una asociación con un AP, o para que una estación móvil informe a un AP que ya no requiere más de los servicios del DS.	AP
Reasociación	La reasociación permite a una estación cambiar su actual asociación co un AP, cuando necesita asociarse con un nuevo AP. Este servicio es similar al servicio de asociación con la excepción que este incluye información acerca del AP con el cual la estación móvil habia estado previamente asociada.	AP
Privacidad	Este tipo de servicio impide la no autorizada observación de datos, a través del uso del algoritmo WEP.	AP y terminal
Distribución	Este servicio provee transferencia de datos entre estaciones a través del sistema de distribución (DS).	AP
Entrega de Datos	Este servicio provee la transferencia de datos entre estaciones	AP y terminal
Integración	El servicio de integración conecta las WLAN 802.11 con otro tipo de LAN .	AP

¹⁷ Ohrtman Frank, *Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks*, primera edición, editorial McGraw-Hill, Pág 14.

2.2.3 Estándares de Capa Física y de Enlace

A continuación se describen los distintos estándares inalámbricos de capa física y de enlace (subnivel MAC) más usados en la familia IEEE 802.11:

2.2.3.1 IEEE 802.11

Estándar que fue ratificado en julio de 1997. Funciona en la banda ISM de 2,4 Ghz con velocidades de transmisión de 1 y 2 Mbps, dependiendo de la distancia entre el punto de acceso y las estaciones inalámbricas, así como también de las condiciones de utilización del canal. Utiliza las técnicas de transmisión FHSS y DSSS, con modulación DBPSK (*Differential Binary Phase Shift Keying*), DQPSK (*Diferencial Quadrature Phase Shift Keying*) y GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*) en la capa física.

Este estándar utiliza el protocolo CSMA/CA (Múltiple acceso por detección de portadora evitando colisiones) como método de acceso. El número de canales ofrecido por el estándar es 11.

La limitación que se encontró en este estándar fue su baja velocidad de transmisión de datos, por lo que no soportaba los requerimientos existentes. En consecuencia el IEEE trabajó en un nuevo estándar, el IEEE 802.11b que se explica a continuación.

2.2.3.2 IEEE 802.11b

Estándar ratificado en septiembre de 1999, y por muchos años, ha sido ampliamente apreciado como la forma más popular de Wi-Fi. Este opera en la banda no licenciada ISM de 2,4 Ghz, donde dispone de 11 canales. Sin embargo solo tres de estos canales no se superponen.

El rango (distancia) para el 802.11b puede variar ampliamente, por ejemplo los access point (con las antenas predeterminadas) típicamente cubren unos cuantos cientos de pies (*indoors*) o unos cuantos miles de pies (*outdoors*). Con

unas antenas externas especiales, este rango puede verse en gran medida incrementado.

La máxima velocidad que alcanza 802.11b es 11Mbps, pero esta es auto negociable para tasas más bajas como 5,5, 2, y 1 Mbps, a medida que la intensidad de la señal se deteriora. Hay que tomar en cuenta que la tasa real de transferencia para todos los tipos de 802.11 esta típicamente alrededor del 50 al 60 por ciento de la velocidad anunciada; por lo que para este caso la velocidad de transferencia típica será de 5 a 6 Mbps.

Este estándar utiliza como técnica de transmisión de la señal el *high - rate DSSS*¹⁸ (HR - DSSS) conjuntamente con la técnica de modulación CCK (*Complementary Code Keying*) u opcionalmente la técnica de modulación PBCC (*Packet Binary Convolutional Coding*) en la capa física. A demás utiliza el mismo método de acceso CSMA/CA definido en el estándar original 802.11.

Las ventajas y desventajas de 802.11b son las siguientes: Es el estándar más popular y ampliamente asequible. Es el menos caro y tiene una buena cobertura. Relativamente baja velocidad, interferencia desde otros dispositivos que trabajan a 2,4 Ghz, y solo tres canales no se superponen.

2.2.3.3 IEEE 802.11a

Estándar ratificado en septiembre de 1999 al igual que 802.11b, pero los primeros equipos comerciales aparecieron en el 2001. Este nunca logró la misma gran aceptación como el estándar 802.11b, a pesar de tener una mayor velocidad que es de 54 Mbps (antes de que 802.11g fuera realizado, 802.11a era el protocolo Wi-Fi más rápido disponible).

802.11a opera en el espectro de 5 Ghz y tiene 12 canales que no se superponen. Como resultado de esta alta frecuencia, le es más difícil a la señal

¹⁸ Técnica de transmisión de la señal que permite operar a la WLAN a una tasa de transmisión de 11Mbps en la banda ISM.

atravesar ciertos obstáculos, como las paredes y otros objetos. Lo que le significa tener un rango menor de cobertura que 802.11b.

Una de sus características es que llega a alcanzar velocidades de hasta 54 Mbps gracias a la utilización de OFDM (orthogonal frequency division-multiplexing) con 52 subportadoras. Las velocidades que soporta son: 6, 9, 12, 18, 36, 48 y 54 Mbps.

Las ventajas y desventajas de 802.11a son las siguientes: velocidad relativamente rápida, con un mayor número de canales que 802.11b/g que no se superponen. Una de las mayores ventajas es que es menos propenso a interferencias con dispositivos que trabajen a 5 Ghz, porque son pocos los creados en el mundo para trabajar a esta frecuencia. Son más caros y de corto alcance.

2.2.3.4 IEEE 802.11g

Estándar ratificado en el año 2003, introduce un ERP para proveer soporte a tasas de transmisión de hasta 54 Mbps en la banda ISM de 2,4 Ghz, tomando prestado la técnica de transmisión OFDM introducida por 802.11a. Este estándar al operar en la banda ISM y a velocidades mas bajas, permite la compatibilidad con equipos que trabajan con 802.11 y 802.11b.

Tres esquemas de modulación están definidos para este estándar: ERP - OFDM, ERP - PBCC, y DSSS - OFDM. La forma ERP - OFDM específicamente provee mecanismos para que se den tasas de transmisión de 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps, siendo predominantes las tasas de transmisión de 6, 12 y 24 Mbps, en adición a las tasas de 1, 2, 5,5, y 11 Mbps. El estándar también permite el modo opcional PBCC a 22 y 33 Mbps, así como el modo opcional DSSS - OFDM a 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps.

Las ventajas y desventajas de 802.11g son las siguientes: velocidad relativamente rápida y compatibilidad con 802.11b. Interferencia con otros dispositivos que trabajan a 2,4 Ghz; solo tres canales no se superponen.

2.3 NIVELES DE POTENCIA DE TRANSMISIÓN PARA WLAN

EL IEEE y varias agencias reguladoras del espectro radioeléctrico en varias naciones (tal como la FCC en los Estados Unidos) han fijado limitaciones en la cantidad de potencia transmitida y ganancia de la antena que un dispositivo Wi-Fi puede usar. Con el fin de limitar la distancia sobre la cual un enlace de red puede operar, permitiendo de esta manera que mas redes puedan usar los mismos canales sin interferencia.

2.3.1 Niveles de potencia transmitida en la banda ISM

En los Estados Unidos, el Código de Regulación Federal número 47 (CFR 47) en la sección 15.247 especifica los niveles de potencia de transmisión que deben ser usados en la banda de 2,4 Ghz. Para los sistemas *spread spectrum* pueden ser utilizados 1 W pico de potencia de salida con hasta 6 dBi de ganancia de la antena. Resultando en 36 dBm de PIRE¹⁹.

Para ubicaciones fijas en enlaces punto-punto se puede incrementar la ganancia de la antena con tal de que la potencia de transmisión sea reducida 1 dB por cada 3 dB de incremento en la ganancia de la antena sobre los 6 dBi. De esta manera se mantiene una limitación de 36 dBm de PIRE.

2.3.2 Niveles de potencia transmitida en la banda UNII

Las tres bandas UNII tienen diferentes limitaciones en la potencia de transmisión. La primera banda UNII esta proyectada únicamente para uso *indoor* a los niveles mas bajos de potencia. En cambio la tercera banda UNII tiene los niveles mas altos de potencia porque esta proyectado para aplicaciones *outdoor*.

¹⁹ Effective Isotropic Radiated Power. Representa la potencia efectiva total transmitida por un equipo de radio, incluyendo la ganancia que la antena provee y las pérdidas de los cables.

A continuación se exponen las limitaciones en la potencia de transmisión para el estándar 802.11a en la banda UNII:

- En la primera banda UNII, se puede usar hasta 40 mW, 16 dBm en potencia de transmisión y hasta 6 dBi de ganancia en la antena, para tener un PIRE máximo de 22 dBm. Además por cada dB de ganancia en la antena sobre los 6 dBi, se debe reducir la potencia de transmisión en 1 dB.
- En la segunda banda UNII se puede usar hasta 200mW, 23 dBm en potencia de transmisión con hasta 6 dBi de ganancia en la antena, para tener un PIRE máximo de 29 dBm. Además por cada dB de ganancia en la antena sobre los 6 dBi, se debe reducir la potencia de transmisión en 1 dB.
- En la tercera banda UNII se puede usar hasta 800mW, 29 dBm en potencia de transmisión con hasta 6 dBi de ganancia en la antena, para tener un PIRE máximo de 35 dBm. Además por cada dB de ganancia en la antena sobre los 6 dBi, se debe reducir la potencia de transmisión en 1 dB. Las operaciones en la banda 3 permiten el uso de 23 dBi de ganancia en la antena sin una reducción en la potencia de transmisión para ubicaciones fijas en enlaces punto-punto. Este esquema resulta en un PIRE máximo de 52 dBm bajo estas condiciones.

2.4 TOPOLOGÍA

La topología de una red define el modo en el que se encuentran distribuidos sus componentes dentro de la red. El estándar IEEE 802.11 considera dos tipos de componentes: una estación cliente inalámbrica (por lo general una PC equipada con una tarjeta de interfaz de red inalámbrica [NIC]) conocida como estación (STA) y un punto de acceso (compuesto por un radio transceptor, una tarjeta de red, y un software para puenteo de capa 2) conocido como *access point* (AP) que funciona como un puente entre una red fija y una red inalámbrica.

Una WLAN provee acceso a la red a través de la difusión de una señal de radio sobre una portadora. Por lo que en el estándar IEEE 802.11 se tiene la opción de desplegar tres tipos de topologías para WLAN:

- *Independent basic service set*²⁰ (IBSS)
- *Basic service set* (BSS)
- *Extended service set* (ESS)

2.4.1 IBSS (*Independent Basic Service Set*)

Un IBSS consiste en un grupo de estaciones (STAs) 802.11 que se comunican directamente unas con otras, permitiendo interconectar dispositivos móviles que se encuentran en la misma área con facilidad.

Un IBSS es también conocida como una red ad-hoc ya que esta es una simple *peer to peer* WLAN, en la cual no se requiere que ningún nodo (AP) funcione como servidor, ni tampoco se requiere una conexión a una red cableada. Sino que simplemente cada estación (STA) debe estar equipada con una tarjeta de interfase de red (NIC) 802.11 para formar un IBSS y poder comunicarse directamente con las demás estaciones. Como se puede observar en la figura 2.4:

²⁰ Un service set, es un agrupamiento lógico de dispositivos en una red.

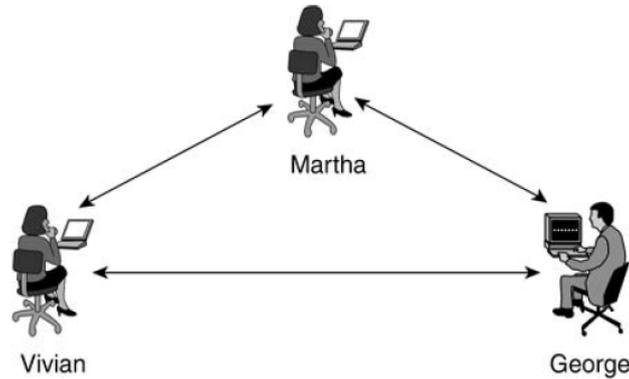


Figura. 2.4. IBSS WLAN²¹

Estas redes no requieren de ninguna planeación previa o estudio del sitio (*site survey*), por lo que son usualmente pequeñas y duran el tiempo necesario para compartir archivos que sean necesarios, por ejemplo en una reunión o presentación. No hay un límite con respecto al número de dispositivos que pueden estar dentro de un IBSS.

2.4.2 BSS (*Basic Service Set*)

En un BSS, o también llamada red de infraestructura, las estaciones clientes no se comunican directamente unas con otras; sino que requieren de una estación especializada conocida como access point (AP), la cual es el punto central de las comunicaciones para todas las estaciones dentro de la BSS, ya que las estaciones clientes se comunican con el AP y este a su vez reenvía las tramas a las estaciones de destino.

Las estaciones clientes inalámbricas son generalmente equipadas con una tarjeta de interfaz de red inalámbrica (NIC) que consiste en un radio transceptor, y la lógica para interactuar con el software y máquina del cliente. Por otro lado un AP comprende esencialmente un radio transceptor en un lado, y de un puerto de enlace para el *backbone*²² cableado en el otro. Todas las comunicaciones entre

²¹ Roshan Pejman, *802.11 Wireless LAN Fundamentals*, primera edición, editorial Cisco Press, Pág 22.

²² Es el eje de conexión principal de una red.

las estaciones de los clientes inalámbricos, y la red cableada van a través del AP. Como se puede apreciar en la figura 2.5:

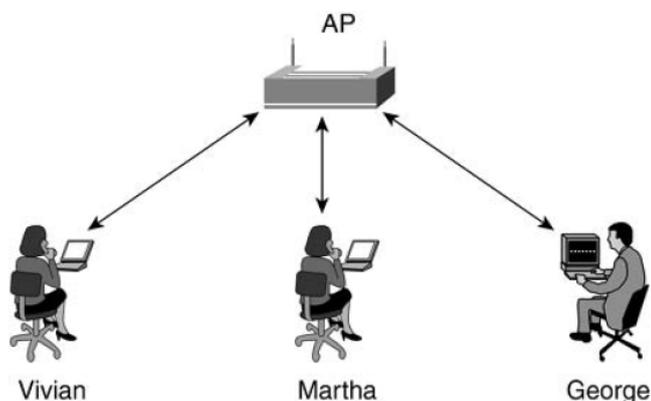


Figura. 2.5. BSS WLAN²³

La red de infraestructura permite extender el rango de las LAN cableadas hacia celdas inalámbricas. Una celda es un área cubierta por un AP en el que la señal radioeléctrica es efectiva.

2.4.3 ESS (*Extended Service Set*)

Al conjunto de BSSs interconectadas a través de un sistema de distribución (DS) se le conoce como ESS. Debido a que el área de cobertura de una celda suele ser de tamaño reducido, mediante el uso de varios AP es posible combinar las celdas para cubrir un área más extensa, aumentando de esta manera el alcance de la red y permitiendo también que las estaciones clientes puedan moverse a lo largo de la red, sin perder cobertura y sin sufrir cortes en las comunicaciones a lo que se le conoce como roaming.

El enlace al DS por parte de los BSSs no debe ser necesariamente a través de cables, se lo puede hacer también inalámbricamente. En la figura 2.6 se muestra la forma en la que están dispuestos los dispositivos en este tipo de topología:

²³ Roshan Pejman, *802.11 Wireless LAN Fundamentals*, primera edición, editorial Cisco Press, Pág 24.

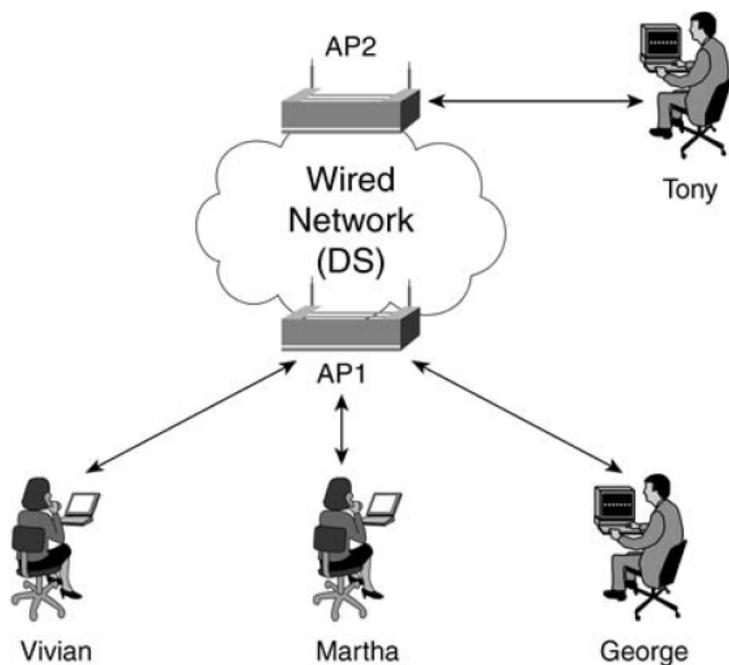


Figura. 2.6. ESS WLAN²⁴

2.5 RANGO DE COBERTURA

El rango de cobertura confiable para las WLAN depende de varios factores, como son la tasa de transferencia de datos, las fuentes de interferencia de RF, el área física, las características de potencia, conectividad y atenuación de consumo. Teóricamente los rangos para 11Mbps van desde los 29 metros para áreas cerradas, hasta 485 metros con 1 Mbps en áreas abiertas. Sin embargo a través de análisis empíricos, el rango típico de conectividad para equipos 802.11 es aproximadamente de 50 metros para interiores y 400 metros para exteriores, haciendo de la WLAN la tecnología ideal para muchas aplicaciones en campus. Como se puede observar en la figura 2.7.

Es importante reconocer que antenas especiales de alta ganancia pueden incrementar el rango en varios kilómetros.

²⁴ Roshan Pejman, *802.11 Wireless LAN Fundamentals*, primera edición, editorial Cisco Press, Pág 24.

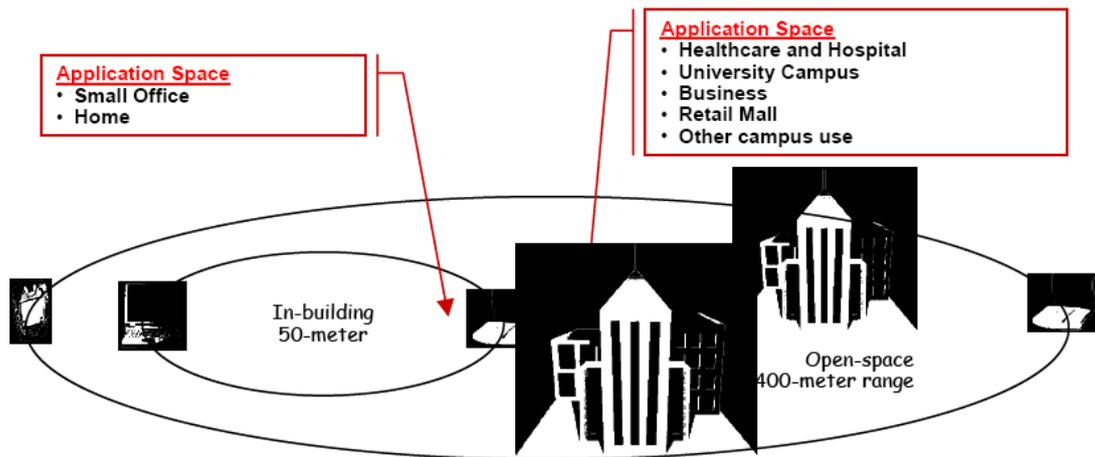


Figura. 2.7. Rangos de Cobertura de las WLAN

Los AP pueden también proveer una función de “*bridging*”. El *bridging* conecta dos o más redes cercanas, y les permite comunicarse para intercambiar el tráfico de la red. El *bridging* envuelve cualquiera de las configuraciones, punto a punto, o multipunto. En una topología punto a punto, dos LANs son conectadas una con otra a través de los AP. En un *bridging* multipunto, una subred de una LAN es conectada a varias subredes en otras LAN a través de cada AP de cada subred.

Las compañías pueden usar el *bridging* para conectar LANs entre diferentes construcciones de unos campus corporativos. Los *Bridging AP* son típicamente ubicados en lo alto de las construcciones para lograr una buena recepción en la antena. La distancia típica sobre la cual un AP se puede conectar con otro pero en condición de *bridging* es de 3500 metros.

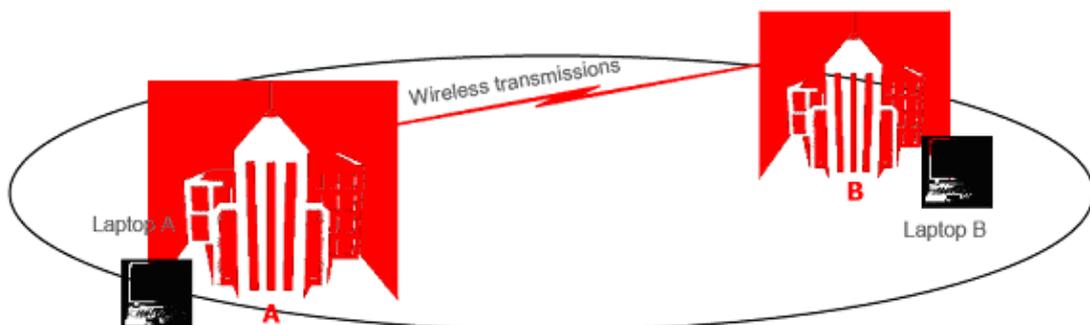


Figura. 2.8. Bridging entre APs

2.6 COMPONENTES DE UNA LAN INALÁMBRICA

Una WLAN comprende dos tipos de equipos: a wireless station (STA) y un access point (AP). Una estación o cliente es típicamente una laptop o una computadora personal (PC) con una NIC inalámbrica. Un cliente WLAN puede ser también un dispositivo de mano (PDA) como un escáner de códigos de barras, o equipos de manufactura. Los NIC inalámbricos son comúnmente insertados en los slots PCMCIA o puertos USB de los clientes inalámbricos. Los NIC usan señales de radio para establecer las conexiones inalámbricas. Los AP los cuales actúan como puentes entre las redes cableadas e inalámbricas, típicamente compuesta por una radio, una interfaz de red cableada como 802.3, y un software de enlace. El AP funciona como una estación base de red inalámbrica, agregando múltiples estaciones inalámbricas sobre la red cableada.

En la conformación de una WLAN, existen principalmente seis tipos de componentes, entre los que se tienen, *Wireless Routers*, *Access Points*, Tarjetas o Adaptadores de Red Inalámbricas, Antenas, Amplificadores de señal y cables.

2.6.1 Wireless Router

Es un dispositivo de red que realiza las funciones de un router, y también incluye las funciones de un *wireless access point*. Es comúnmente usado para permitir el acceso a Internet o a redes de computadoras sin la necesidad de conexiones cableadas.

De manera general los enrutadores inalámbricos incorporan un conmutador de red de 4 puertos integrado de 10/100 Mbps que permite que el router actúe como un switch dando oportunidad a que las computadoras con tarjetas de red RJ45 se conecten a la red. Dependiendo del fabricante, varía la cantidad de puertos LAN en cada equipo.

Los routers inalámbricos poseen un servidor de DHCP (Protocolo de configuración del host dinámico) integrado que hace que la conexión sea más

sencilla ya que este servidor asignará direcciones IP automáticamente a cada una de las computadoras enganchadas al router.

Se puede configurar las funciones básicas y avanzadas del enrutador fácilmente a través de un navegador de Internet sin tener que instalar software adicional a la computadora. Además suele venir incorporado cada unidad con un disco compacto con un asistente de instalación.



Figura. 2.9. Wireless Router

2.6.2 Access Point

Un punto de acceso inalámbrico (AP) en redes de computadoras es un dispositivo que interconecta dispositivos de de comunicación inalámbrica para formar una red inalámbrica. Normalmente un AP también puede conectarse a una red cableada y puede transmitir datos entre los dispositivos conectados a la red cableada y los dispositivos inalámbricos.

El área de cobertura, depende de las características del equipo, medio ambiente y de la tecnología que utilice. Siendo en promedio de 30 a 50 metros en interiores y 100 a 300 metros en exteriores, utilizando antenas de 2dBi de ganancia que suelen venir incorporadas con este dispositivo. Pudiéndose aumentar este rango de cobertura con antenas de mayor ganancia.

Por lo general este dispositivo es colocado en una ubicación alta, que presente la mayor visibilidad con los puntos de red a conectarse. Puede ser configurado para trabajar en modo Bridge (puente) y repetidor. Es configurable por medio de un browser y cuenta con todos los servicios de seguridad de redes.



Figura. 2.10. Access Point

2.6.3 Tarjetas o Adaptadores de Red Inalámbricas

Estas tarjetas o adaptadores, permiten a un dispositivo electrónico como una computadora de escritorio, laptop o PDA conectarse a una red inalámbrica. En algunos de los dispositivos ya mencionados estas tarjetas vienen incorporadas; pero en otros que no vienen incorporados se tienen algunas alternativas de tarjetas o adaptadores externos que pueden ser conectados mediante conectores PCMCIA, USB, o slots PCI.

Las velocidades de transmisión y recepción de estos dispositivos es variable, dependiendo del fabricante y del estándar que se este utilizando. A continuación se presentan las tarjetas y adaptadores de red comúnmente utilizados:

Tarjetas inalámbricas PCMCIA

Son tarjetas que se insertan en los puertos PCMCIA, generalmente de las computadoras portátiles, permitiéndoles tener conectividad con una red inalámbrica y obtener libertad para moverse dentro del área de cobertura que tenga la red. Comúnmente tienen la antena integrada en el circuito.



Figura. 2.11. Tarjeta PCMCIA

Adaptadores inalámbricos USB

Estos dispositivos se conectan a la interfaz USB de una computadora de escritorio o portátil. Es un tipo de conexión externa y permite orientar de mejor manera la antena para obtener una mejor recepción. La interfaz USB facilita una instalación Plug and Play sin problema alguno.



Figura. 2.12. Adaptador USB

Adaptadores inalámbricos PCI

Constituye el dispositivo que conecta un computador de escritorio y la red inalámbrica. Por lo general es una tarjeta PCI con una antena integrada en el circuito o con una entrada para tarjeta externa.



Figura. 2.13. Adaptador PCI

2.6.4 Antenas

Una antena es un dispositivo capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Los parámetros principales que se tienen en una antena son:

- **Eficiencia:** Es la relación entre la potencia radiada por la antena y la potencia que se entrega a la misma antena.
- **Área Efectiva:** Es el área que cubre la antena con una señal satisfactoria.
- **Patrón de Radiación:** Diagrama que representa la radiación de una antena.
- **Ganancia:** Es la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección determinada y la densidad de potencia de una antena

isotrópica con la misma potencia que radia de forma igual en todas direcciones.

- **Polarización:** Es la orientación del campo eléctrico radiado por la antena.

- **Ancho de Banda:** Es el rango de frecuencias sobre las cuales opera la antena de forma satisfactoria.

Existen tres tipos de antenas que tienen un tipo de patrón de radiación definido: unidireccionales, omnidireccionales y sectoriales.

2.6.4.1 Antenas Unidireccionales

Llamadas también direccionales, son aquellas que orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Las antenas Direccionales envían la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se escucha nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.

El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

Este tipo de antenas son la mejor opción en una conexión punto a punto, acoplamiento entre los edificios, o para los clientes de una antena omnidireccional.



Figura. 2.14. Antena Unidireccional

2.6.4.2 Antenas Omnidireccionales

Las antenas omnidireccionales, son aquellas que irradian un campo en todo su contorno en un haz amplio y de corto alcance. Las antenas omnidireccionales envían la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

El alcance de una antena omnidireccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor. A una misma ganancia, una antena sectorial o direccional dará mejor cobertura que una omnidireccional.



Figura. 2.15 Antena Omnidireccional

2.6.4.3 Antenas Sectoriales

Las antenas sectoriales, son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional.

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° o 4 antenas sectoriales de 80° . Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.



Figura. 2.16 Antena Sectorial

2.6.5 Amplificadores de Señal

Estos dispositivos permiten aumentar la potencia transmitida y el área de cobertura. Los amplificadores de señal son de gran utilidad cuando no se está alcanzando suficiente cobertura y distancia con los equipos WLAN, ya que el amplificador incrementa la intensidad de la señal emitida mediante la amplificación de la potencia RF (radio frecuencia) a un mayor nivel, incrementando la distancia sin comprometer el ángulo horizontal de cobertura.



Figura. 2.17 Amplificador

2.6.6 Cables

Un nodo inalámbrico esta conformado por varios componentes que deben estar conectados entre si con el cableado apropiado. Todos estos componentes utilizan varias clases de conectores y cables tales como: cables pigtaills (latiguillos), conectores tipo RP-TNC, tipo N, tipo SMA, etc. En la figura 2.18 se muestra como se encuentran conectados los diferentes dispositivos que conforman un nodo inalámbrico.

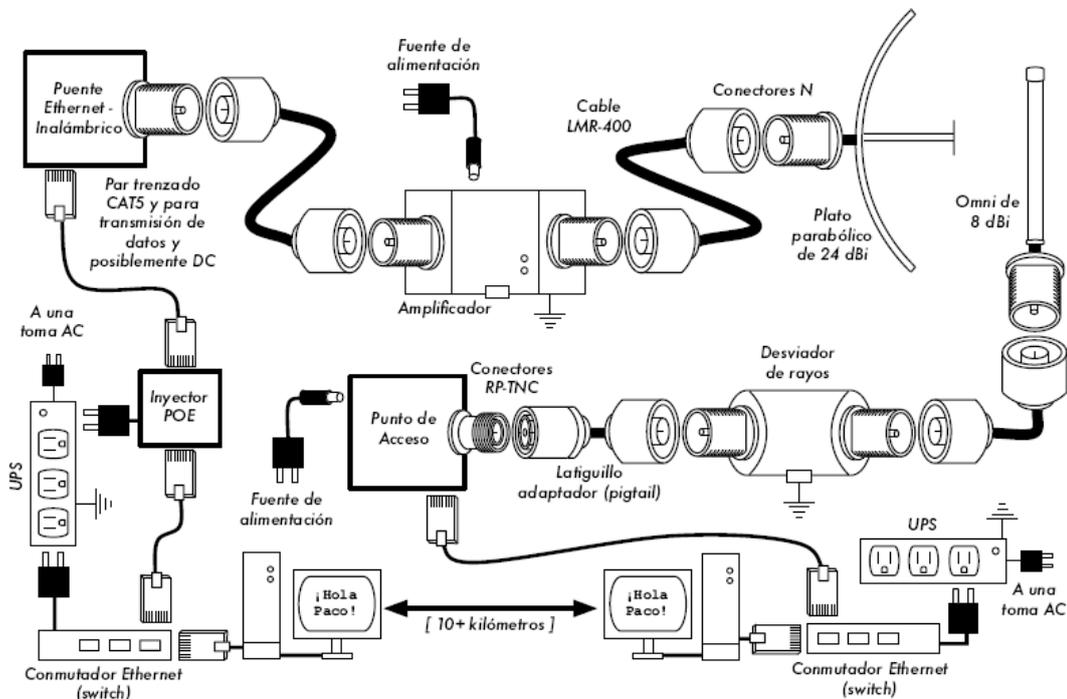


Figura. 2.18 Cableado en un nodo inalámbrico²⁵

²⁵ Redes Inalámbricas en los países en desarrollo, primera edición, editorial Limehouse, Pág 132.

2.7 BENEFICIOS DE LAS WLAN

Las WLAN ofrecen varios beneficios entre las cuales principalmente se encuentran cuatro que se exponen a continuación:

- **Movilidad del usuario:** Los usuarios pueden acceder a archivos, recursos de la red y al Internet sin tener que estar conectado físicamente a una red a través de cables. Los usuarios pueden ser móviles manteniendo alta velocidad, con acceso en tiempo real.
- **Rápida instalación:** El tiempo requerido para la instalación es reducido ya que las conexiones de la red pueden ser echas sin tener que mover o adicionar cables, o halarlos a través de paredes o techos, o haciendo modificaciones a la infraestructura de la cableado de la planta. Por ejemplo, las WLAN son a menudo situadas en construcciones que son sujetas de reglas de preservación histórica.
- **Flexibilidad:** Las compañías pueden contar con la flexibilidad de instalar y desmontar una WLAN en una ubicación determinada según sea necesario. Los usuarios pueden instalar rápidamente una pequeña WLAN temporalmente por ejemplo para conferencias, reuniones, presentaciones, etc.

Escalabilidad: Las topologías de red de las WLAN pueden ser configuradas para encontrar una aplicación e instalación específica. Según las necesidades se puede escalar desde una pequeña red punto a punto hasta una gran red empresarial que permita *roaming* sobre un área amplia.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS Y DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES DEL CANTÓN CHONE

3.1 ANTECEDENTES

El cantón Chone de la provincia de Manabí esta conformado por nueve parroquias, de las cuales dos son urbanas, Santa Rita y Chone (capital del cantón), y siete son rurales, Chibunga, Convento, Eloy Alfaro, Boyaca, Ricaurte, San Antonio y Canuto. Ocupando de esta manera a través de sus nueve parroquias una extensión territorial de 3016,6km².

Con respecto al número de habitantes, se encuentra en la tercera posición dentro de la provincia, con una población aproximada de 117634 habitantes según el censo realizado por el Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) en el 2001. Entre las principales actividades de los habitantes constan la agricultura, el comercio y la ganadería. Este último rubro convierte al cantón en el principal centro ganadero de la provincia, existiendo alrededor de 300 mil cabezas de ganado vacuno adaptadas a las duras condiciones de la montaña tropical.

Su potencialidad está en el turismo rural y paisajístico, donde se practica la pesca deportiva, turismo de excursión y aventura a través de sus montañas, turismo arqueológico en el sitio La Dibujada, donde se han encontrado vestigios arqueológicos de las tribus “Ñauzas” y “Chunos”, etc.

En el presente capítulo se analizan y evalúan las condiciones topográficas, climatológicas y de infraestructura de telecomunicaciones de cada una de las nueve parroquias del cantón Chone, donde se encuentran ubicadas las

instituciones educativas que se pretende integrar a la red comunitaria, las cuales suman en total 319 instituciones distribuidas de la siguiente manera:

PARROQUIA

NÚMERO

Chibunga	→	17
Convento	→	28
Eloy Alfaro	→	30
Boyaca	→	22
Ricaurte	→	34
San Antonio	→	28
Chone	→	53
Santa Rita	→	73
Canuto	→	34



Figura. 3.1. Distribución de instituciones educativas en el cantón Chone

Además se realizará un análisis sobre la demanda de servicios de telecomunicaciones que tienen las diferentes instituciones educativas en sus respectivas parroquias, con el propósito de dimensionar el tráfico que soportará la red que conectara las instituciones del cantón Chone y que suplirá sus requerimientos en servicios de telecomunicaciones.

3.2 ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES TOPOGRÁFICAS DEL TERRENO

3.2.1 Situación Geográfica

El cantón Chone está situado en la provincia de Manabí, entre los 6 minutos de latitud norte y 53 minutos latitud sur de la línea equinoccial, y entre los 80 grados 17 minutos y 79 grados 60 minutos de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Chone limita al norte con la provincia de Esmeraldas y el cantón Pedernales; al sur con los cantones de Pichincha, Bolívar y Tosagua; al este con los cantones el Carmen, Flavio Alfaro y la provincia de los Ríos; y al oeste con los cantones Pedernales, Jama, Sucre y San Vicente.



Figura. 3.2. Mapa Político de Manabí ²⁶

3.2.2 Hidrografía

En Chone se encuentra la cuenca hídrica más grande de la provincia de Manabí, que la forma el río Chone y sus afluentes. En el norte del cantón nacen las micro cuencas del Peripa y del Daule.

Entre los principales ríos se encuentran: El río Chone, con sus afluentes Garrapata, Mosquito, Grande, Santo, Sánchez, La Pulga, Cañitas, Zapallo, Monito, Cucuy, Palalache, Convento, Manta Blanca, Plátano, La Iguana, Yahuila y Quiebra Cabeza, que cruza de este a oeste. A de más se encuentran el río Grande, río Carrizal, río Canuto y el río Tarugo.

²⁶ <http://www.manabi.gov.ec/manabi95-los-mapas-de-manabi.html>

3.2.3 Orografía

En la zona del cantón Chone las altitudes del terreno fluctúan entre los 2 y 671 metros sobre el nivel del mar, es decir que existe una diferencia de elevación en el terreno de 669 metros. Donde predominan las altitudes comprendidas entre los 50 y 250 metros sobre el nivel del mar.

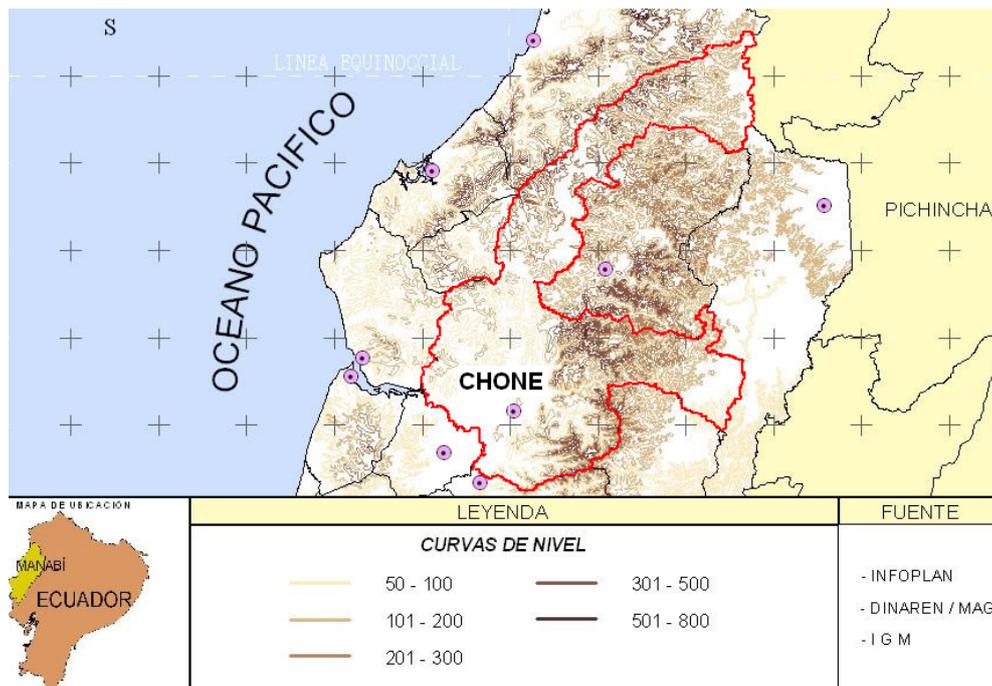


Figura. 3.3 Mapa Orográfico de Manabí²⁷

Como se puede apreciar en el mapa orográfico de la figura 3.3, las parroquias Chibunga, Convento y Eloy Alfaro en su relieve terrestre tienen altitudes entre los 105 y 671 metros. Por otro lado las parroquias de San Antonio, Chone y Canuto tienen una baja altitud, la cual fluctúa entre los 2 y 310 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo las parroquias de Boyaca, Ricaurte y Santa Rita tienen un relieve más irregular, con altitudes que fluctúan entre los 11 y 658 metros.

²⁷ <http://www.manabi.gov.ec/manabi95-los-mapas-de-manabi.html>

A través de la recolección de de datos en los lugares donde se encuentran localizadas las instituciones educativas que serán parte de esta red, y con la utilización de mapas digitales del terreno SRTM30, elaborados por la misión SRTM²⁸ de la NASA y el USGS, que tienen una resolución de 30 segundos de arco (aproximadamente 1 km.). Se presentará a continuación la situación geográfica en las que se encuentran las instituciones educativas de cada parroquia que se pretenden integrar a la red comunitaria:

3.2.3.1 Parroquia Chibunga

Tabla. 3.1. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Chibunga

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
LUZ DE AMERICA	S 0 ° 5 ' 3,1 "	W 79 ° 47 ' 30,4 "	208,4
26 DE ENERO	S 0 ° 4 ' 29,6 "	W 79 ° 36 ' 58,5 "	168,3
FRANK VARGAS PAZZOS	S 0 ° 5 ' 56,7 "	W 79 ° 48 ' 53,1 "	179,1
22 DE AGOSTO	S 0 ° 1 ' 52,8 "	W 79 ° 49 ' 37,5 "	429,1
2 DE AGOSTO	S 0 ° 1 ' 37,3 "	W 79 ° 38 ' 43,3 "	140,9
NUEVA FUNDACION	S 0 ° 6 ' 40,3 "	W 79 ° 53 ' 31,3 "	406,9
FEDERICO GONZALEZ SUAREZ	S 0 ° 4 ' 53,2 "	W 79 ° 44 ' 57,1 "	279,6
LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	S 0 ° 5 ' 52,2 "	W 79 ° 40 ' 0,2 "	164,2
SIN NOMBRE	S 0 ° 3 ' 45,1 "	W 79 ° 41 ' 10,6 "	159,9
SIN NOMBRE	S 0 ° 7 ' 7,4 "	W 79 ° 56 ' 0,1 "	200
LOYOLA ZAMBRANO ZAMBRANO	S 0 ° 5 ' 30,4 "	W 79 ° 49 ' 0,4 "	212,8
SIMON SILVINO ROSADO	S 0 ° 7 ' 52,6 "	W 79 ° 50 ' 1,4 "	177
MANUEL DE JESUS REAL	S 0 ° 8 ' 30,0 "	W 79 ° 53 ' 50,2 "	201,3
4 DE AGOSTO	S 0 ° 8 ' 45,1 "	W 79 ° 52 ' 6,0 "	192,3
12 DE MARZO	S 0 ° 7 ' 49,5 "	W 79 ° 45 ' 19,9 "	309,8
EMANUEL	S 0 ° 2 ' 27,1 "	W 79 ° 43 ' 59,6 "	154,3
ISIDRO JARAMILLO RODRIGUEZ	S 0 ° 4 ' 58,7 "	W 79 ° 43 ' 52,4 "	325,9

Esta parroquia se encuentra ubicada en el límite norte del cantón Chone, la altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 230 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "22 de Agosto" se encuentra ubicada a los 0° 1' 52,8" de latitud sur, y a 79° 49' 37,5" de longitud oeste, a una

²⁸ Shuttle Radar Topography Misión. Misión para obtener un modelo digital de elevación de la zona del globo terráqueo entre los 56° S y 60° N.

altitud de 429,1 metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.2 Parroquia Convento

Tabla. 3.2. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Convento

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
12 DE OCTUBRE	S 0 ° 11 ' 40,2 "	W 79 ° 55 ' 29,7 "	219,3
HORACIO HIDROVO PEÑAHERRER	S 0 ° 16 ' 15,1 "	W 80 ° 1 ' 55,5 "	239
MAMA ANA	S 0 ° 16 ' 47,2 "	W 80 ° 2 ' 8,5 "	186,6
CAMILO PONCE ENRRIQUE	S 0 ° 20 ' 28,8 "	W 80 ° 2 ' 19,6 "	158,9
PEDRO PEÑA BRAVO	S 0 ° 15 ' 50,0 "	W 79 ° 58 ' 17,0 "	222,9
ABDON CALDERON	S 0 ° 16 ' 37,0 "	W 80 ° 0 ' 28,4 "	342,8
DR. RAFAEL PAVON MEJIA	S 0 ° 18 ' 12,8 "	W 80 ° 4 ' 40,4 "	205,9
NUEVAS TRAVESURAS	S 0 ° 16 ' 38,6 "	W 80 ° 2 ' 11,8 "	183,4
RAMON ANTONIO CUSME	S 0 ° 14 ' 15,6 "	W 80 ° 4 ' 6,7 "	261,4
MARIA CRISTINA ALCIVAR GARCIA	S 0 ° 20 ' 13,1 "	W 80 ° 1 ' 0,2 "	308,9
MARIA MAGDALENA MENENDES	S 0 ° 12 ' 33,4 "	W 80 ° 0 ' 57,4 "	294,3
ANGELA BOLIVIA CHICA GUERRER	S 0 ° 15 ' 7,8 "	W 80 ° 1 ' 26,4 "	225,7
9 DE OCTUBRE	S 0 ° 9 ' 50,0 "	W 79 ° 57 ' 5,0 "	237
RICARDO CHAVEZ MACIAS	S 0 ° 15 ' 26,5 "	W 80 ° 2 ' 38,3 "	211,4
MARIA NICOLAZA VERA DE PALMA	S 0 ° 14 ' 45,4 "	W 79 ° 58 ' 48,4 "	287,7
JOSE DECALVCHE	S 0 ° 16 ' 22,7 "	W 80 ° 3 ' 23,5 "	221,3
PEDRO VICENTE MALDONADO	S 0 ° 11 ' 46,1 "	W 79 ° 58 ' 58,3 "	249,1
RAMON GILER VEGA	S 0 ° 12 ' 7,7 "	W 79 ° 59 ' 55,8 "	370,2
WILFRIDO LEONIDAS PINARGOTE	S 0 ° 14 ' 37,8 "	W 80 ° 3 ' 6,4 "	228,8
2 DE OCTUBRE	S 0 ° 17 ' 43,6 "	W 79 ° 59 ' 59,9 "	341,7
REBECA SOCORRO VALENCIA	S 0 ° 17 ' 20,8 "	W 79 ° 59 ' 14,5 "	216,5
ISIDRO MENDOZA NAVARRETE	S 0 ° 11 ' 39,8 "	W 80 ° 0 ' 24,3 "	405
VICENTE CEVALLOS	S 0 ° 14 ' 39,0 "	W 80 ° 3 ' 9,0 "	224,1
SAN AGUSTIN	S 0 ° 16 ' 22,7 "	W 80 ° 3 ' 27,5 "	223,4
OSWALDO NUNEZ BENALCAZAR	S 0 ° 10 ' 31,5 "	W 79 ° 59 ' 52,4 "	418,9
RIO JAMA	S 0 ° 17 ' 9,0 "	W 79 ° 57 ' 58,1 "	224,8
DOCTOR JOSE MARIA EGAS	S 0 ° 16 ' 32,7 "	W 80 ° 2 ' 27,6 "	195,9
JOSE MARIA VELASCO IBARRA	S 0 ° 16 ' 38,9 "	W 80 ° 2 ' 16,4 "	183,1

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de la parroquia Chibunga y al norte de la parroquia Eloy Alfaro. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 253 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Oswaldo Nunez Benalcazar" se encuentra ubicada a los 0° 10' 31,5" de latitud sur, y a 79° 59' 52,4" de longitud oeste, a una altitud de 418,9 metros

sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.3 Parroquia Eloy Alfaro

Tabla. 3.3. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Eloy Alfaro

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
ELOY ALFARO	S 0 ° 23 ' 584 "	W 80 ° 4 ' 24,3 "	181,1
GLORIA VELASQUEZ DE FALLU	S 0 ° 24 ' 24,2 "	W 80 ° 8 ' 49,8 "	196,9
TRAJANO VITERI MEDRANDA	S 0 ° 29 ' 9,0 "	W 80 ° 4 ' 27,8 "	210,5
SONIA EDITH CUADROS VERA	S 0 ° 20 ' 45,7 "	W 80 ° 2 ' 24,5 "	159,8
PUBLIO FALCONI PAZMIÑO	S 0 ° 20 ' 15,7 "	W 80 ° 7 ' 22,3 "	198,4
30 DE NOVIEMBRE	S 0 ° 26 ' 21,6 "	W 80 ° 10 ' 13,7 "	284
JUSMILE CASTILLO DE CUZMAN	S 0 ° 19 ' 57,1 "	W 80 ° 4 ' 4,9 "	149,9
CAYAMBE	S 0 ° 27 ' 17,6 "	W 80 ° 8 ' 43,0 "	183,9
CRISTOBAL COLOR	S 0 ° 27 ' 11,8 "	W 80 ° 11 ' 5,6 "	281,2
PASCASIO FLORES DE VALGAS	S 0 ° 22 ' 42,0 "	W 80 ° 2 ' 43,8 "	352,4
MAURO ARTEAGA	S 0 ° 22 ' 0,4 "	W 80 ° 0 ' 8,1 "	208,8
MARIANO ANDRADE	S 0 ° 24 ' 4,9 "	W 80 ° 7 ' 3,3 "	127,5
REPUBLICA DE PANAMA	S 0 ° 23 ' 55,7 "	W 80 ° 4 ' 46,0 "	132,4
RAFAEL CRUZ CEVALLOS	S 0 ° 26 ' 19,8 "	W 80 ° 4 ' 39,7 "	156,3
LUIS MARIA PINTO	S 0 ° 27 ' 55,3 "	W 80 ° 4 ' 54,2 "	175
SANTA ROSA	S 0 ° 20 ' 2,8 "	W 80 ° 5 ' 46,3 "	297,9
ZIRZA FLORES DE VARGAS	S 0 ° 23 ' 52,2 "	W 80 ° 2 ' 19,8 "	237,9
ROSA FREILE ESPINEL	S 0 ° 21 ' 33,7 "	W 80 ° 2 ' 26,3 "	328,6
BUENOS AIRES	S 0 ° 18 ' 25,1 "	W 80 ° 6 ' 17,2 "	388,9
JOSE LUIS ZAMBRANO	S 0 ° 28 ' 12,9 "	W 80 ° 6 ' 41,2 "	305,5
BAJO EL CIELO DE AMERICA	S 0 ° 25 ' 10,8 "	W 80 ° 9 ' 50,3 "	507
MANUEL CASTILLO HIDALGO	S 0 ° 24 ' 8,7 "	W 80 ° 4 ' 46,0 "	139,5
JAENZ RAFAEL VELEZ	S 0 ° 19 ' 58,1 "	W 80 ° 4 ' 54,9 "	180,4
PLINIO CUADROS SANTOS	S 0 ° 24 ' 30,4 "	W 80 ° 0 ' 19,7 "	165,5
PLUTARCO JULIO GOMEZ	S 0 ° 24 ' 12,0 "	W 79 ° 59 ' 17,0 "	185,6
AMADOR VERA VERA (PRIMARIA)	S 0 ° 25 ' 58,1 "	W 80 ° 9 ' 11,7 "	393,7
JOSE VIDAL IDROVO MOREIRA	S 0 ° 23 ' 2,0 "	W 80 ° 8 ' 7,0 "	123,8
SAN NICOLAS	S 0 ° 22 ' 26,0 "	W 80 ° 9 ' 54,5 "	119,1
GRAL.ELOY ALFARO	S 0 ° 23 ' 54,1 "	W 80 ° 4 ' 29,1 "	165,3
ANGUSTIA ARAGUNDI	S 0 ° 21 ' 1,2 "	W 80 ° 7 ' 38,2 "	169,3

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de la parroquia Convento y al norte de las parroquias Boyaca y Ricaurte. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 224 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Bajo el Cielo de América" se encuentra ubicada a los 0° 25' 10,8" de latitud sur, y a 80° 9' 50,3" de longitud oeste, a una altitud de 507

metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.4 Parroquia Boyaca

Tabla. 3.4. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Boyaca

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
CRISTOBAL COLON	S 0 ° 30 ' 45,9 "	W 80 ° 11 ' 33,0 "	196,9
SUSANA TORRES VERDUGA	S 0 ° 32 ' 51,8 "	W 80 ° 10 ' 32,2 "	198,9
JUAN CRUZ AIZPRUA	S 0 ° 34 ' 21,0 "	W 80 ° 10 ' 37,9 "	180,4
GLORIA JARRE DE VERA	S 0 ° 32 ' 33,1 "	W 80 ° 8 ' 16,5 "	204,4
CANTON ALVAREZ	S 0 ° 30 ' 40,7 "	W 80 ° 7 ' 2,7 "	207,2
BOLIBAR MOREIRA	S 0 ° 32 ' 44,1 "	W 80 ° 3 ' 27,0 "	77,3
5 DE MAYO	S 0 ° 29 ' 3,3 "	W 80 ° 11 ' 31,9 "	327,1
NICOLAS ZAMBRANO ALCIVAR	S 0 ° 32 ' 33,5 "	W 80 ° 6 ' 4,3 "	81,9
SAN RAMON	S 0 ° 36 ' 10,2 "	W 80 ° 9 ' 48,7 "	136,3
ORIENTE ECUATORIANO	S 0 ° 29 ' 47,6 "	W 80 ° 9 ' 33,8 "	314,6
ROSA BARBERAN DE ZAMBRANO	S 0 ° 30 ' 7,4 "	W 80 ° 8 ' 54,6 "	326,2
JUAN LEON MERA	S 0 ° 35 ' 17,6 "	W 80 ° 8 ' 9,2 "	152,4
LUIS VARGAZ TORRES	S 0 ° 32 ' 34,3 "	W 80 ° 8 ' 55,0 "	196,6
FEDERICO BRAVO BAZURTO	S 0 ° 36 ' 9,2 "	W 80 ° 5 ' 29,7 "	41,3
CORONEL RAMOS IDUARTE	S 0 ° 35 ' 25,4 "	W 80 ° 11 ' 27,1 "	209,8
JUAN CRUZ AIZANVA	S 0 ° 32 ' 9,8 "	W 80 ° 10 ' 6,9 "	251,6
ISIDRO MENDOZA NAVARRATE	S 0 ° 31 ' 23,6 "	W 80 ° 10 ' 37,9 "	246,1
BOYACA 48	S 0 ° 34 ' 10,9 "	W 80 ° 10 ' 42,2 "	155,2
MAARIA MAGDALENA CEVALLOS A	S 0 ° 31 ' 23,9 "	W 80 ° 5 ' 18,4 "	92,4
NUESTROS CAMINOS	S 0 ° 28 ' 41,5 "	W 80 ° 10 ' 29,4 "	358,1
VICTOR TAPIA OÑATE	S 0 ° 31 ' 32,4 "	W 80 ° 9 ' 11,2 "	222,7
JOSE LAURIANO ALCIVAR	S 0 ° 33 ' 24,5 "	W 80 ° 6 ' 40,1 "	76,7

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de la parroquia Eloy, al norte de la parroquia San Antonio y al oeste de la parroquia Ricaurte. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 193 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Nuestros Caminos" se encuentra ubicada a los 0° 28' 41,5" de latitud sur, y a 80° 10' 29,4" de longitud oeste, a una altitud de 358,1 metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.5 Parroquia Ricaurte

Tabla. 3.5. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Ricaurte

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
DELFIGIO ARTEAGA ANDRADE	S 0 ° 33 ' 25,7 "	W 80 ° 1 ' 27,6 "	223,8
FRANKLIN VERDUGA LOOR	S 0 ° 29 ' 5,9 "	W 80 ° 2 ' 6,9 "	162,8
ESCUELA VICTOR MUÑOZ	S 0 ° 37 ' 20,8 "	W 80 ° 1 ' 24,5 "	65,4
FRANCISCO ZAMBRANO LOOR	S 0 ° 35 ' 19,7 "	W 80 ° 5 ' 33,2 "	41,1
PEDRO TOBIA ZAMBRANO VERA	S 0 ° 30 ' 10,3 "	W 80 ° 1 ' 58,4 "	194,9
ILEANA ESPINEL	S 0 ° 29 ' 58,5 "	W 79 ° 57 ' 41,5 "	400,7
AGUSTIN AVEIGA	S 0 ° 32 ' 25,2 "	W 79 ° 57 ' 55,0 "	323,4
ELIO SANTO MACAY	S 0 ° 35 ' 20,6 "	W 80 ° 0 ' 28,7 "	49,4
ESCUELA JAIME CUSTODIO LOOR	S 0 ° 36 ' 14,4 "	W 79 ° 57 ' 51,1 "	316,8
COLON ARTEAGA GARCIA	S 0 ° 34 ' 53,9 "	W 80 ° 2 ' 30,3 "	52,8
EUGENIO ESPEJO	S 0 ° 32 ' 44,0 "	W 80 ° 2 ' 26,7 "	85,8
JAIME RODRIGUES CASTILLO	S 0 ° 37 ' 9,9 "	W 79 ° 59 ' 31,1 "	395,3
BENITO SANTO MACAY	S 0 ° 34 ' 33,2 "	W 79 ° 59 ' 24,4 "	388,3
RAIDISTA CHONENSE	S 0 ° 31 ' 43,8 "	W 80 ° 2 ' 25,2 "	229,9
25 DE DICIEMBRE	S 0 ° 29 ' 54,9 "	W 80 ° 3 ' 32,5 "	208,5
ESC.MANUELA CANIZAREZ	S 0 ° 37 ' 31,3 "	W 80 ° 2 ' 4,6 "	33,7
MI PEQUENO MUNDO	S 0 ° 30 ' 7,5 "	W 80 ° 2 ' 18,6 "	171,5
JUAN DE DIOS ZAMBRANO	S 0 ° 35 ' 17,1 "	W 79 ° 53 ' 32,4 "	206,7
DIGNA INTRIAGON DE ARTEAGA	S 0 ° 33 ' 40,1 "	W 80 ° 2 ' 21,9 "	71,8
MANUEL MARIA ZAMBRANO	S 0 ° 35 ' 12,8 "	W 79 ° 56 ' 28,5 "	306,3
ALBERTO VILLACRECES GARCES	S 0 ° 35 ' 16,7 "	W 80 ° 3 ' 49,7 "	65,5
ANTONIO JOSE DE SUCRE	S 0 ° 33 ' 11,0 "	W 79 ° 59 ' 52,9 "	382,9
ABRAHAN GREGORIO LOOR	S 0 ° 34 ' 22,2 "	W 79 ° 57 ' 6,2 "	282,9
ESCUELA DR.AMADEO AIZPRUA PA	S 0 ° 35 ' 28,8 "	W 79 ° 55 ' 4,8 "	307,9
ESCUELA FISCAL DOLORES ALVAR	S 0 ° 36 ' 19,3 "	W 80 ° 1 ' 7,6 "	39,2
OSWALDO SCHNABEL MARQUEZ	S 0 ° 34 ' 26,3 "	W 80 ° 2 ' 15,6 "	61
FODICRA PAVON	S 0 ° 37 ' 31,3 "	W 80 ° 2 ' 4,2 "	33,8
ALBERTO SEGOVIA PEREZ	S 0 ° 37 ' 31,0 "	W 80 ° 2 ' 3,9 "	33,8
AURORA DELGADO	S 0 ° 30 ' 14,7 "	W 80 ° 0 ' 14,3 "	187,5
ZAIDA QUIÑONEZ DE HERNANDEZ	S 0 ° 33 ' 3,6 "	W 79 ° 54 ' 0,6 "	197,3
OLTAVIANO INTRIAGO	S 0 ° 30 ' 53,4 "	W 79 ° 57 ' 32,9 "	368,7
EUCLIDES ANDRADE VERA	S 0 ° 34 ' 55,8 "	W 80 ° 2 ' 28,1 "	51,3
ENSUEÑOS	S 0 ° 35 ' 1,4 "	W 80 ° 2 ' 27,0 "	51
PETRA VERDUGA DE ALCIVAR	S 0 ° 33 ' 23,7 "	W 80 ° 4 ' 34,2 "	55,3

Esta parroquia se encuentra ubicada al norte de las parroquias Chone y Santa Rita, y al este de la parroquia Boyaca. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 178 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Ileana Espinel" se encuentra ubicada a los 0° 29' 58,5" de latitud sur, y a 79° 57' 41,5" de longitud oeste, a una altitud de 400,7 metros

sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.6 Parroquia San Antonio

Tabla. 3.6. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en San Antonio

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
MORENO ANDRADE ALCIVAR	S 0 ° 42 ' 9,2 "	W 80 ° 8 ' 3,6 "	9
MORALES ASCAZUBI	S 0 ° 42 ' 18,2 "	W 80 ° 9 ' 58,2 "	9,5
TRINO ORTELIO VERA MACIAS	S 0 ° 39 ' 55,5 "	W 80 ° 9 ' 43,1 "	33,3
ARQUIMIDES VERA LOOR	S 0 ° 40 ' 30,8 "	W 80 ° 7 ' 56,1 "	15
JOSE PERFECTO QUIROZ	S 0 ° 38 ' 27,3 "	W 80 ° 16 ' 41,8 "	19,1
DR. NAPOLEON DAVILA CORDOVA	S 0 ° 41 ' 12,7 "	W 80 ° 14 ' 50,8 "	17
ELOY ABAD PINARGOTE VELEZ	S 0 ° 37 ' 36,1 "	W 80 ° 9 ' 5,9 "	53
ESCUELA FRANCISCO LOOR SOLO	S 0 ° 41 ' 24,8 "	W 80 ° 13 ' 16,0 "	18,7
CECILIA Z. DE GARCIA	S 0 ° 42 ' 19,0 "	W 80 ° 9 ' 50,6 "	11
ESCUELA EULICES FIGUEROA CEL	S 0 ° 38 ' 47,2 "	W 80 ° 14 ' 57,4 "	117,2
RAQUEL INTRIAGO HIDALGO	S 0 ° 38 ' 51,2 "	W 80 ° 9 ' 11,1 "	37,7
NARANJO EN FLOR	S 0 ° 41 ' 57,0 "	W 80 ° 9 ' 25,0 "	10
ANIBAL ANDRADE SOLORZANO	S 0 ° 47 ' 57,0 "	W 80 ° 7 ' 45,9 "	25,6
MIGUEL SOLORZANO	S 0 ° 37 ' 28,0 "	W 80 ° 8 ' 44,8 "	84
OSCAR EFREN REYES	S 0 ° 40 ' 16,5 "	W 80 ° 15 ' 5,7 "	6,6
IGNACIO GARCIA	S 0 ° 37 ' 10,1 "	W 80 ° 10 ' 49,8 "	127,5
MANUEL MARIA CARVAJAL	S 0 ° 37 ' 12,8 "	W 80 ° 12 ' 52,8 "	151,1
NELSON SEGURA	S 0 ° 36 ' 15,6 "	W 80 ° 7 ' 57,8 "	99,2
COLEGIO NACIONAL BARQUERO	S 0 ° 39 ' 52,5 "	W 80 ° 15 ' 2,5 "	19,4
MORALES ASCAZUBI	S 0 ° 42 ' 16,3 "	W 80 ° 9 ' 59,8 "	9,1
NICOLAS MOREIRA PINO	S 0 ° 38 ' 58,6 "	W 80 ° 12 ' 43,8 "	107,7
SALUSTIO GILER ALAVA	S 0 ° 41 ' 59,6 "	W 80 ° 9 ' 54,7 "	6
DR. ALFONSO MORA BOWEN	S 0 ° 43 ' 52,0 "	W 80 ° 10 ' 55,0 "	9,5
EFRAIN VERA MOLINA	S 0 ° 42 ' 12,0 "	W 80 ° 11 ' 42,7 "	5
PEDRO FERMIN CEVALLOS	S 0 ° 41 ' 55,2 "	W 80 ° 9 ' 57,8 "	6,9
DR. OSWALDO CASTRO INTRIAGO	S 0 ° 41 ' 28,9 "	W 80 ° 7 ' 29,8 "	10,2
ILUSIONES DE JORGITO	S 0 ° 38 ' 50,8 "	W 80 ° 9 ' 12,2 "	36,1
MARIA MENENDEZ DE ZAMBRANO	S 0 ° 37 ' 49,6 "	W 80 ° 14 ' 40,6 "	196,6

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de las parroquias Boyaca y al oeste de la parroquia Chone. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 45 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Mariana Menendez de Zambrano" se encuentra ubicada a los 0° 37' 49,6" de latitud sur, y a 80° 14' 40,6" de longitud oeste, a una altitud de 196,6 metros

sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.7 Parroquia Chone

Tabla. 3.7. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Chone

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
PEDRO LUCAS BARBERAN	S 0 ° 41 ' 57,3 "	W 80 ° 4 ' 59,0 "	14,7
SANTA MARIANA DE JESUS	S 0 ° 42 ' 2,1 "	W 80 ° 5 ' 31,3 "	15
GOTITA DE ANGEL	S 0 ° 42 ' 18,7 "	W 80 ° 6 ' 5,8 "	12
MANABI	S 0 ° 42 ' 8,6 "	W 80 ° 5 ' 29,5 "	14,7
MARCO QUINTO ANDRADE	S 0 ° 41 ' 57,2 "	W 80 ° 6 ' 28,1 "	13,9
JOSE MEJIA LEQUERICA	S 0 ° 36 ' 57,7 "	W 80 ° 6 ' 27,3 "	42,9
TRAJANO CENTENO RIVADENEIRA	S 0 ° 42 ' 7,8 "	W 80 ° 6 ' 40,2 "	14,1
JUAN MONTALVO N° 41	S 0 ° 41 ' 40,5 "	W 80 ° 5 ' 33,9 "	16,1
24 DE JULIO	S 0 ° 42 ' 0,6 "	W 80 ° 5 ' 22,3 "	14
JOSEFA VERA DE ARAY	S 0 ° 42 ' 16,5 "	W 80 ° 5 ' 34,7 "	13,7
REPUBLICA DE MEXICO	S 0 ° 41 ' 42,4 "	W 80 ° 5 ' 53,5 "	14,6
COLEGIO NACIONAL AMAZONAS	S 0 ° 42 ' 19,1 "	W 80 ° 5 ' 50,0 "	16,3
LEON TOLSTOY	S 0 ° 43 ' 2,7 "	W 80 ° 3 ' 34,7 "	24
JULIA GONZALES	S 0 ° 41 ' 36,6 "	W 80 ° 5 ' 51,0 "	15,7
ALEIDA BARBERAN DE AVEIGA	S 0 ° 39 ' 37,6 "	W 80 ° 5 ' 43,7 "	16,3
PADRE EDMUNDO GRATH	S 0 ° 41 ' 4,0 "	W 80 ° 5 ' 59,4 "	39,3
CARMELINA ZAMBRANO DE PONCE	S 0 ° 42 ' 0,0 "	W 80 ° 5 ' 22,3 "	14
ILUSION	S 0 ° 41 ' 35,5 "	W 80 ° 5 ' 50,2 "	15,3
CLARA LUCIA HIDALGO DE QUIÑON	S 0 ° 42 ' 24,6 "	W 80 ° 6 ' 6,2 "	12,3
REPUBLICA DE FRANCIA	S 0 ° 43 ' 31,6 "	W 80 ° 6 ' 28,3 "	51,8
SALOMON NAVIA VILLAVICENCIO	S 0 ° 41 ' 15,1 "	W 80 ° 5 ' 36,0 "	48,6
AURELIO SALAZAR	S 0 ° 41 ' 55,4 "	W 80 ° 6 ' 0,9 "	14
UNIDAD EDUCATIVA EXPERIMENTA	S 0 ° 41 ' 44,4 "	W 80 ° 6 ' 9,4 "	14,9
RAYMUNDO AVEIGA	S 0 ° 41 ' 56,1 "	W 80 ° 6 ' 36,4 "	14,9
MAGALY MASSON DE VALLE CARR	S 0 ° 41 ' 47,0 "	W 80 ° 6 ' 10,2 "	13,7
LUIS AUGUSTO MENDOZA	S 0 ° 41 ' 54,5 "	W 80 ° 5 ' 43,1 "	16,1
PIO ZAMBRANO RIVADENEIRA	S 0 ° 42 ' 48,1 "	W 80 ° 5 ' 50,9 "	16,6
CHONERITO	S 0 ° 41 ' 40,5 "	W 80 ° 4 ' 47,2 "	16
RAFAEL ARTEAGA MOREIRA	S 0 ° 41 ' 46,4 "	W 80 ° 4 ' 41,1 "	17
EUGENIO ESPEJO	S 0 ° 41 ' 45,3 "	W 80 ° 5 ' 52,6 "	14,5
AGUSTO SOLORZANO MOYOS	S 0 ° 41 ' 44,3 "	W 80 ° 4 ' 43,5 "	19,8
AUGUSTO SOLORZANO HOYOS	S 0 ° 41 ' 44,4 "	W 80 ° 6 ' 6,1 "	15
GIL ALBERTO RIVADENEIRA	S 0 ° 43 ' 30,0 "	W 80 ° 5 ' 55,3 "	38
UNE	S 0 ° 41 ' 53,8 "	W 80 ° 6 ' 9,0 "	14,6
REPUBLICA DE CHILE	S 0 ° 43 ' 4,2 "	W 80 ° 7 ' 30,5 "	17,2
BRICEIDA ERAZO DE GUTIERREZ	S 0 ° 41 ' 25,0 "	W 80 ° 5 ' 56,0 "	15,1
WILSON ALVAEZ	S 0 ° 42 ' 14,9 "	W 80 ° 5 ' 26,1 "	14
MANABI	S 0 ° 42 ' 8,6 "	W 80 ° 5 ' 39,5 "	14,9
5 DE FEBRERO	S 0 ° 44 ' 53,1 "	W 80 ° 7 ' 31,8 "	106,4
ANDRES DELGADOP COPPIANO	S 0 ° 41 ' 44,0 "	W 80 ° 7 ' 12,2 "	11,4
TRAVESURAS	S 0 ° 42 ' 18,0 "	W 80 ° 5 ' 39,9 "	13,8

SEMILLITAS	S 0 ° 41 ' 50.8 "	W 80 ° 6 ' 36,2 "	13,6
ANGEL DE LA GUARDA	S 0 ° 41 ' 59.4 "	W 80 ° 6 ' 0,9 "	14,8
NICOLAS OCTAVIO MOREIRA	S 0 ° 41 ' 25.0 "	W 80 ° 5 ' 55,1 "	15
LOS NARANJOS EN FLOR	S 0 ° 42 ' 21.4 "	W 80 ° 5 ' 25,1 "	14,2
ANA BERTINA CALDERON	S 0 ° 41 ' 28.5 "	W 80 ° 5 ' 45,1 "	16
AMADOR VERA VERA	S 0 ° 43 ' 31.6 "	W 80 ° 6 ' 2,6 "	26,2
GONZALO ABAD GRIJALBA	S 0 ° 41 ' 43.6 "	W 80 ° 5 ' 19,7 "	15,7
ROBERTO DELGADO VALDA	S 0 ° 41 ' 42.7 "	W 80 ° 4 ' 45,4 "	18
JUAN JACOBO ROUSSEAU	S 0 ° 44 ' 28.9 "	W 80 ° 6 ' 5,2 "	48,5
NORMA PORTOCARRERO	S 0 ° 41 ' 44.4 "	W 80 ° 6 ' 1,4 "	15,9
SANTA MARIA	S 0 ° 42 ' 25.3 "	W 80 ° 5 ' 41,5 "	14,4
ORESTE DE ANDRADE	S 0 ° 42 ' 11.2 "	W 80 ° 6 ' 0,7 "	14,2

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de la parroquia Ricaurte, al norte de la parroquia Canuto, al este de la parroquia San Antonio, y al oeste de la parroquia Santa Rita. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 20 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "5 de febrero" se encuentra ubicada a los 0° 44' 53,1" de latitud sur, y a 80° 7' 31,8" de longitud oeste, a una altitud de 106,4 metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.8 Parroquia Santa Rita

Tabla. 3.8. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Santa Rita

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
CIRILO CEDENO ZAMBRANO	S 0 ° 40 ' 26,3 "	W 79 ° 50 ' 2,1 "	236
CESAR DELGADO ARAY	S 0 ° 41 ' 29,2 "	W 80 ° 5 ' 4,2 "	16,3
LOS RAIDISTAS	S 0 ° 44 ' 52,1 "	W 80 ° 5 ' 28,1 "	175,5
AMADOR VERA VERA	S 0 ° 41 ' 46,7 "	W 80 ° 4 ' 26,1 "	17,3
ANTONIO SARMIENTO	S 0 ° 41 ' 57,4 "	W 80 ° 4 ' 58,8 "	14,7
JACINTA MOREIRA	S 0 ° 41 ' 32,8 "	W 80 ° 4 ' 55,8 "	15,3
MERCEDES AVEIGA DE ZAMBRANO	S 0 ° 41 ' 36,9 "	W 80 ° 4 ' 51,4 "	16,9
GREGORIO ZAMBRANO	S 0 ° 41 ' 24,7 "	W 80 ° 5 ' 4,9 "	25,8
PABLO CHAVARRIA	S 0 ° 45 ' 34,5 "	W 79 ° 53 ' 39,3 "	297,4
BUENOS AIRES	S 0 ° 41 ' 2,1 "	W 80 ° 3 ' 45,1 "	20,2
URBANO QUIROZ MERO	S 0 ° 39 ' 6,4 "	W 79 ° 54 ' 23,3 "	111,2
JEREMIAS VELASQUEZ	S 0 ° 41 ' 56,4 "	80 ° 4 ' 0,1 "	26,9
CARLOS FINLAY	S 0 ° 40 ' 35,4 "	W 79 ° 58 ' 51,3 "	270,6
SAN ANTONIO	S 0 ° 46 ' 19,1 "	W 79 ° 47 ' 22,2 "	138,3
SEGUNDO ELI MONTESDEOCA	S 0 ° 43 ' 34,8 "	W 80 ° 2 ' 12,1 "	241,7
EMILIO HIDALGO	S 0 ° 41 ' 34,7 "	W 80 ° 4 ' 53,5 "	15,8
OCEANO PACIFICO	S 0 ° 44 ' 2,9 "	80 ° 2 ' 45,0 "	67,6
CAMILO DELGADO BALDA	S 0 ° 41 ' 38,8 "	W 80 ° 4 ' 26,1 "	17,4
RAMON VILLAMIL MERO	S 0 ° 39 ' 14,6 "	W 79 ° 58 ' 33,4 "	70,8
SEGUNDA CERVANDA LOOR	S 0 ° 44 ' 55,0 "	W 80 ° 2 ' 23,0 "	244,1
MARCO ANTONIO ARAY	S 0 ° 41 ' 28,9 "	W 80 ° 4 ' 58,7 "	16,4
LUZ Y ALEGRIA	S 0 ° 41 ' 16,0 "	W 80 ° 0 ' 43,9 "	38,8
VALENTIN DEL VALLE	S 0 ° 41 ' 39,0 "	W 79 ° 56 ' 2,5 "	130,1
VICENTE GOVEA SOLORZANO	S 0 ° 45 ' 19,8 "	W 79 ° 56 ' 28,0 "	83,4
TIWINTZA	S 0 ° 43 ' 21,2 "	W 79 ° 52 ' 5,4 "	229,5
MIS MAÑANITAS ALEGRES	S 0 ° 45 ' 19,1 "	W 79 ° 56 ' 28,3 "	79,5
14 DE AGOSTO	S 0 ° 38 ' 3,0 "	W 79 ° 48 ' 21,2 "	193,5
GLORIA FIGUEROA DE VERA	S 0 ° 41 ' 46,0 "	W 80 ° 5 ' 26,3 "	15,4
LUIS DUEÑA VERA	S 0 ° 40 ' 50,2 "	W 79 ° 52 ' 10,0 "	310,8
CAMILO GILER HORMAZA	S 0 ° 41 ' 42,3 "	W 80 ° 5 ' 8,1 "	16
HUMBERTO VELAZQUEZ MACIAS	S 0 ° 38 ' 48,8 "	W 80 ° 2 ' 23,9 "	26,2
GABRIELA MISTRAL	S 0 ° 39 ' 50,1 "	W 80 ° 1 ' 18,9 "	36,5
OMAR CHAVARRIA	S 0 ° 40 ' 30,9 "	W 79 ° 52 ' 46,1 "	184,2
QUINCHÉ CHAVARRIA DE INTRIAGO	S 0 ° 45 ' 34,5 "	W 79 ° 53 ' 34,3 "	290,8
EL PUEBLITO	S 0 ° 40 ' 56,9 "	W 80 ° 1 ' 9,1 "	38,9
YELMO RIVADENEIRA CAICEDO	S 0 ° 41 ' 58,6 "	W 80 ° 4 ' 49,6 "	13,2
JOSE MERQUIADES ALARCON	S 0 ° 41 ' 12,3 "	W 80 ° 0 ' 43,6 "	46,9
DELBERT VELASQUEZ	S 0 ° 42 ' 2,7 "	W 80 ° 4 ' 6,0 "	25,4
1° DE JUNIO	S 0 ° 38 ' 54,0 "	W 80 ° 2 ' 45,0 "	25,8

MANUEL ACOSTA MERO	S 0 ° 38 ' 15,7 "	W 79 ° 51 ' 9,8 "	172,8
LEONARDO MESIAS ZAMBRANO	S 0 ° 45 ' 26,3 "	W 79 ° 49 ' 8,0 "	216,8
ELVIRA SABANDO DE PICO	S 0 ° 41 ' 5,4 "	W 79 ° 55 ' 23,6 "	386,8
FRANCISCO TAURINO LOPEZ ACO	S 0 ° 38 ' 3,0 "	W 79 ° 59 ' 36,1 "	261,6
UNION ECUATORIANA	S 0 ° 42 ' 21,6 "	W 79 ° 51 ' 13,0 "	197,8
PLUTARCO ARTEAGA	S 0 ° 39 ' 77,6 "	W 80 ° 2 ' 46,6 "	26,2
ODILON GOMEZ ANDRADE	S 0 ° 39 ' 30,9 "	W 80 ° 2 ' 34,7 "	22,8
IBARRA N° 2	S 0 ° 41 ' 48,1 "	W 80 ° 5 ' 0,9 "	16,6
7 DE AGOSTO	S 0 ° 43 ' 25,8 "	W 79 ° 55 ' 21,5 "	141,4
MANUEL VIDAL CUZME SOSA	S 0 ° 42 ' 23,5 "	W 80 ° 2 ' 56,1 "	85,5
GUILLERMINA QUIÑONEZ HIDALGO	S 0 ° 40 ' 23,6 "	W 80 ° 0 ' 10,0 "	337,4
ARTEMIO ARAY VEGA	S 0 ° 43 ' 40,9 "	W 79 ° 59 ' 20,3 "	55,2
LUZ AVEIGA	S 0 ° 41 ' 28,3 "	W 79 ° 52 ' 44,2 "	450,2
SOLON GARCIS CEDEÑO	S 0 ° 43 ' 49,8 "	W 79 ° 59 ' 58,3 "	178,7
FRANCISCO GILBERTO BRAVO BAZ	S 0 ° 44 ' 31,2 "	W 79 ° 59 ' 31,1 "	67,8
CARLOS MARIA CASTRO	S 0 ° 40 ' 21,4 "	W 79 ° 57 ' 11,4 "	251,3
FLOR MEDRANDA DE CHANCAY	S 0 ° 44 ' 28,7 "	W 80 ° 0 ' 21,8 "	88,5
ULADISLAD FRILE	S 0 ° 37 ' 58,5 "	W 79 ° 54 ' 47,1 "	101,2
NANCY COLAMARGO	S 0 ° 38 ' 51,9 "	W 79 ° 50 ' 0,5 "	269,7
SAMUEL ANTONIO CEDEÑO ZAMBR	S 0 ° 35 ' 54,1 "	W 79 ° 52 ' 47,8 "	235,4
MARIA LUISA MERA	S 0 ° 36 ' 5,5 "	W 79 ° 51 ' 40,5 "	204,4
FRANCISCO REYNA LOOR	S 0 ° 38 ' 30,1 "	W 79 ° 53 ' 41,2 "	281,3
FRANCISCO MERA	S 0 ° 38 ' 35,1 "	W 79 ° 51 ' 44,5 "	156,6
LUIS ZURITA MANZANO	S 0 ° 39 ' 3,2 "	W 79 ° 57 ' 27,8 "	59,4
TERESA VERA	S 0 ° 37 ' 49,8 "	W 79 ° 54 ' 0,7 "	143
SANTA RITHA	S 0 ° 42 ' 6,3 "	W 80 ° 4 ' 39,2 "	12,6
CAMILO DELGADO BALDA	S 0 ° 41 ' 38,8 "	W 80 ° 4 ' 29,4 "	17,2
14 DE AGOSTO	S 0 ° 43 ' 45,4 "	W 80 ° 4 ' 41,6 "	32,1
LA HERMANDAD	S 0 ° 43 ' 16,6 "	W 79 ° 50 ' 22,8 "	156,7
MARINA CASTRO	S 0 ° 44 ' 47,8 "	W 80 ° 4 ' 55,9 "	61,7
BRAULIO ZAMBRANO	S 0 ° 39 ' 34,7 "	W 79 ° 59 ' 41,1 "	26,5
LUZ MARIA PAZMIÑO VERA	S 0 ° 43 ' 58,5 "	W 80 ° 3 ' 53,1 "	213,8
SANTOS CORNEJO	S 0 ° 43 ' 53,9 "	W 79 ° 57 ' 14,0 "	54,5
PABLO ANDRADE VILLAMIL	S 0 ° 43 ' 16,8 "	W 79 ° 54 ' 5,7 "	170,6

Esta parroquia se encuentra ubicada al sur de la parroquia Ricaurte, y al este de la parroquia Chone. La altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 123 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "Luz Aveiga" se encuentra ubicada a los 0° 41' 28,3" de latitud sur, y a 79° 52' 44,2" de longitud oeste, a una altitud de 450,2 metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.3.9 Parroquia Canuto

Tabla. 3.9. Situación Geográfica de Instituciones Educativas en Canuto

INSTITUCIÓN	COORDENADAS GEOGRAFICAS		ALTITUD (m)
	LATITUD	LONGITUD	
ESCUELA MARDONIO VARGAZ VILL	S 0 ° 46 ' 37,1 "	W 80 ° 2 ' 44,7 "	60,9
COMANDANTE MANUEL MARIA BAF	S 0 ° 46 ' 33,2 "	W 80 ° 7 ' 33,4 "	27,8
PEDRO PABLO VALDEZ	S 0 ° 47 ' 24,3 "	W 80 ° 8 ' 26,5 "	21,9
PLUTARCO AMABLE INTRIAGO MO	S 0 ° 48 ' 59,0 "	W 80 ° 8 ' 33,5 "	31,8
13 DE AGOSTO	S 0 ° 47 ' 46,4 "	W 80 ° 8 ' 27,9 "	23
CARMEN RODRIGUEZ DE GARCIA	S 0 ° 48 ' 16,6 "	W 80 ° 7 ' 53,4 "	27
CAMILO DESTRUGE	S 0 ° 47 ' 6,8 "	W 80 ° 9 ' 6,2 "	18
AB. FRANCISCO ALARCON CEVALL	S 0 ° 47 ' 52,6 "	W 80 ° 0 ' 2,2 "	140,5
ESCUELA GARCIA MORENO	S 0 ° 47 ' 30,5 "	W 80 ° 4 ' 45,6 "	65,9
TENIENTE HUGO ORTIZ	S 0 ° 48 ' 1,0 "	W 80 ° 5 ' 30,0 "	60,4
21 DE NOVIEMBRE	S 0 ° 47 ' 57,7 "	W 80 ° 7 ' 35,6 "	27,6
JOSE JOAQUIN DE OLMEDO	S 0 ° 48 ' 19,1 "	W 80 ° 2 ' 25,2 "	62,7
12 DE OCTUBRE	S 0 ° 46 ' 34,2 "	W 80 ° 5 ' 28,5 "	78,6
26 DE SEPTIEMBRE	S 0 ° 48 ' 13,7 "	W 80 ° 1 ' 2,2 "	61,8
CARLOS POMERIO ZAMBRANO	S 0 ° 48 ' 5,0 "	W 80 ° 7 ' 47,4 "	27,3
5 DE JUNIO	S 0 ° 47 ' 55,3 "	W 80 ° 7 ' 42,2 "	25,7
28 DE MAYO	S 0 ° 47 ' 43,6 "	W 80 ° 5 ' 5,6 "	43,3
ALFONSO MORA SEGURA	S 0 ° 51 ' 1,5 "	W 80 ° 4 ' 22,3 "	83,8
10 DE AGOSTO	S 0 ° 46 ' 26,3 "	W 80 ° 6 ' 18,0 "	72,7
ELIAS RODRIGUEZ	S 0 ° 44 ' 47,9 "	W 80 ° 6 ' 40,0 "	48,4
GUIDO GARAY	S 0 ° 51 ' 11,7 "	W 80 ° 3 ' 50,1 "	108,5
FRANCISCO BIENVENIDO VERA AL	S 0 ° 50 ' 1,6 "	W 80 ° 2 ' 51,3 "	74,7
6 DE DICIEMBRE	S 0 ° 49 ' 27,0 "	W 80 ° 4 ' 44,0 "	61,4
RODRIGO CHAVEZ	S 0 ° 49 ' 29,4 "	W 80 ° 5 ' 55,9 "	51,5
JAIME ROLDOS AGUILERA	S 0 ° 45 ' 46,0 "	W 80 ° 5 ' 58,4 "	123,9
ELOY FABARA	S 0 ° 47 ' 8,2 "	W 80 ° 3 ' 45,2 "	68
MIGUEL DE CERVANTES	S 0 ° 48 ' 41,2 "	W 80 ° 4 ' 7,7 "	41,1
13 DE AGOSTO	S 0 ° 47 ' 58,0 "	W 80 ° 7 ' 46,6 "	26
POLIVIO LOPEZ PANTA	S 0 ° 46 ' 212 "	W 80 ° 0 ' 44,1 "	107,9
ARSENIO DUEÑAS	S 0 ° 48 ' 31,6 "	W 79 ° 58 ' 44,9 "	104,4
LUIS CORDERO CRESPO	S 0 ° 48 ' 1,0 "	W 80 ° 7 ' 40,1 "	27,8
CIRILO ALCIVAR	S 0 ° 47 ' 41,4 "	W 80 ° 9 ' 58,7 "	24
EUGENIO GIL ZAMBRANO	S 0 ° 47 ' 52,3 "	W 80 ° 7 ' 54,8 "	24
JOSE ANTONIO VERA	S 0 ° 48 ' 28,6 "	W 80 ° 6 ' 36,7 "	37

Esta parroquia se encuentra ubicada en el límite sur del cantón Chone, la altitud promedio a la que se encuentran las instituciones educativas, es de 56 metros sobre el nivel del mar. La escuela fiscal "AB. Francisco Alarcón Cevallos" se encuentra ubicada a los 0° 47' 52,6" de latitud sur, y a 80° 0' 2,2" de longitud oeste, a una altitud de 140,5 metros sobre el nivel de mar, siendo de esta manera la que mayor altitud tiene dentro de la parroquia.

3.2.4 Climatología

El clima predominante en el cantón Chone es el cálido seco en verano, que va desde junio hasta noviembre, en épocas normales; y el cálido lluvioso en época de invierno, que va de diciembre a mayo. En verano los vientos modifican el clima y su temperatura oscila entre los 23 y 28 grados centígrados, mientras que en invierno alcanza los 34 grados centígrados. Como se puede observar en el mapa climatológico de la figura 3.4, acerca de los meses que el clima permanece seco en la provincia de Manabí.

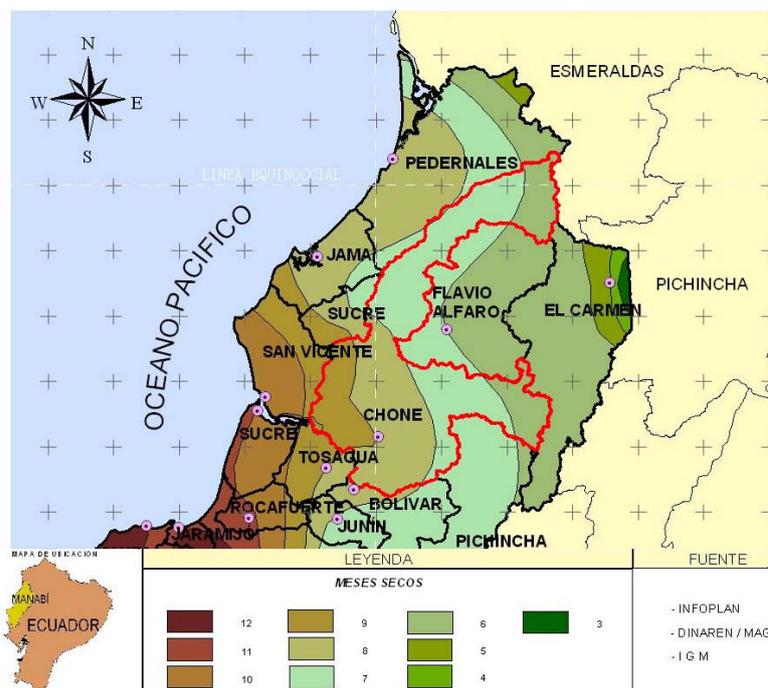


Figura. 3.4 Mapa Climatológico de Manabí ²⁹

²⁹ <http://www.manabi.gov.ec/manabi95-los-mapas-de-manabi.html>

Específicamente para el caso del cantón Chone, se tiene que para la parroquia Chibunga en la zona que limita con la provincia de Esmeraldas se tiene 6 meses secos, y en el sector que limita con la parroquia Convento hasta 7 meses secos. Al igual que la parroquia Convento y la parte norte de la parroquia Eloy Alfaro, que se mantienen 7 meses secos.

Por otro lado las parroquias que se encuentran ubicadas en la región más occidental del cantón como son Boyaca, San Antonio, y la parte sur de Eloy Alfaro, tienen de 8 a 9 meses secos. Las parroquias de Chone y Canuto se mantienen en los 8 meses secos, mientras que las parroquias de Ricaurte y Santa Rita tienen menos meses secos que van de los 6 a los 7 meses.

Lo que evidencia que la mayor parte del territorio del cantón Chone tiene una temperatura entre los 23 y 28 grados centígrados, de 7 a 8 meses al año. Mientras que en época de lluvias que abarcan aproximadamente 4 meses en el año la temperatura pueden llegar a alcanzar los 34 grados centígrados.

3.3 EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES

A través de inspecciones realizadas en cada una de las instituciones educativas del cantón Chone, con el propósito de evaluar las condiciones en las que se encuentra la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones dentro de cada institución, se han podido obtener los siguientes datos:

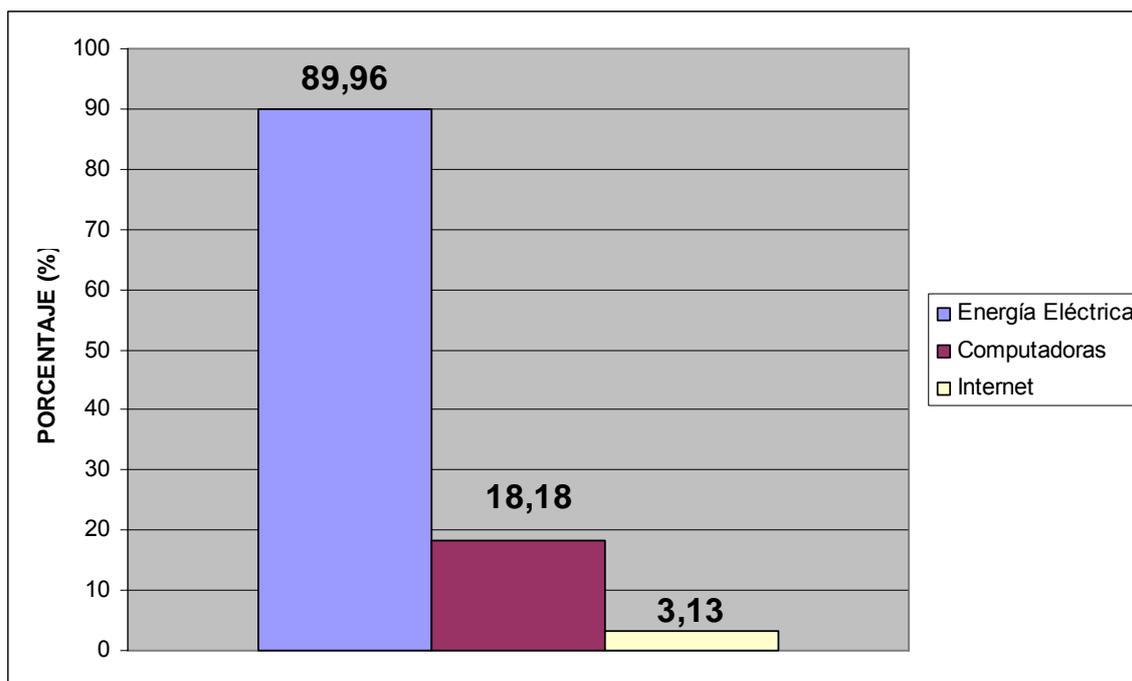


Figura. 3.5 Indicadores de Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas del Cantón Chone

Dentro de las 319 instituciones educativas que solicitaron ser parte de esta red, el 89,96% tiene energía eléctrica, lo que es un buen indicador de que el proyecto es viable en la mayoría de instituciones de cantón. Por otro lado el 18,18% de las instituciones tienen al menos una computadora y solo el 3,13% tienen acceso a Internet; lo que demuestra que en la mayor parte de las 319 instituciones se necesita de la consecución de este proyecto para poder acceder a tecnologías que les permita mejorar la calidad de la educación.

Los establecimientos educativos que carezcan de energía eléctrica no serán considerados en la conformación de la red comunitaria, entre los cuales se tiene a 32 establecimientos; por lo que se reduce a 287 las instituciones educativas que accederán a los servicios de voz y datos que brindará la red comunitaria. A continuación se muestra con mayor detalle en que condiciones se encuentra la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones de las instituciones educativas pertenecientes a cada parroquia del cantón Chone:

3.3.1 Parroquia Chibunga

Tabla. 3.10. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Chibunga

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELECTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFASICA	TRIFASICA
LUZ DE AMERICA	0	0	No	110 V	
26 DE ENERO	0	0	No	110 V	
FRANK VARGAS PAZZOS	0	0	No	110 V	
22 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
2 DE AGOSTO	0	0	No		
NUEVA FUNDACION	0	0	No	110 V	
FEDERICO GONZALEZ SUAREZ	0	0	No	110 V	
LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	0	0	No		
SIN NOMBRE	0	0	No		
SIN NOMBRE	0	0	No		
LOYOLA ZAMBRANO ZAMBRANO	0	0	No		
SIMON SILVINO ROSADO	0	0	No	110 V	
MANUEL DE JESUS REAL	0	0	No	110 V	
4 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
12 DE MARZO	0	0	No	110 V	
EMANUEL	0	0	No		
ISIDRO JARAMILLO RODRIGUEZ	0	0	No		

De las 17 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, ninguna tiene computadoras, ni acceso a Internet, y 7 no tienen energía eléctrica. Es decir el 41,2% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.2 Parroquia Convento

Tabla. 3.11. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Convento

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFASICA	TRIFASICA
12 DE OCTUBRE	0	0	No	110 V	
HORACIO HIDROVO PEÑAHERRER	0	0	No	110 V	
MAMA ANA	0	0	No	110 V	
CAMILO PONCE ENRRIQUE	0	0	No	110 V	
PEDRO PEÑA BRAVO	0	0	No	110 V	
ABDON CALDERON	0	0	No	110 V	
DR. RAFAEL PAVON MEJIA	0	0	No	110 V	
NUEVAS TRAVESURAS	0	0	No	110 V	
RAMON ANTONIO CUSME	0	0	No	110 V	
MARIA CRISTINA ALCIVAR GARCIA	0	0	No	110 V	
MARIA MAGDALENA MENENDES	0	0	No		
ANGELA BOLIVIA CHICA GUERRER	0	0	No	110 V	
9 DE OCTUBRE	0	0	No	110 V	
RICARDO CHAVEZ MACIAS	0	0	No	110 V	
MARIA NICOLAZA VERA DE PALMA	0	0	No	110 V	
JOSE DECALVCHE	0	0	No	110 V	
PEDRO VICENTE MALDONADO	0	0	No	110 V	
RAMON GILER VEGA	0	0	No	110 V	
WILFRIDO LEONIDAS PINARGOTE	0	0	No	110 V	
2 DE OCTUBRE	0	0	No	110 V	
REBECA SOCORRO VALENCIA	0	0	No	110 V	
ISIDRO MENDOZA NAVARRETE	0	0	No	110 V	
VICENTE CEVALLOS	0	0	No	110 V	
SAN AGUSTIN	0	0	No		
OSWALDO NUNEZ BENALCAZAR	0	0	No	110 V	
RIO JAMA	0	0	No	110 V	
DOCTOR JOSE MARIA EGAS	2	8	No	110 V	
JOSE MARIA VELASCO IBARRA	0	0	No	110 V	

De las 28 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, solo una tiene computadoras, ninguna acceso a Internet, y 2 no tienen energía eléctrica. Es decir el 7,14% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.3 Parroquia Eloy Alfaro

Tabla. 3.12. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Eloy Alfaro

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFÁSICA	TRIFÁSICA
ELOY ALFARO	0	0	No	110 V	
GLORIA VELASQUEZ DE FALLU	0	0	No	110 V	
TRAJANO VITERI MEDRANDA	0	0	No	110 V	
SONIA EDITH CUADROS VERA	0	0	No	110 V	
PUBLICO FALCONI PAZMIÑO	0	0	No	110 V	
30 DE NOVIEMBRE	0	0	No	110 V	
JUSMILE CASTILLO DE CUZMAN	0	0	No	110 V	
CAYAMBE	0	0	No	110 V	
CRISTOBAL COLOR	0	0	No	110 V	
PASCASIO FLORES DE VALGAS	0	0	No	110 V	
MAURO ARTEAGA	0	0	No	110 V	
MARIANO ANDRADE	0	0	No		
REPUBLICA DE PANAMA	0	0	No		110 V
RAFAEL CRUZ CEVALLOS	0	0	No	110 V	
LUIS MARIA PINTO	0	0	No	110 V	
SANTA ROSA	0	0	No	110 V	
ZIRZA FLORES DE VARGAS	0	0	No		
ROSA FREILE ESPINEL	0	0	No		220 V
BUENOS AIRES	0	0	No	110 V	
JOSE LUIS ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
BAJO EL CIELO DE AMERICA	0	0	No	110 V	
MANUEL CASTILLO HIDALGO	2	4	No	110 V	
JAENZ RAFAEL VELEZ	0	0	No	110 V	
PLINIO CUADROS SANTOS	0	0	No	110 V	
PLUTARCO JULIO GOMEZ	0	0	No		110 V
AMADOR VERA VERA (PRIMARIA)	0	0	No	110 V	
JOSE VIDAL IDROVO MOREIRA	0	0	No	110 V	
SAN NICOLAS	0	0	No	110 V	
GRAL.ELOY ALFARO	0	0	No	110 V	
ANGUSTIA ARAGUNDI	0	0	No	110 V	

De las 30 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, solo una tiene computadoras, ninguna acceso a Internet, y 2 no tienen energía eléctrica. Es decir el 6,6% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.4 Parroquia Boyaca

Tabla. 3.13. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Boyaca

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFÁSICA	TRIFÁSICA
CRISTOBAL COLON	0	0	No	110 V	
SUSANA TORRES VERDUGA	0	0	No	110 V	
JUAN CRUZ AIZPRUA	2	5	No	110 V	
GLORIA JARRE DE VERA	0	0	No	110 V	
CANTON ALVAREZ	0	0	No	110 V	
BOLIBAR MOREIRA	0	0	No	110 V	
5 DE MAYO	0	0	No	110 V	
NICOLAS ZAMBRANO ALCIVAR	0	0	No	110 V	
SAN RAMON	0	0	No	220 V	
ORIENTE ECUATORIANO	0	0	No	110 V	
ROSA BARBERAN DE ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
JUAN LEON MERA	0	0	No	110 V	
LUIS VARGAZ TORRES	0	0	No	110 V	
FEDERICO BRAVO BAZURTO	0	0	No	110 V	
CORONEL RAMOS IDUARTE	0	0	No	110 V	
JUAN CRUZ AIZANVA	0	0	No		
ISIDRO MENDOZA NAVARRATE	0	0	No	110 V	
BOYACA 48	0	0	No	110 V	
MAARIA MAGDALENA CEVALLOS A	0	0	No	110 V	
NUESTROS CAMINOS	0	0	No	110 V	
VICTOR TAPIA OÑATE	0	0	No	110 V	
JOSE LAURIANO ALCIVAR	0	0	No	110 V	

De las 22 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, solo una tiene computadoras, ninguna acceso a Internet, y una no tiene energía eléctrica. Es decir el 4,5% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.5 Parroquia Ricaurte

Tabla. 3.14. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Ricaurte

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFASICA	TRIFASICA
DELFIGIO ARTEAGA ANDRADE	0	0	No	110 V	
FRANKLIN VERDUGA LOOR	0	0	No	110 V	
ESCUELA VICTOR MUÑOZ	0	0	No	110 V	
FRANCISCO ZAMBRANO LOOR	0	0	No	110 V	
PEDRO TOBIA ZAMBRANO VERA	2	5	No	220 V	
ILEANA ESPINEL	0	0	No	110 V	
AGUSTIN AVEIGA	0	0	No	110 V	
ELIO SANTO MACAY	1	1	No	110 V	
ESCUELA JAIME CUSTODIO LOOR	0	0	No	110 V	
COLON ARTEAGA GARCIA	1	3	No	220 V	
EUGENIO ESPEJO	0	0	No	110 V	
JAIME RODRIGUES CASTILLO	0	0	No	110 V	
BENITO SANTO MACAY	0	0	No	110 V	
RAIDISTA CHONSENSE	0	0	No	110 V	
25 DE DICIEMBRE	0	0	No	110 V	
ESC.MANUELA CANIZAREZ	0	0	No	110 V	
MI PEQUENO MUNDO	0	0	No	110 V	
JUAN DE DIOS ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
DIGNA INTRIAGON DE ARTEAGA	0	0	No	110 V	
MANUEL MARIA ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
ALBERTO VILLACRECES GARCES	0	0	No	110 V	
ANTONIO JOSE DE SUCRE	0	0	No		
ABRAHAN GREGORIO LOOR	0	0	No	110 V	
ESCUELA DR.AMADEO AIZPRUA PA	0	0	No		
ESCUELA FISCAL DOLORES ALVAR	0	0	No	110 V	
OSWALDO SCHNABEL MARQUEZ	1	0	No	110 V	
FODICRA PAVON	0	0	No	110 V	
ALBERTO SEGOVIA PEREZ	0	0	No	110 V	
AURORA DELGADO	0	0	No	110 V	
ZAIDA QUIÑONEZ DE HERNANDEZ	0	0	No	110 V	
OLTAVIANO INTRIAGO	0	0	No	110 V	
EUCLIDES ANDRADE VERA	0	0	No	110 V	
ENSUEÑOS	0	0	No	110 V	
PETRA VERDUGA DE ALCIVAR	0	0	No	110 V	

De las 34 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, 4 tienen computadoras, ninguna acceso a Internet, y 2 no tiene energía eléctrica. Es decir el 5,8% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.6 Parroquia San Antonio

Tabla. 3.15. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en San Antonio

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFASICA	TRIFASICA
MORENO ANDRADE ALCIVAR	0	0	No	110 V	
MORALES ASCAZUBI	1	6	No		220 V
TRINO ORTELIO VERA MACIAS	0	0	No	110 V	
ARQUIMIDES VERA LOOR	0	0	No	110 V	
JOSE PERFECTO QUIROZ	0	0	No	110 V	
DR. NAPOLEON DAVILA CORDOVA	0	0	No	110 V	
ELOY ABAD PINARGOTE VELEZ	0	0	No		
ESCUELA FRANCISCO LOOR SOLO	0	0	No	110 V	
CECILIA Z. DE GARCIA	0	1	No	110 V	
ESCUELA EULICES FIGUEROA CEL	0	0	No	110 V	
RAQUEL INTRIAGO HIDALGO	0	0	No	110 V	
NARANJO EN FLOR	0	0	No	110 V	
ANIBAL ANDRADE SOLORZANO	2	4	No	220 V	
MIGUEL SOLORZANO	0	0	No	110 V	
OSCAR EFREN REYES	0	0	No	110 V	
IGNACIO GARCIA	0	0	No	110 V	
MANUEL MARIA CARVAJAL	0	0	No	110 V	
NELSON SEGURA	0	0	No	110 V	
COLEGIO NACIONAL BARQUERO	2	3	No	110 V	
MORALES ASCAZUBI	1	6	No		220 V
NICOLAS MOREIRA PINO	0	0	No	110 V	
SALUSTIO GILER ALAVA	0	0	No	110 V	
DR. ALFONSO MORA BOWEN	0	1	No	110 V	
EFRAIN VERA MOLINA	0	0	No	220 V	
PEDRO FERMIN CEVALLOS	0	0	No		
DR. OSWALDO CASTRO INTRIAGO	2	7	No	110 V	110 V
ILUSIONES DE JORGITO	0	0	No	110 V	
MARIA MENENDEZ DE ZAMBRANO	0	0	No	110 V	

De las 28 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, 7 tienen computadoras, ninguna acceso a Internet, y 2 no tienen energía eléctrica. Es decir el 7,1% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.7 Parroquia Chone

Tabla. 3.16. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Chone

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFÁSICA	TRIFÁSICA
PEDRO LUCAS BARBERAN	0	0	No		
SANTA MARIANA DE JESUS	4	14	No	220 V	
GOTITA DE ANGEL	0	0	No	110 V	
MANABI	1	12	No	110 V	
MARCO QUINTO ANDRADE	0	1	No	220 V	
JOSE MEJIA LEQUERICA	0	0	No	110 V	
TRAJANO CENTENO RIVADENEIRA	1	2	No	220 V	
JUAN MONTALVO N° 41	1	0	No	220 V	
24 DE JULIO	0	2	No	110 V	
JOSEFA VERA DE ARAY	0	1	No	110 V	
REPUBLICA DE MEXICO	1	17	No	110 V	
COLEGIO NACIONAL AMAZONAS	6	20	Si	110 V	
LEON TOLSTOY	0	3	No	110 V	
JULIA GONZALES	1	0	No	110 V	
ALEIDA BARBERAN DE AVEIGA	0	0	No		
PADRE EDMUNDO GRATH	0	0	No	110 V	
CARMELINA ZAMBRANO DE PONCE	0	0	No	110 V	
ILUSION	0	0	No	110 V	
CLARA LUCIA HIDALGO DE QUIÑON	1	0	No	110 V	
REPUBLICA DE FRANCIA	0	0	No	110 V	
SALOMON NAVIA VILLAVICENCIO	0	0	No		
AURELIO SALAZAR	1	5	No	110 V	
UNIDAD EDUCATIVA EXPERIMENTA	0	0	No	220 V	
RAYMUNDO AVEIGA	8	40	Si	110 V	220 V
MAGALY MASSON DE VALLE CARR	2	14	No	110 V	220 V
LUIS AUGUSTO MENDOZA	0	1	Si	110 V	
PIO ZAMBRANO RIVADENEIRA	0	1	No	110 V	
CHONERITO	0	0	No	110 V	
RAFAEL ARTEAGA MOREIRA	0	0	No	110 V	
EUGENIO ESPEJO	1	10	Si	110 V	220 V
AGUSTO SOLORZANO MOYOS	6	33	Si	110 V	220 V
AUGUSTO SOLORZANO HOYOS	6	36	Si	110 V	220 V
GIL ALBERTO RIVADENEIRA	0	0	No	110 V	
UNE	5	31	Si	110 V	220 V
REPUBLICA DE CHILE	0	0	No	110 V	
BRICEIDA ERAZO DE GUTIERREZ	0	2	No	110 V	
WILSON ALVAEZ	0	0	No	110 V	
MANABI	1	12	No	110 V	
5 DE FEBRERO	0	0	No	110 V	
ANDRES DELGADOP COPPIANO	1	6	No	110 V	
TRAVESURAS	0	0	No	110 V	

SEMILLITAS	0	0	No	110 V	
ANGEL DE LA GUARDA	0	0	No	110 V	
NICOLAS OCTAVIO MOREIRA	0	2	No	110 V	
LOS NARANJOS EN FLOR	1	11	No	110 V	
ANA BERTINA CALDERON	1	3	No	110 V	
AMADOR VERA VERA	1	1	No	110 V	
GONZALO ABAD GRIJALBA	0	0	No	110 V	
ROBERTO DELGADO VALDA	2	1	No	110 V	
JUAN JACOBO ROUSSEAU	0	0	No	110 V	
NORMA PORTOCARRERO	0	0	No	220 V	
SANTA MARIA	0	0	No	110 V	
ORESTE DE ANDRADE	0	1	No	110 V	

De las 53 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, 30 tienen computadoras, 7 acceso a Internet, y 3 no tienen energía eléctrica. Es decir el 5,6% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.8 Parroquia Santa Rita

Tabla. 3.17. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Santa Rita

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFÁSICA	TRIFÁSICA
CIRILO CEDEÑO ZAMBRANO	0	0	No		
CESAR DELGADO ARAY	0	0	No	110 V	
LOS RAIDISTAS	0	0	No	110 V	
AMADOR VERA VERA	0	0	No	110 V	
ANTONIO SARMIENTO	0	0	No	110 V	
JACINTA MOREIRA	0	0	No	110 V	
MERCEDES AVEIGA DE ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
GREGORIO ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
PABLO CHAVARRIA	0	0	No		
BUENOS AIRES	0	0	No		220 V
URBANO QUIROZ MERO	0	0	No		
JEREMIAS VELASQUEZ	0	0	No	110 V	
CARLOS FINLAY	0	0	No	110 V	
SAN ANTONIO	0	0	No	110 V	
SEGUNDO ELI MONTESDEOCA	0	0	No	110 V	
EMILIO HIDALGO	0	0	No	110 V	220 V
OCEANO PACIFICO	0	0	No	110 V	
CAMILO DELGADO BALDA	0	0	No	110 V	
RAMON VILLAMIL MERO	0	0	No	110 V	
SEGUNDA CERVANDA LOOR	0	0	No		
MARCO ANTONIO ARAY	0	0	No	110 V	
LUZ Y ALEGRIA	0	0	No	110 V	
VALENTIN DEL VALLE	0	0	No	110 V	
VICENTE GOVEA SOLORIZANO	0	0	No	110 V	
TIWINTZA	0	0	No		
MIS MAÑANITAS ALEGRES	0	0	No	110 V	
14 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
GLORIA FIGUEROA DE VERA	0	0	No	110 V	
LUIS DUEÑA VERA	0	0	No	110 V	
CAMILO GILER HORMAZA	0	0	No	110 V	
HUMBERTO VELAZQUEZ MACIAS	0	0	No	110 V	
GABRIELA MISTRAL	0	0	No	110 V	
OMAR CHAVARRIA	0	0	No	110 V	
QUINCHE CHAVARRIA DE INTRIAGO	0	0	No	110 V	
EL PUEBLITO	2	9	Si		220 V
YELMO RIVADENEIRA CAICEDO	0	0	No	110 V	
JOSE MERQUIADES ALARCON	0	0	No	110 V	220 V
DELBERT VELASQUEZ	2	8	Si		110 V
1° DE JUNIO	0	0	No	110 V	

MANUEL ACOSTA MERO	0	0	No	110 V	
LEONARDO MESIAS ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
ELVIRA SABANDO DE PICO	0	0	No		
FRANCISCO TAURINO LOPEZ ACO	0	0	No		
UNION ECUATORIANA	0	0	No		
PLUTARCO ARTEAGA	1	0	No	110 V	
ODILON GOMEZ ANDRADE	0	0	No	110 V	
IBARRA N° 2	2	5	No	220 V	
7 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
MANUEL VIDAL CUZME SOSA	0	0	No	110 V	
GUILLERMINA QUIÑONEZ HIDALGO	0	0	No	110 V	
ARTEMIO ARAY VEGA	0	0	No	110 V	
LUZ AVEIGA	0	0	No		
SOLON GARCIS CEDEÑO	0	0	No	110 V	
FRANCISCO GILBERTO BRAVO BAZ	0	0	No	110 V	
CARLOS MARIA CASTRO	0	0	No	110 V	
FLOR MEDRANDA DE CHANCAY	0	0	No	110 V	
ULADISLAD FRILE	0	0	No		
NANCY COLAMARGO	0	0	No	110 V	
SAMUEL ANTONIO CEDEÑO ZAMBR	0	0	No	110 V	
MARIA LUISA MERA	0	0	No	110 V	
FRANCISCO REYNA LOOR	0	0	No	110 V	
FRANCISCO MERA	0	0	No	110 V	
LUIS ZURITA MANZANO	0	0	No	110 V	
TERESA VERA	0	0	No		
SANTA RITHA	2	1	No	110 V	
CAMILO DELGADO BALDA	0	0	No	110 V	
14 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
LA HERMANDAD	0	0	No		
MARINA CASTRO	0	0	No	110 V	
BRAULIO ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
LUZ MARIA PAZMIÑO VERA	0	0	No		
SANTOS CORNEJO	0	0	No	110 V	
PABLO ANDRADE VILLAMIL	0	0	No	110 V	

De las 73 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, 5 tienen computadoras, 2 acceso a Internet, y 13 no tienen energía eléctrica. Es decir el 17,8% de las instituciones de esta parroquia no está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.3.9 Parroquia Canuto

Tabla. 3.18. Infraestructura Eléctrica y de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en Canuto

INSTITUCIÓN	COMPUTADORAS		INTERNET	ENERGIA ELÉCTRICA	
	OFICINAS	AULAS		BIFÁSICA	TRIFÁSICA
ESCUELA MARDONIO VARGAZ VILL	0	0	No	110 V	
COMANDANTE MANUEL MARIA BAF	0	0	No	110 V	
PEDRO PABLO VALDEZ	0	0	No	110 V	
PLUTARCO AMABLE INTRIAGO MO	1	0	No	110 V	
13 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
CARMEN RODRIGUEZ DE GARCIA	0	0	No	110 V	
CAMILO DESTRUGE	0	0	No	110 V	
AB. FRANCISCO ALARCON CEVALL	0	0	No	110 V	
ESCUELA GARCIA MORENO	0	0	No	110 V	
TENIENTE HUGO ORTIZ	0	1	No	110 V	
21 DE NOVIEMBRE	0	0	No	110 V	
JOSE JOAQUIN DE OLMEDO	1	0	No	110 V	
12 DE OCTUBRE	0	0	No	110 V	
26 DE SEPTIEMBRE	0	0	No	110 V	
CARLOS POMERIO ZAMBRANO	3	0	Si	220 V	
5 DE JUNIO	0	2	No	110 V	220 V
28 DE MAYO	0	0	No	110 V	
ALFONSO MORA SEGURA	0	1	No	110 V	
10 DE AGOSTO	0	0	No	110 V	
ELIAS RODRIGUEZ	0	0	No	110 V	
GUIDO GARAY	0	0	No	110 V	
FRANCISCO BIENVENIDO VERA AL	0	0	No	110 V	
6 DE DICIEMBRE	0	0	No	110 V	
RODRIGO CHAVEZ	0	0	No	110 V	
JAIME ROLDOS AGUILERA	0	0	No	110 V	
ELOY FABARA	0	1	No	110 V	
MIGUEL DE CERVANTES	0	1	No	110 V	110 V
13 DE AGOSTO	0	0	No		220 V
POLIVIO LOPEZ PANTA	0	0	No	110 V	
ARSENIO DUEÑAS	0	0	No	110 V	
LUIS CORDERO CRESPO	0	2	No	220 V	
CIRILO ALCIVAR	0	0	No	110 V	
EUGENIO GIL ZAMBRANO	0	0	No	110 V	
JOSE ANTONIO VERA	0	0	No	110 V	

De las 34 instituciones educativas que son parte de esta parroquia, 9 tienen computadoras, una acceso a Internet, y todas tienen energía eléctrica. Es decir el 100% de las instituciones de esta parroquia está en condiciones de acceder a tecnologías de la información y la comunicación.

3.4 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DEMOGRÁFICA DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

3.4.1 Indicadores poblacionales y de nivel de instrucción académica

La población del cantón Chone según el censo realizado por el INEC en el 2001, representa el 9,9% del total de la provincia de Manabí; el 61,3% de su población reside en el Área Rural, y se caracteriza por ser una población joven ya que el 46,1% son menores de 20 años. En la tabla 3.19 se muestra el número de habitantes del cantón Chone:

Tabla. 3.19. Población del cantón Chone

POBLACIÓN DEL CANTÓN CHONE CENSO 2001			
ÁREAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	117.634	58.866	58.768
URBANA	45.526	21.574	23.952
RURAL	72.108	37.292	34.816

En la tabla 3.20 se muestra la distribución de la población del cantón Chone en cada una de sus parroquias, donde se puede apreciar que la parroquia con menor número de habitantes es la parroquia rural Boyaca con 4879 hab., mientras que la de mayor número de habitantes es la parroquia Chone.

Tabla. 3.20. Distribución de la población del cantón Chone según las parroquias

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DEL CANTÓN CHONE, SEGÚN PARROQUIAS			
PARROQUIAS	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
TOTAL	117.634	58.866	58.768
CHONE (URBANO)	45.526	21.574	23.952
ÁREA RURAL	72.108	37.292	34.816
PERIFERIA	22.546	11.575	10.971
BOYACA	4.879	2.595	2.284
CANUTO	9.806	4.970	4.836
CONVENTO	6.158	3.251	2.907
CHIBUNGA	6.512	3.459	3.053
ELOY ALFARO	7.472	3.913	3.559
RICOURTE	8.030	4.107	3.923
SAN ANTONIO	6.705	3.422	3.283

En el cantón Chone, un 53,9% de la población ha recibido un nivel de instrucción primario, accediendo en un mayor porcentaje la población rural con el 61,4% frente a un 42,5% en las zonas urbanas. Por otro lado un 18,3% de los habitantes ha recibido un nivel de instrucción secundario, siendo el área urbana el de mayor concurrencia con un 29,1% frente a un 11,2% del área rural. Mientras que un pequeño porcentaje del 5,9% de la población han accedido a un nivel de instrucción superior, como se indica en la tabla 3.21:

Tabla. 3.21. Población de 5 años y más, según niveles de instrucción

CANTÓN CHONE: POBLACIÓN DE 5 AÑOS Y MÁS, POR SEXO Y ÁREAS, SEGÚN NIVELES DE INSTRUCCIÓN. Censo 2001					
NIVELES DE INSTRUCCIÓN	TOTAL			HOMBRES	MUJERES
	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	TOTAL
TOTAL	103.903	41.097	62.806	51.909	51.994
NINGUNO	11.938	2.341	9.597	6.269	5.669
CENTRO ALFAB.	510	170	340	260	250
PRIMARIO	56.046	17.482	38.564	28.170	27.876
SECUNDARIO	19.025	11.969	7.056	9.249	9.776
POST BACHILLERATO	1086	793	293	437	649
SUPERIOR	6.144	4.981	1.163	2.887	3.257
POSTGRADO	84	71	13	43	41
NO DECLARADO	9.070	3.290	5.780	4.594	4.476

El promedio de años aprobados por la población de 10 años y más (escolaridad media) para el cantón Chone es de 5,7 años, para la población del área urbana es de 7,6 años y para el área rural 4,4 años. Para hombres 5,6 y para mujeres 5,9 años.

3.4.2 Indicadores poblacionales de Instituciones Educativas

El presente proyecto pretende aportar al desarrollo de la educación de este cantón, mejorando el acceso a la información de 24202 estudiantes pertenecientes a 287 instituciones educativas seleccionadas para que conformen la red comunitaria, dándoles herramientas modernas de aprendizaje, a través de tecnologías de la información y comunicación como computadoras, Internet, etc.

El FODETEL para la realización del proyecto entregará una computadora por cada 25 alumnos en las diferentes instituciones educativas que conformarán la red, con lo que se entregará un total de 898 computadoras en todo el cantón.

A cada una de las instituciones educativas se les ha asignado un código con el propósito de organizarles, e identificarles con mayor facilidad dentro de la red. Este código es alfanumérico donde las tres primeras letras corresponden al nombre de la parroquia, y el número que le sigue al orden que le corresponde dentro de las instituciones de la parroquia; a demás tienen un color distintivo. A continuación se presentan los códigos de las nueve parroquias que conforman el cantón Chone:

Tabla. 3.22. Códigos de las parroquias del cantón Chone

PARROQUIA	CÓDIGO	COLOR
CHIBUNGA	CHI1	AMARILLO
CONVENTO	CON1	ROSA
ELOY ALFARO	ELO1	VERDE
BOYACA	BOY1	NARANJA
RICAURTE	RIC1	AZUL
SAN ANTONIO	SAN1	MARRÓN
CHONE	CH1	CYAN
SANTA RITA	RIT1	AMARILLO CLARO
CANUTO	CAN1	GRIS

El número de alumnos que estudian en las 287 instituciones educativas que conformarán la red, según el nivel de instrucción esta dividida de la siguiente manera: 632 alumnos están en un nivel de instrucción Inicial, 20367 alumnos se encuentran en un nivel de instrucción primario (EGB), y 3203 alumnos un nivel de instrucción de Bachillerato.

Con el fin de indicar el número de alumnos, nivel de instrucción, el número de computadoras que se les serán asignadas³⁰ y el código que les corresponde a cada una de las instituciones educativas del cantón. Se presenta a continuación

³⁰ Los establecimientos educativos que no tengan computadoras asignadas, corresponden a aquellas que no poseen energía eléctrica.

de manera detallada cada uno de estos indicadores según la parroquia a la que pertenece cada una de las instituciones:

3.4.2.1 Parroquia Chibunga

Tabla. 3.23. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Chibunga

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
CHI1	LUZ DE AMERICA	6	35	0	41	1
CHI2	26 DE ENERO	0	35	0	35	1
CHI3	FRANK VARGAS PAZZOS	0	161	0	161	6
CHI4	22 DE AGOSTO	0	57	0	57	2
CHI5	2 DE AGOSTO	0	23	0	23	0
CHI6	NUEVA FUNDACION	2	22	0	24	1
CHI7	FEDERICO GONZALEZ SUAREZ	0	40	0	40	1
CHI8	LIBERTADOR SIMON BOLIVAR	0	36	0	36	0
CHI9	SIN NOMBRE	0	43	0	43	0
CHI10	SIN NOMBRE	0	0	0	0	0
CHI11	LOYOLA ZAMBRANO ZAMBRANO	0	56	0	56	0
CHI12	SIMON SILVINO ROSADO	17	97	0	114	4
CHI13	MANUEL DE JESUS REAL	0	46	0	46	1
CHI14	4 DE AGOSTO	0	17	0	17	1
CHI15	12 DE MARZO	0	57	0	57	2
CHI16	EMANUEL	0	10	0	10	0
CHI17	ISIDRO JARAMILLO RODRIGUEZ	0	77	0	77	0

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Chibunga, que serán parte de la red, suman un total de 592; de los cuales el 4,2% esta en un nivel de instrucción inicial, y el 95,7% en un nivel de instrucción primaria. A esta parroquia se les asignará un total de 20 computadoras.

3.4.2.2 Parroquia Convento

Tabla. 3.24. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Convento

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
CON1	12 DE OCTUBRE	0	35	0	35	1
CON2	HORACIO HIDROVO PEÑAHERRER	0	19	0	19	1
CON3	MAMA ANA	13	0	0	13	1
CON4	CAMILO PONCE ENRRIQUE	16	47	0	63	2
CON5	PEDRO PEÑA BRAVO	0	20	0	20	1
CON6	ABDON CALDERON	0	16	0	16	1
CON7	DR. RAFAEL PAVON MEJIA	0	10	0	10	1
CON8	NUEVAS TRAVESURAS	0	29	0	29	1
CON9	RAMON ANTONIO CUSME	0	30	0	30	1
CON10	MARIA CRISTINA ALCIVAR GARCIA	11	37	0	48	0
CON11	MARIA MAGDALENA MENENDES	0	19	0	19	1
CON12	ANGELA BOLIVIA CHICA GUERRER	0	22	0	22	1
CON13	9 DE OCTUBRE	0	17	0	17	1
CON14	RICARDO CHAVEZ MACIAS	0	21	0	21	1
CON15	MARIA NICOLAZA VERA DE PALMA	0	28	0	28	1
CON16	JOSE DECALVCHE	0	42	0	42	1
CON17	PEDRO VICENTE MALDONADO	0	34	0	34	1
CON18	RAMON GILER VEGA	0	39	0	39	1
CON19	WILFRIDO LEONIDAS PINARGOTE	5	32	0	37	1
CON20	2 DE OCTUBRE	0	25	0	25	1
CON21	REBECA SOCORRO VALENCIA	0	17	0	17	1
CON22	ISIDRO MENDOZA NAVARRETE	0	20	0	20	1
CON23	VICENTE CEVALLOS	0	23	0	23	0
CON24	SAN AGUSTIN	0	18	0	18	1
CON25	OSWALDO NUNEZ BENALCAZAR	0	43	0	43	1
CON26	RIO JAMA	0	42	0	42	1
CON27	DOCTOR JOSE MARIA EGAS	0	150	102	252	10
CON28	JOSE MARIA VELASCO IBARRA	0	236	0	236	9

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Convento, que serán parte de la red, suman un total de 1147; de los cuales el 3% esta en un nivel de instrucción inicial, el 88,14% en un nivel de instrucción primaria, y el 8,89% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 44 computadoras.

3.4.2.3 Parroquia Eloy Alfaro

Tabla. 3.25. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Eloy Alfaro

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
ELO1	ELOY ALFARO	28	0	0	28	1
ELO2	GLORIA VELASQUEZ DE FALLU	0	33	0	33	1
ELO3	TRAJANO VITERI MEDRANDA	0	55	0	55	2
ELO4	SONIA EDITH CUADROS VERA	0	24	0	24	1
ELO5	PUBLICO FALCONI PAZMIÑO	0	29	0	29	1
ELO6	30 DE NOVIEMBRE	0	70	0	70	2
ELO7	JUSMILE CASTILLO DE CUZMAN	0	43	0	43	1
ELO8	CAYAMBE	0	169	0	169	6
ELO9	CRISTOBAL COLOR	0	40	0	40	1
ELO10	PASCASIO FLORES DE VALGAS	0	103	0	103	4
ELO11	MAURO ARTEAGA	0	23	0	23	1
ELO12	MARIANO ANDRADE	0	18	0	18	0
ELO13	REPUBLICA DE PANAMA	0	94	0	94	3
ELO14	RAFAEL CRUZ CEVALLOS	0	39	0	39	1
ELO15	LUIS MARIA PINTO	2	14	0	16	1
ELO16	SANTA ROSA	0	72	0	72	2
ELO17	ZIRZA FLORES DE VARGAS	0	12	0	12	0
ELO18	ROSA FREILE ESPINEL	0	32	0	32	1
ELO19	BUENOS AIRES	0	34	0	34	1
ELO20	JOSE LUIS ZAMBRANO	0	31	0	31	1
ELO21	BAJO EL CIELO DE AMERICA	0	21	0	21	1
ELO22	MANUEL CASTILLO HIDALGO	0	37	34	71	2
ELO23	JAENZ RAFAEL VELEZ	12	0	0	12	1
ELO24	PLINIO CUADROS SANTOS	0	40	0	40	1
ELO25	PLUTARCO JULIO GOMEZ	0	23	0	23	1
ELO26	AMADOR VERA VERA (PRIMARIA)	0	15	0	15	1
ELO27	JOSE VIDAL IDROVO MOREIRA	0	51	0	51	2
ELO28	SAN NICOLAS	0	58	0	58	2
ELO29	GRAL.ELOY ALFARO	0	69	0	69	2
ELO30	ANGUSTIA ARAGUNDI	0	58	0	58	2

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Eloy Alfaro, que serán parte de la red, suman un total de 1353; de los cuales el 3,1% esta en un nivel de instrucción inicial, el 94,38% en un nivel de instrucción primaria, y el 2,51% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 46 computadoras.

3.4.2.4 Parroquia Boyaca

Tabla. 3.26. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Boyaca

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
BOY1	CRISTOBAL COLON	0	66	0	66	2
BOY2	SUSANA TORRES VERDUGA	10	30	0	40	1
BOY3	JUAN CRUZ AIZPRUA	0	115	70	185	7
BOY4	GLORIA JARRE DE VERA	0	47	0	47	1
BOY5	CANTON ALVAREZ	0	22	0	22	1
BOY6	BOLIBAR MOREIRA	7	17	0	24	1
BOY7	5 DE MAYO	1	66	0	67	2
BOY8	NICOLAS ZAMBRANO ALCIVAR	0	15	0	15	1
BOY9	SAN RAMON	0	60	0	60	2
BOY10	ORIENTE ECUATORIANO	0	55	0	55	2
BOY11	ROSA BARBERAN DE ZAMBRANO	0	39	0	39	1
BOY12	JUAN LEON MERA	0	59	0	59	2
BOY13	LUIS VARGAZ TORRES	3	9	0	12	1
BOY14	FEDERICO BRAVO BAZURTO	0	27	0	27	1
BOY15	CORONEL RAMOS IDUARTE	85	0	0	85	3
BOY16	JUAN CRUZ AIZANVA	0	14	0	14	0
BOY17	ISIDRO MENDOZA NAVARRATE	0	44	0	44	1
BOY18	BOYACA 48	0	108	0	108	4
BOY19	MAARIA MAGDALENA CEVALLOS A	0	25	0	25	1
BOY20	NUESTROS CAMINOS	0	37	0	37	1
BOY21	VICTOR TAPIA OÑATE	0	32	0	32	1
BOY22	JOSE LAURIANO ALCIVAR	0	36	0	36	1

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Boyaca, que serán parte de la red, suman un total de 1085; de los cuales el 9,76% esta en un nivel de instrucción inicial, el 83,75% en un nivel de instrucción primaria, y el 6,45% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 37 computadoras.

3.4.2.5 Parroquia Ricaurte

Tabla. 3.27. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Ricaurte

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
RIC1	DELFIGIO ARTEAGA ANDRADE	0	8	0	8	1
RIC2	FRANKLIN VERDUGA LOOR	0	15	0	15	1
RIC3	ESCUELA VICTOR MUÑOZ	0	27	0	27	1
RIC4	FRANCISCO ZAMBRANO LOOR	0	51	0	51	2
RIC5	PEDRO TOBIA ZAMBRANO VERA	0	53	41	94	3
RIC6	ILEANA ESPINEL	0	44	0	44	1
RIC7	AGUSTIN AVEIGA	0	54	0	54	2
RIC8	ELIO SANTO MACAY	0	38	0	38	1
RIC9	ESCUELA JAIME CUSTODIO LOOR	0	59	0	59	2
RIC10	COLON ARTEAGA GARCIA	0	95	53	148	5
RIC11	EUGENIO ESPEJO	0	95	0	95	3
RIC12	JAIME RODRIGUES CASTILLO	0	31	0	31	1
RIC13	BENITO SANTO MACAY	0	33	0	33	1
RIC14	RAIDISTA CHONSENSE	0	14	0	14	1
RIC15	25 DE DICIEMBRE	0	36	0	36	1
RIC16	ESC.MANUELA CANIZAREZ	0	69	0	69	2
RIC17	MI PEQUENO MUNDO	0	17	0	17	1
RIC18	JUAN DE DIOS ZAMBRANO	0	33	0	33	1
RIC19	DIGNA INTRIAGON DE ARTEAGA	0	76	0	76	3
RIC20	MANUEL MARIA ZAMBRANO	0	50	0	50	2
RIC21	ALBERTO VILLACRECES GARCES	0	10	0	10	1
RIC22	ANTONIO JOSE DE SUCRE	1	13	0	14	0
RIC23	ABRAHAN GREGORIO LOOR	0	25	0	25	1
RIC24	ESCUELA DR.AMADEO AIZPRUA PA	0	16	0	16	0
RIC25	ESCUELA FISCAL DOLORES ALVAR	0	56	0	56	2
RIC26	OSWALDO SCHNABEL MARQUEZ	0	30	0	30	1
RIC27	FODICRA PAVON	2	2	0	4	1
RIC28	ALBERTO SEGOVIA PEREZ	0	7	0	7	1
RIC29	AURORA DELGADO	3	26	0	29	1
RIC30	ZAIDA QUIÑONEZ DE HERNANDEZ	9	39	0	48	1
RIC31	OLTAVIANO INTRIAGO	0	34	0	34	1
RIC32	EUCLIDES ANDRADE VERA	0	19	0	19	1
RIC33	ENSUEÑOS	0	21	0	21	1
RIC34	PETRA VERDUGA DE ALCIVAR	0	88	0	88	3

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Ricaurte, que serán parte de la red, suman un total de 1363; de los cuales el 1% esta en un nivel de instrucción inicial, el 92,1% en un nivel de instrucción primaria, y el 6,89% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 50 computadoras.

3.4.2.6 Parroquia San Antonio

Tabla. 3.28. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia San Antonio

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
SAN1	MORENO ANDRADE ALCIVAR	0	50	0	50	2
SAN2	MORALES ASCAZUBI	0	20	0	20	1
SAN3	TRINO ORTELIO VERA MACIAS	4	39	0	43	1
SAN4	ARQUIMIDES VERA LOOR	0	29	0	29	1
SAN5	JOSE PERFECTO QUIROZ	0	93	0	93	3
SAN6	DR. NAPOLEON DAVILA CORDOVA	0	39	0	39	1
SAN7	ELOY ABAD PINARGOTE VELEZ	8	21	0	29	0
SAN8	ESCUELA FRANCISCO LOOR SOLO	0	53	0	53	2
SAN9	CECILIA Z. DE GARCIA	0	8	0	8	1
SAN10	ESCUELA EULICES FIGUEROA CEL	0	24	0	24	1
SAN11	RAQUEL INTRIAGO HIDALGO	0	65	0	65	2
SAN12	NARANJO EN FLOR	1	31	0	32	1
SAN13	ANIBAL ANDRADE SOLORZANO	0	61	44	105	4
SAN14	MIGUEL SOLORZANO	0	60	0	60	2
SAN15	OSCAR EFREN REYES	0	148	0	148	5
SAN16	IGNACIO GARCIA	0	6	0	6	1
SAN17	MANUEL MARIA CARVAJAL	2	34	0	36	1
SAN18	NELSON SEGURA	0	28	0	28	1
SAN19	COLEGIO NACIONAL BARQUERO	1	58	0	59	2
SAN20	MORALES ASCAZUBI	0	165	0	165	6
SAN21	NICOLAS MOREIRA PINO	0	58	0	58	2
SAN22	SALUSTIO GILER ALAVA	0	44	0	44	1
SAN23	DR. ALFONSO MORA BOWEN	0	45	0	45	1
SAN24	EFRAIN VERA MOLINA	0	45	0	45	1
SAN25	PEDRO FERMIN CEVALLOS	0	28	0	28	0
SAN26	DR. OSWALDO CASTRO INTRIAGO	0	226	107	333	13
SAN27	ILUSIONES DE JORGITO	10	0	0	10	1
SAN28	MARIA MENENDEZ DE ZAMBRANO	0	60	0	60	2

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia San Antonio, que serán parte de la red, suman un total de 1658; de los cuales el 1,1% esta en un nivel de instrucción inicial, el 89,8% en un nivel de instrucción primaria, y el 9,1% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 59 computadoras.

3.4.2.7 Parroquia Chone

Tabla. 3.29. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Chone

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
CH1	PEDRO LUCAS BARBERAN	0	89	0	89	0
CH2	SANTA MARIANA DE JESUS	27	272	0	299	11
CH3	GOTITA DE ANGEL	3	15	0	18	1
CH4	MANABI	0	372	0	372	14
CH5	MARCO QUINTO ANDRADE	0	39	0	39	1
CH6	JOSE MEJIA LEQUERICA	0	43	0	43	1
CH7	TRAJANO CENTENO RIVADENEIRA	0	155	0	155	6
CH8	JUAN MONTALVO N° 41	0	376	0	376	15
CH9	24 DE JULIO	20	260	0	280	11
CH10	JOSEFA VERA DE ARAY	0	76	0	76	3
CH11	REPUBLICA DE MEXICO	0	521	0	521	20
CH12	COLEGIO NACIONAL AMAZONAS	0	865	264	1129	45
CH13	LEON TOLSTOY	0	96	0	96	3
CH14	JULIA GONZALES	0	206	0	206	8
CH15	ALEIDA BARBERAN DE AVEIGA	0	27	0	27	0
CH16	PADRE EDMUNDO GRATH	0	81	0	81	3
CH17	CARMELINA ZAMBRANO DE PONCE	0	13	0	13	1
CH18	ILUSION	6	14	0	20	1
CH19	CLARA LUCIA HIDALGO DE QUIÑON	0	67	0	67	2
CH20	REPUBLICA DE FRANCIA	0	140	0	140	5
CH21	SALOMON NAVIA VILLAVICENCIO	0	80	0	80	0
CH22	AURELIO SALAZAR	0	257	0	257	10
CH23	UNIDAD EDUCATIVA EXPERIMENTA	0	421	190	611	24
CH24	RAYMUNDO AVEIGA	0	688	544	1232	49
CH25	MAGALY MASSON DE VALLE CARR	0	177	244	421	16
CH26	LUIS AUGUSTO MENDOZA	0	15	0	15	1
CH27	PIO ZAMBRANO RIVADENEIRA	0	76	0	76	3
CH28	CHONERITO	0	9	0	9	1
CH29	RAFAEL ARTEAGA MOREIRA	0	30	0	30	1
CH30	EUGENIO ESPEJO	0	183	0	183	7

CH31	AGUSTO SOLORZANO MOYOS	0	70	106	176	7
CH32	AUGUSTO SOLORZANO HOYOS	0	259	593	852	34
CH33	GIL ALBERTO RIVADENEIRA	0	224	0	224	8
CH34	UNE	0	438	404	842	33
CH35	REPUBLICA DE CHILE	0	154	0	154	6
CH36	BRICEIDA ERAZO DE GUTIERREZ	24	6	0	30	1
CH37	WILSON ALVAEZ	0	25	0	25	1
CH38	MANABI	0	370	0	370	14
CH39	5 DE FEBRERO	0	96	0	96	3
CH40	ANDRES DELGADOP COPPIANO	0	162	0	162	6
CH41	TRAVESURAS	30	0	0	30	1
CH42	SEMILLITAS	3	16	0	19	1
CH43	ANGEL DE LA GUARDA	24	19	0	43	1
CH44	NICOLAS OCTAVIO MOREIRA	0	41	0	41	1
CH45	LOS NARANJOS EN FLOR	1	89	0	90	3
CH46	ANA BERTINA CALDERON	0	82	0	82	3
CH47	AMADOR VERA VERA	0	30	0	30	1
CH48	GONZALO ABAD GRIJALBA	55	42	0	97	3
CH49	ROBERTO DELGADO VALDA	20	390	0	410	16
CH50	JUAN JACOBO ROUSSEAU	0	40	0	40	1
CH51	NORMA PORTOCARRERO	0	13	0	13	1
CH52	SANTA MARIA	0	64	0	64	2
CH53	ORESTE DE ANDRADE	10	64	0	74	2

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Chone, que serán parte de la red, suman un total de 10729; de los cuales el 2,1% esta en un nivel de instrucción inicial, el 76,1% en un nivel de instrucción primaria, y el 21,8% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 412 computadoras.

3.4.2.8 Parroquia Santa Rita

Tabla. 3.30. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia SantaRita

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
RIT1	CIRILO CEDEÑO ZAMBRANO	0	39	0	39	0
RIT2	CESAR DELGADO ARAY	0	121	0	121	4
RIT3	LOS RAIDISTAS	9	0	0	9	1
RIT4	AMADOR VERA VERA	0	43	0	43	1
RIT5	ANTONIO SARMIENTO	0	9	0	9	1
RIT6	JACINTA MOREIRA	38	0	0	38	1
RIT7	MERCEDES AVEIGA DE ZAMBRANO	0	66	0	66	2
RIT8	GREGORIO ZAMBRANO	0	39	0	39	1
RIT9	PABLO CHAVARRIA	0	45	0	45	0
RIT10	BUENOS AIRES	0	57	0	57	2
RIT11	URBANO QUIROZ MERO	0	17	0	17	0
RIT12	JEREMIAS VELASQUEZ	0	87	0	87	3
RIT13	CARLOS FINLAY	9	45	0	54	2
RIT14	SAN ANTONIO	0	60	0	60	2
RIT15	SEGUNDO ELI MONTESDEOCA	0	15	0	15	1
RIT16	EMILIO HIDALGO	0	40	0	40	1
RIT17	OCEANO PACIFICO	0	58	0	58	2
RIT18	CAMILO DELGADO BALDA	0	30	0	30	1
RIT19	RAMON VILLAMIL MERO	0	22	0	22	1
RIT20	SEGUNDA CERVANDA LOOR	0	24	0	24	0
RIT21	MARCO ANTONIO ARAY	0	29	0	29	1
RIT22	LUZ Y ALEGRIA	0	17	0	17	1
RIT23	VALENTIN DEL VALLE	0	28	0	28	1
RIT24	VICENTE GOVEA SOLORZANO	0	53	0	53	2
RIT25	TIWINTZA	0	80	0	80	0
RIT26	MIS MAÑANITAS ALEGRES	0	10	0	10	1
RIT27	14 DE AGOSTO	18	0	0	18	1
RIT28	GLORIA FIGUEROA DE VERA	13	43	0	56	2
RIT29	LUIS DUEÑA VERA	0	13	0	13	1
RIT30	CAMILO GILER HORMAZA	0	289	0	289	11
RIT31	HUMBERTO VELAZQUEZ MACIAS	0	96	0	96	3
RIT32	GABRIELA MISTRAL	0	133	0	133	5
RIT33	OMAR CHAVARRIA	0	59	0	59	2
RIT34	QUINCHE CHAVARRIA DE INTRIAGO	0	45	0	45	1
RIT35	EL PUEBLITO	0	76	60	136	5
RIT36	YELMO RIVADENEIRA CAICEDO	0	187	0	187	7
RIT37	JOSE MERQUIADES ALARCON	0	126	0	126	5
RIT38	DELBERT VELASQUEZ	0	63	51	114	4
RIT39	1° DE JUNIO	48	0	0	48	1

RIT40	MANUEL ACOSTA MERO	17	54	0	71	2
RIT41	LEONARDO MESIAS ZAMBRANO	0	87	0	87	3
RIT42	ELVIRA SABANDO DE PICO	0	50	0	50	0
RIT43	FRANCISCO TAURINO LOPEZ ACOS	0	28	0	28	0
RIT44	UNION ECUATORIANA	0	13	0	13	0
RIT45	PLUTARCO ARTEAGA	9	181	0	190	7
RIT46	ODILON GOMEZ ANDRADE	0	156	79	235	9
RIT47	IBARRA Nº 2	0	436	0	436	17
RIT48	7 DE AGOSTO	0	16	0	16	1
RIT49	MANUEL VIDAL CUZME SOSA	0	28	0	28	1
RIT50	GUILLERMINA QUIÑONEZ HIDALGO	0	36	0	36	1
RIT51	ARTEMIO ARAY VEGA	0	26	0	26	1
RIT52	LUZ AVEIGA	0	8	0	8	0
RIT53	SOLON GARCIS CEDEÑO	0	14	0	14	1
RIT54	FRANCISCO GILBERTO BRAVO BAZ	0	53	0	53	2
RIT55	CARLOS MARIA CASTRO	0	60	0	60	2
RIT56	FLOR MEDRANDA DE CHANCAY	0	25	0	25	1
RIT57	ULADISLAD FRILE	0	23	0	23	0
RIT58	NANCY COLAMARGO	0	34	0	34	1
RIT59	SAMUEL ANTONIO CEDEÑO ZAMBRANO	0	19	0	19	1
RIT60	MARIA LUISA MERA	0	24	0	24	1
RIT61	FRANCISCO REYNA LOOR	0	12	0	12	1
RIT62	FRANCISCO MERA	0	45	0	45	1
RIT63	LUIS ZURITA MANZANO	0	6	0	6	1
RIT64	TERESA VERA	0	10	0	10	0
RIT65	SANTA RITHA	0	61	0	61	2
RIT66	CAMILO DELGADO BALDA	0	168	0	168	6
RIT67	14 DE AGOSTO	0	69	0	69	2
RIT68	LA HERMANDAD	0	9	0	9	0
RIT69	MARINA CASTRO	0	9	0	9	1
RIT70	BRAULIO ZAMBRANO	0	49	0	49	1
RIT71	LUZ MARIA PAZMIÑO VERA	0	12	0	12	0
RIT72	SANTOS CORNEJO	0	33	0	33	1
RIT73	PABLO ANDRADE VILLAMIL	0	13	0	13	1

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Santa Rita, que serán parte de la red, suman un total de 4024; de los cuales el 4% esta en un nivel de instrucción inicial, el 91,3% en un nivel de instrucción primaria, y el 4,72% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 148 computadoras.

3.4.2.9 Parroquia Canuto

Tabla. 3.31. Densidad de estudiantes según el nivel de instrucción en la parroquia Canuto

COD	INSTITUCIÓN	NUMERO DE ALUMNOS				COMPUTADORAS ASIGNADAS
		INI	EGB	BAC	TOT	
CAN1	ESCUELA MARDONIO VARGAZ VILL	0	86	0	86	3
CAN2	COMANDANTE MANUEL MARIA BAF	0	26	0	26	1
CAN3	PEDRO PABLO VALDEZ	0	28	0	28	1
CAN4	PLUTARCO AMABLE INTRIAGO MO	0	115	0	115	4
CAN5	13 DE AGOSTO	0	24	0	24	1
CAN6	CARMEN RODRIGUEZ DE GARCIA	0	34	0	34	1
CAN7	CAMILO DESTRUGE	0	30	0	30	1
CAN8	AB. FRANCISCO ALARCON CEVALL	0	22	0	22	1
CAN9	ESCUELA GARCIA MORENO	0	22	0	22	1
CAN10	TENIENTE HUGO ORTIZ	0	28	0	28	1
CAN11	21 DE NOVIEMBRE	0	53	0	53	2
CAN12	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO	0	42	0	42	1
CAN13	12 DE OCTUBRE	0	21	0	21	1
CAN14	26 DE SEPTIEMBRE	0	112	0	112	4
CAN15	CARLOS POMERIO ZAMBRANO	0	196	172	368	14
CAN16	5 DE JUNIO	0	194	0	194	7
CAN17	28 DE MAYO	0	111	0	111	4
CAN18	ALFONSO MORA SEGURA	0	35	0	35	1
CAN19	10 DE AGOSTO	0	21	0	21	1
CAN20	ELIAS RODRIGUEZ	0	67	0	67	2
CAN21	GUIDO GARAY	0	16	0	16	1
CAN22	FRANCISCO BIENVENIDO VERA AL	0	29	0	29	1
CAN23	6 DE DICIEMBRE	0	19	0	19	1
CAN24	RODRIGO CHAVEZ	0	25	0	25	1
CAN25	JAIME ROLDOS AGUILERA	0	41	0	41	1
CAN26	ELOY FABARA	0	46	0	46	1
CAN27	MIGUEL DE CERVANTES	0	41	0	41	1
CAN28	13 DE AGOSTO	0	60	45	105	4
CAN29	POLIVIO LOPEZ PANTA	0	108	0	108	4
CAN30	ARSENIO DUEÑAS	0	67	0	67	2
CAN31	LUIS CORDERO CRESPO	0	200	0	200	8
CAN32	CIRILO ALCIVAR	0	96	0	96	3
CAN33	EUGENIO GIL ZAMBRANO	9	4	0	13	1
CAN34	JOSE ANTONIO VERA	0	6	0	6	1

Los alumnos que estudian en las diferentes instituciones educativas de la parroquia Canuto, que serán parte de la red, suman un total de 2251; de los cuales el 0,4% esta en un nivel de instrucción inicial, el 90% en un nivel de instrucción primaria, y el 9,6% se encuentra en un nivel de instrucción de bachillerato. A esta parroquia se les asignará un total de 82 computadoras.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA DE TELECOMUNICACIONES

4.1 CRITERIO DE DISEÑO DE LA RED COMUNITARIA

El criterio de diseño de la red comunitaria, es el de usar tecnología inalámbrica tanto para la red troncal como para la red de distribución, debido a que la mayoría de centros educativos que conformarán la red, se encuentran ubicados en zonas rurales donde la orografía es irregular, con un estrato arbóreo disperso y por donde transitan varios ríos. Por lo que la implementación de otro tipo de tecnología resultaría más complicado llevarlo a cabo y con costos más elevados. Dentro de los diferentes tipos de tecnologías inalámbricas existentes se propone la utilización de los estándares IEEE 802.11g (para zonas rurales) e IEEE 802.11a (para zonas urbanas), debido a que con estos estándares se pueden realizar radioenlaces de varios kilómetros a tasas de transmisión de hasta 54 Mbps, operando en bandas no licenciadas como la ISM y UNII, con equipos de radiocomunicación que presentan precios convenientes en el mercado. Lo que le vuelve en conjunto una solución fácil de implementar, de bajo costo, que brinda modularidad y un buen desempeño a la red.

Para el diseño de la red comunitaria se propone la conformación de varias redes de distribución fijo inalámbricas, configuradas bajo una topología de tipo infraestructura; donde cada nodo inalámbrico central permita el acceso a la red, al mayor número de instituciones educativas que las condiciones técnicas y topográficas lo permitan. Los nodos inalámbricos centrales de cada red de distribución también formarán parte de una red troncal inalámbrica, la cual se basará en una configuración de enlaces punto a punto para transportar toda la información que gestione la red en su conjunto, y proporcionará los servicios de telecomunicaciones que esta requiera.

La red se diseñará para operar en la banda ISM en el rango de frecuencias de 2400 a 2485 Mhz para zonas rurales del cantón tanto en la red troncal que utilizará el canal 1, así como en las redes de distribución que utilizarán los canales 6 y 11. En las zonas urbanas que se encuentran ubicadas en las parroquias de Chone, parte de Santa Rita y San Antonio, se operará en la segunda banda UNII en el rango de frecuencias de 5250 a 5350 Mhz, tanto en la red troncal que usará el canal 60, así como en las redes de distribución que usarán los canales 52, 56 y 64; con el fin de evitar interferencias con otros sistemas que operen en la banda ISM que se encuentren cercanos a las instituciones educativas.

Se ha optado por trabajar en estas bandas ya que no necesitan licencia para su uso, lo que rebaja el costo de operación de la red. A demás en el mercado se encuentra una gran variedad de equipos que trabajan a estas frecuencias, en diferentes fabricantes; lo que hace posible la adquisición de buenos equipos a precios convenientes.

4.2 MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN

El modelo de propagación de la señal de radio que se usará para calcular y simular los diferentes radioenlaces existentes en la red troncal y en las redes de distribución será el Modelo del Terreno Irregular de Longley – Rice (ITM por sus siglas en inglés); el cual está basado en el análisis estadístico de las características del terreno y de los parámetros del radio enlace, prediciendo la atenuación media de la misma en función de la distancia y de la variabilidad de la señal en el espacio y en el tiempo. Este modelo de propagación es tomado en cuenta por permitir la modelación de un sistema en un rango amplio de frecuencias que va desde los 20 Mhz hasta los 20 Ghz sobre diferentes tipos de terreno; lo que se acopla al criterio de diseño de operar en la banda ISM y UNII en zonas que en su mayoría son rurales.

Como herramienta de diseño se utilizará el software gratuito Radio Mobile 9.3.5, el cual para simular sistemas de radiocomunicación fijos y móviles utiliza el algoritmo Longley – Rice en cálculos de propagación de señales radioeléctricas.

Este software permite crear y simular redes en diferentes topologías como master/slave, punto a punto y punto a multipunto, con distintos tipos de estaciones que pueden ser fijas o móviles. Mediante herramientas CAD se puede predecir la cobertura de un sistema de radio; también se puede construir el perfil de un enlace de radio entre dos puntos conocidos de forma digital, utilizando los datos de elevaciones obtenidos a partir de modelos digitales de terreno (DTM); lo que ayuda a verificar la existencia de línea de vista entre esos puntos.

Además una vez trazado el perfil del enlace, el programa calcula las pérdidas de propagación que se tengan en el trayecto del enlace, el peor despeje de la primera zona de Fresnel, el PIRE de los transmisores, el nivel de señal que llega al receptor, el margen de recepción, etc. Datos importantes proporcionados por el simulador que ayudan al diseñador a verificar el comportamiento de una red y la viabilidad de los radioenlaces.

En el cálculo de los enlaces de radio y la simulación de los mismos, se necesita especificar ciertos parámetros de tipo topográficos, climatológicos y técnicos, para poder modelar el comportamiento de la red, los mismos que se explican a continuación:

4.2.1 Parámetros Topográficos

Los parámetros topográficos que hay que tomar en cuenta son la refractividad de la superficie terrestre, la conductividad del terreno, y la permitividad relativa del terreno.

- **Refractividad de la Superficie Terrestre (N_s):** Este parámetro está relacionado con la curvatura efectiva de la tierra (con el factor K), mediante la relación $N_s = 179.3 * Ln\left[\frac{1}{0.0466665} \left(1 - \frac{1}{K}\right)\right]$ (N – unidades).

Para valores de K menores de 1 la tierra parece sobresalir e interponerse al trayecto más que en el caso de K=1 (tierra real); en cambio cuando K es superior a la unidad la curvatura efectiva es menor, dando un efecto

que se denomina “aplanamiento de la tierra”. El factor K varía con respecto a la estación del año y a la longitud geográfica, donde se tienen como valores típicos de K para zonas frías entre (6/5 y 4/3), para zonas cálidas entre (4/3 y 2/3) y para zonas templadas 4/3. Por lo que para el caso de la ubicación geográfica y el clima del cantón Chone se asumirá un factor K de 4/3, que corresponde a un valor de $N_s = 301$ (unidades – N).

- **Conductividad del Terreno:** La conductividad eléctrica de un medio, se define como la capacidad que tiene el medio para conducir la corriente eléctrica. La unidad de conductividad eléctrica es el Siemens/cm. Valores típicos de la conductividad del suelo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla. 4.1. Valores típicos de conductividad del terreno

Tipo de Terreno	Conductividad del Terreno (S/m)
Terreno de Calidad Media	0,005
Terreno Pobre	0,001
Terreno Bueno	0,02
Agua Dulce	0,01
Agua Marina	5

Se considerará como terreno de calidad media, al que existe en el cantón; por lo que se usará una conductividad del terreno de 0,005 (S/m).

- **Permitividad Relativa del Terreno:** Es una cantidad adimensional, resultado de la relación existente entre la permitividad de cualquier dieléctrico y la permitividad del vacío. Valores típicos de la permitividad relativa del terreno se muestran a continuación:

Tabla. 4.2. Valores típicos de permitividad del terreno

Tipo de Terreno	Permitividad del Terreno
Terreno de Calidad Media	15
Terreno Pobre	4
Terreno Bueno	25
Agua Dulce	25
Agua Marina	25

Tomando en consideración el criterio del apartado anterior, se usará una permitividad del terreno de 15.

4.2.2 Parámetros Climatológicos

El modelo (ITM) de Longley – Rice ha dividido al mapa mundial en regiones climáticas para estimar la variabilidad del tiempo como son: templado continental, marítimo templado sobre tierra, marítimo templado sobre el mar, marítimo subtropical sobre tierra, marítimo subtropical sobre el mar, desierto, ecuatorial, y continental subtropical.

De acuerdo a la ubicación geográfica y según el modelo ITM, al cantón Chone le correspondería el clima Ecuatorial; el cual puede ser apreciado desde los 20° de latitud norte hasta los 20° de latitud sur y se caracteriza por fuertes lluvias y elevadas temperaturas comúnmente en verano.

4.2.3 Parámetros Técnicos

En un radioenlace se identifican varios parámetros vistos desde el lado del transmisor, desde el lado de la trayectoria de la señal y desde el lado del receptor como son los siguientes:

Transmisor

- Potencia del equipo de radio [dBm]
- Ganancia de la Antena [dBi]
- Pérdidas en la alimentación [dB]

Trayectoria de la señal

- Pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal

Receptor

- Sensibilidad del equipo de radio [dBm]
- Ganancia de la Antena [dBi]
- Pérdidas en la alimentación [dB]

4.2.3.1 Potencia de Transmisión

Es la potencia de salida del radio transmisor. La potencia de transmisión se mide en milivatios (mW) o en dBm, y en muchos casos depende de la tasa de transmisión de datos; variando típicamente en los equipos que se basan en el estándar IEEE 802.11 entre 15 - 26 dBm (30 – 400 mW). La potencia de transmisión de un equipo de radio comunicación dado debe ser especificada en las hojas técnicas provistas por el fabricante.

4.2.3.2 Ganancia de las Antenas

La ganancia de una antena es la relación de la densidad de potencia radiada (cantidad de energía radiada) por la antena en una dirección en particular con la densidad de potencia radiada al mismo punto por una antena isotrópica, suponiendo que ambas antenas son alimentadas con la misma potencia. La ganancia de una antena se expresa en dBi (decibeles sobre isotrópica), y debe ser especificada por el fabricante.

4.2.3.3 Mínimo nivel de señal Recibida

También llamada sensibilidad del receptor; es el nivel más bajo de potencia de señal que el radio receptor puede distinguir. La sensibilidad del receptor depende de la tasa de transmisión de bits; y como regla se tiene que a menor tasa de transmisión, mayor será la sensibilidad del receptor. El mínimo nivel de señal recibida es medido en dBm negativos (- dBm), y para cada equipo de radio comunicación sus especificaciones técnicas de sensibilidad deben ser proporcionadas por el fabricante.

4.2.3.4 Pérdidas en la Trayectoria de Propagación de la señal

Las pérdidas por propagación de la señal que se tiene en los radio enlaces según el modelo ITM de Longley – Rice, contempla la suma de las pérdidas en el espacio libre, pérdidas por obstrucción del relieve del terreno en la trayectoria de la señal, pérdidas estadísticas, y pérdidas adicionales que dependen de la densidad de la vegetación o de las edificaciones que existan en la trayectoria de la señal de radio.

Cada una de las pérdidas que se mencionó y que sumadas dan lugar a las pérdidas totales en la trayectoria de propagación de la señal, son a su vez dependientes de otros factores como se explica a continuación:

- **Pérdidas en el espacio libre:** Estas pérdidas dependen de la distancia existente entre las estaciones que se van a comunicar y de la frecuencia en la que van a trabajar. La fórmula para el cálculo de las pérdidas en el espacio libre es:

$$A_{EL} = 32,4 + 20 \log_{10} [f(\text{Mhz})] + 20 \log_{10} [d(\text{Km})]$$

- **Pérdidas por obstrucción:** Son pérdidas que se ponen de manifiesto cuando la trayectoria de la señal entre el transmisor y el receptor se ve obstruida por algún tipo de obstáculo propio del relieve terrestre.
- **Pérdidas estadísticas:** Estas pérdidas dependen del modo estadístico que se escoja para el modelamiento y del ajuste de los porcentajes de variabilidad que se realice. Mientras mayores sean los porcentajes de variabilidad, también mayores serán las pérdidas estadísticas.
- **Pérdidas adicionales:** Son pérdidas relacionadas a la obstrucción de la trayectoria de la señal por parte de edificaciones o vegetación. Estas pérdidas se estiman en términos de porcentaje.

4.2.3.5 Pérdidas en la Alimentación

En un sistema de radiocomunicación parte de la energía de la señal se pierde en los cables, conectores y dispositivos que conectan los equipos de radio con las antenas, tanto en el transmisor como en el receptor. La atenuación en los cables se mide en dB/m o dB/pie, la cual depende del tipo de cable, de la frecuencia de operación (a medida que aumenta la frecuencia aumenta la atenuación), del grosor y rigidez que tenga (mientras más grueso y rígido es el cable, menor atenuación se presentará), etc. La atenuación a la señal que provee el cable será más efectiva a medida que aumente la longitud del cable.

Por medio de los conectores los cables pueden ser conectados a otros cables o componentes electrónicos como tarjetas de radio inalámbricas, protectores de línea, amplificadores, etc. Pero en cada conexión estos proveen en promedio una atenuación en la señal de 0,2 a 0,5 dB, que dependerá del tamaño del conector, del tipo de conector (conectores tipo N, R-SMA, MMCX, RP-TNC, etc.), de la calidad de manufactura y del material con que esta hecho el conector, etc. La misma que debe ser especificada por el fabricante.

Las pérdidas en la señal de radio a causa de cables y conectores es bajo, ya que se encuentran en el rango de 2 a 3 dB; por lo que hay que tratar de tener cables de longitud corta entre los equipos de radio y las antenas para minimizar los efectos de la atenuación del cable y por ende de la atenuación de la señal.

4.2.3.6 Margen de recepción

Es la cantidad de señal por encima de la sensibilidad del radio receptor que debe ser recibida, para asegurar que un radioenlace sea de buena calidad y estable aun en condiciones climatológicas y atmosféricas adversas. El margen de recepción se obtiene restando el valor de la señal recibida con el valor de la sensibilidad del receptor. En los cálculos de los radioenlaces de la red comunitaria se considerará como mínimo un margen de recepción de 20 dB, para considerar al enlace como estable.

En un sistema básico de radio comunicación se tiene a dos estaciones equipadas con tarjetas de radio y antenas respectivamente, separadas una distancia determinada entre si. Para que sea posible la comunicación entre ambas estaciones se necesita que el nivel de potencia de la señal proveniente de la estación que se encuentra distante, sea mayor que el umbral mínimo de potencia de señal que puede detectar el equipo de radio. Por lo que para determinar si un radio enlace es viable se sigue un proceso que se denomina cálculo del presupuesto del enlace; el mismo que consiste en calcular todas las ganancias y pérdidas existentes en la radio comunicación desde el transmisor hasta el receptor, a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Margen [dB]} - \text{Sensibilidad RX [dBm]} = \text{Potencia TX [dBm]} - \text{Pérdidas en la alimentación TX [dB]} + \text{Ganancia de la antena TX [dBi]} - \text{Pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal [dB]} + \text{Ganancia de la antena RX [dBi]} - \text{Pérdidas en la alimentación RX [dB]}$$

Otros parámetros importantes que hay que tener en cuenta en el cálculo de los radioenlaces a parte de tener un aceptable margen en la recepción, son el

despeje de la primera zona de Fresnel y el margen de claridad en la trayectoria de la señal. Parámetros que ayudan al diseñador de la red a tomar decisiones sobre el ajuste de las alturas de las antenas o sobre cuales son los mejores sitios para la ubicación de los nodos inalámbricos.

4.2.3.7 Zonas de Fresnel

Son elipsoides alrededor de la trayectoria directa que sigue la onda de radio entre el transmisor y el receptor, luego de ser emitida por una antena. La primera zona de Fresnel (región que encierra el primer elipsoide) contiene la mayor cantidad de potencia destinada al receptor; por lo que constituye una zona de despeje adicional que se debe tener en consideración a más de tener línea de vista entre las estaciones que se quieren comunicar, para que sea viable el enlace.

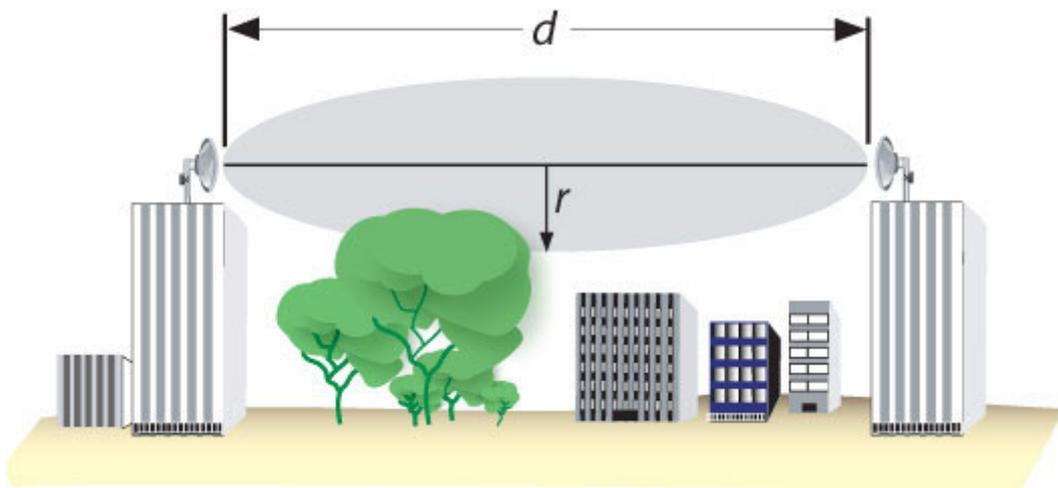


Figura. 4.1. Primera zona de Fresnel ³¹

El radio de la primera zona de Fresnel es el que permite definir la condición de visibilidad entre la antena transmisora y la antena receptora en función de la longitud del enlace y la frecuencia de la señal. Por lo que hay que tratar que en un radio enlace no haya obstáculos en esta zona o por lo menos que el 60% se encuentre despejada. Caso contrario se deberá considerar el efecto de difracción.

³¹ <http://www.terabeam.com/support/calculations/fresnel-zone.php>

La fórmula para el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel es:

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{d_1 * d_2}{f * d}}$$

Donde:

F_1 = Radio de la primera zona de Fresnel en metros.

d = Es la distancia que existe entre el transmisor y el receptor en Km.

f = Es la frecuencia a la que se envía la onda de radio en Mhz.

d_1 = Es la distancia desde el transmisor hasta el punto de análisis en Km.

d_2 = Es la distancia desde el receptor hasta el punto de análisis en Km.

A manera de ejemplo se puede considerar un enlace que tiene una distancia entre el transmisor y el receptor de 3 km, transmitiéndose una señal a una frecuencia de 2412 Mhz. Si aplicamos la formula para calcular el radio de la primera zona de Fresnel en el medio del enlace, obtendremos un radio de de 9,66 metros; y suponiendo que la altura de las antenas en ambos lados del enlace son de 15 metros, la primera zona de Fresnel va a pasar justo a 5,34 metros sobre el nivel del suelo en la mitad del enlace.

Aplicando el criterio de mantener por lo menos el 60% de la primera zona de Fresnel despejada, se tendría un radio de 5,80 metros en el medio del enlace, que restándole de los 15 metros de las alturas de las antenas nos da un margen de claridad de 9,2 metros de alto, es decir los obstáculos vegetales o materiales no deben ser mayores a esa altura para garantizar que se pueda realizar el radio enlace. Caso contrario habría que levantar más la altura de las antenas o cambiar la dirección del enlace para evitar el obstáculo.

Se define como margen de claridad de la trayectoria de señal a la distancia mínima entre la línea del haz radioeléctrico que une las dos antenas y el objeto (árbol, cerro, edificio, etc.) más cercano a ésta.

4.3 DISEÑO DE LA RED TRONCAL DE LA RED COMUNITARIA

En esta sección se presentará el diseño de la red troncal de la red comunitaria, el mismo que para su elaboración hará uso una serie de información obtenida y desarrollada a lo largo de todo el proyecto, como son los fundamentos teóricos sobre redes inalámbricas descritos en el segundo capítulo; los análisis y evaluaciones de las condiciones geográficas, topográficas, y de infraestructura del cantón Chone descritas en el tercer capítulo; así como también del criterio de diseño y el modelamiento del sistema de radio, expuestos en el presente capítulo. Información que permitirá plantear el diseño más óptimo para la red troncal y cumplir de esta manera con los objetivos de diseño de la red comunitaria.

4.3.1 Topología y Asignación de Frecuencias de la Red Troncal

La topología de la red troncal se basará en una configuración de enlaces punto a punto para conectar los diferentes nodos inalámbricos centrales que transportarán los servicios de telecomunicaciones a través de las nueve parroquias del cantón Chone.

Como el cantón Chone tiene siete parroquias rurales y dos parroquias urbanas, será necesario operar en bandas de frecuencias diferentes dependiendo del sector, para evitar interferencias en la red. En las zonas rurales se operará en el primer canal de la banda ISM a la frecuencia de 2412 Mhz, ya que en estas zonas actualmente no se encuentran equipos operando en esta banda que puedan causar interferencia; además son menores las pérdidas de propagación de la señal en el espacio libre en esta banda frecuencias, con lo que se pueden realizar enlaces de mayor distancia manteniendo el margen de recepción dentro de los parámetros de diseño. En cambio en las zonas urbanas de este cantón que se encuentran principalmente ubicadas en la parroquia Chone y en zonas cercanas a esta, pertenecientes a las parroquias San Antonio y Santa Rita; se operará en el canal 60 de la segunda banda UNII a la frecuencia de 5300 Mhz, para evitar interferencias con otros sistemas que operen en la banda ISM que se encuentren cercanos a las instituciones educativas; lo que permitirá un buen desempeño de la red.

4.3.2 Localización de los nodos de la Red Troncal

Para situar los nodos inalámbricos de la red troncal, se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones de carácter técnico, logístico y de seguridad; con el fin de obtener un buen nivel de señal en cada una de las estaciones como los que se explican a continuación:

- En lo posible los nodos deben ser localizados en lugares cercanos a zonas pobladas o donde ya existan otras estaciones repetidoras, para evitar problemas de logística (accesibilidad con los equipos y materiales) y de seguridad en las estaciones (posibles robos).
- Los nodos deben estar ubicados en sitios donde se tenga línea de vista con el mayor número de CPEs posible, para minimizar el número de nodos requeridos; lo cual beneficiará a la reducción del costo total de la red.
- Se debe tener en cuenta que si se sitúa los nodos en lugares de altitudes elevadas (como cerros, montañas, edificios altos, etc.) con respecto a las altitudes de las estaciones que se quieren conectar a estos nodos, permitirá que la altura de las antenas sobre el nivel del suelo se reduzca; facilitando la instalación de equipos y antenas, a más de permitir la reducción de costos en la implementación de las estaciones.

Tomando en cuenta la orografía del cantón, el tipo de tecnología de comunicación que se va a emplear, las recomendaciones para la localización de los nodos y con ayuda del programa Radio Mobile, se ha llegado determinar cuales son los mejores lugares donde se deben ubicar a los nodos inalámbrico de la red troncal, los cuales se mostrarán a continuación para cada una de las parroquias del cantón Chone.

4.3.2.1 Red Troncal de la Parroquia Chibunga

En la parroquia Chibunga se necesitará instalar ocho nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. De los cuales dos nodos funcionarán únicamente como estaciones repetidoras (ABH2 y ABH7), y los otros seis como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector solamente se pudo lograr que el nodo ABH3 se sitúe dentro de CHI7; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Chibunga son las siguientes:

Tabla. 4.3. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Chibunga

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH1	-2,89E-02	-79,84703	403,9
ABH2	-4,88E-02	-79,80994	435
ABH3	-0,0814	-79,74919	274,6
ABH4	-0,1247172	-79,77353	411
ABH5	-0,1374518	-79,84663	325
ABH6	-0,1195837	-79,89347	409,6
ABH7	-9,83E-02	-79,69179	260,9
ABH8	-6,24E-02	-79,66586	264

En el mapa de la figura 4.2 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Chibunga, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

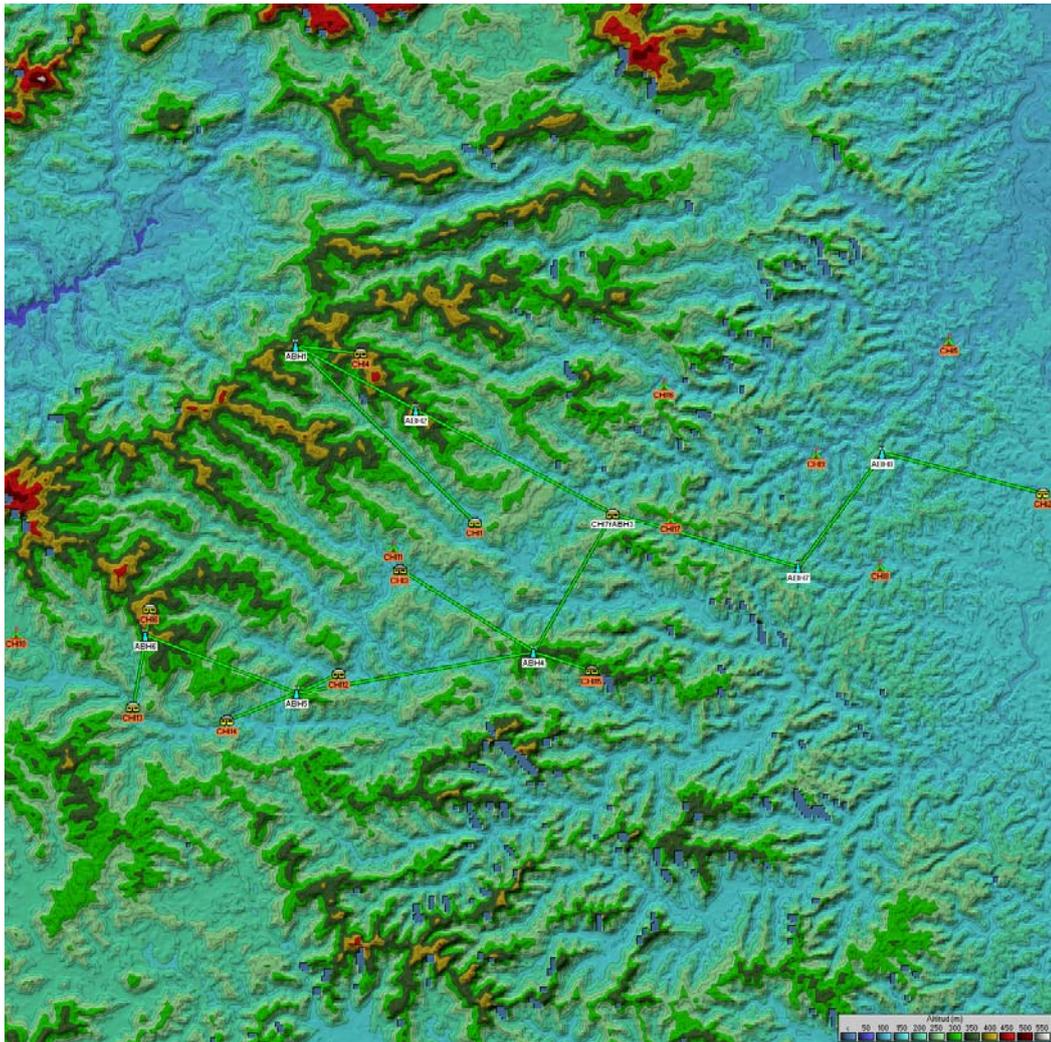


Figura. 4.2. Mapa de Trabajo de la parroquia Chibunga

4.3.2.2 Red Troncal de la Parroquia Convento

En la parroquia Convento se necesitará instalar doce nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. De los cuales dos nodos funcionarán únicamente como estaciones repetidoras (ABH16 y ABH19), y los otros diez como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector no se ha podido lograr este propósito; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Convento son las siguientes:

Tabla. 4.4. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Convento

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH9	-0,187796	-80,0009	456
ABH10	-0,185461	-79,95317	315
ABH11	-0,265349	-79,95421	416
ABH12	-0,290417	-79,99528	318,5
ABH13	-0,269758	-80,02347	450
ABH14	-0,266386	-80,04914	403,9
ABH15	-0,251333	-80,05798	378,8
ABH16	-0,279614	-80,07094	412,9
ABH17	-0,312272	-80,09589	411,5
ABH18	-0,332008	-80,08754	321
ABH19	-0,359502	-80,0603	369
ABH20	-0,362364	-80,0251	312,1

En el mapa de la figura 4.3 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Convento, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

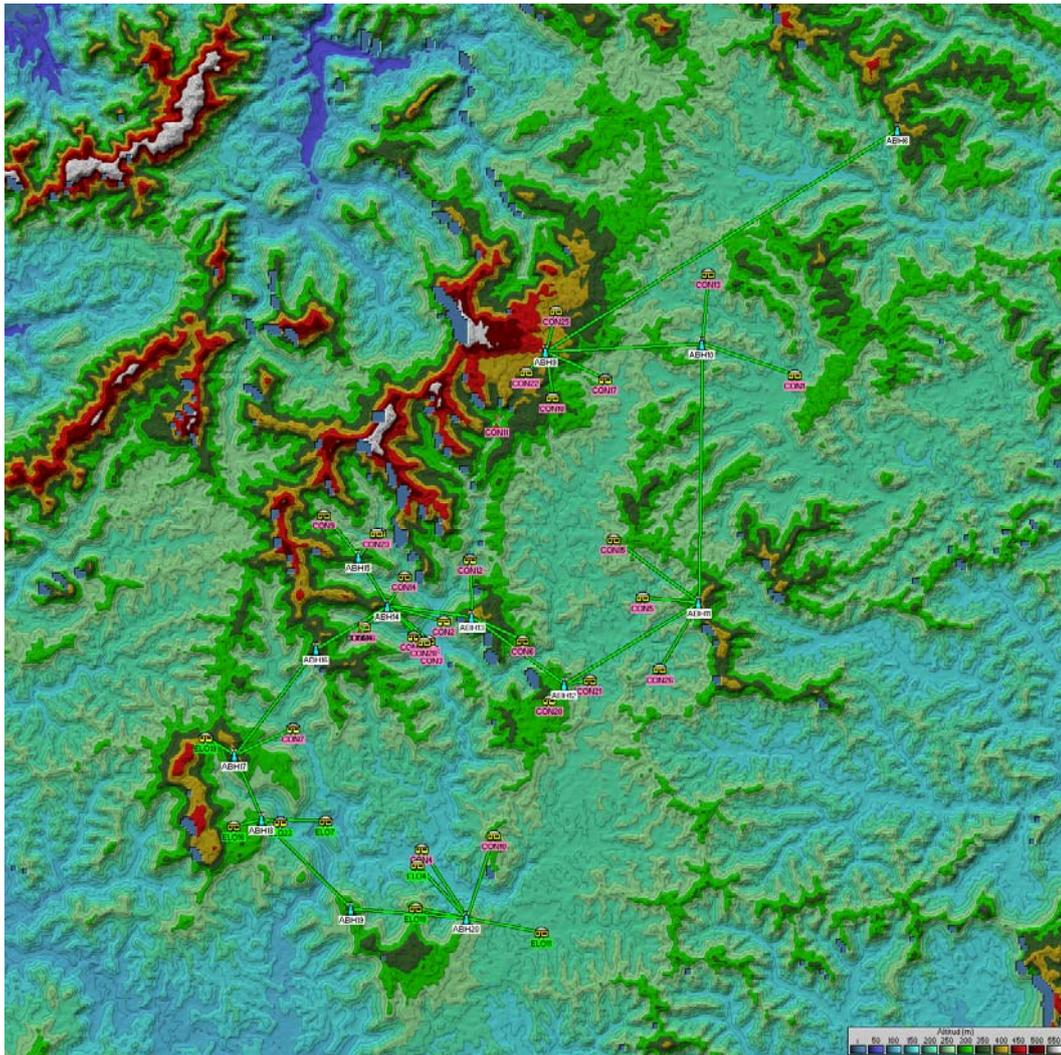


Figura. 4.3. Mapa de Trabajo de la parroquia Convento

4.3.2.3 Red Troncal de la Parroquia Eloy Alfaro

En la parroquia Eloy Alfaro se necesitará instalar ocho nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. En donde todos los nodos funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector no se ha podido lograr este propósito; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Eloy Alfaro son las siguientes:

Tabla. 4.5. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Eloy Alfaro

CÓDIGO	UBICACIÓN		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH21	-0,399611	-80,00439	237,9
ABH22	-0,383235	-80,04926	342
ABH23	-0,343977	-80,11774	353,5
ABH24	-0,381678	-80,15457	258
ABH25	-0,416763	-80,15432	552
ABH26	-0,448856	-80,12552	352
ABH27	-0,442372	-80,17714	460
ABH28	-0,449894	-80,10088	353

En el mapa de la figura 4.4 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Eloy Alfaro, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

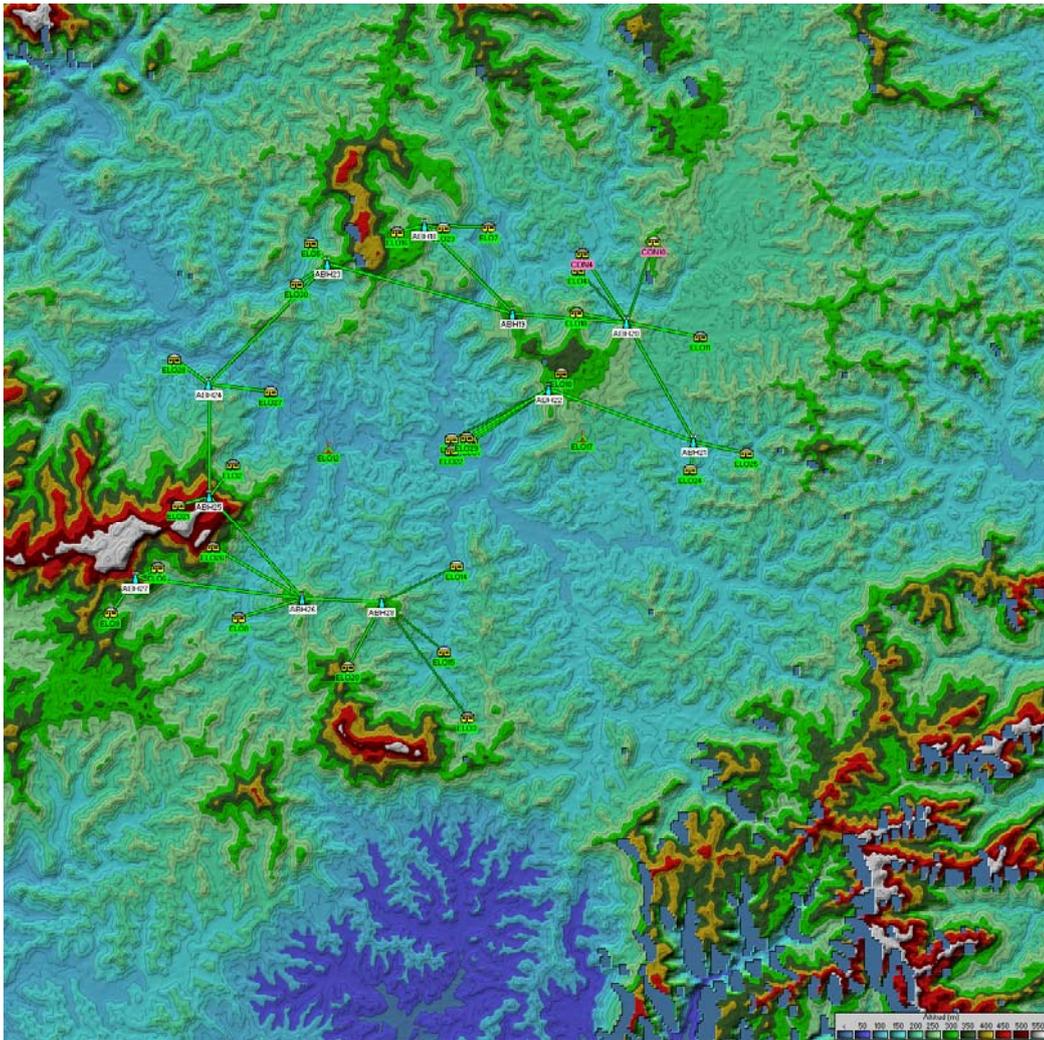


Figura. 4.4. Mapa de Trabajo de la parroquia Eloy Alfaro

4.3.2.4 Red Troncal de la Parroquia Boyaca

En la parroquia Boyaca se necesitará instalar nueve nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. En donde todos los nodos funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector no se ha podido lograr este propósito; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Boyaca son las siguientes:

Tabla. 4.6. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Boyaca

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH29	-0,481149	-80,18842	356
ABH30	-0,506308	-80,17908	281
ABH31	-0,533023	-80,14588	310
ABH32	-0,560517	-80,18246	257
ABH33	-0,538989	-80,11683	213
ABH34	-0,542361	-80,0717	105
ABH35	-0,590345	-80,17182	216
ABH36	-0,619914	-80,12513	179
ABH37	-0,606427	-80,11008	117

En el mapa de la figura 4.5 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Boyaca, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

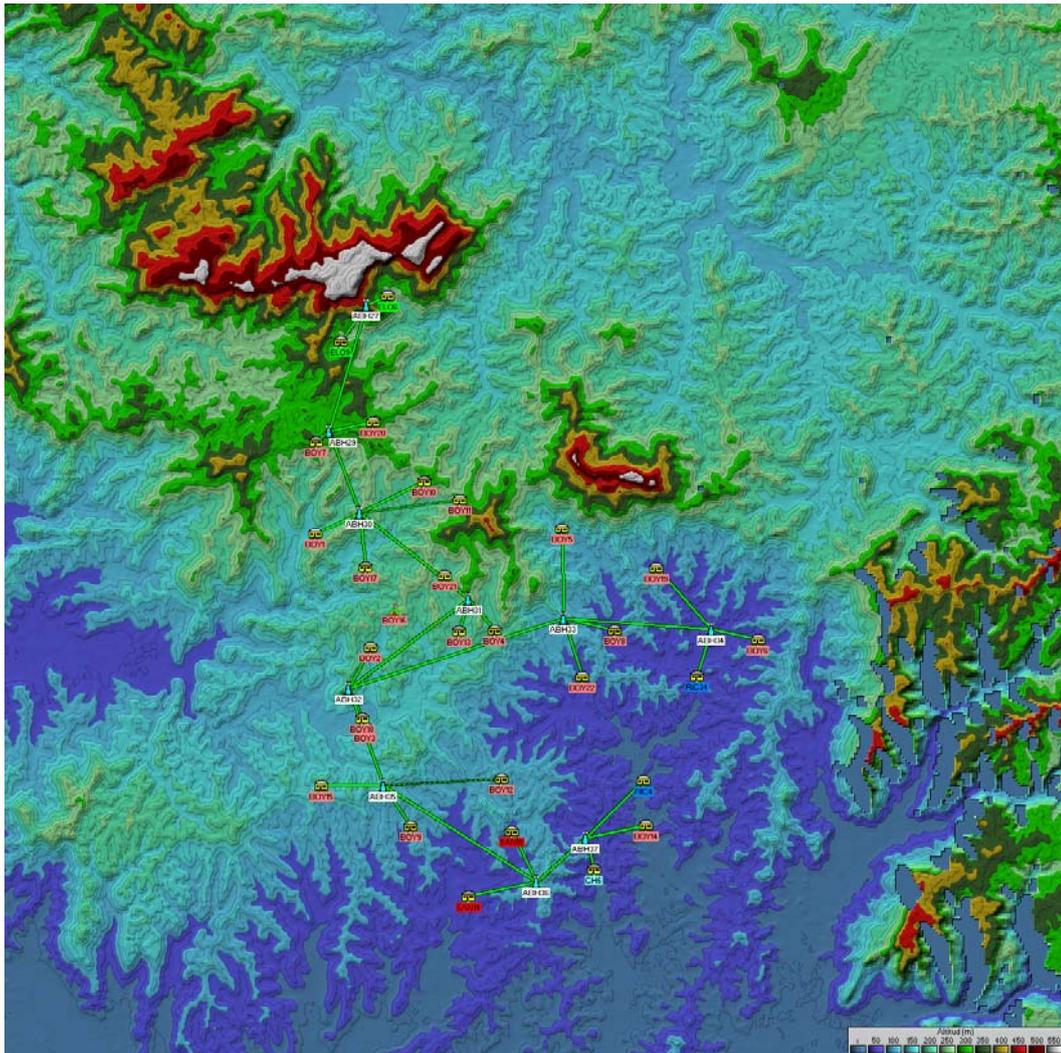


Figura. 4.5. Mapa de Trabajo de la parroquia Boyaca

4.3.2.5 Red Troncal de la Parroquia San Antonio

En la parroquia San Antonio se necesitará instalar ocho nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. En donde todos los nodos funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector solamente se pudo lograr que el nodo ABH43 se sitúe dentro de SAN9; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia San Antonio son las siguientes:

Tabla. 4.7. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia San Antonio

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH38	-0,633261	-80,20757	148
ABH39	-0,636016	-80,26512	244,8
ABH40	-0,666223	-80,24756	79,1
ABH41	-0,684281	-80,24023	121,8
ABH42	-0,719751	-80,1873	2
ABH43	-0,705278	-80,16405	11
ABH44	-0,711614	-80,12849	123
ABH45	-0,659919	-80,14597	95

En el mapa de la figura 4.6 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia San Antonio, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

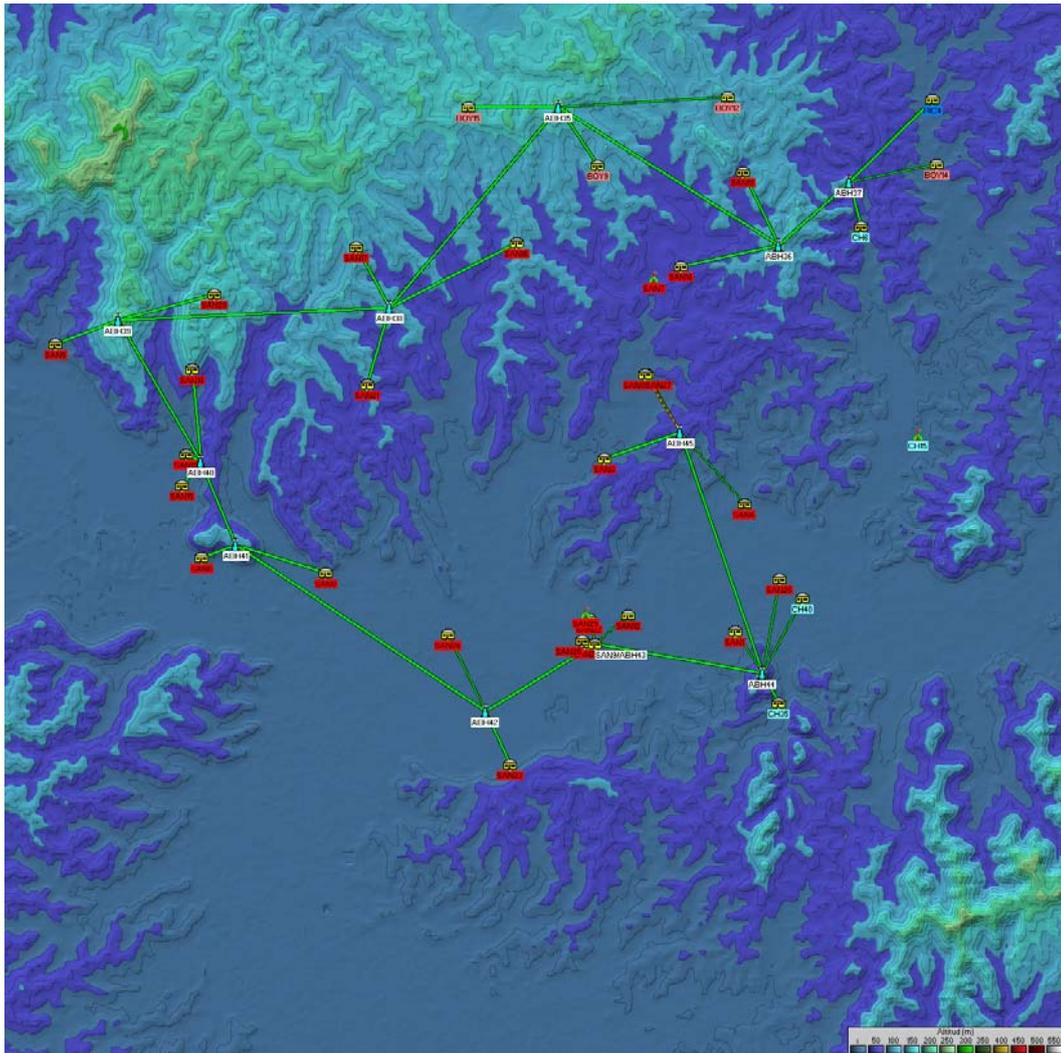


Figura. 4.6. Mapa de Trabajo de la parroquia San Antonio

4.3.2.6 Red Troncal de la Parroquia Chone

En la parroquia Chone se necesitará instalar ocho nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. En donde todos los nodos funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

En esta parroquia se instalará la conexión principal de Internet de la red comunitaria, la cual se encontrará ubicada en las instalaciones del municipio del cantón Chone; y de donde se repartirán los servicios de telecomunicaciones a todas las estaciones clientes que conformen la red, a través de la red troncal.

Además en esta parroquia se ha podido ubicar la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, como es el caso del nodo ABH46 que se sitúa dentro de CH7, el nodo ABH47 que se sitúa dentro de CH34, el nodo ABH48 que se sitúa dentro de CH26, el nodo ABH49 que se sitúa dentro de RIT47, el nodo ABH50 que se sitúa dentro de RIT4, y el nodo ABH51 que se sitúa dentro de CH52. Por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Chone son las siguientes:

Tabla. 4.8. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Chone

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH46	-0,702167	-80,11117	14,1
ABH47	-0,698278	-80,1025	14,6
ABH48	-0,698472	-80,09531	16,1
ABH49	-0,696694	-80,08359	16,6
ABH50	-0,696306	-80,07391	17,3
ABH51	-0,707028	-80,09486	14,4
ABH52	-0,724162	-80,09171	153,9

En el mapa de la figura 4.7 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Chone, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

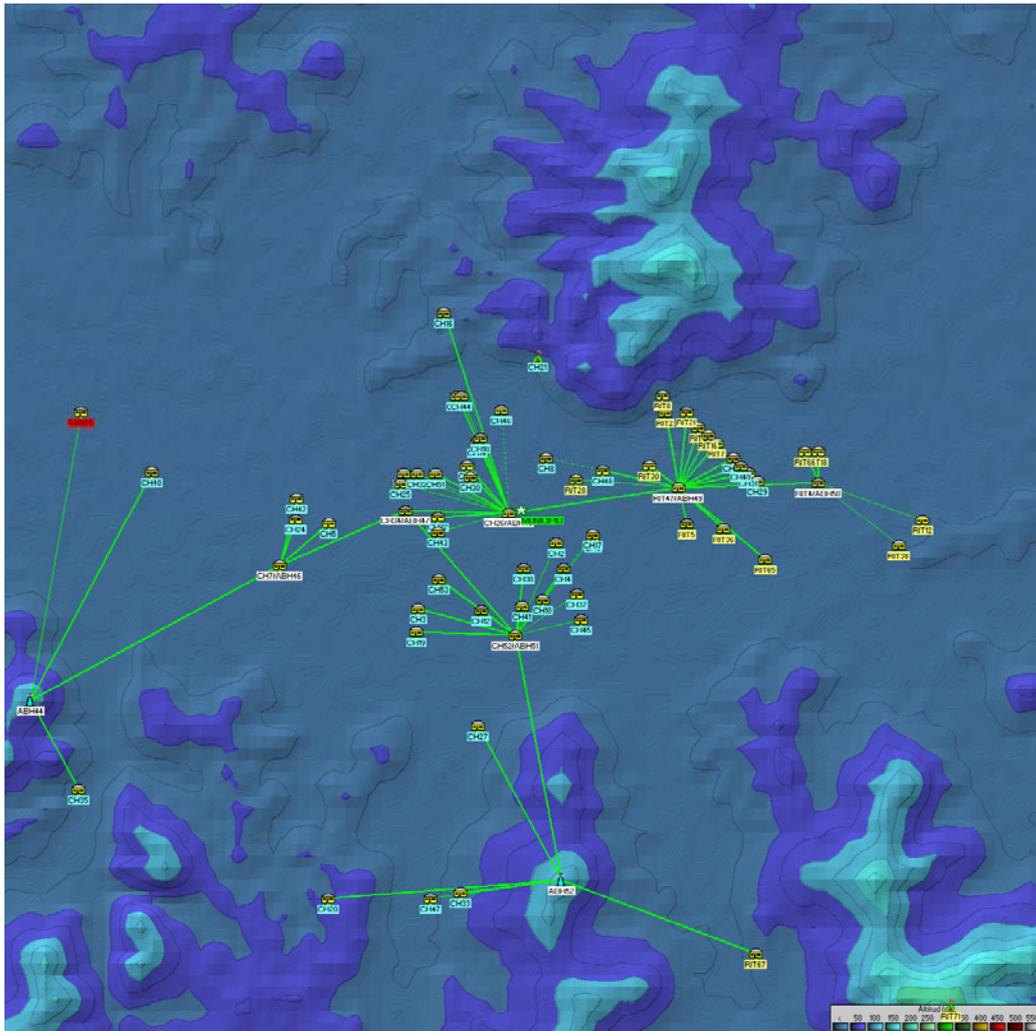


Figura. 4.7. Mapa de Trabajo de la parroquia Chone

4.3.2.7 Red Troncal de la Parroquia Canuto

En la parroquia Canuto se necesitará instalar trece nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. En donde todos los nodos funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

En esta parroquia se ha podido ubicar a dos nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, como es el caso del nodo ABH56 que se sitúa dentro de CAN7 y el nodo ABH57 que se sitúa dentro de CAN33. Por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Canuto son las siguientes:

Tabla. 4.9. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Canuto

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH53	-0,749954	-80,11852	121
ABH54	-0,750855	-80,08772	220,9
ABH55	-0,767426	-80,09853	222
ABH56	-0,785222	-80,15173	18
ABH57	-0,813383	-80,12758	169
ABH58	-0,813383	-80,12758	169
ABH59	-0,826393	-80,08932	205,1
ABH60	-0,848301	-80,05511	423
ABH61	-0,823322	-80,07114	169,7
ABH62	-0,798227	-80,07097	161,9
ABH63	-0,793248	-80,05582	260,8
ABH64	-0,783277	-80,00719	501,1
ABH65	-0,800028	-79,98684	372

En el mapa de la figura 4.8 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Canuto, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

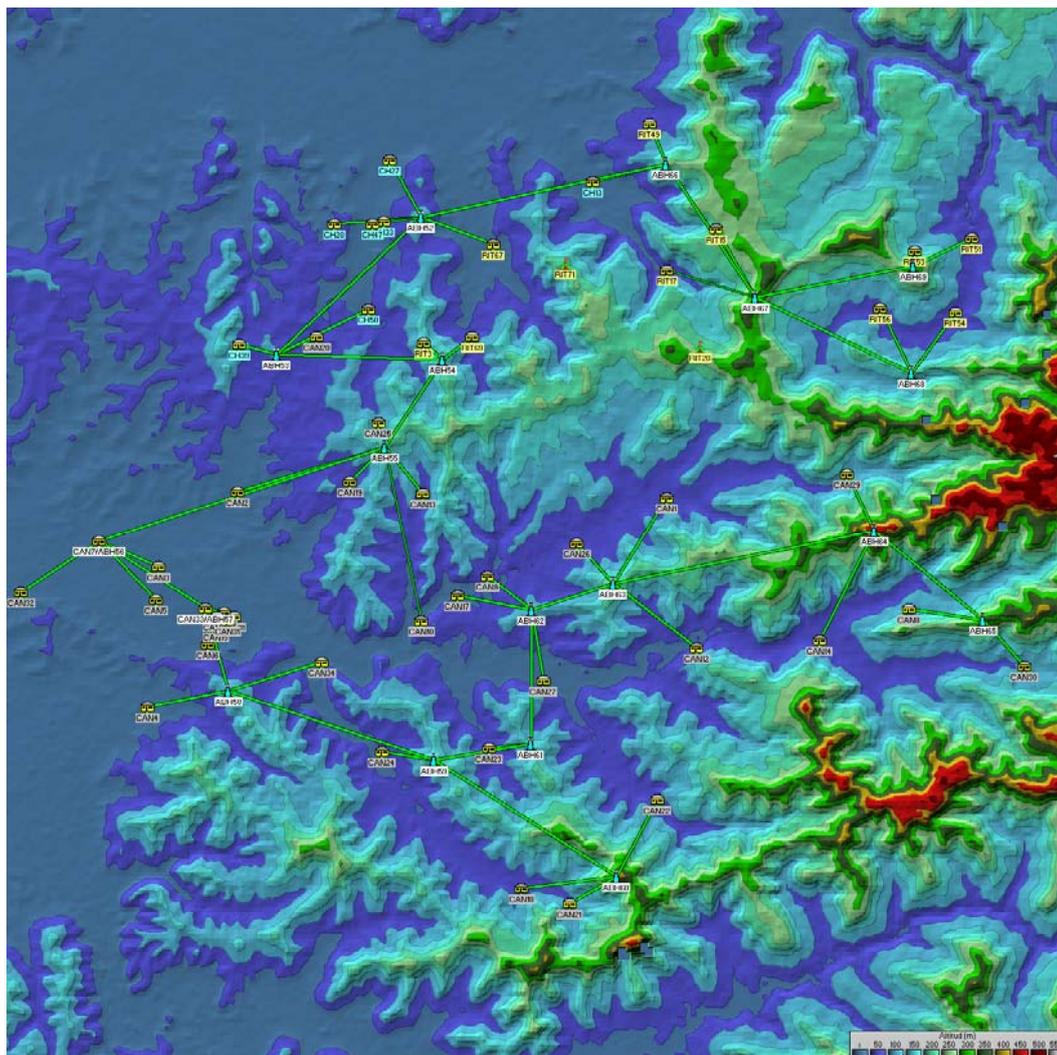


Figura. 4.8. Mapa de Trabajo de la parroquia Canuto

4.3.2.8 Red Troncal de la Parroquia Santa Rita

En la parroquia Santa Rita se necesitará instalar veintiséis nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. De los cuales cinco nodos funcionarán únicamente como estaciones repetidoras (ABH70, ABH72, ABH78, ABH84, ABH89), y los otros veintiuno como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

En esta parroquia se ha podido ubicar a tres nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, como es el caso del nodo ABH75 que se sitúa dentro de RIT10, el nodo ABH76 que se sitúa dentro de RIT46 y el nodo ABH77 que se sitúa dentro de RIT35. Por

lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Santa Rita son las siguientes:

Tabla. 4.10. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Santa Rita

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH66	-0,714104	-80,04593	258,6
ABH67	-0,739129	-80,0293	362,9
ABH68	-0,753394	-80,00012	216
ABH69	-0,733279	-79,99991	324,3
ABH70	-0,733211	-79,97509	426
ABH71	-0,74819	-79,95679	432
ABH72	-0,745661	-79,93226	215,9
ABH73	-0,718081	-79,92001	315
ABH74	-0,748093	-79,90533	327
ABH75	-0,683917	-80,06253	20,2
ABH76	-0,658583	-80,04297	22,8
ABH77	-0,682472	-80,0192	38,9
ABH78	-0,65488	-80,03008	218,9
ABH79	-0,664966	-80,00504	286
ABH80	-0,667696	-79,99863	321,2
ABH81	-0,672712	-79,98685	303
ABH82	-0,659113	-79,97054	277
ABH83	-0,67073	-79,94758	336
ABH84	-0,65506	-79,92181	506
ABH85	-0,650737	-79,89928	414
ABH86	-0,652538	-79,85606	395
ABH87	-0,660824	-79,82182	310
ABH88	-0,675774	-79,871	406
ABH89	-0,749984	-79,88019	401
ABH90	-0,761692	-79,81931	254
ABH91	-0,770157	-79,80255	217

En los mapa de la figuras 4.9 y 4.10 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Santa Rita, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

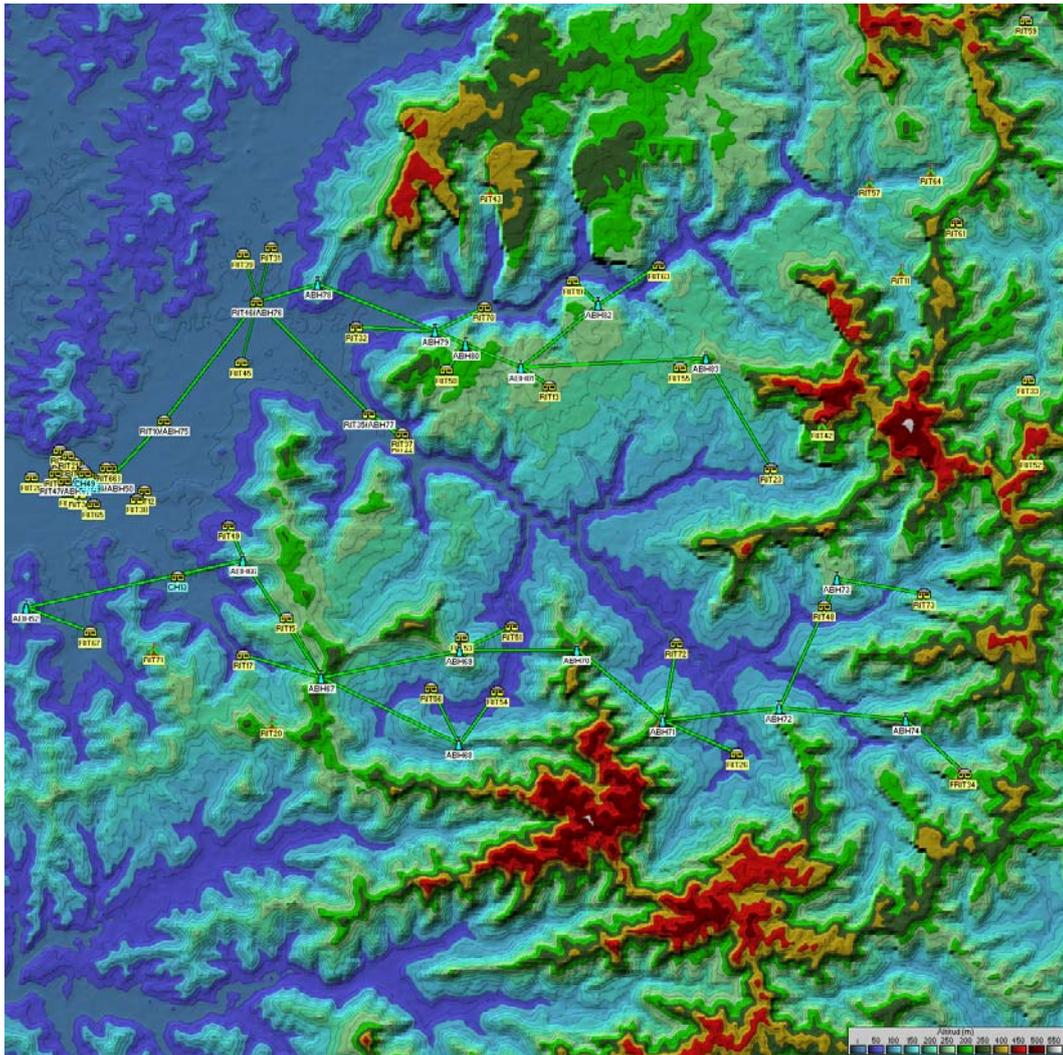


Figura. 4.9. Mapa de Trabajo 1 de la parroquia Santa Rita

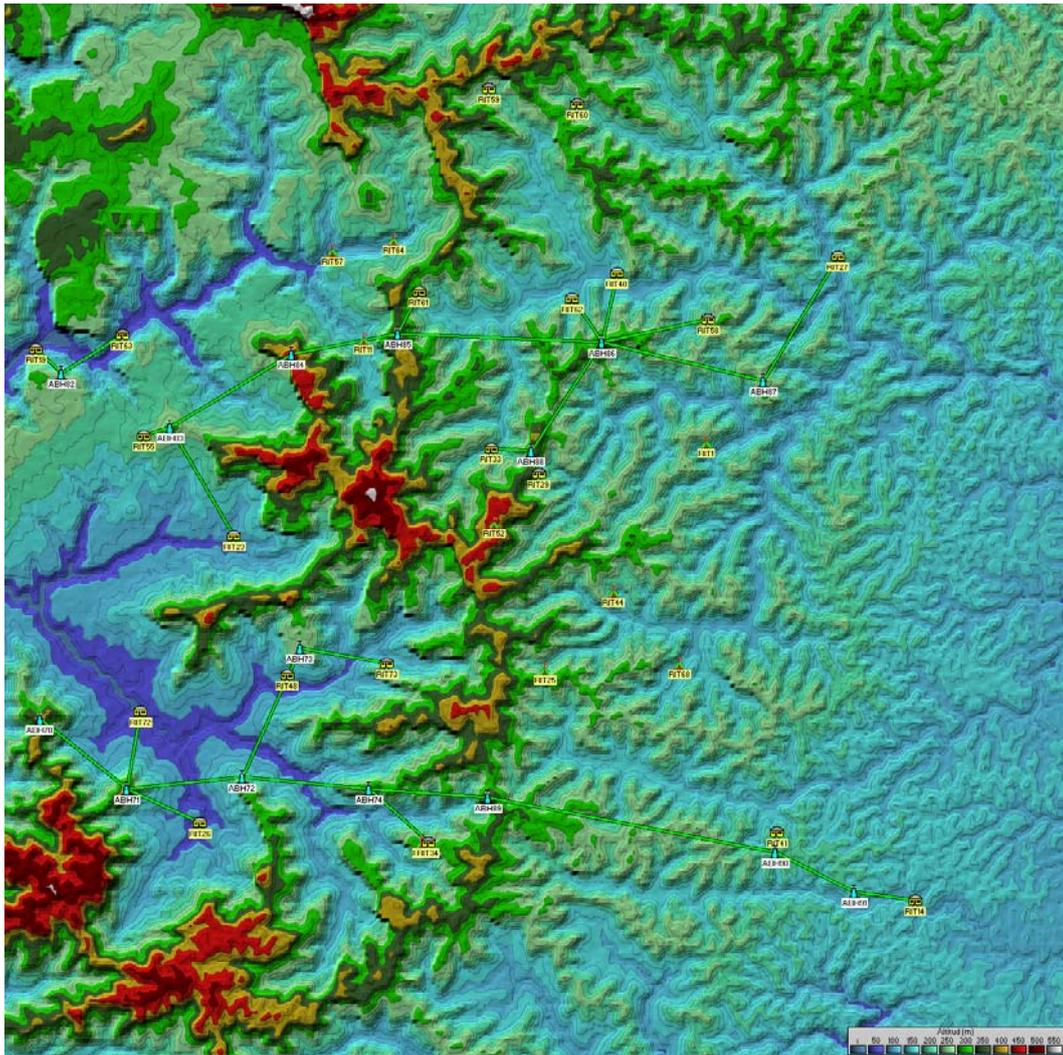


Figura. 4.10. Mapa de Trabajo 2 de la parroquia Santa Rita

4.3.2.9 Red Troncal de la Parroquia Ricaurte

En la parroquia Ricaurte se necesitará instalar catorce nodos para dar acceso a las instituciones educativas que se encuentran en el sector. De los cuales solo un nodo funcionará únicamente como estación repetidora (ABH103), y los otros trece como estaciones repetidoras y puntos de acceso.

Se ha tratado de poder ubicar a la mayor cantidad posible de nodos dentro de las mismas instituciones educativas que van a recibir los servicios de telecomunicaciones, sin embargo debido a la topografía del sector solamente se pudo lograr que el nodo ABH95 se sitúe dentro de RIC14; por lo tanto las coordenadas de los nodos de la red troncal en la parroquia Ricaurte son las siguientes:

Tabla. 4.11. Ubicación de los nodos de la red Troncal en la parroquia Ricaurte

CÓDIGO	UBICACION		ALTITUD (m)
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	
ABH92	-0,619073	-80,0125	437,3
ABH93	-0,593897	-80,04935	233
ABH94	-0,560611	-80,02943	255
ABH95	-0,528833	-80,04034	229,9
ABH96	-0,512194	-80,05163	290
ABH97	-0,496307	-80,02515	306
ABH98	-0,609784	-79,98429	425
ABH99	-0,606506	-79,95353	461
ABH100	-0,598941	-79,90536	516
ABH101	-0,598941	-79,87258	395,9
ABH102	-0,564646	-79,892	509
ABH103	-0,565654	-79,95681	573,9
ABH104	-0,519759	-79,95857	518
ABH105	-0,508478	-79,96184	504,1

En el mapa de la figura 4.11 se muestra como se encuentran distribuidos los nodos inalámbricos dentro la parroquia Ricaurte, la forma en que se interconectan y las estaciones clientes que acceden a la red a través de cada nodo.

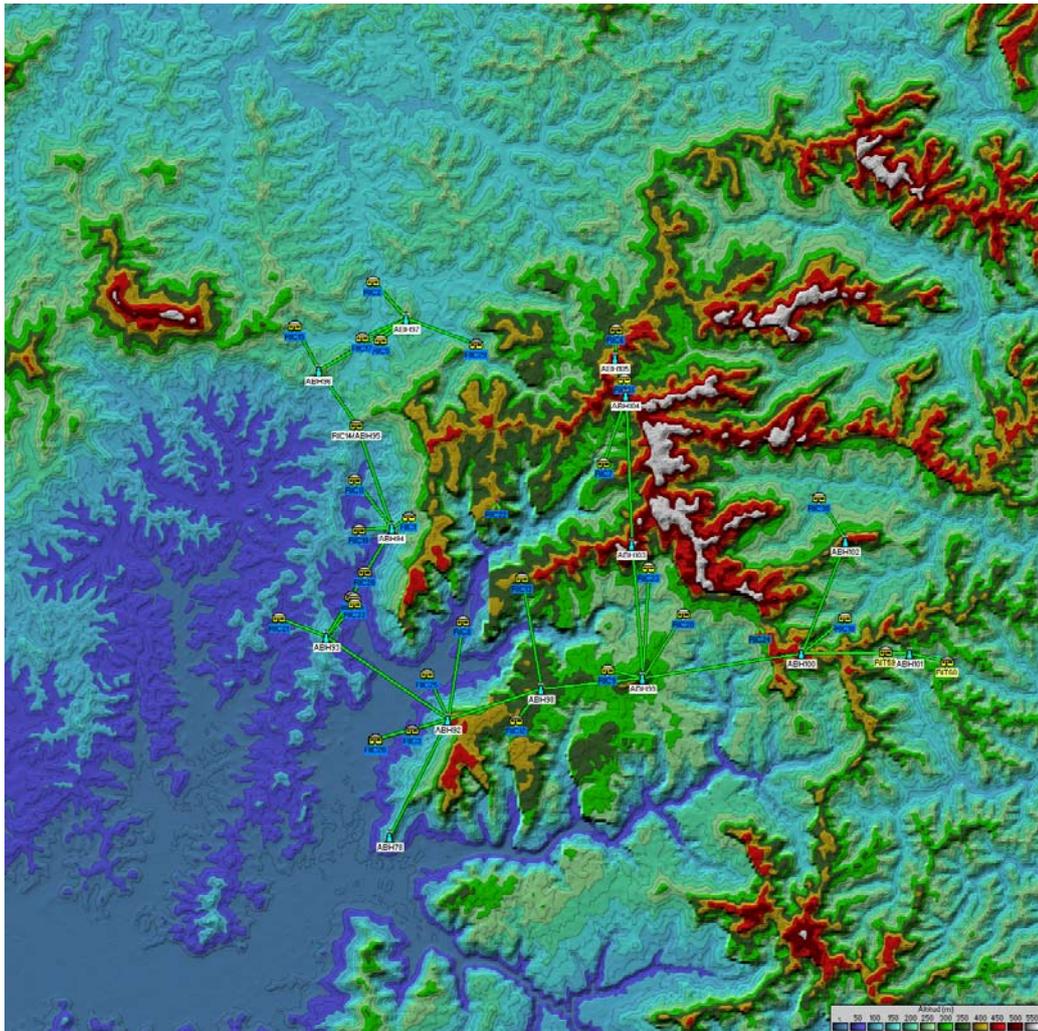


Figura. 4.11. Mapa de Trabajo de la parroquia Ricaurte

4.3.3 Descripción del Sistema de Radiocomunicación de la Red Troncal

La red troncal estará conformada por varios nodos inalámbricos que funcionarán como estaciones repetidoras para transportar el tráfico de voz y datos que se genere en la red comunitaria; por lo que es necesario establecer los requerimientos técnicos del sistema de radiocomunicación de las estaciones repetidoras, así como también informarse sobre los diferentes productos que se encuentran en el mercado que cumplen con estas características tecnológicas y que presentan una buena relación costo/beneficio para la red.

Como se mencionó en el criterio de diseño de la red comunitaria, la tecnología que se requiere en la red troncal es del tipo inalámbrico, para lo cual los principales elementos que conformaran el sistema de radiocomunicación de las estaciones repetidoras son: enrutadores inalámbricos, antenas directivas, protectores de línea, cables coaxiales, cables utp, cables de energía, etc.

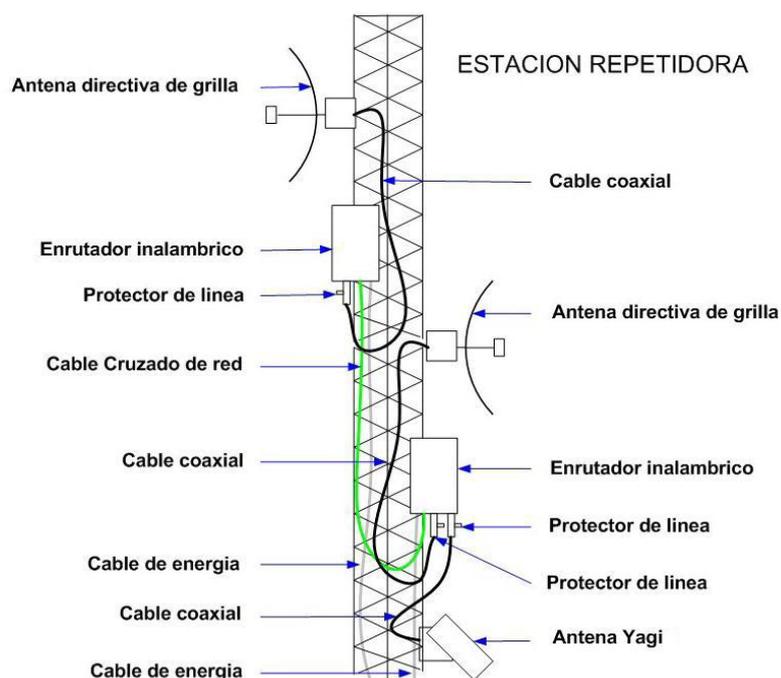


Figura. 4.12. Esquema de Estación Repetidora ³²

³² GTR-PUCP, *Redes Inalámbricas en Zonas Rurales*, primera edición, Pág 82.

4.3.3.1 Enrutador Inalámbrico

Un enrutador inalámbrico es un dispositivo cuya función principal es la de recibir información (voz, datos, video) proveniente de otro enrutador por una de sus interfaces (inalámbrica o Ethernet) y transmitirla por otra interfaz hacia otro enrutador o estación final³³. Entre las características técnicas que se precisa que tengan estos dispositivos están el que opere en las bandas no licenciadas ISM o UNII; que provea una potencia de transmisión y sensibilidad de recepción que permita realizar enlaces de varios kilómetros en los cuales se pueda mantener márgenes de recepción según el criterio de diseño (20 dB), a tasas de transmisión aceptables para aplicaciones de transferencia de voz, datos y video. De igual forma se necesita que estos dispositivos soporten sistemas operativos libres de licencia como *GNU/Linux* en los que se lo pueda configurar en diferentes modos (puntos de acceso, repetidores, puentes, encaminadores, etc.) y que permita interoperabilidad con equipos de distintos fabricantes.



Figura. 4.13. Enrutador Inalámbrico ³⁴

También se requiere que el enrutador inalámbrico sea robusto al operar en ambientes exteriores de acuerdo a las condiciones climatológicas del cantón Chone, con un bajo consumo de energía y que pueda ser alimentado a través de PoE (Power over Ethernet). Además se precisa que tenga una interfaz serial o USB para poder configurarlo, y al menos una interfaz Ethernet para conectar otros dispositivos de red. Es importante conocer cual es el tiempo de vida útil del equipo, la disponibilidad de fabricación a largo tiempo y que probabilidad hay de

³³ La estación final o cliente serán las instituciones educativas del cantón Chone.

³⁴ <http://www-ec.linksys.com>

que el vendedor lo siga suministrando; por si se necesita en un futuro cambiar algún componente de la red. Es indispensable que los costos de los equipos no sean muy altos, para que la red sea sostenible en el mediano y largo plazo para las comunidades.

4.3.3.2 Antena

Una antena es un dispositivo pasivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite la emisión de ondas de radio frecuencia, o que, conectado a una impedancia, sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana. En los radioenlaces entre estaciones repetidoras se necesita que las antenas sean directivas, de alta ganancia, para poder transportar la señal de radio a través de distancias largas de varios kilómetros; tomando en cuenta por supuesto las restricciones de emisión de radiación emitidas por los entes de control en materia de telecomunicaciones.



Figura. 4.14. Antena Directiva ³⁵

4.3.3.3 Cable coaxial

Para conectar un enrutador inalámbrico a una antena es necesario hacer uso de una línea de transmisión de RF, que se encargará de transportar la señal desde el enrutador hacia la antena o viceversa, con la menor atenuación y de la forma más eficiente posible. En transmisiones que usan las frecuencias a las que va a operar la red troncal, generalmente se emplean los cables coaxiales, por su buena inmunidad a interferencias externas y su alta tasa de transmisión de datos; debido a su estructura que esta conformada por un conductor central que

³⁵ <http://www.pacwireless.com/products/>

transporta la señal de RF, el cual se encuentra recubierto por un material dieléctrico que evita una conexión eléctrica entre el conductor central y una pantalla conductora envolvente que recubre al dieléctrico, la misma que evita que la señal de RF sea radiada al exterior del cable, así como impide que señales externas interfieran con la que esta siendo transmitida por el cable.

A pesar de las buenas prestaciones que brinda el cable coaxial, este presenta cierto grado de atenuación a la señal que conduce, la cual no es lineal y se mide en decibeles por metro. Por lo cual en la red troncal se usará cable coaxial de buena calidad para transmisión de datos, no muy grueso ni rígido para poder tener mayor flexibilidad al momento de cablear por secciones donde se necesite doblar en cierto ángulo el cable, sin preocupación a que esto afecte en gran medida la conducción de la señal. Asimismo se tratará de utilizar cables con la menor longitud posible, para minimizar los efectos de la atenuación por longitud del cable; en lo posible que ya vengan con conectores y probados de fábrica.



Figura. 4.15. Cable coaxial ³⁶

4.3.3.4 Pigtail

En ocasiones se necesita unir dos cables o dos dispositivos que no se pueden conectar directamente, ya sea porque son de diferentes tipos o porque tienen diferentes conectores. En estos casos se utiliza un adaptador coaxial o pigtail, que es un cable coaxial de pequeña longitud con un conector diferente en cada punta, dependiendo de los tipos de dispositivos o cables que se quiera conectar. Los pigtail se usarán para conectar las interfaces inalámbricas de los enrutadores con los protectores de línea³⁷; y dependiendo del tipo de conectores

³⁶ <http://www.radcom.com.es/catalog/accesorios/cables-rf/lmr-400.gif>

³⁷ Dispositivo protector contra descargas atmosféricas (sobrevoltaje por rayos)

que tengan los enrutadores y protector de línea se escogerá el tipo de cable y conectores del pigtail, el cuál además debe ser de corta longitud.



Figura. 4.16. Pigtail ³⁸

A través de una investigación sobre equipos de radio, antenas y cableado, diseñados para operar en ambientes exteriores, que se ofertan en el mercado por parte de distintos fabricantes para la implementación de redes inalámbricas. Se ha obtenido la siguiente información de carácter técnico:

Equipos de Radio

- Existen equipos de radio que operan en las bandas de frecuencias de 2,4 Ghz, 5,8 Ghz, o en ambas frecuencias bajo los estándares IEEE 802.11 a, b o g dependiendo del caso; inclusive ciertos equipos incluyen algunos estándares de calidad de servicios como IEEE 802.11 i/d/h y de alimentación eléctrica como IEEE 802.3 af.
- En el caso de las potencias de transmisión de los equipos de radio, se tiene que fluctúan entre 4 y 23 dBm para ciertos equipos de estructura compacta, mientras que ciertas tarjetas inalámbricas alcanzan potencias de transmisión de hasta 26 dBm y 28 dBm. Hay que tomar en cuenta que cuando mayor es la potencia de transmisión usada, menor es la tasa de bits transmitida.

³⁸ <http://www.data-alliance.net/catalog/p4.jpg>

- Para el caso de la recepción en los equipos de radio, se tiene que la sensibilidad fluctúa entre -94dBm y -65 dBm para velocidades entre 6 y 54 Mbps. Lo que muestra que los equipos tienen mayor sensibilidad al trabajar a velocidades de transmisión bajas.
- Las tasas de transmisión de datos de los equipos y tarjetas de radio van desde 1 Mbps hasta 54 Mbps en la mayoría de equipos, inclusive algunos alcanzan los 108 Mbps. Pero estas tasas de transmisión están ligadas tanto a la potencia de transmisión como a la sensibilidad en la recepción.
- Varios equipos que están diseñados para trabajar en ambientes exteriores se encuentran revestidos por un armazón hermético, el cual lleva en su interior por lo menos una tarjeta de radio, una interfaz Ethernet, una salida para antena externa e inclusive en algunos equipos viene incorporada una antena de entre 9 y 15 dBi. Estos equipos pueden trabajar en diferentes modos y estándares según convenga; por lo general su configuración se lo hace a través de una interfaz Ethernet y de un software propio de la empresa que lo fabrica. Los mismos son una buena opción en ciertos enlaces, al no necesitar de instalar antena externa y tener todo compacto en un solo dispositivo; a pesar de que estas características elevan sus costos y limitan en ciertos casos su capacidad de funcionamiento.
- Por otro lado se encuentran otros equipos conocidos como computadoras embebidas, que vienen en forma de placa por lo que necesitan ser instalados dentro de una caja hermética. Estas placas tienen interfaces Ethernet, puerto serial para configurarlas y varios slots donde se pueden insertar tarjetas inalámbricas de tipo CF, PCMCIA, CardBus o mini-PCI. Su configuración puede ser hecha a través de software libre (por ejemplo Linux) para que trabaje en modo enrutador, punto de acceso, puente, etc. Entre las ventajas que ofrecen estas computadoras embebidas sobre otros equipos están la modularidad que presentan al permitir cambiar las tarjetas inalámbricas según convenga;

el reducir el número de equipos de radio instalados en una torre al permitir en una sola placa integrarlos; y los costos bajos que presentan en el mercado en comparación con los otros tipos de equipos que se mencionaron en el ítem anterior.

- Muchos equipos tienen la ventaja de que la alimentación de energía se lo hace a través de inyectores PoE, con lo que disminuye el cableado y la interferencia en el cable de datos. Además de contar con conectores para instalar una antena externa con lo que se puede ampliar el rango de cobertura del equipo.
- Estos dispositivos soportan temperaturas de operación de hasta 60°C, por lo que no tendrían problemas de operación en el cantón Chone donde las temperaturas oscilan entre 23 y 28 grados centígrados de 7 a 8 meses en el año, y alcanza hasta 34°C en época de lluvias que corresponden a 4 meses en el año.

Antenas

- Existe en el mercado para la red troncal antenas directivas de tipo grilla o de plato, que operan en las bandas de frecuencias de 2,4 Ghz o 5,8 Ghz, con ganancias entre 21 y 31 dBi. Por lo general para las bandas de frecuencias de 5,8 Ghz se encuentra antenas de mayor ganancia que para la banda de 2,4 Ghz, ya que a esas frecuencias las pérdidas de propagación en el espacio libre son mayores.
- En la fabricación de estas antenas se mantiene la relación VSWR de 1,5 : 1 como norma general, así como también una impedancia de 50 (OHM); la mayoría de antenas tienen una polarización vertical y la temperatura de operación entre -40°C y 70°C; que se ajusta perfectamente a las condiciones climáticas del cantón.

Cables y Conectores

- Se encuentra en el mercado varios tipos de cable coaxial, dentro de los cuales los más usados para conectar las antenas y los equipos de radio están los Heliac y los LMR. A continuación se muestra una tabla con las pérdidas que presentan estos cables:

Tabla. 4.12. Valores típicos Atenuación en cables coaxiales a 2,4 Ghz

Tipo de Cable	(dB/m) a 2,4 Ghz
Heliac 1/2"	0,13
Heliac 3/8"	0,2
Speedflex 375	0,52
LMR 100	1,3
LMR 400	0,22
LMR 600	0,14

Los cables Heliac presentan menos pérdidas que los LMR, son más costosos, más rígidos y difíciles de manipular; por lo que como alternativa a estos se suele usar los cables LMR 400 o LMR 600.

- Existen una gran cantidad de conectores diseñados para ajustar diferentes tipos de cables o componentes de la cadena RF, entre los que se tiene a los TNC, BNC, N, SMA, MCX, UFL, MC-Card, etc. Estos componentes presentan en cada conexión pérdidas de entre 0,2 y 0,5 dB, por lo que hay que minimizar el número de conectores a usar en la cadena RF.
- En la mayoría de tarjetas inalámbricas vienen incorporados conectores pequeños como los SMA, MMCX, MC, UFL, para a través de un cable conectarlas a una antena; en cambio muchas antenas tienen conectores grandes como los tipo N o TNC. Por lo que se requiere del uso de un pigtail que tenga un cable más delgado donde se puedan conectar los conectores pequeños, como es el caso del cable LMR 100; el cual es más fino que el LMR 400 o LMR 600 con el inconveniente que atenúa

más la señal, por lo que tiene que ser de longitud corta para minimizar los efectos de la atenuación del cable.

4.3.4 Equipamiento de las Estaciones Repetidoras de la Red Troncal

Para el caso de las estaciones repetidoras de la red troncal, estas deben ser equipadas con dos sistemas básicos para su funcionamiento: el sistema de radiocomunicación y el sistema de suministro de energía.

4.3.4.1 Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación

Este sistema constará de una o varias computadoras embebidas configuradas para funcionar como enrutadores inalámbricos, las mismas que pueden tener entre una y tres ranuras para insertar tarjetas inalámbricas de tipo mini-PCI o de tipo Cardbus; además están dotadas de uno o dos puertos ethernet que permiten conectar a través de cable UTP dos computadoras embebidas y también alimentar de energía a la placa por medio de inyectores PoE (power over ethernet). La configuración de la placa se lo hace por el puerto serial.

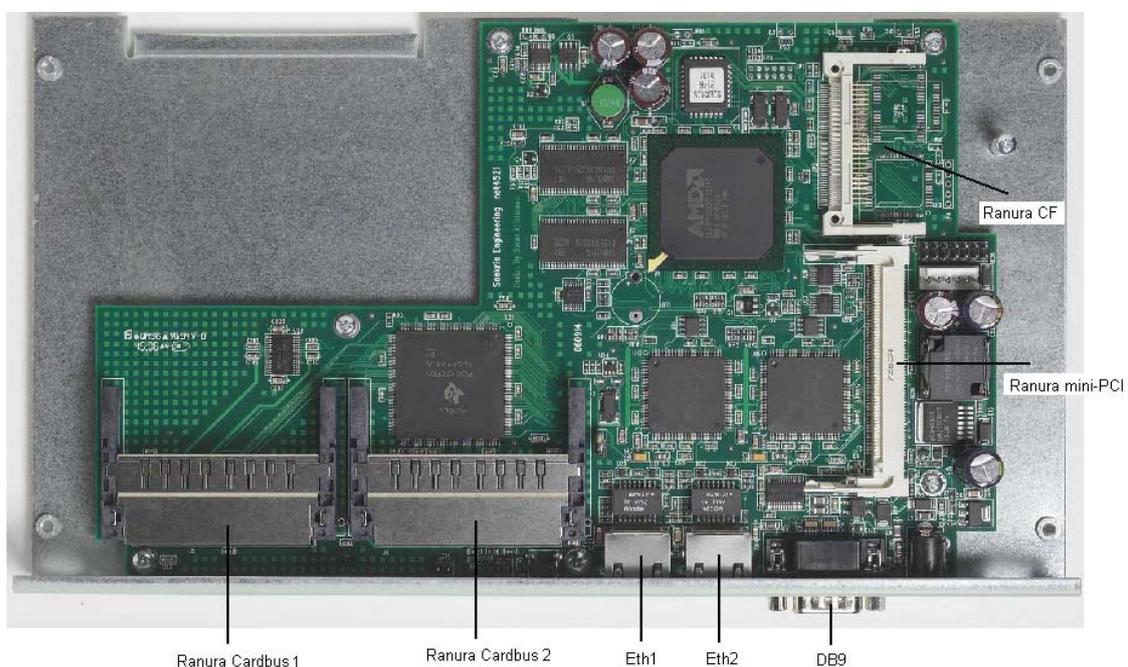


Figura. 4.17. Computadora Embebida net 4521³⁹

³⁹ <http://www.soekris.com/net4521.htm>

Las computadoras embebidas y sus respectivas tarjetas inalámbricas irán instaladas dentro de cajas estancas impermeables y resistentes a condiciones extremas de temperatura y humedad, las mismas que se colocarán en las torres de comunicación a una distancia de entre 1 y 1,5 metros de separación de donde se encuentren colocadas las antenas.



Figura. 4.18. Caja Estanca ⁴⁰

Las antenas directivas que se usarán para los enlaces entre estaciones repetidoras tienen conectores tipo N-hembra, y las tarjetas inalámbricas conectores de tipo U.FL, RPSMA, MMCX, entre otros; por lo que será necesario el uso de pigtaills para conectar las antenas con las tarjetas inalámbricas. A más de esto será necesario instalar protectores de línea en las conexiones entre las antenas y tarjetas inalámbricas, para proteger al equipo de radiocomunicación en caso de que se produzca una descarga eléctrica ocasionada por un rayo.

La red troncal se encuentra conformada por 105 nodos, de los cuales se ha identificado que existen 10 nodos inalámbricos que funcionan únicamente como estaciones repetidoras: ABH2, ABH7, ABH16, ABH19, ABH70, ABH72, ABH78,

⁴⁰ <http://jetclub.balearweb.net>

ABH84, ABH89 y ABH103. Todas estas estaciones operarán en la banda ISM, usando una sola computadora embebida y estarán localizadas en emplazamiento aislados; de las cuales siete de ellas necesitan que la placa tenga solo dos ranuras (1 mini-PCI y 1 Cardbus), en cambio tres estaciones ABH19, ABH72 y ABH78 requieren que la placa tenga tres ranuras (1 mini-PCI y 2 Cardbus) para su operación. El resto de nodos aparte de funcionar como estaciones repetidoras, también funcionarán como puntos de acceso, y se las describirá en la red de distribución. En el Anexo 1 se muestran el plano de conexión del sistema de radiocomunicación y del sistema de suministro de energía de los nodos que funcionan únicamente como estaciones repetidoras.

Ahora que se conoce como está conformado el sistema de radiocomunicación de las estaciones repetidoras de la red troncal y como se interconectan cada uno de sus elementos, se procederá a mencionar cuáles son los equipos comerciales que se recomienda utilizar para su equipamiento, por sus buenas características técnicas y sus convenientes costos, que se ajustan a lo que requieren las estaciones repetidoras:

Computadoras Embebidas: Se ha elegido para los enrutadores inalámbricos las placas Soekris, debido a que ofrecen en sus modelos placas de dos y tres ranuras para inserción de tarjetas inalámbricas, son de arquitectura x86, tienen también uno o dos puertos Ethernet, una ranura para insertar una tarjeta CompactFlash con lo que se aumenta la memoria para su programación, soporta Power over Ethernet para su alimentación de energía y temperaturas climáticas hostiles.

Soekris Engineering net 4521:

- **Hardware:**
 - 133 Mhz CPU
 - 64 Mbyte SDRAM
 - 1 Mbit BIOS/BOOT Flash
 - 1 ranura CompactFLASH Type II
 - 1 ranura Mini - PCI type III
 - 2 ranuras PC - card/Cardbus

- 1 puerto serial DB9
 - 2 puertos Ethernet 10/100 Mbit
 - Soporta Power over Ethernet según el estándar 802.3af
- **Software:**
- Diseñado para FreeBSD, NetBSD, OpenBSD y Linux

Soekris Engineering net 4511:

- **Hardware:**
- 133 Mhz CPU
 - 64 Mbyte SDRAM
 - 1 Mbit BIOS/BOOT Flash
 - 1 ranura CompactFLASH Type II
 - 1 ranura Mini - PCI type III
 - 1 ranuras PC - card/Cardbus
 - 1 puerto serial DB9
 - 2 puertos Ethernet 10/100 Mbit
 - Soporta Power over Ethernet según el estándar 802.3af
- **Software:**
- Diseñado para FreeBSD, NetBSD, OpenBSD y Linux

Tarjetas Inalámbricas: La elección de las tarjetas inalámbricas se ha hecho en base a las que mejores parámetros técnicos presenten al operar a una tasa de transmisión de 6 Mbps, tanto en la banda ISM como en la UNII. Se han elegido dos tarjetas de tipo mini-PCI de similares características en transmisión (26 dBm) y en recepción (-94 dBm) que se usarán principalmente en radioenlaces de larga distancia, la tarjeta TT24-400 para la banda ISM y la tarjeta SR5 para la banda UNII. En radioenlaces de mediana distancia se hará uso de la tarjeta de tipo Cardbus SRC que provee una potencia de transmisión de 23 dBm y una sensibilidad de -94 dBm al funcionar en la banda ISM, en cambio al operar en la banda UNII provee una potencia de transmisión de 20 dBm y una sensibilidad de -92 dBm. Las tres tarjetas inalámbricas tienen incorporadas un chip Atheros por lo

que se recomienda usar el driver MadWifi, que permite ajustar varios parámetros del MAC como el ACKTimeout y el SlotTime.

TT24- 400: IEEE 802.11b/g, WLAN mini-PCI card

- **Frecuencia de Operación:** 2412-2462 Mhz
- **Potencia de Transmisión:** 26 dBm (1-24 Mbps), 21 dBm (54 Mbps)
- **Sensibilidad:** -94 dBm (6 Mbps), -83 dBm (36 Mbps), -74 dBm (54 Mbps)
- **Interfaz:** 32 bit mini-PCI Type II
- **Conector integrado:** MMCX
- **Chip Set:** Atheros AR5006XS
- **Fabricante:** Teletronics International Inc.

SR5: IEEE 802.11 a WLAN mini-PCI card

- **Frecuencia de Operación:** 5 Ghz
- **Potencia de Transmisión:** 26 dBm (6-24 Mbps), 21 dBm (54 Mbps)
- **Sensibilidad:** -94 dBm (6 Mbps), -83 dBm (36 Mbps), -74 dBm (54 Mbps)
- **Interfaz:** 32 bit mini-PCI Type III
- **Conector integrado:** U.FL (primario) / MMCX (secundario)
- **Chip Set:** Atheros AR5213
- **Fabricante:** Ubiquiti Networks, Inc.

SRC: IEEE 802.11a/b/g WLAN Cardbus card

- **Frecuencia de Operación:** 2,4 Ghz / 5 Ghz
- **Potencia de Transmisión (802.11 b/g):**
23 dBm (1-24 Mbps), 20 dBm (54 Mbps)
- **Sensibilidad (802.11 b/g):** -94 dBm (6 Mbps), -83 dBm (36 Mbps),
-74 dBm (54 Mbps)
- **Potencia de Transmisión (802.11 a):**
20 dBm (6-24 Mbps), 16 dBm (54 Mbps)
- **Sensibilidad (802.11 a):** -92 dBm (6 Mbps), -81 dBm (36 Mbps),
-75 dBm (54 Mbps)

- **Interfaz:** 32 bit Cardbus Type II
- **Conector integrado:** MMCX
- **Chip Set:** Atheros 5004
- **Fabricante:** Ubiquiti Networks, Inc.

Antenas: Se han seleccionado dos antenas altamente directivas para enlazar las estaciones repetidoras de la red troncal, que en muchos de los casos se encuentran distantes entre si varios kilómetros. La primera antena modelo HG2424G-NF se usará en zonas rurales operando en la banda ISM, y la antena GD5W- 21P- NF se usará en zonas urbanas operando en la banda UNII.

HG2424G-NF: Antena WLAN directiva, Die Cast Reflector Grid

- **Frecuencia de Operación:** 2400-2500 Mhz
- **Ganancia:** 24 dBi
- **Polarización:** Vertical
- **Ancho de Haz (H/V):** 8°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Hyperlink Technologies

GD5W- 21P- NF: Antena WLAN directiva, Grid Dish Parabolic

- **Frecuencia de Operación:** 4940-5850 Mhz
- **Ganancia:** 21 dBi
- **Polarización:** Vertical u Horizontal
- **Ancho de Haz (H/V):** 10°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Pacific Wireless

4.3.4.2 Equipamiento del Sistema de Suministro de Energía

En la red troncal será necesario instalar 105 nodos inalámbricos a lo largo de las nueve parroquias del cantón Chone, de las cuales solo catorce se encuentran dentro de instituciones educativas que están dotadas de energía eléctrica, es decir el 86,6% de los nodos inalámbricos necesitará un sistema de suministro de energía autónomo para su operación.

La solución más viable, económica y sustentable sería el suministro de energía a través de módulos solares fotovoltaicos, sistema que debe ser capaz de proporcionar energía de manera continua a los equipos que conforman el sistema teleinformático de las estaciones repetidoras de la red troncal.

Un sistema fotovoltaico esta conformado principalmente de cuatro componentes: generador fotovoltaico, acumulador, regulador y carga. El generador fotovoltaico es el elemento que capta la radiación solar y la transforma en energía eléctrica. Este se encuentra conformado por un conjunto de paneles o módulos fotovoltaicos⁴¹ conectados en serie y/o paralelo, que deben proporcionar la energía necesaria para el consumo. El acumulador es el dispositivo que se encarga de almacenar parte de la energía producida por los paneles (la que no se consume inmediatamente) para disponer de ella en periodos de baja o nula irradiación solar. La acumulación se realiza en forma de energía eléctrica mediante el uso de baterías (usualmente de plomo-ácido). El regulador es un equipo electrónico que controla tanto el flujo de la corriente de carga proveniente de los módulos hacia el acumulador, como el flujo de la corriente de descarga que va desde el acumulador hacia la carga. Si el acumulador ya esta cargado, el regulador interrumpe el paso de corriente de los módulos hacia ésta y si ella ha alcanzado su nivel máximo de descarga, el regulador interrumpe el paso de corriente desde el acumulador hacia la carga. Entre las funciones principales del regulador están la protección de los acumuladores contra sobrecargas, el mantener los acumuladores cargados en una tensión media alta (flotación), la desconexión de consumidores cuando las baterías estén vacías (control de

⁴¹ Conjunto de celdas o células solares monocristalinas o policristalinas encapsuladas en un plástico aislante con un frente de vidrio templado enmarcado dentro de un perfil de aluminio.

consumidores). La carga son los equipos que se conectan al sistema y que consumen la energía del mismo (focos, electrodomésticos, motores, bombas, etc).

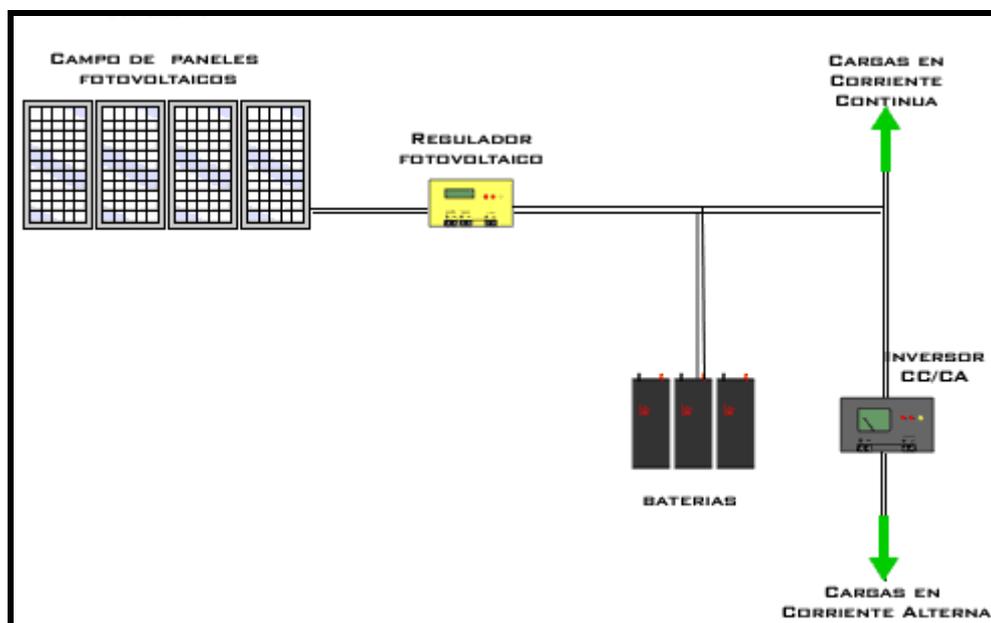


Figura. 4.19. Esquema de un Generador Fotovoltáico ⁴²

De acuerdo al equipamiento del sistema de radiocomunicación de las estaciones repetidoras de la red troncal, las computadoras embebidas net 4511 y net 4521 vendrían a ser la carga del sistema de suministro de energía. Estos equipos consumen un promedio de 5W en operación y tienen que mantenerse en funcionamiento las 24 horas del día, resultando ser el consumo diario promedio de estos equipos de 120 Wh/d.

El sistema debe generar al menos un 30% más de energía de la que se consume debido a ineficiencias en los equipos y pérdidas en el cableado, por lo que se toma en consideración una relación carga/descarga⁴³ también llamado factor de corrección de 1,3. Además hay que considerar pérdidas adicionales sobre el consumo de la carga del 10%, por lo que la energía que se necesita del sistema de suministro de energía es igual a:

⁴² <http://www.balner.com>

⁴³ Relación entre la generación y el consumo diario de energía

$$E = \text{consumo de las cargas} * (1 + \% \text{ de pérdidas}) * \text{factor de corrección}$$
$$E = 120 \text{ Wh/d} * (1 + 0,1) * 1,3$$
$$E = 172 \text{ Wh/d}$$

En el mercado se encuentran módulos fotovoltaicos de diferentes texturas, materiales y potencias nominales de entre 5 y 200W, que para el caso de este proyecto se requiere que sean aptos para climas tropicales y de celdas policristalinas o monocristalinas, pero no amorfas porque tienen menor eficiencia que las dos anteriores. La energía producida por los módulos fotovoltaicos en vatios hora es igual al producto entre la potencia nominal de los módulos y el tiempo de incidencia de una radiación solar fuerte (sol sin sombra o nubes) sobre estos. Debido al tipo de clima y la zona donde se encuentra el Ecuador se considera que se puede captar energía solar de 3 a 3,5 horas por día. El número de módulos fotovoltaicos necesarios para el sistema de suministro se lo obtiene de la relación entre la energía que se necesita que genere el sistema de suministro y la energía producida por los módulos fotovoltaicos:

$$\# \text{ módulos} = E / (\text{Potencia nominal de los módulos} * \text{Tiempo de radiación solar})$$

$$\text{Potencia nominal de un módulo} = 172 \text{ Wh/d} / (1 \text{ módulo} * 3 \text{ horas})$$

$$\text{Potencia nominal de un módulo} = 57 \text{ W}$$

En el suministro de energía se requiere que los acumuladores o baterías cumplan con ciertas características para que se tenga un buen desempeño del sistema, entre las que se tiene: las baterías deben almacenar energía eléctrica usando procedimientos electroquímicos que tengan un buen nivel de descarga profunda⁴⁴ para que sea mayor su autonomía, que soporten un gran número de ciclos de carga y descarga para que de esta forma sea mayor la vida útil de la batería. Que soporten temperaturas extremas y sean de libre mantenimiento, ya que las estaciones repetidoras se encuentran en lugares aislados.

⁴⁴ Quiere decir que la batería puede descargar una cantidad significativa de la energía cargada antes de que requiera recargarse.

Para calcular la capacidad que se necesita que tenga el banco de baterías en vatios por hora, se considera ciertos factores como la cantidad de energía que consume la carga por día, el porcentaje de pérdidas adicionales sobre el consumo de la carga, el número de días de autonomía⁴⁵ y el porcentaje de descarga máximo de las baterías.

$$C = (E * (1 + \% \text{ de pérdidas}) * \# \text{ de días de autonomía}) / \% \text{ de descarga máx.}$$

$$C = (120 \text{ Wh/d} * 1,1 * 4) / 0,8$$

$$C = 660 \text{ Wh/d}$$

El número de baterías necesarios para el sistema de suministro se lo obtiene de la relación entre la capacidad que se requiere del banco de baterías y la multiplicación entre el voltaje nominal que entregará cada batería y su respectiva capacidad de suministrar corriente:

$$\# \text{ baterías} = C / (\text{Voltaje de una batería} * \text{Capacidad de una batería})$$

$$\text{Capacidad de una batería} = 660 \text{ Wh/d} / (12 \text{ V} * 1 \text{ batería})$$

$$\text{Capacidad de una batería} = 55 \text{ Ah}$$

⁴⁵ Días en los que el sistema de suministro de energía solo obtiene corriente eléctrica de las baterías.

En base a los cálculos realizados para dimensionar la cantidad de energía eléctrica que debe producir el generador fotovoltaico para cubrir el requerimiento energético que tiene la carga, y de acuerdo a los equipos que se encuentran en el mercado, se recomienda utilizar por sus buenas características técnicas y sus convenientes costos, los siguientes dispositivos que se ajustan a lo que requiere el sistema de suministro de energía de las estaciones repetidoras:

Módulos Fotovoltaicos: En las estaciones repetidoras se utilizará un módulo fotovoltaico de celdas de silicón policristalino, de potencia máxima 65W y voltaje nominal de 12V.

BP365J:

- **Potencia Máxima:** 65W
- **Voltaje Nominal:** 12V
- **Corriente a Pmax:** 3,69A
- **Corriente de Corto Circuito:** 3,99A
- **Voltaje de Circuito Abierto:** 22,1V
- **Celdas Solares:** 36 celdas (11,4 x 11,4) conectadas en series, matriz 4x9
- **Dimensiones (l x a x h):** 111 x 50,2 x 5 cm.
- **Peso:** 7,2 Kg.
- **Fabricante:** BP Solar

Baterías: Se usará en las estaciones repetidoras una batería con una capacidad nominal de 56 Ah, de descarga profunda, fabricada para operar en generadores fotovoltaicos.

PVX- 560T:

- **Capacidad Nominal:** 56Ah.
- **Número de ciclos al 80% de profundidad de descarga:** 625 Ciclos
- **Voltaje de Circuito Abierto al estar cargado el 100%:** 12,8V o más.
- **Temperatura de Operación:** - 40°C a + 72°C
- Manufacturado con un separador plano de vidrio absorbente (AGM)
- **Mantenimiento:** Libre de Mantenimiento

- **Dimensiones (l x a x h):** 22,8 x 13,8 x 22,4 cm.
- **Peso:** 18,2 Kg.
- **Fabricante:** Sun Xtender

Regulador de Corriente: En las estaciones repetidoras se usará un regulador de corriente, de voltaje nominal 12V, de intensidad de corriente máxima de consumo y generación 20A.

Isoler 20:

- **Voltaje Nominal:** 12 / 24V (Selección Automática)
- **Corriente máxima de Consumo/Generación:** 20A
- **Temperatura de Operación:** 0°C a + 50°C a plena carga
- **Dimensiones (l x a x h):** 15,6 x 15,7 x 2,7 cm.
- **Peso:** 0,54 Kg.
- **Fabricante:** Isofotón

4.3.5 Configuración del Software para la Simulación

Para hacer uso de las herramientas de simulación y diseño del programa Radio Mobile, previamente se debe configurar algunas opciones del programa de tipo gráficas y técnicas, que se ajusten a los requerimientos y criterios de diseño de la red que se pretende diseñar y simular. Las mismas que se explicarán en la presente sección:

4.3.5.1 Propiedades del Mapa

El programa Radio Mobile para la simulación de redes de comunicación fijas y móviles necesita obtener un mapa de trabajo, donde consten los datos de altitud del área geográfica donde se ubicarán las estaciones que van a formar parte de una red. A estos mapas se les conoce como “modelos digitales del terreno”, los cuales se realizaron a través de un proyecto desarrollado por la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) y la NGA (*National Geospatial Intelligence Agency*) llamado SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). El cual consistió en un sistema de radar que voló en el transbordador espacial *Endeavour* durante una misión de 11 días en febrero del año 2000 con el fin de recoger los datos de altitud de todo el Globo Terráqueo para tener una completa base de datos digital topográfica de la Tierra.

Los modelos digitales del terreno de toda la superficie terrestre está dividida en ficheros, clasificados de acuerdo a su resolución gráfica que puede ser de 1, 3 y 30 segundos de arco; siendo el de 1 segundo de arco exclusivamente para Estados Unidos, y el resto de ficheros para todo el mundo. Se encuentran estos ficheros disponibles gratuitamente en Internet en la dirección electrónica “ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/South_America/”.

La enumeración de los ficheros sigue la siguiente nomenclatura: SxxWyyy, donde S y W representan el sur y el oeste respectivamente; y xx e yyy las cifras de la latitud y longitud de la región de estudio respectivamente. En este caso, para la obtención del mapa de trabajo y los datos de elevación del terreno en el cantón Chone, es necesario descargar varios ficheros que contengan la región

comprendida entre el 1° de latitud norte y 2° de latitud sur, y entre los 79° y 81° de longitud oeste.

Los ficheros que se usaron para este diseño son los N01W079, N00W079, N00W080, N00W081, S01W079, S01W080, S01W081, S02W079, S02W080 y S02W081. Los mismos que tienen una resolución de 3 segundos de arco (100 metros aproximadamente) y que pertenecen a la versión 2 de los modelos digitales SRTM.

La extracción de los datos de elevación de los ficheros para generar un mapa de trabajo se lo realiza a través de la opción “Propiedades del mapa” del menú Archivo, de la manera siguiente:

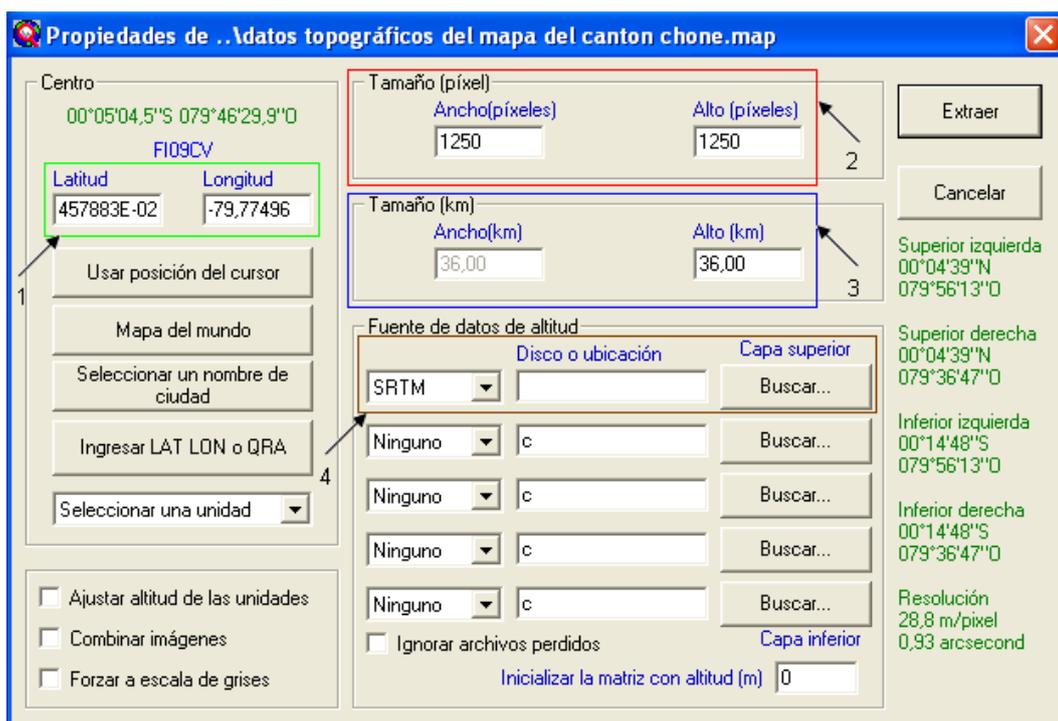


Figura. 4.20. Propiedades del Mapa del Programa Radio Mobile

1. Ingresar las coordenadas del centro del mapa de trabajo.
2. Ingresar el tamaño del mapa que se requiera en píxeles.

3. Ingresar el tamaño del mapa en kilómetros. Valor que dependerá del nivel de acercamiento que se requiera alrededor de las coordenadas del centro del mapa de trabajo.
4. En esta casilla se debe ingresar la dirección de la carpeta donde se encuentran los ficheros que se usarán para generar el mapa de trabajo.
5. Pulsar el botón Extraer.

Una vez seguidos los pasos anteriores se desplegará un mapa digital con sus respectivos datos de elevación como el de la figura 4.21, que corresponde al mapa de trabajo de todo el cantón Chone. Como la red que se va a diseñar se encontrará conformada por un amplio número instituciones educativas localizadas a lo largo del las nueve parroquias del cantón; se necesitará generar varios mapas de trabajo para cada parroquia con un mayor grado de acercamiento para tener una visión mas detallada de la orografía de cada sector. Lo que permitirá tener un mejor criterio para determinar los lugares más idóneos para la colocación de los nodos inalámbricos de la red.

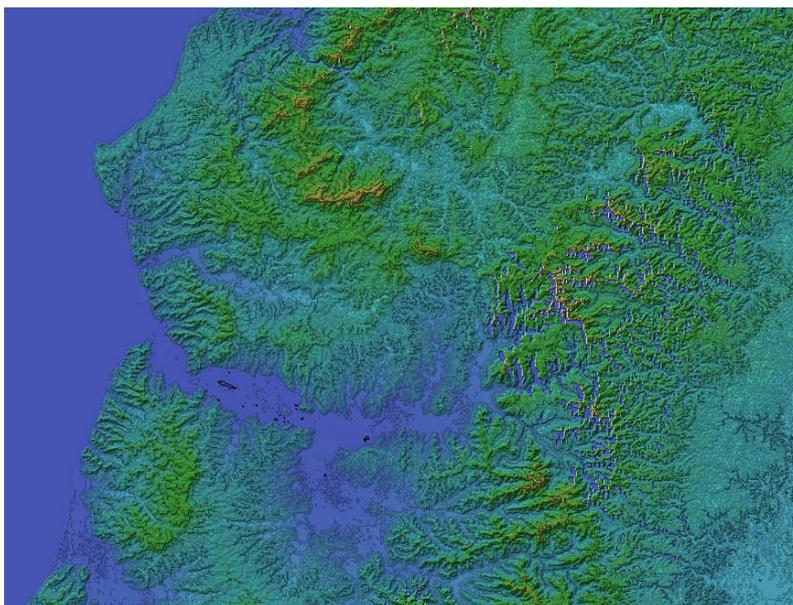


Figura. 4.21. Mapa de Trabajo del cantón Chone

4.3.5.2 Propiedades de la Imagen

Con el propósito de tener una mejor perspectiva de la altitud del terreno en el mapa de trabajo, se especificó en la opción “propiedades de la imagen” del menú archivo del software de diseño, que se dibujen curvas de nivel cada 25 metros, en modo de dibujo arco iris, con colores estratificados, a una escala relativa que vaya desde los cero metros hasta los 550 metros, con intervalos de 50 metros para cada color. La escala ha sido determinada en base al análisis de las condiciones topográficas del terreno del cantón Chone realizado en el capítulo tres, quedando definida de la siguiente manera:



Figura. 4.22. Escala de colores de la orografía del cantón Chone

Unas ves que se tiene listo el mapa de trabajo, se procede a configurar ciertos aspectos que caracterizarán el comportamiento de la red.

4.3.5.3 Propiedades de las Redes

Esta opción que se encuentra en el menú Archivo del programa, se usa para asignar valores a las variables que el modelo ITM de Longley – Rice utilizará para la simulación de las redes y los cálculos de propagación en los radioenlaces. Aquí se encuentran varios apartados para configurar como son: Parámetros, Topología, Miembros, Sistemas y Estilos.

- **Parámetros:** En este apartado se ingresan los valores de varios parámetros de tipo topográfico (área encerrada en color amarillo), climatológico (área encerrada en color rojo) y técnico (área encerrada en color verde), para cada una de las redes que se creen en la casilla “lista de todas las redes” (área encerrada en color azul), como se observa en la figura 4.23.

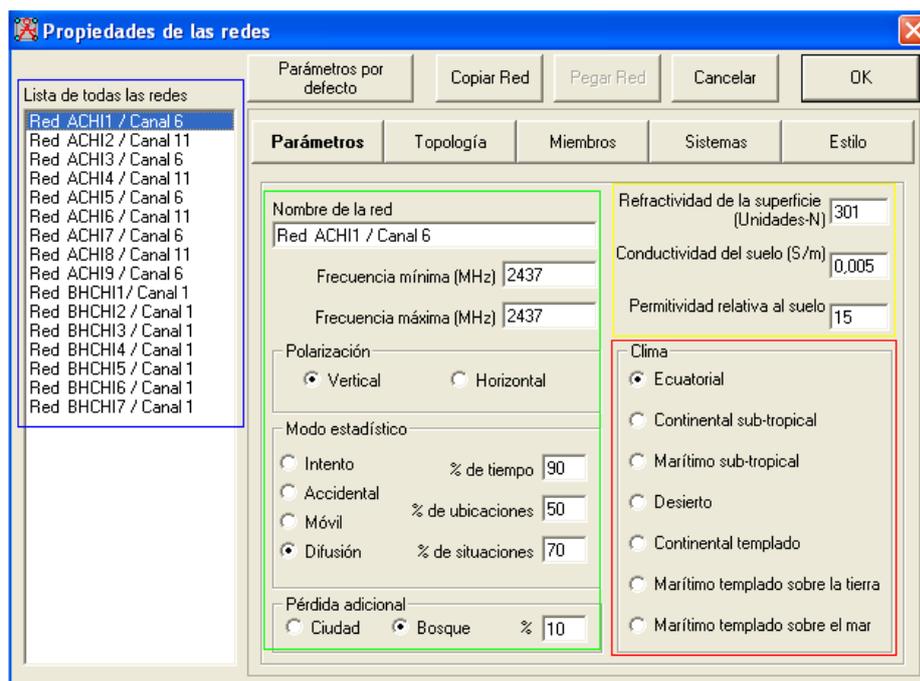


Figura. 4.23. Ventana de Parámetros de las redes en el programa Radio Mobile

Según la terminología utilizada en el programa se define como “red” a un grupo de unidades de radio que operan en el mismo rango de frecuencias bajo las mismas condiciones climatológicas y de terreno. En el diseño de este proyecto se nombrará a cada red con el código

asignado para cada parroquia⁴⁶, el número de red, y anteponiendo el sufijo 'A' cuando sea red de distribución, o el sufijo 'BH' cuando sea red troncal; seguido del canal en el que opere la red como en el siguiente ejemplo: "Red ACHI1 / Canal 6", que es el nombre de la primera red de acceso de la parroquia Chibunga que opera en el canal 6.

Los parámetros topográficos y climatológicos que se utilizarán para todas las redes son: el de refractividad de la superficie con el valor de 301 (unidades – N), el de conductividad de suelo con el valor de 0,005 (S/m), la permitividad relativa del suelo con el valor de 15, y como clima el Ecuatorial; tal como se explico y definió en la sección de parámetros involucrados en el modelamiento del sistema de radio.

En las casillas de frecuencia mínima y máxima, se ingresará el valor de la frecuencia central del canal que se use para la operación de la red, siguiendo los criterios de asignación de canales según el tipo de red y el tipo de parroquia; tanto en el casillero de frecuencia mínima, como de frecuencia máxima. Esto para que la simulación sea más real trabajando a la frecuencia que operará el equipo al entrar en funcionamiento, ya que el programa utiliza para sus cálculos el promedio de las frecuencias que se ingrese.

La polarización de una antena se refiere a la orientación que tiene el campo eléctrico de la onda electromagnética que se irradia desde esta. El programa permite escoger entre dos tipos de polarización de antena: la vertical y la horizontal; para lo cual la selección del tipo de polarización dependerá de las especificaciones técnicas de las antenas que se empleen en las comunicaciones. Pero hay que tomar en cuenta que el programa asume la misma polarización de antena tanto en el transmisor como en el receptor.

⁴⁶ Véase los códigos de las parroquias del Cantón Chone en la página 74 del tercer capítulo.

El programa permite seleccionar de entre cuatro modos estadísticos (también llamados de variabilidad) para la simulación: el modo “Intento”, para realizar pruebas en las que el programa hace un único intento para enviar un mensaje en la simulación; el modo “Accidental”, que se utiliza para la evaluación de interferencia; el modo “Móvil”, que se usa para estaciones que se encuentran en movimiento durante la transmisión; y el modo “Difusión”, usado para comunicaciones entre estaciones fijas.

Dependiendo del modo estadístico que se escoja se pueden ajustar en términos de porcentajes (0,1% a 99,9%) tres tipos de variabilidades como son: la variabilidad de tiempo, que considera los cambios en la refracción atmosférica o en la intensidad de turbulencia atmosférica; la variabilidad por localización, que estima cambios en los perfiles del terreno entre dos puntos a largo plazo; y la variabilidad por situación, que toma en cuenta efectos que no pueden explicarse o que se ha decidido no controlar.

Para la simulación de las redes, se ha escogido el modo estadístico “Difusión”, que es el más recomendable para comunicaciones entre estaciones fijas, y se lo ha configurado estimando una variabilidad de tiempo con un porcentaje del 90%, debido a que en la actualidad el clima tiende a ser muy variable e impredecible; un porcentaje de ubicaciones del 50%, ya que se estima un mediano cambio en el perfil del terreno dentro de algunos años; y un porcentaje de situaciones del 70%, estimando condiciones no tan favorables, para realizar un diseño más robusto de la red.

En la casilla de pérdidas adicionales, se pueden escoger entre dos tipos de causas que provoquen estas pérdidas: el bosque o la ciudad. Estas pérdidas se ingresan en términos de porcentaje, y pueden ir desde el 0% hasta el 100%. Tomando en cuenta el tipo de vegetación que se tiene en las parroquias rurales del cantón Chone, se considerará pérdidas por la vegetación del 10%; y pérdidas por edificaciones del 15%

para zonas urbanas, donde la mayoría de construcciones no sobrepasan los tres pisos.

- **Topología:** En este apartado se escoge el tipo de topología con el que se configurará la red. Entre las opciones que se tiene se encuentran la red de voz, la red de datos topología estrella, y la red de datos cluster como se observa en la siguiente figura:

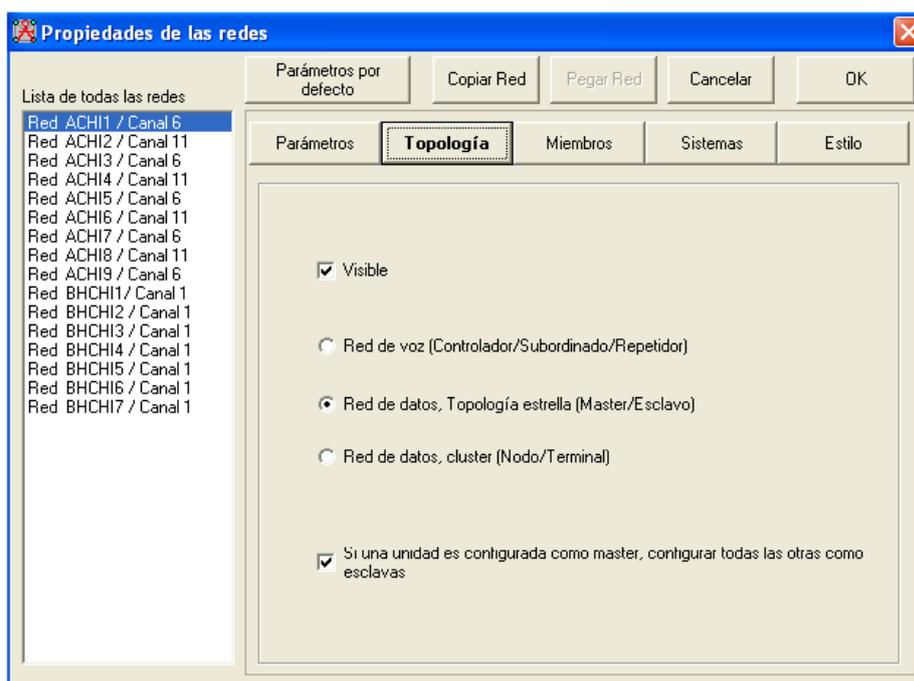


Figura. 4.24. Ventana de Topología de las redes en el programa Radio Mobile

La topología red de voz (Controlador/Subordinado/Repetidor), es usada para el diseño de redes de comunicación por voz, en la cual las estaciones de mando se comunican con las estaciones subordinadas, sin que estas últimas se puedan comunicar entre ellas. También se pueden instalar estaciones de retransmisión para mejorar la comunicación.

La red de datos con topología en estrella (Master / Slave), se usa para redes en las que una estación maestra controla varias estaciones esclavas, sin que estas últimas se puedan comunicar entre ellas. Al seleccionar esta opción aparece una casilla que se puede activar en caso

de que se quiera especificar que al configurar una estación como master, automáticamente el resto de estaciones de la red queden configuradas como esclavas. Para la simulación de la red troncal y las redes de distribución se usará este tipo de topología.

La red de datos con topología cluster (Nodo / Terminal), es utilizada en redes de datos con un número determinado de nodos que pueden retransmitir datagramas. Al seleccionar esta opción aparece una casilla en la que se especifica el número máximo de retransmisiones permitidas.

- **Estilo:** Este apartado permite diferenciar gráficamente a través de líneas de colores, si el radioenlace entre dos estaciones cumple con el margen de recepción de señal que se ha definido en el criterio de diseño. Según el criterio de diseño se dibujará con línea verde los enlaces que tengan un margen de recepción igual o mayor a 20 dB; se dibujará una línea amarilla si el margen de recepción es igual o mayor a 17 dB y menor a 20 dB; y se dibujarán con línea roja los enlaces que tengan un margen de recepción menor a 17 dB, los cuales se considerarán como no viables.

- **Sistemas:** En este apartado se podrán definir los sistemas de radiocomunicación que se usarán en la simulación del comportamiento de las estaciones que conformarán la red troncal y la red de distribución. Para lo cual se requiere ingresar en el apartado “Sistemas” de la opción propiedades de las redes del programa Radio Mobile, ciertos parámetros como el nombre del sistema, la potencia de transmisión, la sensibilidad del receptor, las pérdidas de la línea (cables y conectores), el tipo de antena a utilizar con su respectivo patrón de radiación y ganancia, la altura inicial de la antena y pérdidas adicionales en los cables, en el caso de que la altura de la antena difiera del valor inicial introducido.

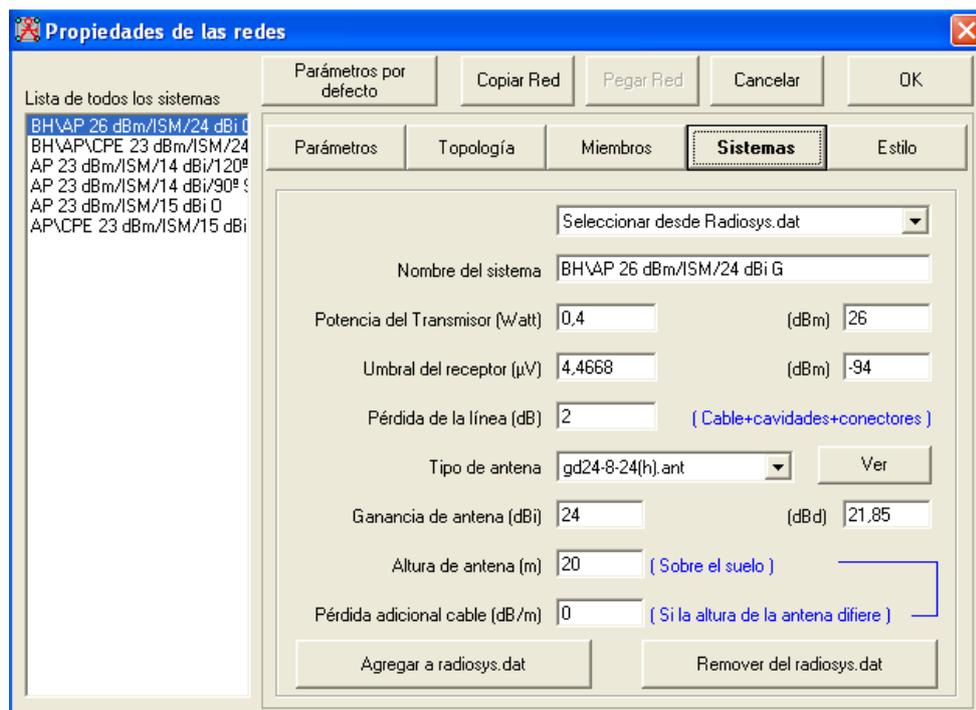


Figura. 4.25. Ventana de Sistemas de las Red Troncal en el programa Radio Mobile

Para nombrar a los sistemas de las estaciones repetidoras de la red troncal, se ha elegido el formato: “Código, Potencia de Transmisión/Banda de Frecuencia/Ganancia de la antena y Tipo de antena”; donde el código “BH” simboliza a un sistema repetidor y “G” representa una antena tipo grilla. Los valores de los parámetros de potencia de transmisión y sensibilidad del receptor han sido tomados en cuenta de acuerdo a la información obtenida a través de la investigación realizada sobre los dispositivos de comunicación, para una tasa de transmisión de datos de 6 Mbps; de igual manera en base a esa investigación se ha estimado una pérdida de 2 dB por concepto de pérdidas en la alimentación.

En la selección del tipo de antena se ha tomado en consideración aquellas antenas que presenten la directividad y ganancia apropiada para realizar enlaces punto a punto de varios kilómetros, que conjuntamente con la potencia de los equipos de radio y la estimación de pérdidas en la alimentación no se exceda el PIRE máximo permitido para

enlaces punto a punto que es de 48 dBm. El patrón de radiación de antena adoptado para simular el comportamiento de las antenas de las estaciones repetidoras ha sido obtenido de la pagina Web de la industria Pacific Wireless,⁴⁷ para una antena tipo grilla con polarización vertical, que opera en la banda ISM con una ganancia de 24 dBi y un haz de radiación horizontal de 8°. Se ha escogido este patrón de radiación ya que tiene un valor de ganancia y de haz de radiación horizontal promedio, con respecto a las antenas que se encuentran en el mercado que tienen entre 21 y 31 dBi de ganancia y entre 4 y 10 grados de haz de radiación horizontal.

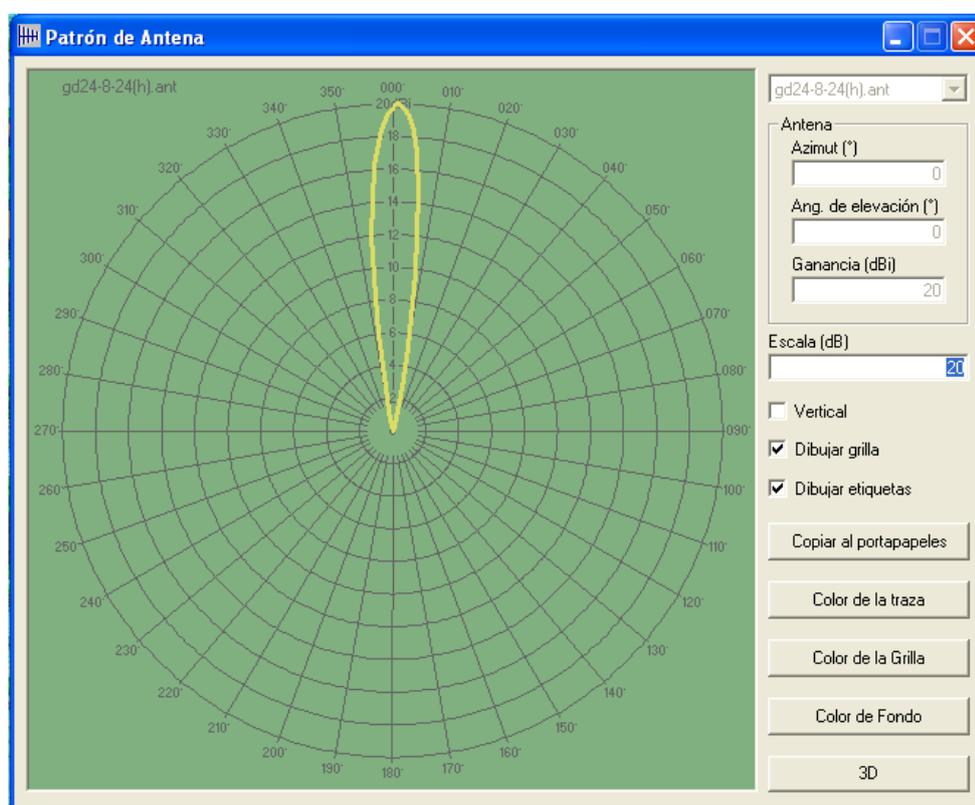


Figura. 4.26. Patrón de Radiación de Antena tipo Grilla de 24 dBi

⁴⁷ http://www.pacwireless.com/products/antenna_patterns/GD24-24%20Patterns.txt

Se han definido cuatro sistemas de radiocomunicación para la simulación de estaciones repetidoras de la red troncal:

Tabla. 4.13. Sistemas de Radiocomunicación de la Red Troncal

SISTEMA	PTx (dBm)	Rx (dBm)	Ganancia (dBi)
BH\AP 26 dBm/ISM/24 dBi G	26	-94	24
BH\AP\CPE 23 dBm/ISM/24 dBi G	23	-94	24
BH\AP\CPE 26 dBm/UNII/21 dBi G	26	-94	21
BH\AP\CPE 20 dBm/UNII/21 dBi G	20	-92	21

4.3.6 Cálculo de los radioenlaces de la Red Troncal

En el cálculo de los radioenlaces entre los nodos de la red troncal, se ha hecho uso del paquete informático Radio Mobile 9.3.5, ya que a partir de los parámetros introducidos al programa, este permite obtener datos técnicos importantes de un radioenlace tales como el perfil topográfico del terreno y la distancia entre estaciones, la orientación de las antenas, el mínimo despeje de la primera zona de Fresnel en trayectoria de la señal, las pérdidas totales de propagación de la señal, el PIRE, el margen de recepción, entre otros; de una manera fácil y rápida. A continuación se presentará a manera de ejemplo el cálculo del presupuesto del enlace entre dos nodos de la parroquia Chibunga, con el fin de mostrar los beneficios que presenta el uso de este software, y la veracidad de sus resultados.

Se presentará como ejemplo de los cálculos realizados, el radioenlace llamado Red BHCHI3 entre los nodos ABH2 y CHI7/ABH3, que tiene los siguientes datos:

- **Coordenadas nodo ABH2:** 0° 2' 55,7" Latitud S; 79° 48' 35,8" Longitud O
- **Altitud nodo ABH2:** 431,6 m.
- **Coordenadas nodo ABH3:** 0° 4' 53" Latitud S; 79° 44' 57,1" Longitud O
- **Altitud nodo ABH3:** 279,6 m.
- **Frecuencia de operación:** 2412 Mhz.
- **Sistemas de comunicación:** BH\AP\CPE 23 dBm/ISM/24 dBi G



Figura. 4.27. Mapa de Trabajo del radioenlace BHCHI3

En base a los parámetros topográficos, climatológicos, técnicos y el modelo digital del terreno del sector de la parroquia Chibunga, ingresados en el programa Radio Mobile, se ha llegado a determinar el perfil topográfico del terreno existente entre las estaciones ABH2 y ABH3. En el cual se puede observar que existe línea de vista entre las dos estaciones, que la distancia entre estas es de 7,66 km y que el punto más crítico del enlace donde se encuentra la protuberancia del terreno que obstruye con mayor prominencia la trayectoria de la señal, se localiza a la distancia de 0,78 km, medida desde la estación ABH2.

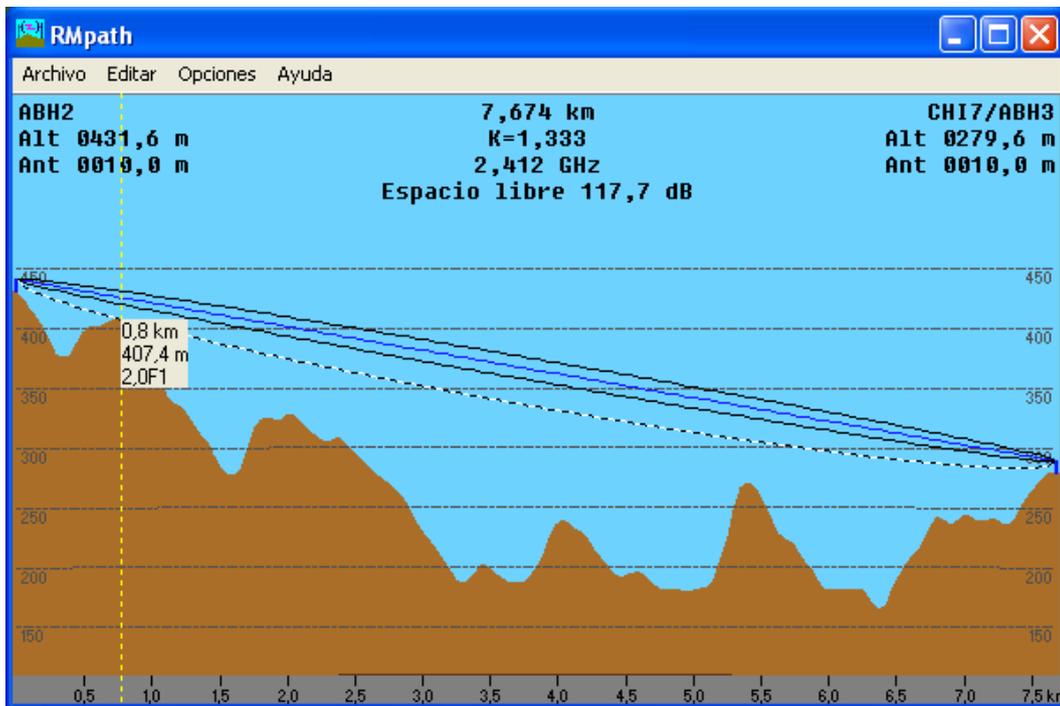


Figura. 4.28. Perfil topográfico del terreno del radioenlace BHCHI3

El programa Radio Mobile a través de la herramienta “Enlace de Radio”, realiza automáticamente el cálculo de los porcentajes de despeje del radio de la primera zona de Fresnel en cada uno de los puntos del trayecto del radioenlace, y presenta como resultado la distancia a la que se localiza el punto que tiene el peor porcentaje de despeje de la primera zona de Fresnel, con su respectivo valor, y el margen de claridad en ese punto. Para la red troncal en la cual los enlaces entre nodos son punto a punto, a parte de mantener por lo menos libre el 60% de la primera zona de Fresnel, se mantendrá en el punto más crítico del enlace como mínimo un margen de despeje o claridad de 9 metros, entre la línea del haz radioeléctrico y el objeto mas cercano.

Es evidente que la altura de las antenas sobre el nivel del suelo debe ser considerada de tal forma que garanticen los parámetros mínimos de claridad y despeje de la primera zona de Fresnel como se mencionó en el párrafo anterior; por lo cual para el caso de la colocación de las antenas en los diferentes nodos que conformarán la red troncal, se tomará como referencia mínima la altura de 10 metros, aun cuando se tenga la certeza de que la línea de vista este despejada; para evitar posibles obstrucciones en el camino del enlace a causa de la vegetación. La máxima altura a la que se colocará una antena dependerá de la relación costo/beneficio de la implementación de la torre, ya que mientras mayor sea su altura de igual forma mayor será su costo y la dificultad de la instalación.

Con el propósito de cumplir con el criterio de la altura mínima de las antenas, en el programa se ha se ha manipulado la altura de las antenas hasta el valor de 10 metros en ambas estaciones, con lo que en el punto más crítico del enlace el programa da como resultado un porcentaje de despeje del 200% del radio de la primera zona Fresnel (2F1), con un margen de claridad de 18,69m. Realizando manualmente el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel, se obtiene que es de 9,34 m

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{0,78 * 6,89}{2412 * 7,67}} = 9,34m.$$

Si se multiplica el valor de este radio por 2 se obtiene el margen de claridad que da como resultado 18,68 metros; con lo que se verifica que los cálculos del programa son certeros y que al realizarlos automáticamente ahorra tiempo al diseño de la red.

En ambas estaciones del radioenlace se usa el sistema de comunicación “BH\AP\CPE 23 dBm/ISM/24 dBi G”, que presenta una potencia de transmisión de 23 dBm, con una antena tipo grilla de ganancia 24 dBi, y considera pérdidas en la alimentación de 2 dB. Por lo que se puede decir que el PIRE de cada estación es de 45 dBm.

$$PIRE = P_{tx}(dBm) + G(dBi) - A_{a\ lim\ entación} = 23dBm + 24dBi - 2dB$$

Con respecto a las pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal, el simulador a calculado como perdidas por obstrucción iguales a cero dB, como pérdidas estadísticas iguales a 4,1 dB y como pérdidas adicionales por bosque iguales a 2,6 dB. Las pérdidas en el espacio libre de acuerdo a la distancia entre las estaciones de 7,66 km y a la frecuencia de operación de 2412 Mhz, da como resultado 117,7 dB, aplicando la fórmula $A_{EL} = 32,4 + 20\log_{10}[2412] + 20\log_{10}[7,66]$. Puesto que las pérdidas totales en la trayectoria de propagación de la señal son la suma de todas las pérdidas mencionadas anteriormente, entonces se tiene como resultado el valor de 124,4 dB.

Para comprobar si es viable el enlace entre las estaciones ABH2 y ABH3, se calculará el margen de recepción aplicando la fórmula descrita en el apartado de parámetros técnicos involucrados en el modelamiento del sistema de radio, de la manera siguiente:

Margen de recepción [dB] – Sensibilidad RX [94 dBm] = Potencia TX [23 dBm] – Pérdidas en la alimentación TX [2 dB] + Ganancia de la antena TX [24 dBi] – Pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal [124,4 dB] + Ganancia de la antena RX [24 dBi] – Pérdidas en la alimentación RX [2 dB]

Que da como resultado un margen de recepción igual a 36,6 dB, el mismo que cumple con el criterio de diseño de tener un margen de recepción mínimo de 20 dB.

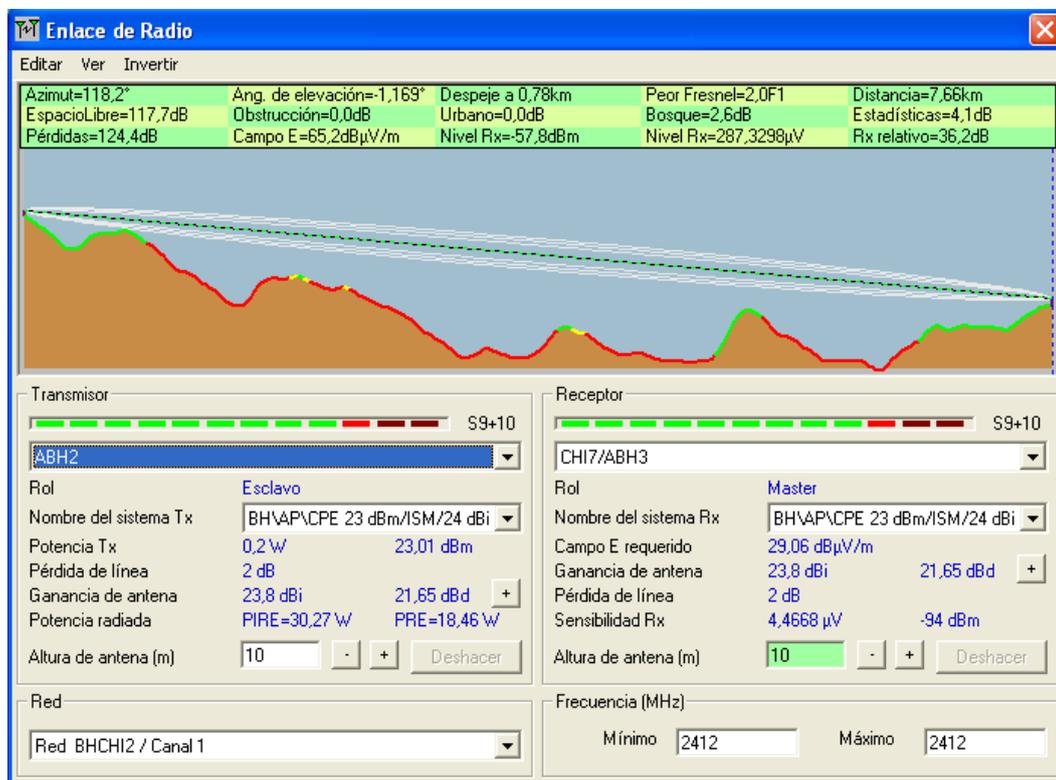


Figura. 4.29. Simulación del radioenlace BHCHI3 en el programa Radio Mobile

Siguiendo el procedimiento y criterios para el cálculo de los presupuestos de los enlaces entre los nodos que conforman la red troncal, tal como se mostró en el ejemplo anterior; se mostrará a continuación de forma tabulada los cálculos de los parámetros más importantes de los radioenlaces de la red troncal que se extiende a lo largo de las nueve parroquias que conforman el cantón Chone.

En la tabla 4.14 se presenta la nomenclatura usada en las tablas, para referenciar a los parámetros involucrados en los radioenlaces:

Tabla. 4.14. Nomenclatura de los parámetros de los radioenlaces

Símbolo	Significado
r F1	Radio de la primera zona de Fresnel
Peor F1	Peor despeje de la primera zona de Fresnel
d Pc	Distancia al punto de peor despeje de la primera zona de Fresnel
G	Ganancia de la antena
Az	Azimuth de la antena
Al	Altitud de la antena
S	Sensibilidad del receptor

4.3.6.1 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chibunga

Tabla. 4.15. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chibunga

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
BHCHI1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH1	A - B	4,68	2412	2,95	11,65	0,8 F1	9,31	124,15	24	118,2	22	26	48,00	-94	-50,15	43,85
ABH2	B - A	4,68	2412	1,73	11,65	0,8 F1	9,31	124,15	24	298,2	22	26	48,00	-94	-50,15	43,85
BHCHI2																
ABH2	A - B	7,66	2412	0,78	9,34	2,3 F1	21,24	128,43	24	118,20	10	23	45,00	-94	-57,43	36,57
ABH3	B - A	7,66	2412	6,88	9,34	2,3 F1	21,24	128,43	24	298,20	10	23	45,00	-94	-57,43	36,57
BHCHI3																
ABH3	A - B	5,52	2412	1,20	10,83	2,1 F1	23,17	125,59	24	209,30	12	23	45,00	-94	-54,59	39,41
ABH4	B - A	5,52	2412	4,33	10,83	2,1 F1	23,17	125,59	24	29,30	14	23	45,00	-94	-54,59	39,41
BHCHI4																
ABH4	A - B	8,25	2412	0,26	5,60	4,5 F1	25,17	129,08	24	260,10	11	26	48,00	-94	-55,08	38,92
ABH5	B - A	8,25	2412	7,98	5,60	4,5 F1	25,17	129,08	24	80,10	12	26	48,00	-94	-55,08	38,92
BHCHI5																
ABH5	A - B	5,57	2412	5,00	7,98	1,2 F1	9,71	125,66	24	290,90	18	26	48,00	-94	-51,66	42,34
ABH6	B - A	5,57	2412	0,57	7,98	1,2 F1	9,71	125,66	24	110,90	18	26	48,00	-94	-51,66	42,34
BHCHI6																
ABH7	A - B	6,65	2412	4,23	13,82	0,8 F1	10,82	127,20	24	286,40	14	26	48,00	-94	-53,20	40,80
ABH3	B - A	6,65	2412	2,41	13,82	0,8 F1	10,82	127,20	24	106,40	14	26	48,00	-94	-53,20	40,80
BHCHI7																
ABH8	A - B	4,92	2412	3,10	11,95	2,3 F1	27,51	124,59	24	215,90	10	23	45,00	-94	-53,59	40,41
ABH7	B - A	4,92	2412	1,82	11,95	2,3 F1	27,51	124,59	24	35,90	10	23	45,00	-94	-53,59	40,41

4.3.6.2 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Convento

Tabla. 4.16. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Convento

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
BHCON1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH6	A - B	14,14	2412	14,05	3,34	4,1 F1	13,82	130,76	24	237,6	13	23	45,00	-94	-59,76	34,24
ABH9	B - A	14,14	2412	0,09	3,34	4,1 F1	13,82	130,76	24	57,6	14	23	45,00	-94	-59,76	34,24
BHCON2																
ABH9	A - B	5,31	2412	3,82	11,55	2,2 F1	25,3	121,85	24	87,20	12	23	45,00	-94	-50,85	43,15
ABH10	B - A	5,31	2412	1,49	11,55	2,2 F1	25,3	121,85	24	267,20	13	23	45,00	-94	-50,85	43,15
BHCON3																
ABH10	A - B	8,88	2412	2,21	14,38	1,6 F1	22,42	129,62	24	180,70	12	26	48,00	-94	-55,62	38,38
ABH11	B - A	8,88	2412	6,67	14,38	1,6 F1	22,42	129,62	24	29,30	14	26	48,00	-94	-55,62	38,38
BHCON4																
ABH11	A - B	5,35	2412	0,03	1,93	5,6 F1	11,47	122,01	24	238,60	10	23	45,00	-94	-51,01	42,99
ABH12	B - A	5,35	2412	5,31	1,93	5,6 F1	11,47	122,01	24	58,60	10	23	45,00	-94	-51,01	42,99
BHCON5																
ABH12	A - B	3,88	2412	0,35	6,31	1,5 F1	9,39	125,02	24	306,20	14,5	26	48,00	-94	-51,02	42,98
ABH13	B - A	3,88	2412	3,54	6,31	1,5 F1	9,39	125,02	24	126,20	12	26	48,00	-94	-51,02	42,98
BHCON6																
ABH13	A - B	2,88	2412	2,82	2,70	8,1 F1	21,31	117,74	24	277,50	10	23	45,00	-94	-46,74	47,26
ABH14	B - A	2,88	2412	0,06	2,70	8,1 F1	21,31	117,74	24	97,50	12	23	45,00	-94	-46,74	47,26
BHCON7																
ABH15	A - B	1,94	2412	1,85	3,27	7,4 F1	23,73	115,50	24	149,60	11	26	48,00	-94	-41,50	52,50
ABH14	B - A	1,94	2412	0,09	3,27	7,4 F1	23,73	115,50	24	329,60	14	26	48,00	-94	-41,50	52,50

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH14	A - B	2,83	2412	2,72	3,79	5,2 F1	19,28	116,78	24	238,70	16	26	48,00	-94	-42,78	51,22
ABH16	B - A	2,83	2412	0,12	3,79	5,2 F1	19,28	116,78	24	58,70	12	26	48,00	-94	-42,78	51,22
BHCON9																
ABH16	A - B	4,57	2412	4,51	2,72	7.6 F1	20,29	124,35	24	217,40	14	23	45,00	-94	-53,35	40,65
ABH17	B - A	4,57	2412	0,06	2,72	7.6 F1	20,29	124,35	24	37,40	15	23	45,00	-94	-53,35	40,65
BHCON10																
ABH17	A - B	2,38	2412	0,37	6,24	5,3 F1	33,4	117,48	24	157,10	13,5	26	48,00	-94	-43,48	50,52
ABH18	B - A	2,38	2412	2,01	6,24	5,3 F1	33,4	117,48	24	337,10	13	26	48,00	-94	-43,48	50,52
BHCON11																
ABH18	A - B	4,3	2412	4,21	3,31	3,6 F1	11,81	120,52	24	135,30	17	23	45,00	-94	-49,52	44,48
ABH19	B - A	4,3	2412	0,09	3,31	3,6 F1	11,81	120,52	24	315,30	12	23	45,00	-94	-49,52	44,48
BHCON12																
ABH20	A - B	3,92	2412	1,67	10,92	1 F1	11,09	119,51	24	274,60	16,5	26	48,00	-94	-45,51	48,49
ABH19	B - A	3,92	2412	2,25	10,92	1 F1	11,09	119,51	24	94,60	14,5	26	48,00	-94	-45,51	48,49

4.3.6.3 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Eloy Alfaro

Tabla. 4.17. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Eloy Alfaro

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH21	A - B	4,74	2412	2,47	12,11	3,7 F1	44,62	123,26	24	330,9	12	23	45,00	-94	-52,26	41,74
ABH20	B - A	4,74	2412	2,26	12,11	3,7 F1	44,62	123,26	24	150,9	12	23	45,00	-94	-52,26	41,74
BHELO2																
ABH22	A - B	5,31	2412	0,88	9,56	2,5 F1	24,21	124,95	24	110,10	13	26	48,00	-94	-50,95	43,05
ABH21	B - A	5,31	2412	4,43	9,56	2,5 F1	24,21	124,95	24	290,10	13,5	26	48,00	-94	-50,95	43,05
BHELO3																
ABH19	A - B	6,61	2412	1,64	12,39	1,5 F1	19	128,15	24	105,10	16	23	45,00	-94	-57,15	36,85
ABH23	B - A	6,61	2412	4,97	12,39	1,5 F1	19	128,15	24	285,10	17,5	23	45,00	-94	-57,15	36,85
BHELO4																
ABH23	A - B	5,86	2412	2,5	13,36	1,9 F1	25,39	126,61	24	224,30	10	26	48,00	-94	-52,61	41,39
ABH24	B - A	5,86	2412	3,36	13,36	1,9 F1	25,39	126,61	24	44,30	11,5	26	48,00	-94	-52,61	41,39
BHELO5																
ABH24	A - B	3,9	2412	3,81	3,31	5,8 F1	18,8	122,17	24	179,60	14	23	45,00	-94	-51,17	42,83
ABH25	B - A	3,9	2412	0,09	3,31	5,8 F1	18,8	122,17	24	359,60	11,5	23	45,00	-94	-51,17	42,83
BHELO6																
ABH25	A - B	4,79	2412	0,79	9,06	1,1 F1	9,65	121,25	24	138,10	22	26	48,00	-94	-47,25	46,75
ABH26	B - A	4,79	2412	4	9,06	1,1 F1	9,65	121,25	24	318,10	17,5	26	48,00	-94	-47,25	46,75
BHELO7																
ABH26	A - B	5,78	2412	0,15	4,27	6,4 F1	26,98	122,99	24	277,20	15	26	48,00	-94	-48,99	45,01
ABH27	B - A	5,78	2412	5,63	4,27	6,4 F1	26,98	122,99	24	97,20	14	26	48,00	-94	-48,99	45,01
BHELO8																
ABH28	A - B	2,74	2412	2,65	3,29	5,4 F1	17,41	116,30	24	272,40	16,5	23	45,00	-94	-45,30	48,70
ABH26	B - A	2,74	2412	0,09	3,29	5,4 F1	17,41	116,30	24	92,40	13,5	23	45,00	-94	-45,30	48,70

4.3.6.4 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Boyaca

Tabla. 4.18. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Boyaca

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
BHBOY1	A - B	4,49	2412	2,73	11,51	1,6 F1	18,04	123,39	24	196,2	15,5	26	48,00	-94	-49,39	44,61
	B - A	4,49	2412	1,75	11,51	1,6 F1	18,04	123,39	24	16,2	10	26	48,00	-94	-49,39	44,61
BHBOY2																
	A - B	2,98	2412	0,12	3,79	2,5 F1	9,41	120,63	24	159,60	14,5	23	45,00	-94	-49,63	44,37
	B - A	2,98	2412	2,87	3,79	2,5 F1	9,41	120,63	24	339,60	13	23	45,00	-94	-49,63	44,37
BHBOY3																
	A - B	4,74	2412	1,99	11,97	3,1 F1	37,12	124,36	24	128,80	14,5	26	48,00	-94	-50,36	43,64
	B - A	4,74	2412	2,74	11,97	3,1 F1	37,12	124,36	24	308,80	17	26	48,00	-94	-50,36	43,64
BHBOY4																
	A - B	5,08	2412	3,69	11,21	2,1 F1	23,75	124,06	24	53,10	10	23	45,00	-94	-53,06	40,94
	B - A	5,08	2412	1,39	11,21	2,1 F1	23,75	124,06	24	233,10	14,5	23	45,00	-94	-53,06	40,94
BHBOY5																
	A - B	7,67	2412	1,56	12,44	0,9 F1	10,71	125,34	24	251,80	15	26	48,00	-94	-51,34	42,66
	B - A	7,67	2412	6,11	12,44	0,9 F1	10,71	125,34	24	71,80	17	26	48,00	-94	-51,34	42,66

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
BHBOY6	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH34	A - B	5,03	2412	2,4	12,50	3,1 F1	38,66	124,48	24	274,30	13	26	48,00	-94	-50,48	43,52
ABH33	B - A	5,03	2412	2,63	12,50	3,1 F1	38,66	124,48	24	94,30	13,5	26	48,00	-94	-50,48	43,52
BHBOY7																
ABH32	A - B	3,52	2412	2,57	9,29	4,8 F1	44,75	117,98	24	160,40	15,5	26	48,00	-94	-43,98	50,02
ABH35	B - A	3,52	2412	0,95	9,29	4,8 F1	44,75	117,98	24	340,40	14	26	48,00	-94	-43,98	50,02
BHBOY8																
ABH35	A - B	6,14	2412	0,74	9,00	6,5 F1	58,12	126,01	24	122,30	15,5	23	45,00	-94	-55,01	38,99
ABH36	B - A	6,14	2412	5,4	9,00	6,5 F1	58,12	126,01	24	302,30	10	23	45,00	-94	-55,01	38,99
BHBOY9																
ABH37	A - B	2,25	2412	1,73	7,06	1,8 F1	13	115,99	24	228,10	10	26	48,00	-94	-41,99	52,01
ABH36	B - A	2,25	2412	0,52	7,06	1,8 F1	13	115,99	24	48,10	15	26	48,00	-94	-41,99	52,01

4.3.6.5 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia San Antonio

Tabla. 4.19. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia San Antonio

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHSAN1	ABH35	A - B	6,21	2412	4,37	10,67	3,5 F1	39,70	128,51	24	219,8	17	26	48,00	-94	-54,51	39,49
	ABH38	B - A	6,21	2412	1,30	10,67	3,5 F1	39,70	128,51	24	39,8	11,5	26	48,00	-94	-54,51	39,49
BHSAN2																	
	ABH38	A - B	6,4	2412	1,59	12,20	2,2 F1	27,2	123,37	24	267,30	14	26	48,00	-94	-49,37	44,63
	ABH39	B - A	6,4	2412	4,81	12,20	2,2 F1	27,2	123,37	24	87,30	12	26	48,00	-94	-49,37	44,63
BHSAN3																	
	ABH39	A - B	3,88	2412	0,17	4,50	4,1 F1	18,41	121,52	24	149,80	16	26	48,00	-94	-47,52	46,48
	ABH40	B - A	3,88	2412	3,71	4,50	4,1 F1	18,41	121,52	24	329,80	10	26	48,00	-94	-47,52	46,48
BHSAN4																	
	ABH40	A - B	2,17	2412	1,94	4,95	1,9 F1	9,22	115,58	24	157,90	16	23	45,00	-94	-44,58	49,42
	ABH41	B - A	2,17	2412	0,22	4,95	1,9 F1	9,22	115,58	24	337,90	18	23	45,00	-94	-44,58	49,42
BHSAN5																	
	ABH41	A - B	7,08	2412	0,88	2,78	1,9 F1	14,33	126,85	24	123,80	10,5	26	48,00	-94	-52,85	41,15
	ABH42	B - A	7,08	2412	0,5	2,78	1,9 F1	14,33	126,85	24	303,80	11,5	26	48,00	-94	-52,85	41,15
BHSAN6																	
	ABH42	A - B	3,04	5300	2,38	5,41	1,9 F1	10,14	128,64	21	58,10	12,5	26	45,00	-94	-60,64	33,36
	ABH43	B - A	3,04	5300	0,66	5,41	1,9 F1	10,14	128,64	21	238,10	11,5	26	45,00	-94	-60,64	33,36
BHSAN7																	
	ABH43	A - B	4,01	5300	0,43	4,66	6,5 F1	30,47	134,75	21	100,10	16	26	45,00	-94	-66,75	27,25
	ABH44	B - A	4,01	5300	3,58	4,66	6,5 F1	30,47	134,75	21	280,10	20	26	45,00	-94	-66,75	27,25
BHSAN8																	
	ABH45	A - B	6,06	5300	5,99	2,12	8,7 F1	18,02	130,03	21	161,30	16	26	45,00	-94	-62,03	31,97
	ABH44	B - A	6,06	5300	0,08	2,12	8,7 F1	18,02	130,03	21	341,30	16	26	45,00	-94	-62,03	31,97

4.3.6.6 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chone

Tabla. 4.20. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Chone

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHCH1	ABH44	A - B	2,19	5300	2,07	2,64	6,4 F1	16,49	123,19	21	61,4	22	26	45,00	-94	-55,19	38,81
	ABH46	B - A	2,19	5300	0,13	2,64	6,4 F1	16,49	123,19	21	241,4	10,5	26	45,00	-94	-55,19	38,81
BHCH2																	
	ABH46	A - B	1,06	5300	0,36	3,67	2,9 F1	10,59	121,09	21	65,80	12,5	20	39,00	-92	-59,09	32,91
	ABH47	B - A	1,06	5300	0,7	3,67	2,9 F1	10,59	121,09	21	245,80	12	20	39,00	-92	-59,09	32,91
BHCH3																	
	ABH48	A - B	0,8	5300	0,44	3,35	3,1 F1	10,38	118,95	21	271,50	12,5	20	39,00	-92	-56,95	35,05
	ABH47	B - A	0,8	5300	0,36	3,35	3,1 F1	10,38	118,95	21	91,50	10	20	39,00	-92	-56,95	35,05
BHCH4																	
	ABH49	A - B	1,32	5300	0,46	4,12	3,4 F1	14	121,70	21	261,40	11,5	26	45,00	-94	-53,70	40,30
	ABH48	B - A	1,32	5300	0,86	4,12	3,4 F1	14	121,70	21	81,40	17,5	26	45,00	-94	-53,70	40,30
BHCH5																	
	ABH50	A - B	1,08	5300	0,5	3,90	2,7 F1	10,67	119,45	21	267,70	14,5	26	45,00	-94	-51,45	42,55
	ABH49	B - A	1,08	5300	0,58	3,90	2,7 F1	10,67	119,45	21	87,70	10	26	45,00	-94	-51,45	42,55
BHCH6																	
	ABH51	A - B	1,29	5300	0,74	4,23	3,1 F1	13,14	123,40	21	318,90	12,5	26	45,00	-94	-55,40	38,60
	ABH47	B - A	1,29	5300	0,55	4,23	3,1 F1	13,14	123,40	21	138,90	14,5	26	45,00	-94	-55,40	38,60
BHCH7																	
	ABH52	A - B	1,94	5300	0,75	5,08	4,2 F1	21,34	125,74	21	349,60	18	26	45,00	-94	-57,74	36,26
	ABH51	B - A	1,94	5300	1,18	5,08	4,2 F1	21,34	125,74	21	169,60	18,5	26	45,00	-94	-57,74	36,26
BHCH8																	
	ABH48	A - B	0,09	5260	0,06	1,07	14,6 F1	16,54	99,50	21	78,10	19	26	45,00	-94	-31,50	62,50
	MUNIC	B - A	0,09	5260	0,03	1,07	14,6 F1	16,54	99,50	21	258,10	14,5	26	45,00	-94	-31,50	62,50

4.3.6.7 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Canuto

Tabla. 4.21. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Canuto

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHCAN1	ABH53	A - B	4,13	2412	0,92	9,44	6,8 F1	64,45	120,37	24	46,1	15,5	26	48,00	-94	-46,37	47,63
	ABH52	B - A	4,13	2412	3,21	9,44	6,8 F1	64,45	120,37	24	226,1	19,5	26	48,00	-94	-46,37	47,63
BHCAN2																	
	ABH54	A - B	3,42	2412	1,84	10,29	4,9 F1	50,05	122,63	24	271,70	14	23	45,00	-94	-51,63	42,37
	ABH53	B - A	3,42	2412	1,58	10,29	4,9 F1	50,05	122,63	24	91,70	10,5	23	45,00	-94	-51,63	42,37
BHCAN3																	
	ABH55	A - B	2,2	2412	0,53	7,08	3,5 F1	24,73	119,50	24	33,10	14	26	48,00	-94	-45,50	48,50
	ABH54	B - A	2,2	2412	1,67	7,08	3,5 F1	24,73	119,50	24	213,10	12,5	26	48,00	-94	-45,50	48,50
BHCAN4																	
	ABH56	A - B	6,23	2412	0,48	7,43	3,2 F1	23,81	127,24	24	71,50	13	26	48,00	-94	-53,24	40,76
	ABH55	B - A	6,23	2412	5,76	7,43	3,2 F1	23,81	127,24	24	251,50	18	26	48,00	-94	-53,24	40,76
BHCAN5																	
	ABH56	A - B	2,61	2412	1,08	8,91	1,5 F1	13,39	120,98	24	302,50	20	26	48,00	-94	-46,98	47,02
	ABH57	B - A	2,61	2412	1,54	8,91	1,5 F1	13,39	120,98	24	122,50	17,5	26	48,00	-94	-46,98	47,02
BHCAN6																	
	ABH58	A - B	1,79	5300	1,65	2,70	9 F1	24,67	126,24	21	344,50	15	20	39,00	-92	-64,24	27,76
	ABH57	B - A	1,79	5300	0,14	2,70	9 F1	24,67	126,24	21	164,50	14	20	39,00	-92	-64,24	27,76
BHCAN7																	
	ABH59	A - B	4,49	2412	3,4	10,14	3,8 F1	38,51	123,19	24	288,80	14	26	48,00	-94	-49,19	44,81
	ABH58	B - A	4,49	2412	1,09	10,14	3,8 F1	38,51	123,19	24	108,80	19	26	48,00	-94	-49,19	44,81

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH60	A - B	4,51	2412	4,14	6,50	3,8 F1	25,05	121,53	24	302,60	10,5	26	48,00	-94	-47,53	46,47
ABH59	B - A	4,51	2412	0,37	6,50	3,8 F1	25,05	121,53	24	122,60	10,5	26	48,00	-94	-47,53	46,47
BHCAN9																
ABH61	A - B	2,05	2412	1,95	3,44	4,1 F1	13,72	116,68	24	260,40	18	23	45,00	-94	-45,68	48,32
ABH59	B - A	2,05	2412	0,1	3,44	4,1 F1	13,72	116,68	24	80,40	16	23	45,00	-94	-45,68	48,32
BHCAN10																
ABH62	A - B	2,79	2412	1,92	8,63	2,9 F1	24,91	120,56	24	180,40	11,5	26	48,00	-94	-46,56	47,44
ABH61	B - A	2,79	2412	0,87	8,63	2,9 F1	24,91	120,56	24	0,40	10	26	48,00	-94	-46,56	47,44
BHCAN11																
ABH63	A - B	1,77	2412	0,05	2,46	5,4 F1	13,06	114,51	24	251,80	12,5	23	45,00	-94	-43,51	50,49
ABH62	B - A	1,77	2412	1,72	2,46	5,4 F1	13,06	114,51	24	71,80	14	23	45,00	-94	-43,51	50,49
BHCAN12																
ABH64	A - B	5,52	2412	1,55	11,78	7,5 F1	88,61	123,09	24	258,40	16	26	48,00	-94	-49,09	44,91
ABH63	B - A	5,52	2412	3,97	11,78	7,5 F1	88,61	123,09	24	78,40	15	26	48,00	-94	-49,09	44,91
BHCAN13																
ABH65	A - B	2,93	2412	2,88	2,47	3,8 F1	9,27	118,98	24	129,50	14,5	26	48,00	-94	-44,98	49,02
ABH64	B - A	2,93	2412	0,05	2,47	3,8 F1	9,27	118,98	24	309,50	14	26	48,00	-94	-44,98	49,02

4.3.6.8 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Santa Rita

Tabla. 4.22. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Santa Rita

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHRIT1	ABH66	A - B	5,21	2412	2,65	12,71	6,2 F1	78,95	124,18	24	257,6	15,5	26	48,00	-94	-50,18	43,82
	ABH52	B - A	5,21	2412	2,55	12,71	6,2 F1	78,95	124,18	24	77,6	21	26	48,00	-94	-50,18	43,82
BHRIT2																	
	ABH67	A - B	3,34	2412	2,25	9,52	4,7 F1	44,34	121,32	24	326,4	12	23	45,00	-94	-50,32	43,68
	ABH66	B - A	3,34	2412	1,08	9,52	4,7 F1	44,34	121,32	24	146,4	12	23	45,00	-94	-50,32	43,68
BHRIT3																	
	ABH68	A - B	3,61	2412	0,07	2,92	4,9 F1	14,10	122,60	24	296,1	13	26	48,00	-94	-48,60	45,40
	ABH67	B - A	3,61	2412	3,54	2,92	4,9 F1	14,10	122,60	24	116,1	13,5	26	48,00	-94	-48,60	45,40
BHRIT4																	
	ABH69	A - B	3,33	2462	0,08	3,08	5,9 F1	18,78	117,67	24	258,7	14	26	48,00	-94	-43,67	50,33
	ABH67	B - A	3,33	2462	3,24	3,08	5,9 F1	18,78	117,67	24	78,7	10,5	26	48,00	-94	-43,67	50,33
BHRIT5																	
	ABH70	A - B	2,76	2412	2,68	3,11	4,5 F1	14,05	119,57	24	269,8	14	23	45,00	-94	-48,57	45,43
	ABH69	B - A	2,76	2412	0,08	3,11	4,5 F1	14,05	119,57	24	89,8	10	23	45,00	-94	-48,57	45,43
BHRIT6																	
	ABH71	A - B	2,63	2412	2,53	3,46	8,4 F1	29,09	118,85	24	309,3	15	26	48,00	-94	-44,85	49,15
	ABH70	B - A	2,63	2412	0,10	3,46	8,4 F1	29,09	118,85	24	129,3	10,5	26	48,00	-94	-44,85	49,15
BHRIT7																	
	ABH72	A - B	2,74	2412	0,08	3,11	7,8 F1	24,28	116,40	24	264,1	14	23	45,00	-94	-45,40	48,60
	ABH71	B - A	2,74	2412	2,66	3,11	7,8 F1	24,28	116,40	24	84,1	13,5	23	45,00	-94	-45,40	48,60

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH73	A - B	3,35	2462	0,02	1,56	9,2 F1	14,95	121,43	24	23,9	12	26	48,00	-94	-47,43	46,57
ABH72	B - A	3,35	2462	3,33	1,56	9,2 F1	14,95	121,43	24	203,9	14	26	48,00	-94	-47,43	46,57
BHRIT9																
ABH74	A - B	3	2412	0,52	7,32	2,9 F1	21,45	118,39	24	275,2	13	23	45,00	-94	-47,39	46,61
ABH72	B - A	3	2412	2,48	7,32	2,9 F1	21,45	118,39	24	95,2	10	23	45,00	-94	-47,39	46,61
BHRIT10																
ABH75	A - B	1,87	5300	0,58	4,76	3,3 F1	15,51	123,32	21	222,6	16	20	39,00	-94	-61,32	32,68
ABH50	B - A	1,87	5300	1,29	4,76	3,3 F1	15,51	123,32	21	42,6	16,5	20	39,00	-94	-61,32	32,68
BHRIT11																
ABH76	A - B	3,56	5300	1,27	6,80	2,1 F1	14,53	125,81	21	217,7	20,5	26	45,00	-94	-57,81	36,19
ABH75	B - A	3,56	5300	2,29	6,80	2,1 F1	14,53	125,81	21	37,7	17,5	26	45,00	-94	-57,81	36,19
BHRIT12																
ABH77	A - B	3,74	5300	2,12	7,21	3,1 F1	22,14	126,34	21	315,2	18	26	45,00	-94	-58,34	35,66
ABH76	B - A	3,74	5300	1,62	7,21	3,1 F1	22,14	126,34	21	135,2	19	26	45,00	-94	-58,34	35,66
BHRIT13																
ABH78	A - B	1,49	2412	0,08	3,07	7,5 F1	23,14	113,91	24	254	14	23	45,00	-94	-42,91	51,09
ABH76	B - A	1,49	2412	1,41	3,07	7,5 F1	23,14	113,91	24	74	13	23	45,00	-94	-42,91	51,09
BHRIT14																
ABH79	A - B	3	2412	0,02	1,57	8,7 F1	13,64	117,99	24	291,9	12	26	48,00	-94	-43,99	50,01
ABH78	B - A	3	2412	2,98	1,57	8,7 F1	13,64	117,99	24	111,9	11	26	48,00	-94	-43,99	50,01

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHRIT15	ABH80	A - B	0,77	2412	0,10	3,32	6,4 F1	21,08	106,98	24	293	14,5	26	48,00	-94	-32,98	61,02
	ABH79	B - A	0,77	2412	0,68	3,32	6,4 F1	21,08	106,98	24	113	16	26	48,00	-94	-32,98	61,02
BHRIT16																	
	ABH81	A - B	1,42	2412	0,88	6,45	1,6 F1	10,08	113,69	24	293,1	13,5	23	45,00	-94	-42,69	51,31
	ABH80	B - A	1,42	2412	0,54	6,45	1,6 F1	10,08	113,69	24	113,1	10	23	45,00	-94	-42,69	51,31
BHRIT17																	
	ABH83	A - B	4,37	2412	3,70	8,40	5,1 F1	42,44	123,26	24	267,1	12	26	48,00	-94	-49,26	44,74
	ABH81	B - A	4,37	2412	0,67	8,40	5,1 F1	42,44	123,26	24	87,1	15	26	48,00	-94	-49,26	44,74
BHRIT18																	
	ABH82	A - B	2,36	2412	0,58	7,38	1,3 F1	9,27	118,11	24	230,2	24	26	48,00	-94	-44,11	49,89
	ABH81	B - A	2,36	2412	1,78	7,38	1,3 F1	9,27	118,11	24	50,2	27	26	48,00	-94	-44,11	49,89
BHRIT19																	
	ABH84	A - B	3,35	2412	0,15	4,22	3,5 F1	14,86	121,15	24	238,7	10	23	45,00	-94	-50,15	43,85
	ABH83	B - A	3,35	2412	3,20	4,22	3,5 F1	14,86	121,15	24	58,7	16	23	45,00	-94	-50,15	43,85
BHRIT20																	
	ABH85	A - B	2,55	2412	0,06	2,70	8,9 F1	24,12	118,78	24	259,1	14	26	48,00	-94	-44,78	49,22
	ABH84	B - A	2,55	2412	2,49	2,70	8,9 F1	24,12	118,78	24	79,1	12	26	48,00	-94	-44,78	49,22
BHRIT21																	
	ABH86	A - B	4,81	2412	1,44	11,21	5,4 F1	60,20	121,99	24	272,4	10	23	45,00	-94	-50,99	43,01
	ABH85	B - A	4,81	2412	3,37	11,21	5,4 F1	60,20	121,99	24	92,4	16	23	45,00	-94	-50,99	43,01

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
BHRIT22	ABH87	A - B	3,91	2412	1,72	10,95	6,8 F1	74,89	120,09	24	283,6	12	26	48,00	-94	-46,09	47,91
	ABH86	B - A	3,91	2412	2,19	10,95	6,8 F1	74,89	120,09	24	103,6	16	26	48,00	-94	-46,09	47,91
BHRIT23																	
	ABH88	A - B	3,07	2437	0,34	6,10	3,5 F1	21,56	120,38	24	32,7	15	26	48,00	-94	-46,38	47,62
	ABH86	B - A	3,07	2437	2,73	6,10	3,5 F1	21,56	120,38	24	212,7	18	26	48,00	-94	-46,38	47,62
BHRIT24																	
	ABH89	A - B	2,8	2412	2,30	7,15	2,9 F1	20,81	119,39	24	274,3	12,5	23	45,00	-94	-48,39	45,61
	ABH74	B - A	2,8	2412	0,50	7,15	2,9 F1	20,81	119,39	24	94,3	15,5	23	45,00	-94	-48,39	45,61
BHRIT25																	
	ABH90	A - B	6,89	2412	1,40	11,77	1,3 F1	14,89	127,81	24	280,9	14	26	48,00	-94	-53,81	40,19
	ABH89	B - A	6,89	2412	5,48	11,77	1,3 F1	14,89	127,81	24	100,9	10	26	48,00	-94	-53,81	40,19
BHRIT26																	
	ABH91	A - B	2,09	2412	1,26	7,85	3 F1	23,25	114,15	24	296,8	12	23	45,00	-94	-43,15	50,85
	ABH90	B - A	2,09	2412	0,82	7,85	3 F1	23,25	114,15	24	116,8	12	23	45,00	-94	-43,15	50,85

4.3.6.9 Radioenlaces de la red troncal en la parroquia Ricaurte

Tabla. 4.23. Cálculo de los radioenlaces de la red troncal en la parroquia Ricaurte

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
BHRIC1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ABH92	A - B	4,43	2412	3,05	10,88	3,3 F1	35,91	120,38	24	206,1	16	23	45,00	-94	-49,38	44,62
ABH78	B - A	4,43	2412	1,38	10,88	3,3 F1	35,91	120,38	24	26,1	16	23	45,00	-94	-49,38	44,62
BHRIC2																
ABH93	A - B	4,96	2412	0,03	1,93	12,2 F1	24,12	121,36	24	124,30	14	26	48,00	-94	-47,36	46,64
ABH92	B - A	4,96	2412	4,93	1,93	12,2 F1	24,12	121,36	24	304,30	18	26	48,00	-94	-47,36	46,64
BHRIC3																
ABH94	A - B	4,31	2412	0,11	3,65	6,3 F1	23,19	124,24	24	210,90	12,5	26	48,00	-94	-50,24	43,76
ABH93	B - A	4,31	2412	4,2	3,65	6,3 F1	23,19	124,24	24	30,90	16	26	48,00	-94	-50,24	43,76
BHRIC4																
ABH95	A - B	3,73	2412	0,17	4,49	6,4 F1	28,72	119,08	24	161,10	10	26	48,00	-94	-45,08	48,92
ABH94	B - A	3,73	2412	3,56	4,49	6,4 F1	28,72	119,08	24	341,10	15	26	48,00	-94	-45,08	48,92
BHRIC5																
ABH96	A - B	2,23	2412	2,01	4,97	3 F1	14,88	114,81	24	145,80	12	23	45,00	-94	-43,81	50,19
ABH95	B - A	2,23	2412	0,22	4,97	3 F1	14,88	114,81	24	325,80	12	23	45,00	-94	-43,81	50,19
BHRIC6																
ABH97	A - B	3,43	2412	3,26	4,49	4,8 F1	21,46	117,75	24	239,00	10	26	48,00	-94	-43,75	50,25
ABH96	B - A	3,43	2412	0,17	4,49	4,8 F1	21,46	117,75	24	59,00	14	26	48,00	-94	-43,75	50,25
BHRIC7																
ABH98	A - B	3,3	2412	3,02	5,65	1,6 F1	9,06	119,72	24	251,80	13	26	48,00	-94	-45,72	48,28
ABH92	B - A	3,3	2412	0,28	5,65	1,6 F1	9,06	119,72	24	71,80	23	26	48,00	-94	-45,72	48,28

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
BHRIC8																
ABH99	A - B	3,44	2412	0,08	3,11	5,3 F1	16,75	121,28	24	263,90	13	26	48,00	-94	-47,28	46,72
ABH98	B - A	3,44	2412	3,35	3,11	5,3 F1	16,75	121,28	24	83,90	15	26	48,00	-94	-47,28	46,72
BHRIC9																
ABH100	A - B	5,42	2412	0,83	9,35	2,7 F1	25,62	124,93	24	261,10	12,5	23	45,00	-94	-53,93	40,07
ABH99	B - A	5,42	2412	4,59	9,35	2,7 F1	25,62	124,93	24	81,10	20	23	45,00	-94	-53,93	40,07
BHRIC10																
ABH101	A - B	3,64	2412	2,41	10,07	1,8 F1	18,18	119,57	24	270,00	17	26	48,00	-94	-45,57	48,43
ABH100	B - A	3,64	2412	1,23	10,07	1,8 F1	18,18	119,57	24	90,00	17	26	48,00	-94	-45,57	48,43
BHRIC11																
ABH102	A - B	4,09	2412	4,01	3,12	11,9 F1	37,97	120,48	24	201,30	12	26	48,00	-94	-46,48	47,52
ABH100	B - A	4,09	2412	0,08	3,12	11,9 F1	37,97	120,48	24	21,30	15	26	48,00	-94	-46,48	47,52
BHRIC12																
ABH103	A - B	4,55	2412	0,09	3,32	7,4 F1	24,04	123,81	24	175,40	11,5	26	48,00	-94	-49,81	44,19
ABH99	B - A	4,55	2412	4,47	3,32	7,4 F1	24,04	123,81	24	355,40	18	26	48,00	-94	-49,81	44,19
BHRIC13																
ABH104	A - B	5,1	2412	2,54	12,62	6,1 F1	76,89	122,60	24	177,80	14	23	45,00	-94	-51,60	42,40
ABH103	B - A	5,1	2412	2,57	12,62	6,1 F1	76,89	122,60	24	357,80	14	23	45,00	-94	-51,60	42,40
BHRIC14																
ABH105	A - B	1,31	2412	0,06	2,67	4,4 F1	11,26	111,09	24	163,90	12	26	48,00	-94	-37,09	56,91
ABH104	B - A	1,31	2412	1,25	2,67	4,4 F1	11,26	111,09	24	343,90	16	26	48,00	-94	-37,09	56,91

4.4 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED COMUNITARIA

En esta sección se presentará el diseño de la red de distribución de la red comunitaria, el mismo que para su elaboración hará uso una serie de información obtenida y desarrollada a lo largo de todo el proyecto, principalmente de la realizada en el diseño de la red troncal. Ya que la red de distribución hará uso de la infraestructura de la red troncal para poder distribuir a las estaciones clientes los servicios de voz y datos que genere la red comunitaria.

4.4.1 Topología y Asignación de Frecuencias de la Red de Distribución

El diseño de la red de distribución de la red comunitaria se basará en una configuración de enlaces punto a multipunto en la mayoría de los casos y en los que sea imprescindible enlaces punto a punto, para conectar las diferentes estaciones clientes, que en este caso son las escuelas del cantón Chone, a la red comunitaria.

Siguiendo el mismo criterio de diseño usado para la asignación de canales de frecuencia en la red troncal; para las redes de distribución que se implementen en las zonas urbanas de este cantón, se operará en los canales 52, 56 y 64 de la segunda banda UNII a las frecuencias de 5260, 5280 y 5320 Mhz respectivamente. En el resto de sectores que se consideran rurales se operará en los canales 6 y 11 de la banda ISM a las frecuencias de 2437 y 2462 Mhz respectivamente.

Cuando una estación repetidora vaya a dar acceso a varias estaciones clientes que se localicen en el contorno de esta; se precisa dividir a la región alrededor de la estación repetidora en sectores que usen los canales de radio frecuencia en forma alternada para evitar interferencias entre las señales de radio de los diferentes sectores.

4.4.2 Descripción del Sistema de Radiocomunicación de la Red de Distribución

Las redes de distribución en su estructura más básica estarán conformadas por dos estaciones tal como se muestra en la figura 4.30. La primera será una estación repetidora equipada con un dispositivo de radiocomunicación que funcione en modo de punto de acceso y con una antena de tipo unidireccional, omnidireccional o sectorial. La segunda será una estación cliente equipada igualmente con un dispositivo de radio comunicación que funcione en modo de puente y con una antena direccional. Pudiendo la estación repetidora dar acceso a varias estaciones clientes, según lo permitan las condiciones topográficas de la zona y las condiciones técnicas de los equipos a usar.

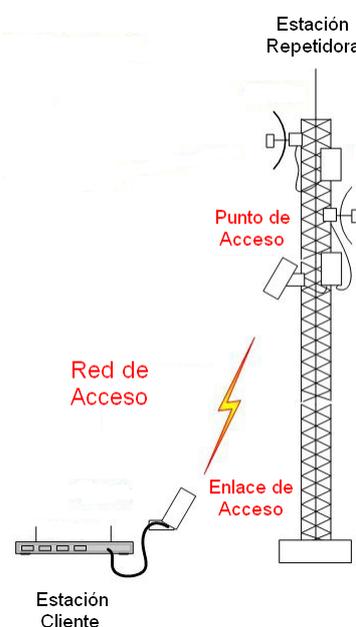


Figura. 4.30. Esquema de Estación Repetidora y Estación Cliente ⁴⁸

Las características tecnológicas que se requieren de los equipos de radio para las redes de acceso en las estaciones repetidoras y clientes aparte de su configuración en modo de punto de acceso y puente respectivamente, son similares a los de la red troncal en lo que tiene que ver a bandas de frecuencia, potencia de transmisión, sensibilidad de recepción, configuración de modos de operación, alimentación de energía, interfaces, etc. Por lo que se puede usar la

⁴⁸ GTR-PUCP, *Redes Inalámbricas en Zonas Rurales*, primera edición, Pág 81.

misma información de carácter técnico acerca de los dispositivos de radiocomunicación que se describió en el apartado de diseño de la red troncal.

En lo que respecta a las antenas de las estaciones repetidoras se necesita que sean omnidireccionales o sectoriales de 60, 90 o 120 grados para enlaces punto a multipunto, y para enlaces punto a punto antenas direccionales. En las estaciones clientes se precisa de antenas direccionales que apunten a las antenas de las estaciones repetidoras.

Para las estaciones repetidoras se encuentra en el mercado antenas de tipo sectorial de 45, 60, 90 o 120° con ganancias que van desde los 16 hasta los 20 dBi. También se encuentra antenas de tipo omnidireccionales con ganancias que van desde los 8 hasta los 15 dBi, que serán usados principalmente en redes de distribución donde las estaciones clientes se encuentren ubicadas a distancias cortas de la estación repetidora. Por otro lado para las estaciones clientes se encuentra antenas tipo patch, panel o yagi entre otras, con ganancias que van desde los 8 hasta los 19 dBi. La diferencia entre adoptar una antena u otra, está en la ganancia y la directividad que se requiera, para establecer radio enlaces confiables y que no excedan los parámetros de radiación máximos permitidos. Queriendo decir con esto por ejemplo, que si tengo un equipo de radio que tiene una potencia de transmisión de 20 dBm, para no excederme del PIRE máximo permitido de 36 dBm para enlace punto a multipunto, se deberá escoger una antena que tenga una ganancia máxima de 19 dBi (tomando en cuenta 3 dB de pérdidas en la línea).

En lo que tiene que ver con los cables, conectores y pigtails; son útiles los ya mencionados para la red troncal, bajo los mismos criterios y parámetros técnicos.

Una vez que se han presentado las características técnicas de los dispositivos de RF que se ofertan en el mercado para el equipamiento de las estaciones repetidoras y clientes. Se podrán definir los sistemas de radiocomunicación que se usarán en la simulación del comportamiento de las estaciones que formarán parte de las redes de distribución; en el apartado “Sistemas” de la opción propiedades de las redes del programa Radio Mobile.

Al nombrar a los sistemas que operarán en modo de puntos de acceso en enlaces punto a multipunto, se ha elegido el formato: “Código, Potencia de Transmisión/Banda de Frecuencia/Ganancia de la antena/Abertura del Haz de radiación horizontal y Tipo de antena”; donde el código “AP” simboliza a un estación repetidora en modo punto de acceso, “S” representa una antena de tipo sectorial y “O” se refiere a una antena omnidireccional. Por otro lado para nombrar a los sistemas que operarán en modo de equipos cliente, se ha elegido el formato: “Código, Potencia de Transmisión/Banda de Frecuencia/Ganancia de la antena y Tipo de antena”; donde el código “CPE” simboliza a un estación cliente y “P” representa una antena tipo panel.

Los valores de los parámetros de potencias de transmisión y sensibilidad del receptor han sido tomados en cuenta de acuerdo a la información obtenida a través de la investigación realizada sobre los dispositivos de comunicación, para una tasa de transmisión de datos de 6 Mbps; de igual manera en base a esa investigación se ha estimado una pérdida de 2 dB por concepto de pérdidas en la alimentación.

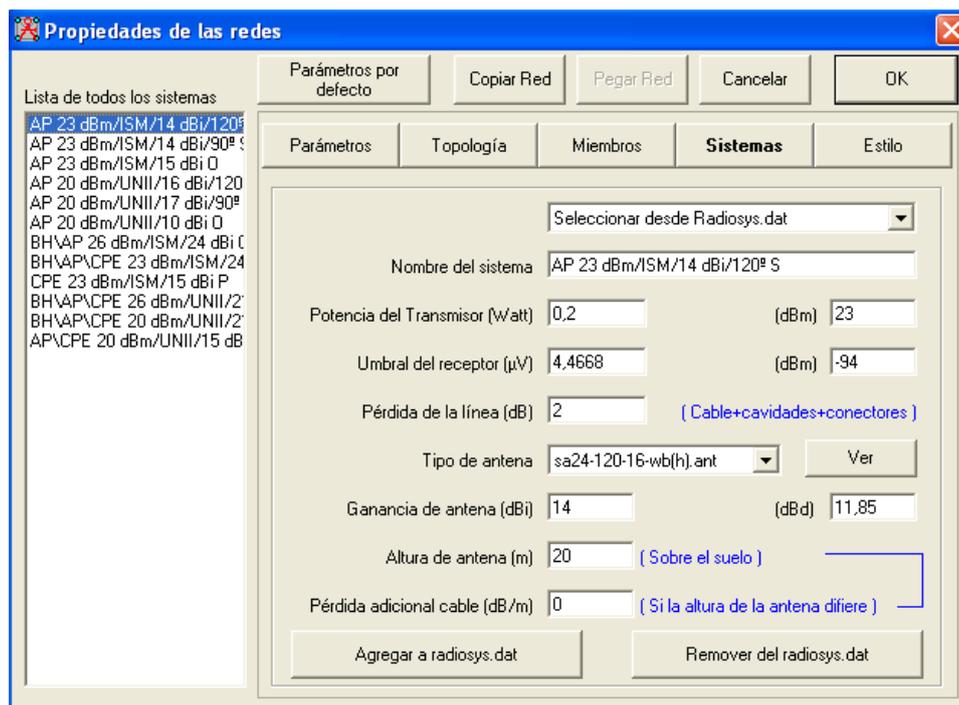


Figura. 4.31. Ventana de Sistemas de la Red de Distribución en el programa Radio Mobile

En las estaciones repetidoras se ha tomado en consideración aquellas antenas que presenten un ancho de haz de radiación horizontal de 90, 120 y 360 grados; que permitan realizar enlaces punto a multipunto con ganancias apropiadas, que conjuntamente con la potencia de los equipos de radio y la estimación de pérdidas en la alimentación no se exceda el PIRE máximo permitido para enlaces punto a multipunto que es de 36 dBm. Los patrones de radiación adoptados para simular el comportamiento de las antenas de las estaciones repetidoras han sido obtenidos de la pagina Web de la industria Pacific Wireless, para una antena sectorial con polarización vertical, que opere en la banda ISM con una ganancia de 16 dBi y un haz de radiación horizontal de 120°⁴⁹. De igual forma para una antena sectorial con polarización vertical, que opere en la banda ISM con una ganancia de 17 dBi y un haz de radiación horizontal de 90°⁵⁰.

Se han escogido estos patrones de radiación, ya que tienen un valor de ganancia y de haz de radiación horizontal promedio, con respecto a las antenas

⁴⁹ http://www.pacwireless.com/products/antenna_patterns/SA24-120-16%20Patterns.txt

⁵⁰ http://www.pacwireless.com/products/antenna_patterns/SA24-90-17%20Patterns.txt

que se encuentran en el mercado que tienen entre 14 y 19 dBi de ganancia, y entre 45 y 180 grados de haz de radiación horizontal.

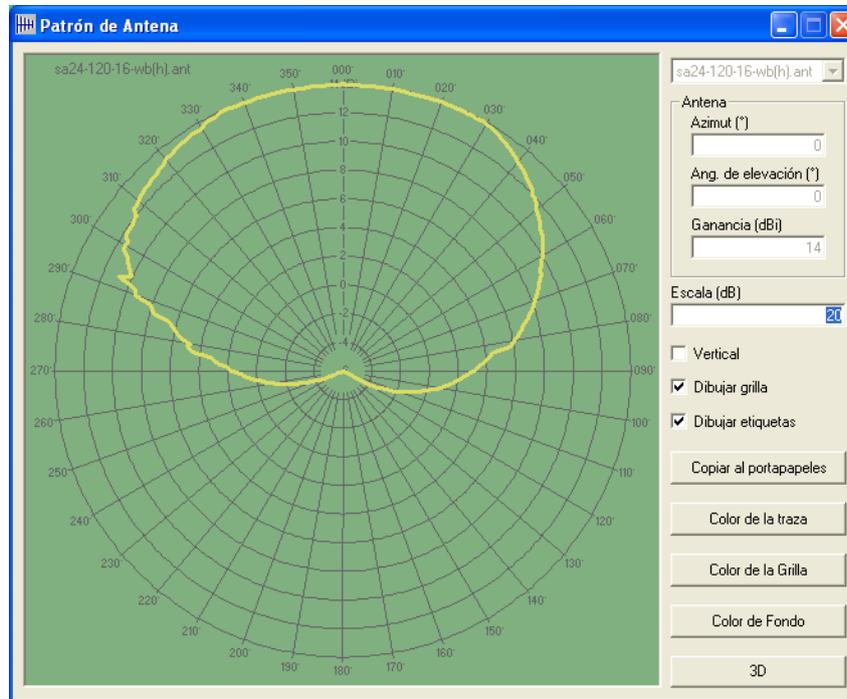


Figura. 4.32. Patrón de Radiación de Antena Sectorial de 120° de 24 dBi

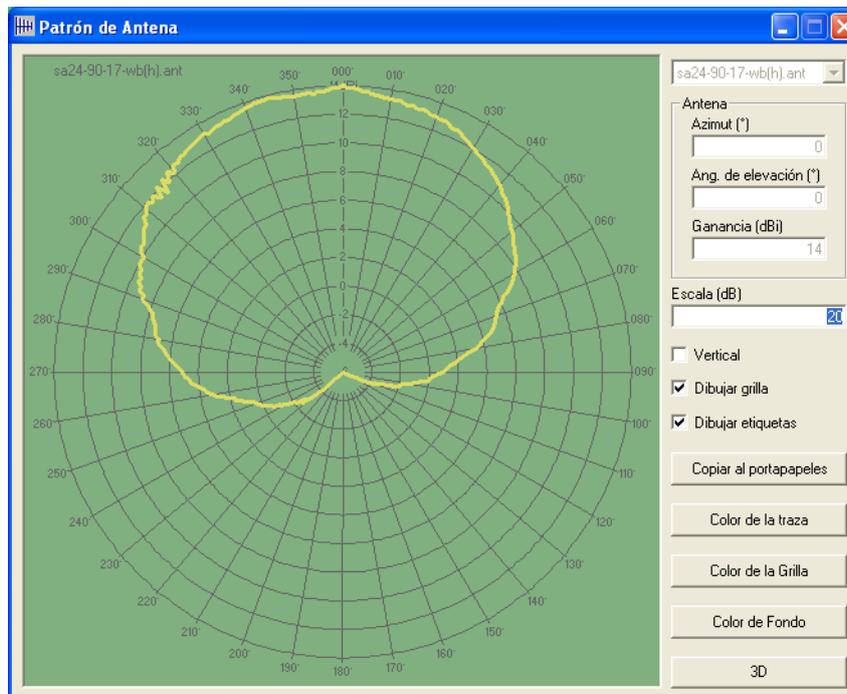


Figura. 4.33. Patrón de Radiación de Antena Sectorial de 90° de 24 dBi

En las estaciones clientes para enlaces punto a punto se ha considerado la utilización de antenas tipo panel para cortas y medianas distancias, y para largas distancias antenas tipo panel grilla con el mismo patrón de radiación usado para la red troncal. En cambio para enlaces punto a multipunto se ha escogido para las estaciones clientes antenas tipo panel, con ganancias apropiadas que conjuntamente con la potencia de los equipos de radio y la estimación de pérdidas en la alimentación no se exceda el PIRE máximo permitido para enlaces punto a multipunto. El patrón de radiación de antena adoptado para simular el comportamiento de las antenas de las estaciones repetidoras ha sido obtenido también de la página Web de la industria Pacific Wireless,⁵¹ para una antena tipo panel con polarización vertical, que opera en la banda ISM con una ganancia de 16 dBi y un haz de radiación horizontal de 26°.

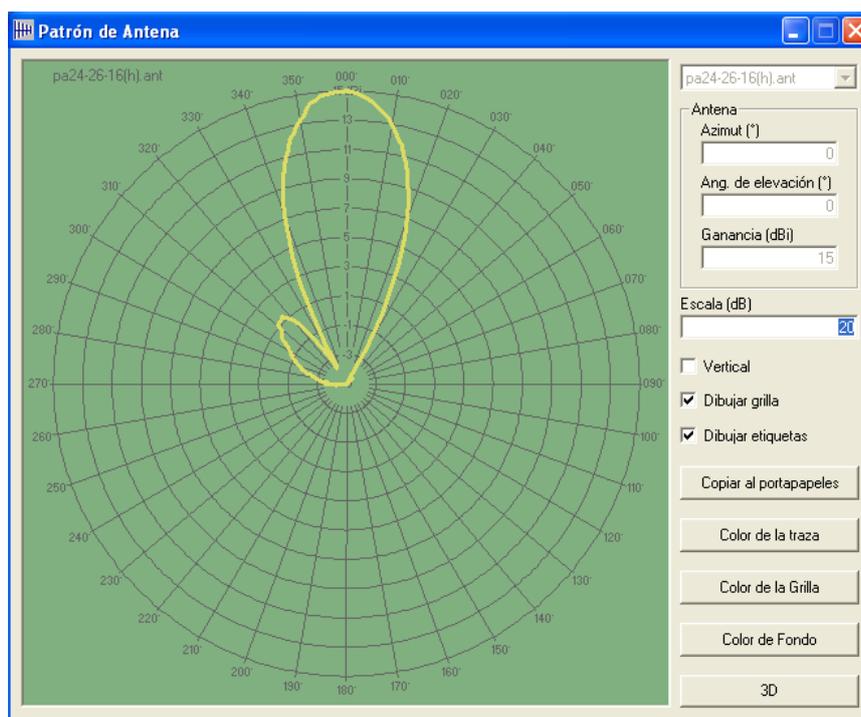


Figura. 4.34. Patrón de Radiación de Antena tipo Panel de 16 dBi

Se han definido doce sistemas de comunicación para la simulación de estaciones repetidoras y estaciones clientes en la red de distribución:

⁵¹ http://www.pacwireless.com/products/antenna_patterns/PA24-16%20Patterns.txt

Tabla. 4.24. Sistemas de Radiocomunicación de la Red de Distribución

SISTEMA	PTx (dBm)	Rx (dBm)	G (dBi)	Haz H (°)
AP 23 dBm/ISM/14 dBi/120° S	23	-94	14	120
AP 23 dBm/ISM/14 dBi/90° S	23	-94	14	90
AP 23 dBm/ISM/15 dBi O	23	-94	15	360
AP 20 dBm/UNII/16 dBi/120° S	20	-92	16	120
AP 20 dBm/UNII/17 dBi/90° S	20	-92	17	90
AP 20 dBm/UNII/10 dBi O	20	-92	10	360
BHAP 26 dBm/ISM/24 dBi G	26	-94	24	8
BHAP\CPE 23 dBm/ISM/24 dBi G	23	-94	24	8
CPE 23 dBm/ISM/15 dBi P	23	-94	15	26
BHAP\CPE 26 dBm/UNII/21 dBi G	26	-94	21	8
BHAP\CPE 20 dBm/UNII/21 dBi G	20	-92	21	8
AP\CPE 20 dBm/UNII/15 dBi P	20	-92	15	26

4.4.3 Equipamiento de las Estaciones de la Red de Distribución

Para el caso de los nodos inalámbricos centrales de la red de distribución que operarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso, así como también para las estaciones clientes, se requiere que sean equipadas con los mismos tres sistemas ya explicados para las estaciones repetidoras de la red troncal; pero con ciertas variaciones que se explicarán seguidamente.

4.4.3.1 Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación de los nodos inalámbricos

En la red de distribución se ha podido identificar cinco casos diferentes de configuración del sistema de radiocomunicación de los nodos inalámbricos centrales que operan como estaciones repetidoras y puntos de acceso:

- Caso A: Esta configuración consta de tres computadoras embebidas en la cual las dos primeras placas constan de tres ranuras para inserción de tarjetas inalámbricas, y la tercera de dos ranuras. Este caso se encuentra en tres nodos inalámbricos el ABH20, ABH44 y ABH52; donde se tienen conectados hasta siete antenas entre directivas o tipo panel. La conexión entre enrutadores se lo hace a través de cable UTP, usando los puertos ethernet que posee cada placa.

- Caso B: Esta configuración consta de dos computadoras embebidas en la cual las dos placas están dotadas de tres ranuras para inserción de tarjetas inalámbricas. Este caso se encuentra en seis nodos inalámbricos el ABH9, ABH14, ABH28, ABH55, ABH92 y ABH99; donde se tienen conectados hasta seis antenas entre directivas, sectoriales de 90 o 120 grados o tipo panel. La conexión entre enrutadores se lo hace a través de cable UTP, usando los puertos ethernet que posee cada placa.
- Caso C: Esta configuración consta también de dos computadoras embebidas pero difiere de la anterior, ya que la primera placa consta de tres ranuras para inserción de tarjetas inalámbricas y la segunda solo de dos ranuras. Este caso se encuentra en cuarenta y dos nodos inalámbricos; donde se tienen conectados hasta cinco antenas entre directivas, sectoriales de 90 o 120 grados o tipo panel. La conexión entre enrutadores se lo hace a través de cable UTP, usando los puertos ethernet que posee cada placa.
- Caso D: Esta configuración consta de una computadora embebida dotada con tres ranuras. Este caso se encuentra en veinticuatro nodos inalámbricos; donde se tienen conectados hasta tres antenas entre directivas, sectoriales de 90 o 120 grados o tipo panel.
- Caso E: Esta configuración consta de una computadora embebida, pero que a diferencia del caso anterior esta dotada solo de dos ranuras: Este caso se encuentra en seis nodos inalámbricos el ABH8, ABH15, ABH68, ABH87, ABH102 y ABH105; donde se tienen conectados hasta dos antenas entre directivas, sectoriales de 90 grados o tipo panel.

En todos los casos anteriormente descritos la programación de las computadoras embebidas que operaran como enrutadores inalámbricos se lo hará a través del puerto serial, y su alimentación de energía por medio de inyectores PoE (power over ethernet). Dependiendo del número de tarjetas inalámbricas que se inserten en cada enrutador habrá igual número de pigtailes y

protectores de línea para su conexión con las antenas que pueden ser de tipo directivas, sectoriales de 90 o 120 grados o del tipo panel. Las computadoras embebidas y sus respectivas tarjetas inalámbricas irán instaladas dentro de cajas estancas impermeables y resistentes a condiciones extremas de temperatura y humedad, las mismas que se colocarán en las torres de comunicación a una distancia de entre 1 y 1,5 metros de separación de donde se encuentren colocadas las antenas.

Dentro de la red comunitaria se ha identificado que existen en total 95 nodos inalámbricos que funcionan como estaciones repetidoras y puntos de acceso, que pueden estar configurados en cualquiera de los cinco casos anteriormente descritos; de los cuales solo a catorce se logró ubicar dentro de las instituciones educativas: ABH3, ABH43, ABH46, ABH47, ABH48, ABH49, ABH50, ABH51, ABH56, ABH57, ABH75, ABH76, ABH77 y ABH95. En el Anexo 2 se muestran los planos de conexión para los tres primeros casos de configuración del sistema de radiocomunicación y del sistema de suministro de energía de los nodos inalámbricos de la red de distribución.

Ahora que se conoce como esta conformado el sistema de radiocomunicación de la red de distribución y como se interconectan cada uno de sus elementos, se procederá a mencionar cuales son los equipos comerciales que se recomienda utilizar para su equipamiento, por sus buenas características técnicas y sus convenientes costos, que se ajustan a lo que requieren los nodos inalámbricos que funcionarán como estaciones repetidoras y puntos de acceso:

Computadoras Embebidas y Tarjetas Inalámbricas: En la red de distribución se usarán las computadoras embebidas net 4511 y net 4521 de dos y tres ranuras respectivamente, conjuntamente con las tarjetas inalámbricas TT24-400 (tipo mini-PCI), SR5 (tipo mini-PCI) y SRC (tipo Cardbus).

Antenas: Se han seleccionado cuatro antenas sectoriales para enlazar las estaciones que operan como puntos de acceso con las estaciones clientes, las

cuales permitirán enlazar un amplio número de estaciones clientes con un mismo nodo inalámbrico. Las dos primeras antenas sectoriales de modelos HG2414SP-120 y HG2414SP-090, de abertura del haz horizontal de 120 y 90 grados respectivamente, se usará en zonas rurales operando en la banda ISM. Las dos antenas restantes de modelos SA4958-120-16 y SA4958-90-17, de abertura del haz horizontal de 120 y 90 grados respectivamente, se usará en zonas urbanas operando en la banda UNII.

HG2414SP- 120: Antena WLAN, Sector panel 120°

- **Frecuencia de Operación:** 2400-2500 Mhz
- **Ganancia:** 14 dBi
- **Polarización:** Vertical
- **Ancho de Haz (H/V):** 120°/15°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Hyperlink Technologies

HG2414SP- 090: Antena WLAN, Sector panel 90°

- **Frecuencia de Operación:** 2400-2500 Mhz
- **Ganancia:** 14 dBi
- **Polarización:** Vertical
- **Ancho de Haz (H/V):** 90°/15°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Hyperlink Technologies

SA4958- 120- 16: Antena WLAN, Sector panel 120°

- **Frecuencia de Operación:** 4900-5850 Mhz
- **Ganancia:** 16 dBi
- **Polarización:** Vertical
- **Ancho de Haz (H/V):** 6°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Pacific Wireless

SA4958- 90- 17: Antena WLAN, Sector panel 90°

- **Frecuencia de Operación:** 4900-5850 Mhz
- **Ganancia:** 17 dBi
- **Polarización:** Vertical
- **Ancho de Haz (H/V):** 6°
- **Conector integrado:** N-Hembra
- **Fabricante:** Pacific Wireless

4.4.3.2 Equipamiento del Sistema de Radiocomunicación de las estaciones clientes

Las estaciones clientes estarán equipadas con una computadora embebida de dos ranuras (net 4511), en la cual irá insertada una tarjeta tipo Cardbus (SRC), y a la que irá conectada una antena de tipo panel. La programación de la computadora embebida que operará como puente inalámbrico se lo hará a través del puerto serial, y su alimentación de energía por medio de inyectores PoE (power over ethernet).

La computadora embebida y su respectiva tarjeta inalámbrica irán instaladas dentro de una caja tipo estanca impermeables y resistentes a condiciones extremas de temperatura y humedad, las mismas que se colocarán en las torres de comunicación a una distancia de entre 1 y 1,5 metros de separación de donde se encuentren colocadas las antenas.

Se han seleccionado dos antenas tipo panel para enlazar las estaciones clientes y los nodos inalámbricos, que en muchos de los casos se encuentran distantes entre si varios kilómetros. La primera antena modelo R2T24LW- 15 se usará en zonas rurales operando en la banda ISM, y la antena R2T2458- LW se usará en zonas urbanas operando en la banda UNII.

R2T24LW- 15: Antena WLAN, Rootenna panel

- **Frecuencia de Operación:** 2300-2700 Mhz
- **Ganancia:** 15 dBi

- **Polarización:** Vertical u Horizontal
- **Ancho de Haz (H/V):** 30°
- **Conector integrado:** MMCX, U.FL, RPSMA, RPTNC
- **Fabricante:** Pacific Wireless

R2T2458- LW: Antena WLAN, Rootenna panel

- **Frecuencia de Operación:** 2400-2485 Mhz / 4940-5850 Mhz
- **Ganancia (2400-2485 Mhz / 4940-5850 Mhz):** 12 / 15
- **Polarización:** Vertical u Horizontal
- **Ancho de Haz (2450 Mhz / 5470 Mhz):** 43° / 22°
- **Conector integrado:** MMCX, U.FL, RPSMA, RPTNC
- **Fabricante:** Pacific Wireless

Dentro de la red comunitaria se ha identificado que existen en total 287 estaciones clientes, para lo cual se muestra en el Anexo 3 el plano de conexión del sistema de radiocomunicación y del sistema de suministro de energía de las estaciones clientes.

4.4.3.3 Equipamiento del Sistema de Suministro de Energía de los nodos inalámbricos

En la red de distribución, 81 son los nodos que necesitarán de un sistema de suministro de energía autónomo, cuya capacidad será calculada de acuerdo a la configuración que tenga el sistema de radiocomunicación. La solución tecnológica para dotar de energía eléctrica a los nodos inalámbricos de la red de distribución será la utilización de generadores fotovoltaicos.

En esta sección se hará el cálculo de la energía eléctrica que deben producir los generadores fotovoltaicos, solo para nodos centrales que tiene dos y tres computadoras embebidas; ya que en el diseño de la red troncal se hicieron los cálculos para estaciones que poseen solo una computadora embebida:

- **Nodo con tres computadoras embebidas:** Cada placa consume un promedio de 5W en operación y tienen que mantenerse en

funcionamiento las 24 horas del día, resultando ser el consumo diario promedio de las tres placas de 360 Wh/d.

Energía que debe producir el generador fotovoltaico:

$$E = \text{consumo de las cargas} * (1 + \% \text{ de pérdidas}) * \text{factor de corrección}$$

$$E = 360 \text{ Wh/d} * (1 + 0,1) * 1,3$$

$$E = 515 \text{ Wh/d}$$

Potencia nominal de los módulos fotovoltaicos:

$$\# \text{ módulos} = 515 \text{ Wh/d} / (\text{Potencia nominal de los módulos} * 3 \text{ horas})$$

$$\text{Potencia nominal de un módulo} = 515 \text{ Wh/d} / (1 \text{ módulo} * 3 \text{ horas})$$

$$\text{Potencia nominal de un módulo} = 172 \text{ W}$$

Capacidad del banco de baterías:

$$C = (E * (1 + \% \text{ de pérdidas}) * \# \text{ de días de auto.}) / \% \text{ de descarga máx.}$$

$$C = (515 \text{ Wh/d} * 1,1 * 4) / 0,8$$

$$C = 2833 \text{ Wh/d}$$

$$\# \text{ baterías} = C / (\text{Voltaje de una batería} * \text{Capacidad de una batería})$$

$$\text{Capacidad de una batería} = 2833 \text{ Wh/d} / (12 \text{ V} * 1 \text{ batería})$$

$$\text{Capacidad de una batería} = 236 \text{ Ah}$$

- **Nodo con dos computadoras embebidas:** Cada placa consume un promedio de 5W en operación y tienen que mantenerse en funcionamiento las 24 horas del día, resultando ser el consumo diario promedio de las dos placas de 240 Wh/d.

Energía que debe producir el generador fotovoltaico:

$$E = \text{consumo de las cargas} * (1 + \% \text{ de pérdidas}) * \text{factor de corrección}$$

$$E = 240 \text{ Wh/d} * (1 + 0,1) * 1,3$$

$$E = 343 \text{ Wh/d}$$

Potencia nominal de los módulos fotovoltaicos:

módulos = 343 Wh/d / (Potencia nominal de los módulos * 3 horas)

Potencia nominal de un módulo = 343 Wh/d / (1 módulo * 3 horas)

Potencia nominal de un módulo = 114 W

Capacidad del banco de baterías:

$C = (E * (1 + \% \text{de pérdidas}) * \# \text{ de días de auto.}) / \% \text{de descarga máx.}$

$C = (343 \text{ Wh/d} * 1,1 * 4) / 0,8$

$C = 1887 \text{ Wh/d}$

baterías = $C / (\text{Voltaje de una batería} * \text{Capacidad de una batería})$

Capacidad de una batería = $1887 \text{ Wh/d} / (12 \text{ V} * 1 \text{ batería})$

Capacidad de una batería = 157 Ah

En base a los cálculos realizados para dimensionar la cantidad de energía eléctrica que debe producir el generador fotovoltaico para cubrir el requerimiento energético que tiene la carga, y de acuerdo a los equipos que se encuentran en el mercado, se recomienda utilizar por sus buenas características técnicas y sus convenientes costos, los siguientes dispositivos que se ajustan a lo que requiere el sistema de suministro de energía de los nodos inalámbricos:

Módulos Fotovoltaicos: En los nodos inalámbricos que tengan dos enrutadores se utilizará un módulo fotovoltaico de celdas de silicón policristalino, de potencia máxima 115W y voltaje nominal de 12V. En cambio para nodos que tengan tres enrutadores se utilizará un módulo fotovoltaico de celdas de silicón policristalino, de potencia máxima 175W y voltaje nominal de 12V.

BP3115J:

- **Potencia Máxima:** 115W
- **Voltaje Nominal:** 12V
- **Corriente a Pmax:** 6,7A
- **Corriente de Corto Circuito:** 7,5A

- **Voltaje de Circuito Abierto:** 21,8V
- **Celdas Solares:** 36 celdas (15,6 x 15,6) conectadas en series, matriz 4x9
- **Dimensiones (l x a x h):** 151 x 67,4 x 5 cm.
- **Peso:** 12 Kg.
- **Fabricante:** BP Solar

KC175GT:

- **Potencia Máxima:** 175W
- **Voltaje Nominal:** 12V
- **Corriente a Pmax:** 7,42A
- **Corriente de Corto Circuito:** 8,09A
- **Voltaje de Circuito Abierto:** 29,2V
- **Celdas Solares:** 36 celdas (11,4 x 11,4) conectadas en series, matriz 4x9
- **Dimensiones (l x a x h):** 129 x 99 x 3,6 cm.
- **Peso:** 16 Kg.
- **Fabricante:** Kyocera

Baterías: Se usará en los nodos inalámbricos con una computadora embebida, una batería con capacidad nominal de 56Ah; los nodos inalámbricos que tengan dos computadoras embebidas operarán con tres baterías conectadas en serie de capacidad nominal 56Ah cada una; y los nodos que contengan tres computadoras embebidas utilizarán una batería con capacidad nominal de 258 Ah. Todas las baterías son de descarga profunda y fabricadas para operar en generadores fotovoltaicos.

PVX- 2580L:

- **Capacidad Nominal:** 258Ah
- **Número de ciclos al 80% de profundidad de descarga:** 625 Ciclos
- **Voltaje de Circuito Abierto al estar cargado el 100%:** 12,8V o más.
- **Temperatura de Operación:** - 40°C a + 72°C
- **Manufacturado con un separador plano de vidrio absorbente (AGM)**

- **Mantenimiento:** Libre de Mantenimiento
- **Dimensiones (l x a x h):** 52,7 x 27,7 x 24,7 cm.
- **Peso:** 75 Kg.
- **Fabricante:** Sun Xtender

Regulador de Corriente: En los nodos inalámbricos de dos y tres computadoras embebidas se usará un regulador de corriente, de voltaje nominal 12V, de intensidad de corriente máxima de consumo y generación 20A.

Isoler 20:

- **Voltaje Nominal:** 12 / 24V (Selección Automática)
- **Corriente máxima de Consumo/Generación:** 20A
- **Temperatura de Operación:** 0°C a + 50°C a plena carga
- **Dimensiones (l x a x h):** 15,6 x 15,7 x 2,7 cm.
- **Peso:** 0,54 Kg.
- **Fabricante:** Isofotón

4.4.4 Cálculo de los radioenlaces de la Red de Distribución

En esta sección se presentarán los cálculos de los presupuestos de los enlaces entre los nodos inalámbricos centrales de cada parroquia del cantón y las estaciones clientes (instituciones educativas) que acceden a la red a través de estos.

Se tomará como ejemplo el radioenlace llamado Red ACH8, que se encuentra localizado en la parroquia Chone, en el cual el nodo inalámbrico RIT4/ABH50 da acceso a la red a las estaciones clientes RIT12 y RIT38 con una antena sectorial de 90°. Se mostrará los cálculos realizados específicamente entre el nodo RIT4/ABH50 y la estación cliente RIT12, que tiene los siguientes datos:

- **Coordenadas nodo ABH50:** 0° 41' 46,7" Latitud S;
80° 4' 26,1" Longitud O
- **Altitud nodo ABH50:** 17,3 m.
- **Sistema de comunicación nodo ABH50:** AP 20 dBm/UNII/17 dBi/90° S
- **Coordenadas CPE RIT12:** 0° 41' 56,4" Latitud S; 80° 4' 00,1" Longitud O
- **Altitud CPE RIT12:** 26,9m.
- **Sistema de comunicación CPE RIT12:** AP\CPE 20 dBm/UNII/15 dBi P
- **Frecuencia de operación:** 5260 Mhz



Figura. 4.35. Mapa de Trabajo del radioenlace ACH8

En base a los parámetros topográficos, climatológicos, técnicos y el modelo digital del terreno del sector de la parroquia Chone, ingresados en el programa Radio Mobile, se ha llegado a determinar el perfil topográfico del terreno existente entre las estaciones ABH50 y RIT12. En el cual se puede observar que existe línea de vista entre las dos estaciones, que la distancia entre estas es de 0,86 km y que el punto más crítico del enlace donde se encuentra la protuberancia del terreno que obstruye con mayor prominencia la trayectoria de la señal, se localiza a la distancia de 0,54 km, medida desde la estación ABH50.

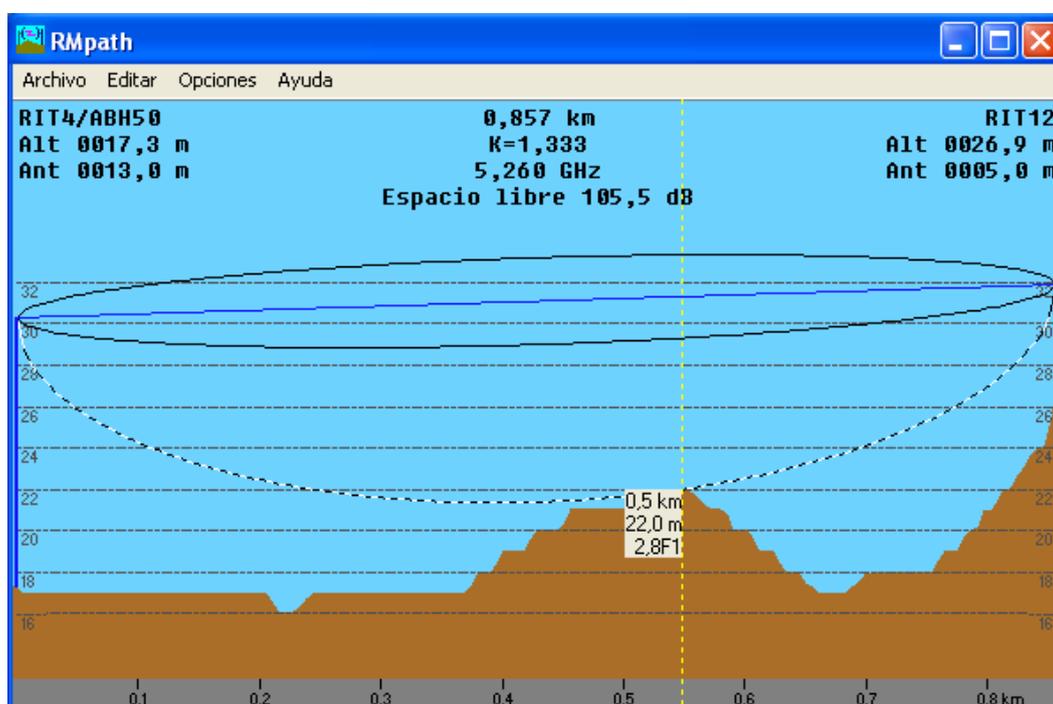


Figura. 4.36. Perfil topográfico del terreno del radioenlace ACH8

El programa Radio Mobile a través de la herramienta “Enlace de Radio”, realiza automáticamente el cálculo de los porcentajes de despeje del radio de la primera zona de Fresnel en cada uno de los puntos del trayecto del radioenlace, y presenta como resultado la distancia a la que se localiza el punto que tiene el peor porcentaje de despeje de la primera zona de Fresnel, con su respectivo valor, y el margen de claridad en ese punto. En la red de distribución a parte de mantener por lo menos libre el 60% de la primera zona de Fresnel, se mantendrá en el punto más crítico del enlace como mínimo un margen de despeje o claridad

de 9 metros, entre la línea del haz radioeléctrico y el objeto más cercano, tanto para enlaces punto a punto como para enlaces punto a multipunto.

Es evidente que la altura de las antenas sobre el nivel del suelo debe ser considerada de tal forma que garanticen los parámetros mínimos de claridad y despeje de la primera zona de Fresnel como se mencionó en el párrafo anterior; por lo cual para el caso de la colocación de las antenas en las diferentes estaciones que conformarán la red de distribución, se tomará como referencia mínima la altura de 10 metros para los nodos inalámbricos centrales, y para estaciones clientes como mínimo la altura de 5 metros, aun cuando se tenga la certeza de que la línea de vista este despejada; para evitar posibles obstrucciones en el camino del enlace a causa de la vegetación o edificaciones. La máxima altura a la que se colocará una antena dependerá de la relación costo/beneficio de la implementación de la torre, ya que mientras mayor sea su altura de igual forma mayor será su costo y la dificultad de la instalación.

Se ha llegado a determinar que la altura de la antena del nodo ABH50 tiene que ser de 13 metros y la altura de la antena de la estación cliente RIT12 de 5 metros, para garantizar los parámetros mínimos de claridad y despeje de la primera zona de Fresnel. Con lo que en el punto más crítico del enlace el programa da como resultado un porcentaje de despeje del 280% del radio de la primera zona Fresnel (2,8F1), con un margen de claridad de 9,30m. Realizando manualmente el cálculo del radio de la primera zona de Fresnel, se obtiene que es de 3,33 m

$$F_1 = 548 \sqrt{\frac{0,32 * 0,54}{5260 * 0,86}} = 3,33m.$$

Si se multiplica el valor de este radio por 2,8 se obtiene el margen de claridad que da como resultado 9,32 metros; con lo que se verifica que los cálculos del programa son certeros y que al realizarlos automáticamente ahorra tiempo al diseño de la red.

En el nodo inalámbrico se usa el sistema de comunicación “AP 20 dBm/UNII/17 dBi/90° S”, que presenta una potencia de transmisión de 20 dBm, con una antena sectorial de 90° de ganancia 17 dBi, y considera pérdidas en la alimentación de 2 dB. Hay que tomar en cuenta que el nodo ABH50 al usar una antena sectorial se reduce la ganancia nominal de esta, llegando a ser de 16,65 dBi para enlazarse con la estación cliente RIT12; por lo que el PIRE del nodo es de 34,65 dBm.

$$PIRE = P_{tx}(dBm) + G(dBi) - A_{a\text{alimentación}} = 20dBm + 16,65dBi - 2dB$$

Por otro lado la estación cliente RIT12 usa el sistema de comunicación “AP\CPE 20 dBm/UNII/15 dBi P”, que presenta una potencia de transmisión de 20 dBm, con una antena tipo panel de ganancia 15 dBi, y considera pérdidas en la alimentación de 2 dB. Por lo que el PIRE del nodo es de 33 dBm.

$$PIRE = P_{tx}(dBm) + G(dBi) - A_{a\text{alimentación}} = 20dBm + 15dBi - 2dB$$

Con respecto a las pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal, el simulador ha calculado como pérdidas por obstrucción iguales a 0,1 dB, como pérdidas estadísticas iguales a 4,2 dB y como pérdidas adicionales por el entorno urbano en el que se encuentran las estaciones iguales a 6,3 dB. Las pérdidas en el espacio libre de acuerdo a la distancia entre las estaciones de 0,86 km y a la frecuencia de operación de 5260 Mhz, da como resultado 105,5 dB, aplicando la fórmula $A_{EL} = 32,4 + 20 \log_{10}[5260] + 20 \log_{10}[0,86]$. Puesto que las pérdidas totales en la trayectoria de propagación de la señal son la suma de todas las pérdidas mencionadas anteriormente, entonces se tiene como resultado el valor de 116,11 dB.

Para comprobar si es viable el enlace entre las estaciones ABH50 y RIT12, se calculará el margen de recepción aplicando la fórmula descrita en el apartado de parámetros técnicos involucrados en el modelamiento del sistema de radio, de la manera siguiente:

Margen de recepción [dB] – Sensibilidad RX [92 dBm] = Potencia TX [20 dBm] – Pérdidas en la alimentación TX [2 dB] + Ganancia de la antena TX [16,65 dBi] – Pérdidas en la trayectoria de propagación de la señal [116,11 dB] + Ganancia de la antena RX [15 dBi] – Pérdidas en la alimentación RX [2 dB]

Que da como resultado un margen de recepción igual a 23,6 dB, el mismo que cumple con el criterio de diseño de tener un margen de recepción mínimo de 20 dB.

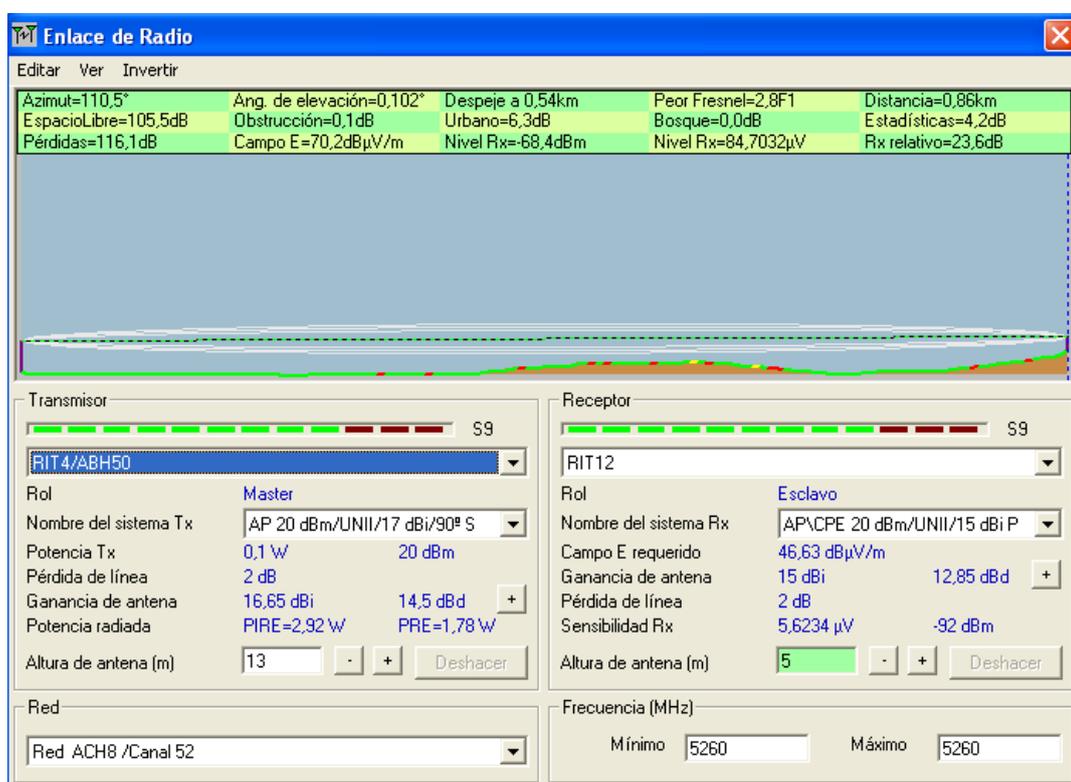


Figura. 4.37. Simulación del radioenlace ACH8 en el programa Radio Mobile

Siguiendo el procedimiento y criterios para el cálculo de los presupuestos de los enlaces entre las estaciones que conforman la red distribución, tal como se mostró en el ejemplo anterior; se mostrará a continuación de forma tabulada los cálculos de los parámetros más importantes de los radioenlaces de la red troncal que se extiende a lo largo de las nueve parroquias que conforman el cantón Chone.

4.4.4.1 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chibunga

Tabla. 4.25. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chibunga

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CHI4	A - B	2,23	2437	0,73	7,80	2,0 F1	15,70	117,80	15	276,90	6	23	36,00	-94	-64,80	29,20
ABH1	B - A	2,23	2437	1,51	7,80	2,0 F1	15,70	117,80	15	96,90	12	23	36,00	-94	-64,80	29,20
ACHI2																
CHI1	A - B	8,69	2462	6,81	13,41	1,2 F1	15,94	129,71	24	315,00	6	23	45,00	-94	-58,71	35,29
ABH1	B - A	8,69	2462	1,88	13,41	1,2 F1	15,94	129,71	24	135,00	10	23	45,00	-94	-58,71	35,29
ACHI3																
CHI3	A - B	5,39	2437	1,1	10,39	1,8 F1	18,4	125,47	15	121,90	6	23	36,00	-94	-63,47	30,53
ABH4	B - A	5,39	2437	4,29	10,39	1,8 F1	18,4	125,47	24	301,90	10	23	45,00	-94	-63,47	30,53
ACHI4																
CHI15	A - B	2,1	2462	1,44	7,43	1,9 F1	13,77	117,37	15	287,60	6	23	36,00	-94	-64,37	29,63
ABH4	B - A	2,1	2462	0,66	7,43	1,9 F1	13,77	117,37	15	107,60	12	23	36,00	-94	-64,37	29,63
ACHI5																
CHI12	A - B	1,59	2437	1,5	3,23	3,8 F1	12,2	114,87	15	244,40	6	23	36,00	-94	-61,87	32,13
ABH5	B - A	1,59	2437	0,09	3,23	3,8 F1	12,2	114,87	15	64,40	10	23	36,00	-94	-61,87	32,13

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CHI14	A - B	2,59	2462	1,32	8,85	1,7 F1	14,97	125,09	15	68,80	10	23	36,00	-94	-63,09	30,91
ABH5	B - A	2,59	2462	1,26	8,85	1,7 F1	14,97	125,09	24	248,80	14	23	45,00	-94	-63,09	30,91
ACHI7																
CHI6	A - B	0,95	2437	0,32	5,11	3,5 F1	17,99	110,49	15	189,80	13	23	36,00	-94	-57,49	36,51
ABH6	B - A	0,95	2437	0,63	5,11	3,5 F1	17,99	110,49	15	9,80	13	23	36,00	-94	-57,49	36,51
ACHI8																
CHI13	A - B	2,49	2462	2,4	3,25	2,9 F1	9,15	118,85	15	9,80	6	23	36,00	-94	-65,85	28,15
ABH6	B - A	2,49	2462	0,09	3,25	2,9 F1	9,15	118,85	15	189,80	11	23	36,00	-94	-65,85	28,15
ACHI9																
CHI2	A - B	5,69	2437	3,22	13,10	0,7 F1	9,58	125,94	15	284,20	15	23	36,00	-94	-63,94	30,06
ABH8	B - A	5,69	2437	2,46	13,10	0,7 F1	9,58	125,94	24	104,20	15	26	48,00	-94	-60,94	33,06

4.4.4.2 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Convento

Tabla. 4.26. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Convento

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CON22	A - D	0,98	2437	0,17	4,16	2,7 F1	11,25	107,86	15	41,60	11	23	36,00	-94	-58,68	35,32
ABH9	D - A	0,98	2437	0,81	4,16	2,7 F1	11,25	107,86	11,18	221,60	17	23	32,18	-94	-58,68	35,32
CON18	B - D	1,61	2437	0,06	2,67	4.3 F1	11,21	115,47	15	351,80	10	23	36,00	-94	-63,54	30,46
ABH9	D - B	1,61	2437	1,55	2,67	4.3 F1	11,21	115,47	13,93	171,80	17	23	34,93	-94	-63,54	30,46
CON17	C - D	2,22	2437	0,17	4,39	2,1 F1	9,29	118,06	15	295,30	21	23	36,00	-94	-68,07	25,93
ABH9	D - C	2,22	2437	2,04	4,39	2,1 F1	9,29	118,06	11,99	115,30	17	23	32,99	-94	-68,07	25,93
ACON2																
CON25	A - B	1,42	2462	1,07	5,67	1,6 F1	9,08	112,27	15	193,70	13	23	36,00	-94	-59,27	34,73
ABH9	B - A	1,42	2462	0,35	5,67	1,6 F1	9,08	112,27	15	13,70	15,5	23	36,00	-94	-59,27	34,73
ACON3																
CON13	A - C	2,41	2437	0,81	8,11	2,6 F1	21,24	115,38	15	184,70	6	23	36,00	-94	-64,93	29,07
ABH10	C - A	2,41	2437	1,59	8,11	2,6 F1	21,24	115,38	12,45	4,70	14	23	33,45	-94	-64,93	29,07
CON1	B - C	3,31	2437	1,21	9,73	0,9 F1	9,09	117,13	15	288,70	8	23	36,00	-94	-67,76	26,24
ABH10	C - B	3,31	2437	2,1	9,73	0,9 F1	9,09	117,13	11,37	108,70	14	23	32,37	-94	-67,76	26,24
ACON4																
CON15	A - D	3,6	2437	0,58	7,74	1,5 F1	11,91	122,46	15	126,80	6,5	23	36,00	-94	-72,69	21,31
ABH11	D - A	3,6	2437	3,02	7,74	1,5 F1	11,91	122,46	11,77	306,80	12	23	32,77	-94	-72,69	21,31
CON5	B - D	1,92	2437	0,35	5,94	3,9 F1	23,36	116,20	15	94,90	5,5	23	36,00	-94	-64,26	29,74
ABH11	D - B	1,92	2437	1,57	5,94	3,9 F1	23,36	116,20	13,94	274,90	12	23	34,94	-94	-64,26	29,74
CON26	C - D	2,63	2437	0,46	6,84	1,6 F1	10,7	119,14	15	30,20	5,5	23	36,00	-94	-68,48	25,52
ABH11	D - C	2,63	2437	2,17	6,84	1,6 F1	10,7	119,14	12,66	210,20	12	23	33,66	-94	-68,48	25,52
ACON5																
CON21	A - B	0,89	2462	0,06	2,61	4,7 F1	12,13	110,11	15	260,60	6,5	23	36,00	-94	-57,11	36,89
ABH12	B - A	0,89	2462	0,83	2,61	4,7 F1	12,13	110,11	15	80,60	12	23	36,00	-94	-57,11	36,89

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CON20	A - B	0,76	2437	0,28	4,67	2,1 F1	10,00	106,55	15	43,00	7,5	23	36,00	-94	-53,55	40,45
ABH12	B - A	0,76	2437	0,48	4,67	2,1 F1	10,00	106,55	15	223,00	11	23	36,00	-94	-53,55	40,45
ACON7																
CON12	A - B	1,97	2462	0,61	7,17	1,3 F1	9,17	117,62	15	178,30	16	23	36,00	-94	-64,62	29,38
ABH13	B - A	1,97	2462	1,36	7,17	1,3 F1	9,17	117,62	15	358,30	15,5	23	36,00	-94	-64,62	29,38
ACON8																
CON6	A - B	1,91	2462	0,98	7,59	1,6 F1	11,9	116,35	15	294,80	12	23	36,00	-94	-63,35	30,65
ABH13	B - A	1,91	2462	0,92	7,59	1,6 F1	11,9	116,35	15	114,80	14	23	36,00	-94	-63,35	30,65
ACON9																
CON14	A - B	1,16	2462	1,1	2,63	6 F1	15,57	114,31	15	209,80	6	23	36,00	-94	-61,31	32,69
ABH14	B - A	1,16	2462	0,06	2,63	6 F1	15,57	114,31	15	29,80	10	23	36,00	-94	-61,31	32,69
ACON10																
CON16	A - B	1,1	2462	0,49	5,76	4,2 F1	24,13	111,95	15	48,30	5,5	23	36,00	-94	-58,95	35,05
ABH14	B - A	1,1	2462	0,61	5,76	4,2 F1	24,13	111,95	15	228,30	11	23	36,00	-94	-58,95	35,05
ACON11																
CON2	A - F	1,96	2437	1,07	7,74	4,2 F1	32,49	117,08	15	285,10	6	23	36,00	-94	-65,73	28,27
ABH14	F - A	1,96	2437	0,89	7,74	4,2 F1	32,49	117,08	13,35	105,10	11	23	34,35	-94	-65,73	28,27
CON3	B - F	2,13	2437	1,98	4,00	4,9 F1	19,73	117,70	15	315,30	8,5	23	36,00	-94	-66,05	27,95
ABH14	F - B	2,13	2437	0,14	4,00	4,9 F1	19,73	117,70	13,65	135,30	11	23	34,65	-94	-66,05	27,95
CON8	C - F	1,82	2437	1,53	5,48	3,8 F1	20,8	116,24	15	310,30	5,5	23	36,00	-94	-64,24	29,76
ABH14	F - C	1,82	2437	0,29	5,48	3,8 F1	20,8	116,24	14	130,30	11	23	35,00	-94	-64,24	29,76
CON27	D - F	1,38	2437	1,15	4,86	3,1 F1	14,98	113,43	15	319	6	23	36,00	-94	-62,03	31,97
ABH14	F - D	1,38	2437	0,23	4,86	3,1 F1	14,98	113,43	13,4	139	11	23	34,40	-94	-62,03	31,97
CON28	E - F	1,76	2437	1,61	3,97	4,1 F1	16,37	115,55	15	314,6	9,5	23	36,00	-94	-63,90	30,10
ABH14	F - E	1,76	2437	0,14	3,97	4,1 F1	16,37	115,55	13,65	134,6	11	23	34,65	-94	-63,90	30,10

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CON9	A - D	1,89	2437	0,6	7,10	1,3 F1	9	116,87	15	141,60	24	23	36,00	-94	-66,82	27,18
ABH15	D - A	1,89	2437	1,29	7,10	1,3 F1	9	116,87	12,05	321,60	18	23	33,05	-94	-66,82	27,18
CON19	B - D	1,08	2437	0,97	3,49	2,9 F1	10,31	111,31	15	219,6	9,5	23	36,00	-94	-61,13	32,87
ABH15	D - B	1,08	2437	0,11	3,49	2,9 F1	10,31	111,31	12,18	39,60	18	23	33,18	-94	-61,13	32,87
CON23	C - D	1	2437	0,89	3,47	2,5 F1	9	110,74	15	217,30	5,5	23	36,00	-94	-60,19	33,81
ABH15	D - C	1	2437	0,11	3,47	2,5 F1	9	110,74	12,55	37,30	18	23	33,55	-94	-60,19	33,81
ACON13																
CON7	A - B	2,2	2437	0,46	6,70	1,6 F1	10,39	117,99	15	245,30	12,5	23	36,00	-94	-64,99	29,01
ABH17	B - A	2,2	2437	1,74	6,70	1,6 F1	10,39	117,99	15	65,30	18	23	36,00	-94	-64,99	29,01
ACON14																
ELO19	A - B	1,15	2462	1,03	3,47	3,9 F1	13,93	110,74	15	120,80	10	23	36,00	-94	-57,74	36,26
ABH17	B - A	1,15	2462	0,11	3,47	3,9 F1	13,93	110,74	15	300,80	12	23	36,00	-94	-57,74	36,26
ACON15																
ELO16	A - B	0,99	2437	0,5	5,58	1,9 F1	10,49	111,05	15	76,3	18,5	23	36,00	-94	-58,05	35,95
ABH18	B - A	0,99	2437	0,5	5,58	1,9 F1	10,49	111,05	15	256,3	19	23	36,00	-94	-58,05	35,95
ACON16																
ELO7	A - C	2,17	2462	0,4	6,29	1,6 F1	9,98	117,15	15	271,50	14,5	23	36,00	-94	-64,22	29,78
ABH18	C - A	2,17	2462	1,76	6,29	1,6 F1	9,98	117,15	14,93	91,50	15,5	23	35,93	-94	-64,22	29,78
ELO23	B - C	0,63	2462	0,23	4,22	2,6 F1	10,86	106,11	15	278,10	11	23	36,00	-94	-53,35	40,65
ABH18	C - B	0,63	2462	0,4	4,22	2,6 F1	10,86	106,11	14,76	98,10	15,5	23	35,76	-94	-53,35	40,65

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ELO4	A - C	2,47	2437	0,69	7,83	1,8 F1	14,22	115,99	15	137,40	6	23	36,00	-94	-63,26	30,74
ABH20	C - A	2,47	2437	1,78	7,83	1,8 F1	14,22	115,99	14,73	317,40	13,5	23	35,73	-94	-63,26	30,74
CON4	B - C	2,82	2437	0,03	1,91	5 F1	9,3	116,94	15	147,40	9,5	23	36,00	-94	-64,55	29,45
ABH20	C - B	2,82	2437	2,79	1,91	5 F1	9,3	116,94	14,39	327,40	13,5	23	35,39	-94	-64,55	29,45
ACON18																
CON10	A - B	2,97	2462	0,52	7,23	2,4 F1	16,98	119,78	15	198,3	8	23	36,00	-94	-66,78	27,22
ABH20	B - A	2,97	2462	2,45	7,23	2,4 F1	16,98	119,78	15	18,3	12	23	36,00	-94	-66,78	27,22
ACON19																
ELO11	A - B	2,59	2437	0,4	6,44	1,7 F1	11	115,10	15	280,9	10	23	36,00	-94	-62,10	31,90
ABH20	B - A	2,59	2437	2,18	6,44	1,7 F1	11	115,10	15	100,9	10,5	23	36,00	-94	-62,10	31,90
ACON20																
ELO18	A - B	1,76	2462	0,09	3,23	3,6 F1	11,33	113,64	15	100,9	12	23	36,00	-94	-60,64	33,36
ABH20	B - A	1,76	2462	1,67	3,23	3,6 F1	11,33	113,64	15	280,9	15	23	36,00	-94	-60,64	33,36

4.4.4.3 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Eloy Alfaro

Tabla. 4.27. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Eloy Alfaro

RED	ENLACE							PÉRDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
AELO1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ELO24	A - C	0,99	2437	0,2	4,43	3,7 F1	16,42	110,55	15	6,90	6	23	36,00	-94	-60,82	33,18
ABH21	C - A	0,99	2437	0,79	4,43	3,7 F1	16,42	110,55	11,73	186,90	10	23	32,73	-94	-60,82	33,18
ELO25	B - C	1,86	2437	0,83	7,53	2,2 F1	16,67	112,83	15	282,80	6	23	36,00	-94	-62,96	31,04
ABH21	C - B	1,86	2437	1,03	7,53	2,2 F1	16,67	112,83	11,87	102,80	10	23	32,87	-94	-62,96	31,04
AELO2																
ELO10	A - B	0,69	2462	0,34	4,52	3,4 F1	15,44	106,60	15	217,50	7,5	23	36,00	-94	-53,60	40,40
ABH22	B - A	0,69	2462	0,34	4,52	3,4 F1	15,44	106,60	15	37,50	10	23	36,00	-94	-53,60	40,40
AELO3																
ELO1	A - E	3,24	2437	0,2	4,81	5,1 F1	26,46	121,15	15	56,00	8	23	36,00	-94	-68,23	25,77
ABH22	E - A	3,24	2437	3,04	4,81	5,1 F1	26,46	121,15	14,92	236,00	15	23	35,92	-94	-68,23	25,77
ELO13	B - E	3,77	2437	0,55	7,62	1,5 F1	11,71	122,76	15	62,70	8	23	36,00	-94	-70,19	23,81
ABH22	E - B	3,77	2437	3,23	7,62	1,5 F1	11,71	122,76	14,57	242,70	15	23	35,57	-94	-70,19	23,81
ELO22	C - E	3,97	2437	0,49	7,28	1,1 F1	9,39	119,91	15	57,60	17	23	36,00	-94	-66,92	27,08
ABH22	E - C	3,97	2437	3,48	7,28	1,1 F1	9,39	119,91	14,99	237,60	15	23	35,99	-94	-66,92	27,08
ELO29	D - E	3,29	2437	0,43	6,79	1,6 F1	10,63	120,88	15	59,3	5,5	23	36,00	-94	-67,88	26,12
ABH22	E - D	3,29	2437	2,86	6,79	1,6 F1	10,63	120,88	15	239,3	15	23	36,00	-94	-67,88	26,12
AELO4																
ELO5	A - C	0,9	2437	0,32	5,04	3,1 F1	15,56	110,02	15	140,80	8	23	36,00	-94	-60,05	33,95
ABH23	C - A	0,9	2437	0,58	5,04	3,1 F1	15,56	110,02	11,97	320,80	16	23	32,97	-94	-60,05	33,95
ELO30	B - C	1,27	2437	1,1	4,26	2,3 F1	9,75	110,61	15	56,30	10	23	36,00	-94	-60,71	33,29
ABH23	C - B	1,27	2437	0,17	4,26	2,3 F1	9,75	110,61	11,9	236,30	16	23	32,90	-94	-60,71	33,29
AELO5																
ELO28	A - B	1,46	2437	1	6,23	1,6 F1	9,67	114,32	15	126,40	13,5	23	36,00	-94	-61,32	32,68
ABH24	B - A	1,46	2437	0,46	6,23	1,6 F1	9,67	114,32	15	306,40	15,5	23	36,00	-94	-61,32	32,68

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ELO27	A - B	2,16	2462	1,04	8,11	1,2 F1	9,74	116,11	15	276,50	11	23	36,00	-94	-63,11	30,89
ABH24	B - A	2,16	2462	1,12	8,11	1,2 F1	9,74	116,11	15	96,50	17	23	36,00	-94	-63,11	30,89
AELO7																
ELO2	A - B	1,37	2437	1,28	3,22	3,6 F1	11,29	111,77	15	215,50	7,5	23	36,00	-94	-58,77	35,23
ABH25	B - A	1,37	2437	0,09	3,22	3,6 F1	11,29	111,77	15	35,50	12,5	23	36,00	-94	-58,77	35,23
AELO8																
ELO21	A - B	1,12	2462	0,06	2,63	3,8 F1	9,79	112,01	15	73,30	5,5	23	36,00	-94	-59,01	34,99
ABH25	B - A	1,12	2462	1,06	2,63	3,8 F1	9,79	112,01	15	253,30	11	23	36,00	-94	-59,01	34,99
AELO9																
ELO8	A - B	2,3	2462	0,98	8,28	2,4 F1	19,49	117,86	15	73,00	7	23	36,00	-94	-64,86	29,14
ABH26	B - A	2,3	2462	1,32	8,28	2,4 F1	19,49	117,86	15	253,00	12	23	36,00	-94	-64,86	29,14
AELO10																
ELO26	A - B	3,56	2437	3,45	3,62	3,9 F1	14,33	118,47	15	120,10	14	23	36,00	-94	-65,47	28,53
ABH26	B - A	3,56	2437	0,11	3,62	3,9 F1	14,33	118,47	15	300,10	10,5	23	36,00	-94	-65,47	28,53

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ELO6	A - B	0,81	2437	0,79	1,90	5,2 F1	9,66	107,11	15	245,50	7,5	23	36,00	-94	-54,11	39,89
ABH27	B - A	0,81	2437	0,03	1,90	5,2 F1	9,66	107,11	15	65,50	12,5	23	36,00	-94	-54,11	39,89
AELO12																
ELO9	A - B	1,49	2462	0,31	5,45	5,4 F1	29,64	111,79	15	35,40	7	23	36,00	-94	-58,79	35,21
ABH27	B - A	1,49	2462	1,17	5,45	5,4 F1	29,64	111,79	15	215,40	10	23	36,00	-94	-58,79	35,21
AELO13																
ELO14	A - C	2,86	2437	0,81	8,46	2,9 F1	24,52	119,66	15	244,50	5,5	23	36,00	-94	-68,58	25,42
ABH28	C - A	2,86	2437	2,05	13,36	2,9 F1	24,52	119,66	13,08	64,50	15	23	34,08	-94	-68,58	25,42
ELO15	B - C	2,74	2437	2,02	13,65	1,3 F1	10,2	119,59	15	308,90	6	23	36,00	-94	-69,64	24,36
ABH28	C - B	2,74	2437	0,72	8,09	1,3 F1	10,2	119,59	11,95	128,90	15	23	32,95	-94	-69,64	24,36
AELO14																
ELO3	A - B	4,96	2462	0,57	7,84	1,2 F1	9,55	123,54	15	323,60	6	23	36,00	-94	-70,54	23,46
ABH28	B - A	4,96	2462	4,39	7,84	1,2 F1	9,55	123,54	15	143,60	10	23	36,00	-94	-70,54	23,46
AELO15																
ELO20	A - B	2,55	2437	0,03	1,91	4,3 F1	11,36	117,87	15	27,40	13,5	23	36,00	-94	-64,87	29,13
ABH28	B - A	2,55	2437	2,52	1,91	4,3 F1	11,36	117,87	15	207,40	13	23	36,00	-94	-64,87	29,13

4.4.4.4 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Boyaca

Tabla. 4.28. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Boyaca

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
BOY7	A - B	0,54	2462	0,37	3,03	2,9 F1	10,53	103,97	15	50,50	11	23	36,00	-94	-50,97	43,03
ABH29	B - A	0,54	2462	0,11	3,03	2,9 F1	10,53	103,97	15	230,50	16	23	36,00	-94	-50,97	43,03
ABOY2																
BOY20	A - B	1,55	2437	0,06	2,67	4,7 F1	12,12	115,24	15	257,70	12,5	23	36,00	-94	-62,24	31,76
ABH29	B - A	1,55	2437	1,49	2,67	4,7 F1	12,12	115,24	15	77,70	12,5	23	36,00	-94	-62,24	31,76
ABOY3																
BOY10	A - C	2,44	2437	2,01	6,61	4,1 F1	26,77	118,78	15	243,70	6	23	36,00	-94	-67,17	26,83
ABH30	C - A	2,44	2437	0,43	6,61	4,1 F1	26,77	118,78	13,61	63,70	10	23	34,61	-94	-67,17	26,83
BOY11	B - C	3,43	2437	2,91	7,37	3,9 F1	29,04	121,04	15	262,10	6	23	36,00	-94	-69,71	24,29
ABH30	C - B	3,43	2437	0,52	7,37	3,9 F1	29,04	121,04	13,33	82,10	10	23	34,33	-94	-69,71	24,29
ABOY4																
BOY1	A - C	1,65	2462	0,49	6,48	1,5 F1	10	115,98	15	64,30	8	23	36,00	-94	-65,51	28,49
ABH30	C - A	1,65	2462	1,16	6,48	1,5 F1	10	115,98	12,47	244,30	11,5	23	33,47	-94	-65,51	28,49
BOY17	B - C	1,89	2462	1,55	5,83	2,6 F1	15,41	113,15	15	353,60	12	23	36,00	-94	-62,72	31,28
ABH30	C - B	1,89	2462	0,34	5,83	2,6 F1	15,41	113,15	12,43	173,60	11,5	23	33,43	-94	-62,72	31,28
ABOY5																
BOY4	A - C	1,38	2437	0,63	6,50	2,7 F1	17,79	112,93	15	320,00	8	23	36,00	-94	-61,48	32,52
ABH31	C - A	1,38	2437	0,75	6,50	2,7 F1	17,79	112,93	13,45	140,00	10	23	34,45	-94	-61,48	32,52
BOY13	B - C	1,13	2437	0,12	3,65	4,8 F1	17,08	109,90	15	15,50	7,5	23	36,00	-94	-59,97	34,03
ABH31	C - B	1,13	2437	1,02	3,65	4,8 F1	17,08	109,90	11,93	195,50	10	23	32,93	-94	-59,97	34,03
ABOY6																
BOY21	A - B	1,15	2462	0,74	5,60	1,6 F1	9,25	110,04	15	315,50	15	23	36,00	-94	-57,04	36,96
ABH31	B - A	1,15	2462	0,4	5,60	1,6 F1	9,25	110,04	15	135,50	19,5	23	36,00	-94	-57,04	36,96

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
BOY5	A - B	3,08	2437	1,78	9,58	1,9 F1	18,02	119,81	15	178,80	5	23	36,00	-94	-66,81	27,19
ABH33	B - A	3,08	2437	1,29	9,58	1,9 F1	18,02	119,81	15	358,80	10	23	36,00	-94	-66,81	27,19
ABOY8																
BOY8	A - C	1,78	2462	0,09	3,24	5,2 F1	16,33	113,93	15	283,10	6	23	36,00	-94	-63,36	30,64
ABH33	C - A	1,78	2462	1,7	3,24	5,2 F1	16,33	113,93	12,57	103,10	12	23	33,57	-94	-63,36	30,64
BOY22	B - C	2,08	2462	1,1	7,95	2,7 F1	21,74	116,19	15	342,30	6	23	36,00	-94	-65,22	28,78
ABH33	C - B	2,08	2462	0,98	7,95	2,7 F1	21,74	116,19	12,97	162,30	12	23	33,97	-94	-65,22	28,78
ABOY9																
BOY6	A - C	1,62	2437	0,09	3,24	3,1 F1	9,87	115,63	15	282,80	10	23	36,00	-94	-64,84	29,16
ABH34	C - A	1,62	2437	1,53	3,24	3,1 F1	9,87	115,63	12,79	102,80	21	23	33,79	-94	-64,84	29,16
RIC34	B - C	1,66	2437	1,16	6,50	1,5 F1	10,05	115,94	15	17,40	15	23	36,00	-94	-65,87	28,13
ABH34	C - B	1,66	2437	0,49	6,50	1,5 F1	10,05	115,94	12,07	197,40	21	23	33,07	-94	-65,87	28,13
ABOY10																
BOY19	A - B	2,82	2462	0,4	6,47	2,5 F1	16,34	120,53	15	138,70	10	23	36,00	-94	-67,53	26,47
ABH34	B - A	2,82	2462	2,42	6,47	2,5 F1	16,34	120,53	15	318,70	10	23	36,00	-94	-67,53	26,47
ABOY11																
BOY2	A - B	1,61	2437	0,78	7,08	1,3 F1	9,16	116,57	15	208,10	8,5	23	36,00	-94	-63,57	30,43
ABH32	B - A	1,61	2437	0,84	7,08	1,3 F1	9,16	116,57	15	28,10	12	23	36,00	-94	-63,57	30,43
ABOY12																
BOY3	A - C	1,45	2462	1,22	4,86	3,8 F1	18,47	114,15	15	336,30	5,5	23	36,00	-94	-61,15	32,85
ABH32	C - A	1,45	2462	0,23	4,86	3,8 F1	18,47	114,15	15	156,30	14	23	36,00	-94	-61,15	32,85
BOY18	B - C	1,12	2462	0,8	5,20	1,9 F1	9,92	112,11	15	336,10	6	23	36,00	-94	-59,11	34,89
ABH32	C - B	1,12	2462	0,31	5,20	1,9 F1	9,92	112,11	15	156,10	14	23	36,00	-94	-59,11	34,89

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
BOY9	A - C	1,67	2462	1,46	4,62	2,9 F1	13,6	113,68	15	326,40	8	23	36,00	-94	-62,72	31,28
ABH35	C - A	1,67	2462	0,2	4,62	2,9 F1	13,6	113,68	12,96	146,40	11	23	33,96	-94	-62,72	31,28
BOY12	B - C	4	2462	0,37	6,40	3,7 F1	23,72	123,17	15	266,60	10,5	23	36,00	-94	-72,65	21,35
ABH35	C - B	4	2462	3,63	6,40	3,7 F1	23,72	123,17	12,52	86,60	11	23	33,52	-94	-72,65	21,35
ABOY14																
BOY15	A - B	2,12	2437	1,01	8,04	2,6 F1	20,51	116,86	15	89,90	15	23	36,00	-94	-63,86	30,14
ABH35	B - A	2,12	2437	1,1	8,04	2,6 F1	20,51	116,86	15	269,90	12,5	23	36,00	-94	-63,86	30,14
ABOY15																
SAN14	A - C	2,35	2437	0,17	4,40	2,3 F1	10,21	115,16	15	77,60	9	23	36,00	-94	-65,61	28,39
ABH36	C - A	2,35	2437	2,17	4,40	2,3 F1	10,21	115,16	11,55	257,60	13	23	32,55	-94	-65,61	28,39
SAN18	B - C	1,93	2437	0,49	6,71	1,6 F1	10,58	115,75	15	154,00	13,5	23	36,00	-94	-65,63	28,37
ABH36	C - B	1,93	2437	1,44	6,71	1,6 F1	10,58	115,75	12,12	334,00	13	23	33,12	-94	-65,63	28,37
ABOY16																
BOY14	A - C	2,1	2437	1,35	7,71	1,9 F1	14,49	116,68	15	258,20	7	23	36,00	-94	-65,32	28,68
ABH37	C - A	2,1	2437	0,75	7,71	1,9 F1	14,49	116,68	13,36	78,20	14	23	34,36	-94	-65,32	28,68
RIC4	B - C	2,76	2437	1,06	8,97	1 F1	9,25	115,76	15	224,80	14	23	36,00	-94	-64,32	29,68
ABH37	C - B	2,76	2437	1,7	8,97	1 F1	9,25	115,76	13,44	44,80	14	23	34,44	-94	-64,32	29,68
ABOY17																
CH6	A - B	1,1	2462	0,49	5,76	1,6 F1	9,43	109,95	15	345,40	17,5	23	36,00	-94	-56,95	37,05
ABH37	B - A	1,1	2462	0,61	5,76	1,6 F1	9,43	109,95	15	165,40	17,5	23	36,00	-94	-56,95	37,05

4.4.4.5 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia San Antonio

Tabla. 4.29. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia San Antonio

RED	ENLACE							PÉRDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ASAN1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
SAN16	A - B	3,38	2437	0,11	3,62	3 F1	10,72	117,42	15	243,00	10,5	23	36,00	-94	-64,42	29,58
ABH38	B - A	3,38	2437	3,27	3,62	3 F1	10,72	117,42	15	63,00	10	23	36,00	-94	-64,42	29,58
ASAN2																
SAN17	A - B	1,65	2462	1,45	4,63	3,5 F1	16,28	116,88	15	151,50	14	23	36,00	-94	-63,88	30,12
ABH38	B - A	1,65	2462	0,2	4,63	3,5 F1	16,28	116,88	15	331,50	13	23	36,00	-94	-63,88	30,12
ASAN3																
SAN21	A - B	1,89	2437	0,14	4,00	2,3 F1	9,39	115,17	15	15,70	19	23	36,00	-94	-62,17	31,83
ABH38	B - A	1,89	2437	1,75	4,00	2,3 F1	9,39	115,17	15	195,70	15	23	36,00	-94	-62,17	31,83
ASAN4																
SAN28	A - B	2,36	2437	2,26	3,44	2,7 F1	9,27	115,60	15	254,80	10	23	36,00	-94	-62,60	31,40
ABH39	B - A	2,36	2437	0,1	3,44	2,7 F1	9,27	115,60	15	74,80	14	23	36,00	-94	-62,60	31,40
ASAN5																
SAN5	A - B	1,56	2462	1,04	6,50	3,8 F1	24,77	113,89	15	69,60	6,5	23	36,00	-94	-60,89	33,11
ABH39	B - A	1,56	2462	0,52	6,50	3,8 F1	24,77	113,89	15	249,60	10	23	36,00	-94	-60,89	33,11
ASAN6																
SAN10	A - B	2,21	2462	0,02	1,55	5,9 F1	33	114,01	15	175,00	17	23	36,00	-94	-61,01	32,99
ABH40	B - A	2,21	2462	2,19	1,55	5,9 F1	33	114,01	15	355,00	14	23	36,00	-94	-61,01	32,99
ASAN7																
SAN15	A - C	0,72	2437	0,66	2,60	3,5 F1	9,16	107,88	15	38,70	6	23	36,00	-94	-57,76	36,24
ABH40	C - A	0,72	2437	0,06	2,60	3,5 F1	9,16	107,88	12,12	218,70	12	23	33,12	-94	-57,76	36,24
SAN19	B - C	0,39	2437	0,27	3,20	4,1 F1	12,89	103,46	15	117,70	7	23	36,00	-94	-53,39	40,61
ABH40	C - B	0,39	2437	0,12	3,20	4,1 F1	12,89	103,46	12,07	297,70	12	23	33,07	-94	-53,39	40,61

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ASAN8	A - B	0,85	2437	0,18	4,18	2,2 F1	9,21	106,83	15	70,30	14,5	23	36,00	-94	-53,83	40,17
ABH41	B - A	0,85	2437	0,67	4,18	2,2 F1	9,21	106,83	15	250,30	12	23	36,00	-94	-53,83	40,17
ASAN9																
SAN8	A - B	2,22	2462	2,1	3,72	2,5 F1	9,45	117,15	15	287,30	10,5	23	36,00	-94	-64,15	29,85
ABH41	B - A	2,22	2462	0,12	3,72	2,5 F1	9,45	117,15	15	107,30	13,5	23	36,00	-94	-64,15	29,85
ASAN10																
SAN23	A - B	1,4	5260	0,8	4,42	2,6 F1	11,26	118,34	15	334,70	5,5	20	33,00	-92	-62,34	29,66
ABH42	B - A	1,4	5260	0,6	4,42	2,6 F1	11,26	118,34	21	154,70	10	20	39,00	-92	-62,34	29,66
ASAN11																
SAN24	A - B	2,02	5320	1,22	5,22	1,9 F1	9,86	122,83	15	154,30	10	20	33,00	-92	-66,83	25,17
ABH42	B - A	2,02	5320	0,8	5,22	1,9 F1	9,86	122,83	21	334,30	18	20	39,00	-92	-66,83	25,17
ASAN12																
SAN2	A - D	0,24	5280	0,08	1,74	5,3 F1	9,2	111,26	15	96,00	8	20	33,00	-92	-61,75	30,25
ABH43	D - A	0,24	5280	0,16	1,74	5,3 F1	9,2	111,26	14,51	276,00	14	20	32,51	-92	-61,75	30,25
SAN20	B - D	0,3	5280	0,14	2,06	4,8 F1	9,92	108,20	15	106,30	7,5	20	33,00	-92	-57,28	34,72
ABH43	D - B	0,3	5280	0,16	2,06	4,8 F1	9,92	108,20	15,92	286,30	14	20	33,92	-92	-57,28	34,72
SAN22	C - D	0,61	5280	0,18	2,69	4,1 F1	10,83	117,06	15	167,90	7,5	20	33,00	-92	-66,66	25,34
ABH43	D - C	0,61	5280	0,43	2,69	4,1 F1	10,83	117,06	15,4	347,90	14	20	33,40	-92	-66,66	25,34
ASAN13																
SAN12	A - B	1,04	5260	0,16	2,78	3,3 F1	9,11	117,36	15	229,30	9,5	20	33,00	-92	-67,36	24,64
ABH43	B - A	1,04	5260	0,88	2,78	3,3 F1	9,11	117,36	15	49,30	12,5	20	33,00	-92	-67,36	24,64
ASAN14																
SAN1	A - B	1,2	5280	1,1	2,28	4,3 F1	9,89	117,14	15	147,20	14	20	33,00	-92	-67,14	24,86
ABH44	B - A	1,2	5280	0,1	2,28	4,3 F1	9,89	117,14	15	327,20	14	20	33,00	-92	-67,14	24,86
ASAN15																
SAN26	A - B	2,28	5320	2	3,72	6 F1	22,27	123,38	15	189,90	11	20	33,00	-92	-67,38	24,62
ABH44	B - A	2,28	5320	0,28	3,72	6 F1	22,27	123,38	21	9,90	12	20	39,00	-92	-67,38	24,62

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ASAN16	A - B	2,02	5280	0,18	3,05	7,4 F1	22,5	123,36	15	207,70	12	20	33,00	-92	-67,36	24,64
ABH44	B - A	2,02	5280	1,84	3,05	7,4 F1	22,5	123,36	21	27,70	10	20	39,00	-92	-67,36	24,64
ASAN17																
CH35	A - B	0,79	5260	0,3	3,23	3 F1	9,68	114,37	15	331,60	18	20	33,00	-92	-64,37	27,63
ABH44	B - A	0,79	5260	0,48	3,23	3 F1	9,68	114,37	15	151,60	18	20	33,00	-92	-64,37	27,63
ASAN18																
SAN3	A - B	1,88	5320	0,9	5,15	5,8 F1	29,7	120,60	15	71,00	8	20	33,00	-92	-64,60	27,40
ABH45	B - A	1,88	5320	0,98	5,15	5,8 F1	29,7	120,60	21	251,00	12	20	39,00	-92	-64,60	27,40
ASAN19																
SAN11	A - C	1,59	5280	0,16	2,85	4,8 F1	13,59	120,38	15	150,10	7	20	33,00	-92	-70,38	21,62
ABH45	C - A	1,59	5280	1,42	2,85	4,8 F1	13,59	120,38	15	330,10	10	20	33,00	-92	-70,38	21,62
SAN27	B - C	1,61	5280	1,51	2,31	4,4 F1	10,21	122,89	14,99	149,20	7	20	32,99	-92	-72,90	19,10
ABH45	C - B	1,61	5280	0,1	2,31	4,4 F1	10,21	122,89	15	329,20	10	20	33,00	-92	-72,90	19,10
ASAN20																
SAN4	A - B	2,28	5260	1,02	5,67	2,3 F1	13,05	122,48	15	318,20	9	20	33,00	-92	-66,48	25,52
ABH45	B - A	2,28	5260	1,26	5,67	2,3 F1	13,05	122,48	21	138,20	14	20	39,00	-92	-66,48	25,52

4.4.4.6 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chone

Tabla. 4.30. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Chone

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION			
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)	
ACH1	CH5	A - D	0,5	5260	0,15	2,45	4,2 F1	9,61	115,50	15	228,80	8	20	33,00	-92	-64,15	27,85
	ABH46	D - A	0,5	5260	0,35	2,45	4,2 F1	9,61	115,50	16,35	48,80	17	20	34,35	-92	-64,15	27,85
	CH24	B - D	0,38	5260	0,12	2,17	4,5 F1	9,7	110,22	15	198,10	7	20	33,00	-92	-58,69	33,31
	ABH46	D - B	0,38	5260	0,26	2,17	4,5 F1	9,7	110,22	16,53	18,10	17	20	34,53	-92	-58,69	33,31
	CH42	C - D	0,54	5260	0,17	2,58	3,9 F1	9,88	110,77	15	193,40	8,5	20	33,00	-92	-59,56	32,44
	ABH46	D - C	0,54	5260	0,37	2,58	3,9 F1	9,88	110,77	16,21	13,40	17	20	34,21	-92	-59,56	32,44
ACH2	CH11	A - N	0,49	5280	0,18	2,54	4,8 F1	12,32	111,86	15	139,30	9	20	33,00	-92	-60,94	31,06
	ABH48	N - A	0,49	5280	0,31	2,54	4,8 F1	12,32	111,86	15,92	319,30	15	20	33,92	-92	-60,94	31,06
	CH14	B - N	0,6	5280	0,21	2,79	3,8 F1	10,62	115,52	15	156,20	8,5	20	33,00	-92	-64,64	27,36
	ABH48	N - B	0,6	5280	0,39	2,79	3,8 F1	10,62	115,52	15,88	336,20	15	20	33,88	-92	-64,64	27,36
	CH18	C - N	0,63	5280	0,2	2,75	3,5 F1	9,84	116,64	15	159,50	8	20	33,00	-92	-66,04	25,96
	ABH48	N - C	0,63	5280	0,42	2,75	3,5 F1	9,84	116,64	15,6	339,50	15	20	33,60	-92	-66,04	25,96
	CH22	D - N	0,55	5280	0,15	2,49	3,8 F1	9,43	113,36	15	87,10	8	20	33,00	-92	-63,12	28,88
	ABH48	N - D	0,55	5280	0,4	2,49	3,8 F1	9,43	113,36	15,24	267,10	15	20	33,24	-92	-63,12	28,88
	CH23	E - N	0,87	5280	0,27	3,23	3,1 F1	10,14	119,64	15	111,00	7,5	20	33,00	-92	-68,71	23,29
	ABH48	N - E	0,87	5280	0,59	3,23	3,1 F1	10,14	119,64	15,93	291,00	15	20	33,93	-92	-68,71	23,29
	CH25	F - N	0,87	5280	0,28	3,26	2,8 F1	9,07	118,94	15	105,50	5,5	20	33,00	-92	-68,02	23,98
	ABH48	N - F	0,87	5280	0,58	3,26	2,8 F1	9,07	118,94	15,92	285,50	15	20	33,92	-92	-68,02	23,98
	CH30	G - N	0,41	5280	0,23	2,40	4,7 F1	11,34	111,81	15	134,00	8	20	33,00	-92	-60,85	31,15
	ABH48	N - G	0,41	5280	0,18	2,40	4,7 F1	11,34	111,81	15,96	314,00	15	20	33,96	-92	-60,85	31,15
	CH32	H - N	0,78	5280	0,26	3,14	3,4 F1	10,67	119,69	15	113,70	8	20	33,00	-92	-68,76	23,24
	ABH48	N - H	0,78	5280	0,52	3,14	3,4 F1	10,67	119,69	15,93	293,70	15	20	33,93	-92	-68,76	23,24
	CH36	I - N	0,99	5280	0,35	3,62	2,9 F1	10,53	116,87	15	156,40	9	20	33,00	-92	-65,99	26,01
	ABH48	N - I	0,99	5280	0,65	3,62	2,9 F1	10,53	116,87	15,88	336,40	15	20	33,88	-92	-65,99	26,01

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ACH2	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CH43	J - N	0,57	5280	0,28	2,85	3,8 F1	10,77	116,27	15	74,60	6	20	33,00	-92	-66,73	25,27
ABH48	N - J	0,57	5280	0,29	2,85	3,8 F1	10,77	116,27	14,54	254,60	15	20	32,54	-92	-66,73	25,27
CH44	K - N	0,98	5280	0,31	3,47	2,8 F1	9,53	118,98	15	157,90	8	20	33,00	-92	-68,25	23,75
ABH48	N - K	0,98	5280	0,67	3,47	2,8 F1	9,53	118,98	15,73	337,90	15	20	33,73	-92	-68,25	23,75
CH46	L - N	0,8	5280	0,42	3,37	2,9 F1	9,76	119,41	15	175,60	6	20	33,00	-92	-70,93	21,07
ABH48	N - L	0,8	5280	0,38	3,37	2,9 F1	9,76	119,41	13,48	355,60	15	20	31,48	-92	-70,93	21,07
CH51	M - N	0,64	5280	0,15	2,56	3,6 F1	9,23	112,48	15	118,90	7,5	20	33,00	-92	-61,52	30,48
ABH48	N - M	0,64	5280	0,49	2,56	3,6 F1	9,23	112,48	15,96	298,90	15	20	33,96	-92	-61,52	30,48
ACH3																
CH16	A - B	1,64	5320	0,25	3,46	2,9 F1	10,07	123,82	21	162,10	13	20	39,00	-92	-61,82	30,18
ABH48	B - A	1,64	5320	1,39	3,46	2,9 F1	10,07	123,82	21	342,10	16,5	20	39,00	-92	-61,82	30,18
ACH4																
CH8	A - G	1,04	5320	0,33	3,59	3,1 F1	11,05	121,56	15	103,00	8	20	33,00	-92	-71,04	20,96
ABH49	G - A	1,04	5320	0,72	3,59	3,1 F1	11,05	121,56	15,52	283,00	17	20	33,52	-92	-71,04	20,96
CH48	B - G	0,6	5320	0,17	2,59	3,6 F1	9,57	111,88	15	103,50	8	20	33,00	-92	-61,36	30,64
ABH49	G - B	0,6	5320	0,42	2,59	3,6 F1	9,57	111,88	15,52	283,50	17	20	33,52	-92	-61,36	30,64
RIT2	C - G	0,59	5320	0,14	2,46	3,9 F1	9,52	111,64	15	170,10	8	20	33,00	-92	-61,44	30,56
ABH49	G - C	0,59	5320	0,45	2,46	3,9 F1	9,52	111,64	15,2	350,10	17	20	33,20	-92	-61,44	30,56
RIT8	D - G	0,73	5320	0,29	3,14	6,1 F1	19,23	116,08	15	170,40	12	20	33,00	-92	-65,90	26,10
ABH49	G - D	0,73	5320	0,44	3,14	6,1 F1	19,23	116,08	15,18	350,40	17	20	33,18	-92	-65,90	26,10
RIT28	E - G	0,79	5320	0,12	2,15	3,5 F1	10,89	116,17	15	94,70	8,5	20	33,00	-92	-66,65	25,35
ABH49	G - E	0,79	5320	0,54	2,15	3,5 F1	10,89	116,17	14,52	274,70	17	20	32,52	-92	-66,65	25,35
RIT30	F - G	0,29	5320	0,08	1,81	5,3 F1	9,46	108,97	15	128,90	6,5	20	33,00	-92	-57,34	34,66
ABH49	G - F	0,29	5320	0,21	1,81	5,3 F1	9,46	108,97	16,63	308,90	17	20	34,63	-92	-57,34	34,66

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	ACH5 Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CH28	A - I	0,48	5260	0,17	2,50	3,6 F1	9,02	109,74	15	241,00	8,5	20	33,00	-92	-58,26	33,74
ABH49	I - A	0,48	5260	0,31	2,50	3,6 F1	9,02	109,74	16,48	61,00	15	20	34,48	-92	-58,26	33,74
CH29	B - I	0,61	5260	0,15	2,57	4,3 F1	10,82	117,43	15	265,10	9,5	20	33,00	-92	-67,42	24,58
ABH49	I - B	0,61	5260	0,47	2,57	4,3 F1	10,82	117,43	15,01	85,10	15	20	33,01	-92	-67,42	24,58
CH31	C - I	0,55	5260	0,15	2,50	4,5 F1	11,18	116,63	15	257,70	8,5	20	33,00	-92	-65,98	26,02
ABH49	I - C	0,55	5260	0,4	2,50	4,5 F1	11,18	116,63	15,65	77,70	15	20	33,65	-92	-65,98	26,02
CH49	D - I	0,51	5260	0,19	2,61	3,9 F1	10,05	110,07	15	250,80	8	20	33,00	-92	-58,91	33,09
ABH49	I - D	0,51	5260	0,32	2,61	3,9 F1	10,05	110,07	16,16	70,80	15	20	34,16	-92	-58,91	33,09
RIT6	E - I	0,5	5260	0,15	2,41	3,9 F1	9,5	110,10	15	198,50	7,5	20	33,00	-92	-58,34	33,66
ABH49	I - E	0,5	5260	0,34	2,41	3,9 F1	9,5	110,10	16,76	18,50	15	20	34,76	-92	-58,34	33,66
RIT7	F - I	0,45	5260	0,17	2,46	4,2 F1	10,37	113,88	15	220,40	9,5	20	33,00	-92	-62,14	29,86
ABH49	I - F	0,45	5260	0,28	2,46	4,2 F1	10,37	113,88	16,74	40,40	15	20	34,74	-92	-62,14	29,86
RIT16	G - I	0,47	5260	0,19	2,54	3,5 F1	8,96	114,86	15	209,00	8	20	33,00	-92	-63,51	28,49
ABH49	I - G	0,47	5260	0,28	2,54	3,5 F1	8,96	114,86	16,35	29,00	15	20	34,35	-92	-63,51	28,49
RIT21	H - I	0,6	5260	0,19	2,69	3,7 F1	10,04	115,18	15	186,60	7	20	33,00	-92	-65,17	26,83
ABH49	I - H	0,6	5260	0,4	2,69	3,7 F1	10,04	115,18	15,01	6,60	15	20	33,01	-92	-65,17	26,83
ACH6																
RIT5	A - D	0,29	5280	0,13	2,08	4,8 F1	9,63	107,50	15	347,20	7,5	20	33,00	-92	-56,14	35,86
ABH49	D - A	0,29	5280	0,17	2,08	4,8 F1	9,63	107,50	16,36	167,20	13,5	20	34,36	-92	-56,14	35,86
RIT36	B - D	0,48	5280	0,19	2,51	3,5 F1	9	114,68	15	312,80	10	20	33,00	-92	-63,41	28,59
ABH49	D - B	0,48	5280	0,28	2,51	3,5 F1	9	114,68	16,27	132,80	13,5	20	34,27	-92	-63,41	28,59
RIT65	C - D	0,87	5280	0,26	3,25	2,9 F1	9,36	117,14	15	310,00	8	20	33,00	-92	-65,82	26,18
ABH49	D - C	0,87	5280	0,62	3,25	2,9 F1	9,36	117,14	16,32	130,00	13,5	20	34,32	-92	-65,82	26,18
ACH7																
RIT18	A - C	0,24	5320	0,12	1,84	5,5 F1	10,1	108,72	15	180,00	9,5	20	33,00	-92	-61,18	30,82
ABH50	C - A	0,24	5320	0,12	1,84	5,5 F1	10,1	108,72	12,54	0,00	10	20	30,54	-92	-61,18	30,82
RIT66	B - C	0,26	5320	0,12	1,91	5 F1	9,71	105,92	15	157,40	9	20	33,00	-92	-58,47	33,53
ABH50	C - B	0,26	5320	0,14	1,91	5 F1	9,71	105,92	12,45	337,40	10	20	30,45	-92	-58,47	33,53

RED	ENLACE							PERDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ACH8	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
RIT12	A - C	0,86	5260	0,31	3,33	2,8 F1	9,3	120,11	15	290,50	5	20	33,00	-92	-68,46	23,54
ABH50	C - A	0,86	5260	0,54	3,33	2,8 F1	9,3	120,11	16,65	110,50	13	20	34,65	-92	-68,46	23,54
RIT38	B - C	0,79	5260	0,25	3,12	2,9 F1	9,05	118,57	15	308,50	6	20	33,00	-92	-67,42	24,58
ABH50	C - B	0,79	5260	0,54	3,12	2,9 F1	9,05	118,57	16,15	128,50	13	20	34,15	-92	-67,42	24,58
ACH9																
CH3	A - E	0,78	5320	0,57	2,94	3,1 F1	9,13	118,06	15	105,20	10	20	33,00	-92	-66,43	25,57
ABH51	E - A	0,78	5320	0,21	2,94	3,1 F1	9,13	118,06	16,63	285,2	17	20	34,63	-92	-66,43	25,57
CH12	B - E	0,33	5320	0,11	1,99	5,4 F1	11,1	108,59	15	126,10	10	20	33,00	-92	-57,20	34,80
ABH51	E - B	0,33	5320	0,21	1,99	5,4 F1	11,1	108,59	16,39	306,10	17	20	34,39	-92	-57,20	34,80
CH19	C - E	0,76	5320	0,56	2,96	3,1 F1	9,01	117,83	15	91,60	6,5	20	33,00	-92	-66,48	25,52
ABH51	E - C	0,76	5320	0,21	2,96	3,1 F1	9,01	117,83	16,35	271,60	17	20	34,35	-92	-66,48	25,52
CH53	D - E	0,74	5320	0,19	2,82	3,4 F1	9,51	117,30	15	126,30	8	20	33,00	-92	-65,91	26,09
ABH51	E - D	0,74	5320	0,55	2,82	3,4 F1	9,51	117,30	16,39	306,30	17	20	34,39	-92	-65,91	26,09
ACH10																
CH2	A - J	0,78	5260	0,24	3,08	2,9 F1	8,95	118,46	15	203,70	6,5	20	33,00	-92	-67,25	24,75
ABH51	J - A	0,78	5260	0,54	3,08	2,9 F1	8,95	118,46	16,21	23,70	15	20	34,21	-92	-67,25	24,75
CH4	B - J	0,63	5260	0,24	2,95	4 F1	11,51	117,11	15	215,60	8,5	20	33,00	-92	-65,37	26,63
ABH51	J - B	0,63	5260	0,4	2,95	4 F1	11,51	117,11	16,74	35,60	15	20	34,74	-92	-65,37	26,63
CH9	C - J	0,97	5260	0,31	3,44	2,9 F1	10,06	119,96	15	217,80	9	20	33,00	-92	-68,34	23,66
ABH51	J - C	0,97	5260	0,65	3,44	2,9 F1	10,06	119,96	16,62	37,8	15	20	34,62	-92	-68,34	23,66
CH10	D - J	0,34	5260	0,13	2,19	4,9 F1	10,55	111,15	15	217,60	8	20	33,00	-92	-59,52	32,48
ABH51	J - D	0,34	5260	0,22	2,19	4,9 F1	10,55	111,15	16,63	37,60	15	20	34,63	-92	-59,52	32,48
CH17	E - J	0,98	5260	0,33	3,53	2,8 F1	9,79	122,44	15	217,20	8,5	20	33,00	-92	-70,76	21,24
ABH51	J - E	0,98	5260	0,65	3,53	2,8 F1	9,79	122,44	16,68	37,20	15	20	34,68	-92	-70,76	21,24
CH37	F - J	0,57	5260	0,17	2,64	3,5 F1	9,1	119,44	15	235,90	6,5	20	33,00	-92	-67,88	24,12
ABH51	J - F	0,57	5260	0,41	2,64	3,5 F1	9,1	119,44	16,56	55,90	15	20	34,56	-92	-67,88	24,12

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ACH10	G - J	0,52	5260	0,21	2,67	4,4 F1	11,84	114,74	15	186,80	8,5	20	33,00	-92	-64,33	27,67
ABH51	J - G	0,52	5260	0,31	2,67	4,4 F1	11,84	114,74	15,41	6,80	15	20	33,41	-92	-64,33	27,67
CH41	H - J	0,23	5260	0,11	1,81	6 F1	10,92	108,35	15	192,10	9	20	33,00	-92	-57,81	34,19
ABH51	J - H	0,23	5260	0,12	1,81	6 F1	10,92	108,35	15,54	12,10	15	20	33,54	-92	-57,81	34,19
CH45	I - J	0,52	5260	0,21	2,67	4,7 F1	12,61	118,94	15	256,60	10,5	20	33,00	-92	-68,51	23,49
ABH51	J - I	0,52	5260	0,31	2,67	4,7 F1	12,61	118,94	15,43	76,60	15	20	33,43	-92	-68,51	23,49
ACH11																
CH27	A - B	1,36	5280	0,38	3,95	6,2 F1	24,54	121,72	21	151,90	6,5	20	39,00	-92	-59,72	32,28
ABH52	B - A	1,36	5280	0,98	3,95	6,2 F1	24,54	121,72	21	331,90	10	20	39,00	-92	-59,72	32,28
ACH12																
CH33	A - C	0,78	5260	0,04	1,47	6,1 F1	9,51	114,86	15	83,20	6	20	33,00	-92	-64,86	27,14
ABH52	C - A	0,78	5260	0,74	1,47	6,1 F1	9,51	114,86	15	263,20	14	20	33,00	-92	-64,86	27,14
CH47	B - C	1,01	5260	0,22	3,13	8 F1	25,14	116,71	15	81,90	8	20	33,00	-92	-66,71	25,29
ABH52	C - B	1,01	5260	0,79	3,13	8 F1	25,14	116,71	15	261,90	14	20	33,00	-92	-66,71	25,29
ACH13																
CH20	A - B	1,8	5320	0,22	3,30	3,3 F1	10,68	121,72	21	85,50	16,5	20	39,00	-92	-59,72	32,28
ABH52	B - A	1,8	5320	1,58	3,30	3,3 F1	10,68	121,72	21	265,50	16	20	39,00	-92	-59,72	32,28
ACH14																
RIT67	A - B	1,6	5280	0,08	2,08	8,4 F1	17,6	126,54	21	290,8	6	20	39,00	-92	-64,54	27,46
ABH52	B - A	1,6	5280	1,52	2,08	8,4 F1	17,6	126,54	21	110,80	12	20	39,00	-92	-64,54	27,46

4.4.4.7 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Canuto

Tabla. 4.31. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Canuto

RED	ENLACE							PÉRDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ACAN1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
CAN20	A - C	0,9	2437	0,48	5,32	1,9 F1	10,09	111,42	15	245,90	7	23	36,00	-94	-59,17	34,83
ABH53	C - A	0,9	2437	0,43	5,32	1,9 F1	10,09	111,42	14,25	65,9	12,5	23	35,25	-94	-59,17	34,83
CH50	B - C	2,12	2437	0,63	7,41	1,3 F1	9,27	117,06	15	243,30	12,5	23	36,00	-94	-64,33	29,67
ABH53	C - B	2,12	2437	1,5	7,41	1,3 F1	9,27	117,06	14,73	63,30	12,5	23	35,73	-94	-64,33	29,67
ACAN2																
CH39	A - B	0,8	2462	0,12	3,53	2,6 F1	9,22	106,39	15	105,00	20	23	36,00	-94	-53,39	40,61
ABH53	B - A	0,8	2462	0,68	3,53	2,6 F1	9,22	106,39	15	285,00	19	23	36,00	-94	-53,39	40,61
ACAN3																
RIT3	A - C	0,51	2462	0,12	3,35	5 F1	16,84	102,98	15	131,70	6,5	23	36,00	-94	-52,36	41,64
ABH54	C - A	0,51	2462	0,39	3,35	5 F1	16,84	102,98	12,62	311,7	10	23	33,62	-94	-52,36	41,64
RIT69	B - C	0,77	2462	0,61	4,05	2,3 F1	9,13	106,86	15	232,50	8	23	36,00	-94	-57,07	36,93
ABH54	C - B	0,77	2462	0,17	4,05	2,3 F1	9,13	106,86	11,79	52,50	10	23	32,79	-94	-57,07	36,93
ACAN4																
CAN25	A - B	0,53	2437	0,43	3,16	2,9 F1	9,04	105,62	15	167,40	16	23	36,00	-94	-52,62	41,38
ABH55	B - A	0,53	2437	0,1	3,16	2,9 F1	9,04	105,62	15	347,40	20,5	23	36,00	-94	-52,62	41,38
ACAN5																
CAN13	A - C	1,26	2437	0,41	5,87	1,6 F1	9,08	113,04	15	320,30	22	23	36,00	-94	-62,10	31,90
ABH55	C - A	1,26	2437	0,86	5,87	1,6 F1	9,08	113,04	12,94	140,3	22	23	33,94	-94	-62,10	31,90
CAN19	B - C	1,02	2437	0,19	4,36	1,3 F1	35,85	109,51	15	44,70	6,5	23	36,00	-94	-58,64	35,36
ABH55	C - B	1,02	2437	0,83	4,36	1,3 F1	35,85	109,51	12,87	224,70	22	23	33,87	-94	-58,64	35,36
ACAN6																
CAN10	A - B	3,73	2462	0,43	6,81	1,6 F1	10,58	122,46	15	348,20	10	23	36,00	-94	-69,46	24,54
ABH55	B - A	3,73	2462	3,3	6,81	1,6 F1	10,58	122,46	15	168,20	10	23	36,00	-94	-69,46	24,54

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ACAN7	B - A	3,19	2462	0,12	3,75	4,2 F1	19,19	120,40	15	72,90	13	23	36,00	-94	-67,40	26,60
ABH55	A - B	3,19	2462	3,07	3,75	4,2 F1	19,19	120,40	15	252,90	11	23	36,00	-94	-67,40	26,60
ACAN8																
CAN3	A - C	1,34	2437	0,34	5,62	1,7 F1	9,26	108,78	15	293,80	10	23	36,00	-94	-57,88	36,12
ABH56	C - A	1,34	2437	1,01	5,62	1,7 F1	9,26	108,78	12,9	113,8	19	23	33,90	-94	-57,88	36,12
CAN5	B - C	1,7	2437	0,79	7,22	1,3 F1	9,15	114,85	15	315,90	12,5	23	36,00	-94	-64,31	29,69
ABH56	C - B	1,7	2437	0,91	7,22	1,3 F1	9,15	114,85	12,54	135,90	19	23	33,54	-94	-64,31	29,69
ACAN9																
CAN32	A - B	1,94	2462	0,72	7,43	1,3 F1	9,36	115,68	15	56,60	5,5	23	36,00	-94	-62,68	31,32
ABH56	B - A	1,94	2462	1,22	7,43	1,3 F1	9,36	115,68	15	236,60	11	23	36,00	-94	-62,68	31,32
ACAN10																
CAN6	A - G	0,75	5260	0,19	2,85	3,2 F1	9,27	117,12	15	356,70	7,5	20	33,00	-92	-66,94	25,06
ABH57	G - A	0,75	5260	0,56	2,85	3,2 F1	9,27	117,12	15,18	176,70	17	20	33,18	-92	-66,94	25,06
CAN11	B - G	0,62	5260	0,12	2,35	4 F1	9,44	117,77	15	285,70	9	20	33,00	-92	-67,89	24,11
ABH57	G - B	0,62	5260	0,5	2,35	4 F1	9,44	117,77	14,88	105,70	17	20	32,88	-92	-67,89	24,11
CAN15	C - G	0,45	5260	0,17	2,50	4,5 F1	11,08	113,98	15	329,80	7,5	20	33,00	-92	-62,14	29,86
ABH57	G - C	0,45	5260	0,29	2,50	4,5 F1	11,08	113,98	16,84	149,80	17	20	34,84	-92	-62,14	29,86
CAN16	D - G	0,4	5260	0,16	2,34	4,7 F1	11,12	113,76	15	283,40	7	20	33,00	-92	-63,45	28,55
ABH57	G - D	0,4	5260	0,24	2,34	4,7 F1	11,12	113,76	15,31	103,40	17	20	33,31	-92	-63,45	28,55
CAN28	E - G	0,31	5260	0,07	1,76	5,7 F1	10,07	108,45	15	304,90	9,5	20	33,00	-92	-57,02	34,98
ABH57	G - E	0,31	5260	0,24	1,76	5,7 F1	10,07	108,45	16,43	124,90	17	20	34,43	-92	-57,02	34,98
CAN31	F - G	0,53	5260	0,29	2,74	4,4 F1	12,06	113,91	15	300,60	8,5	20	33,00	-92	-62,59	29,41
ABH57	G - F	0,53	5260	0,24	2,74	4,4 F1	12,06	113,91	16,32	120,60	17	20	34,32	-92	-62,59	29,41
ACAN11																
CAN4	A - B	1,71	2437	0,12	3,71	4,5 F1	16,79	114,60	15	78,70	8	23	36,00	-94	-61,60	32,40
ABH58	B - A	1,71	2437	1,59	3,71	4,5 F1	16,79	114,60	15	258,70	10	23	36,00	-94	-61,60	32,40

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ACAN12	A - B	2,02	2462	1,98	2,44	3,8 F1	9,13	115,43	15	252,60	7,5	23	36,00	-94	-62,43	31,57
ABH58	B - A	2,02	2462	0,05	2,44	3,8 F1	9,13	115,43	15	72,60	12,5	23	36,00	-94	-62,43	31,57
ACAN13																
CAN24	A - B	1,07	2437	0,67	5,62	1,6 F1	9,04	110,02	15	99,30	8,5	23	36,00	-94	-57,02	36,98
ABH59	B - A	1,07	2437	0,41	5,62	1,6 F1	9,04	110,02	15	279,30	12	23	36,00	-94	-57,02	36,98
ACAN14																
CAN18	A - C	1,99	2462	0,1	3,40	6,7 F1	22,37	114,20	15	83,20	5,5	23	36,00	-94	-63,39	30,61
ABH60	C - A	1,99	2462	1,89	3,40	6,7 F1	22,37	114,20	12,81	263,2	12,5	23	33,81	-94	-63,39	30,61
CAN21	B - C	1,12	2462	0,93	4,39	6,8 F1	29,98	111,61	15	60,70	5	23	36,00	-94	-60,33	33,67
ABH60	C - B	1,12	2462	0,19	4,39	6,8 F1	29,98	111,61	13,28	240,70	12,5	23	34,28	-94	-60,33	33,67
ACAN15																
CAN22	A - B	1,82	2437	1,7	3,72	3,7 F1	13,75	118,04	15	207,40	5,5	23	36,00	-94	-65,04	28,96
ABH60	B - A	1,82	2437	0,12	3,72	3,7 F1	13,75	118,04	15	27,40	15	23	36,00	-94	-65,04	28,96
ACAN16																
CAN23	A - B	0,87	2462	0,31	4,89	1,8 F1	9,06	108,32	15	83,80	6	23	36,00	-94	-55,32	38,68
ABH61	B - A	0,87	2462	0,55	4,89	1,8 F1	9,06	108,32	15	263,80	12	23	36,00	-94	-55,32	38,68
ACAN17																
CAN27	A - B	1,49	2462	0,07	2,85	3,3 F1	9,46	111,99	15	350,70	5,5	23	36,00	-94	-58,99	35,01
ABH62	B - A	1,49	2462	1,42	2,85	3,3 F1	9,46	111,99	15	170,70	10	23	36,00	-94	-58,99	35,01
ACAN18																
CAN9	A - C	1,17	2437	0,02	1,56	5,4 F1	9,08	111,00	15	127,50	11	23	36,00	-94	-61,62	32,38
ABH62	C - A	1,17	2437	1,15	1,56	5,4 F1	9,08	111,00	11,38	307,5	12	23	32,38	-94	-61,62	32,38
CAN17	B - C	1,58	2437	0,43	6,21	3,9 F1	24,25	112,01	15	101,30	6	23	36,00	-94	-61,79	32,21
ABH62	C - B	1,58	2437	1,15	6,21	3,9 F1	24,25	112,01	12,22	281,30	12	23	33,22	-94	-61,79	32,21

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ACAN19	A - C	2,13	2462	0,65	7,42	1,2 F1	9,2	117,29	15	211,70	13	23	36,00	-94	-66,99	27,01
ABH63	C - A	2,13	2462	1,48	7,42	1,2 F1	9,2	117,29	12,3	31,7	18	23	33,30	-94	-66,99	27,01
CAN26	B - C	1,13	2462	0,02	1,55	5,3 F1	9,05	111,89	15	138,60	6,5	23	36,00	-94	-62,15	31,85
ABH63	C - B	1,13	2462	1,11	1,55	5,3 F1	9,05	111,89	11,74	318,60	18	23	32,74	-94	-62,15	31,85
ACAN20																
CAN12	A - B	2,18	2437	2,04	4,02	3,4 F1	13,79	116,81	15	307,90	5	23	36,00	-94	-63,81	30,19
ABH63	B - A	2,18	2437	0,14	4,02	3,4 F1	13,79	116,81	15	127,90	10	23	36,00	-94	-63,81	30,19
ACAN21																
CAN29	A - B	1,32	2437	1,22	3,37	2,7 F1	9,03	112,75	15	154,70	14	23	36,00	-94	-59,75	34,25
ABH64	B - A	1,32	2437	0,1	3,37	2,7 F1	9,03	112,75	15	108,80	19	23	36,00	-94	-59,75	34,25
ACAN22																
CAN14	A - B	2,54	2462	0,02	1,56	7 F1	11,98	119,02	15	26,20	7	23	36,00	-94	-66,02	27,98
ABH64	B - A	2,54	2462	2,52	1,56	7 F1	11,98	119,02	15	206,20	11	23	36,00	-94	-66,02	27,98
ACAN23																
CAN8	A - B	1,55	2437	0,05	2,44	7,2 F1	17,26	115,24	15	98,60	6	23	36,00	-94	-62,24	31,76
ABH65	B - A	1,55	2437	1,5	2,44	7,2 F1	17,26	115,24	15	278,60	10	23	36,00	-94	-62,24	31,76
ACAN24																
CAN30	A - B	1,3	2462	0,29	5,24	5 F1	25,88	112,50	15	318,70	6	23	36,00	-94	-59,50	34,50
ABH65	B - A	1,3	2462	1,01	5,24	5 F1	25,88	112,50	15	138,70	12	23	36,00	-94	-59,50	34,50

4.4.4.8 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Santa Rita

Tabla. 4.32. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Santa Rita

RED	ENLACE							PÉRDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ARIT1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
RIT49	A - C	0,91	2437	0,8	3,29	4,2 F1	13,76	107,92	15	158,50	5,5	23	36,00	-94	-57,80	36,20
ABH66	C - A	0,91	2437	0,1	3,29	4,2 F1	13,76	107,92	12,12	338,50	10	23	33,12	-94	-57,80	36,20
CH13	B - C	1,57	2437	0,06	2,67	6 F1	16,13	114,46	15	76,40	7	23	36,00	-94	-64,42	29,58
ABH66	C - B	1,57	2437	1,51	2,67	6 F1	16,13	114,46	12,04	256,40	10	23	33,04	-94	-64,42	29,58
ARIT2																
RIT15	A - C	1,64	2437	0,34	5,76	1,6 F1	9,32	113,23	15	150,00	12	23	36,00	-94	-62,05	31,95
ABH67	C - A	1,64	2437	1,3	5,76	1,6 F1	9,32	113,23	13,18	330,00	15	23	34,18	-94	-62,05	31,95
RIT17	B - C	1,92	2437	0,78	7,55	5 F1	50,36	115,90	15	106,80	7	23	36,00	-94	-64,77	29,23
ABH67	C - B	1,92	2437	1,14	7,55	5 F1	50,36	115,90	13,13	286,80	15	23	34,13	-94	-64,77	29,23
ARIT3																
RIT54	A - C	1,56	2462	1,52	2,18	4,5 F1	9,83	115,29	15	215,60	8,5	23	36,00	-94	-64,35	29,65
ABH68	C - A	1,56	2462	0,04	2,18	4,5 F1	9,83	115,29	12,94	35,60	11	23	33,94	-94	-64,35	29,65
RIT56	B - C	1,5	2462	1,46	2,18	4,7 F1	10,14	116,35	15	153,90	5	23	36,00	-94	-65,61	28,39
ABH68	C - B	1,5	2462	0,04	2,18	4,7 F1	10,14	116,35	12,74	333,80	11	23	33,74	-94	-65,61	28,39
ARIT4																
RIT51	A - C	1,35	2437	1,27	3,05	3 F1	9	111,74	15	244,40	11,5	23	36,00	-94	-60,59	33,41
ABH69	C - A	1,35	2437	0,08	3,05	3 F1	9	111,74	13,15	64,40	12	23	34,15	-94	-60,59	33,41
RIT53	B - C	0,31	2437	0,21	2,89	4,1 F1	11,78	99,46	15	187,80	6,5	23	36,00	-94	-48,35	45,65
ABH69	C - B	0,31	2437	0,1	2,89	4,1 F1	11,78	99,46	13,11	7,80	12	23	34,11	-94	-48,35	45,65
ARIT5																
RIT72	A - B	1,87	2437	1,79	3,07	4,5 F1	13,94	115,47	15	189,9	5	23	36,00	-94	-62,47	31,53
ABH71	B - A	1,87	2437	0,08	3,07	4,5 F1	13,94	115,47	15	9,9	10	23	36,00	-94	-62,47	31,53

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
RIT24	A - C	1,92	2462	0,06	2,66	7,6 F1	20,14	114,19	15	295,00	7	23	36,00	-94	-61,19	32,81
ABH71	C - A	1,92	2462	1,86	2,66	7,6 F1	20,14	114,19	15	115,00	12	23	36,00	-94	-61,19	32,81
RIT26	B - C	1,9	2462	0,04	2,19	5,6 F1	12,14	114,00	15	294,50	6	23	36,00	-94	-61,00	33,00
ABH71	C - B	1,9	2462	1,86	2,19	5,6 F1	12,14	114,00	15	114,50	12	23	36,00	-94	-61,00	33,00
ARIT7																
RIT73	A - B	2,08	2462	0,20	4,70	3,4 F1	15,85	115,69	15	280	7	23	36,00	-94	-62,69	31,31
ABH73	B - A	2,08	2462	1,88	4,70	3,4 F1	15,85	115,69	15	100	10	23	36,00	-94	-62,69	31,31
ARIT8																
RIT48	A - B	0,7	2437	0,58	3,50	4,8 F1	16,64	107,44	15	24,5	5,5	23	36,00	-94	-54,44	39,56
ABH73	B - A	0,7	2437	0,12	3,50	4,8 F1	16,64	107,44	15	204,5	12,5	23	36,00	-94	-54,44	39,56
ARIT9																
RIT34	A - B	1,88	2437	0,28	5,42	4,2 F1	22,76	116,92	15	312,7	6	23	36,00	-94	-63,92	30,08
ABH74	B - A	1,88	2437	1,60	5,42	4,2 F1	22,76	116,92	15	132,7	10	23	36,00	-94	-63,92	30,08
ARIT10																
RIT31	A - C	1,34	5320	0,52	4,24	2,4 F1	9,96	118,66	15	194,40	9	20	33,00	-92	-67,19	24,81
ABH76	C - A	1,34	5320	0,82	4,24	2,4 F1	9,96	118,66	16,47	14,40	17	20	34,47	-92	-67,19	24,81
RIT39	B - C	1,18	5320	0,46	3,98	2,9 F1	11,53	119,36	15	164,40	9	20	33,00	-92	-67,93	24,07
ABH76	C - B	1,18	5320	0,72	3,98	2,9 F1	11,53	119,36	16,43	344,40	17	20	34,43	-92	-67,93	24,07
ARIT11																
RIT45	A - B	1,49	5260	0,58	4,47	3,2 F1	14,58	119,08	15	14,3	8	20	33,00	-92	-69,08	22,92
ABH76	B - A	1,49	5260	0,90	4,47	3,2 F1	14,58	119,08	15	194,3	15	20	33,00	-92	-69,08	22,92
ARIT12																
RIT22	A - C	0,98	2437	0,18	4,26	2,9 F1	12,26	111,56	15	307,10	6	23	36,00	-94	-59,90	34,10
ABH77	C - A	0,98	2437	0,8	4,26	2,9 F1	12,26	111,56	13,66	127,10	15	23	34,66	-94	-59,90	34,10
RIT37	B - C	0,92	2437	0,28	4,90	4,5 F1	22,14	109,61	15	301,10	7,5	23	36,00	-94	-56,75	37,25
ABH77	C - B	0,92	2437	0,64	4,90	4,5 F1	22,14	109,61	14,86	121,20	15	23	35,86	-94	-56,75	37,25

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ARIT13	A - B	1,88	2437	0,12	3,72	5,3 F1	19,54	116,82	15	93,6	6,5	23	36,00	-94	-63,82	30,18
ABH79	B - A	1,88	2437	1,76	3,72	5,3 F1	19,54	116,82	15	273,6	10	23	36,00	-94	-63,82	30,18
ARIT14																
RIT70	A - B	1,29	2462	0,54	6,15	1,6 F1	9,63	113,54	15	242,6	10,5	23	36,00	-94	-60,54	33,46
ABH79	B - A	1,29	2462	0,74	6,15	1,6 F1	9,63	113,54	15	62,6	14	23	36,00	-94	-60,54	33,46
ARIT15																
RIT50	A - B	0,77	2462	0,51	4,58	2,1 F1	9,78	107,46	15	36,9	13,5	23	36,00	-94	-54,46	39,54
ABH80	B - A	0,77	2462	0,26	4,58	2,1 F1	9,78	107,46	15	216,9	12,5	23	36,00	-94	-54,46	39,54
ARIT16																
RIT13	A - B	0,78	2437	0,24	4,52	2,1 F1	9,48	109,18	15	302,6	23	23	36,00	-94	-56,18	37,82
ABH81	B - A	0,78	2437	0,54	4,52	2,1 F1	9,48	109,18	15	122,6	18,5	23	36,00	-94	-56,18	37,82
ARIT17																
RIT55	A - B	0,65	2437	0,14	3,72	4 F1	14,42	106,10	15	71,4	5	23	36,00	-94	-53,10	40,90
ABH83	B - A	0,65	2437	0,52	3,72	4 F1	14,42	106,10	15	251,4	10	23	36,00	-94	-53,10	40,90
ARIT18																
RIT23	A - B	3,01	2462	0,72	8,17	3,8 F1	31,20	118,60	15	330	7	23	36,00	-94	-65,60	28,40
ABH83	B - A	3,01	2462	2,29	8,17	3,8 F1	31,20	118,60	15	150	14	23	36,00	-94	-65,60	28,40
ARIT19																
RIT19	A - B	0,82	2437	0,26	4,68	2,1 F1	9,87	109,31	15	133,2	28	23	36,00	-94	-56,31	37,69
ABH82	B - A	0,82	2437	0,56	4,68	2,1 F1	9,87	109,31	15	313,2	28	23	36,00	-94	-56,31	37,69
ARIT20																
RIT63	A - B	1,69	2462	0,62	6,95	2,1 F1	14,54	115,78	15	237,3	18	23	36,00	-94	-62,78	31,22
ABH82	B - A	1,69	2462	1,08	6,95	2,1 F1	14,54	115,78	15	57,3	26	23	36,00	-94	-62,78	31,22

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ARIT21	A - B	1,12	2437	0,92	4,50	5,4 F1	24,17	109,42	15	206,5	17	23	36,00	-94	-56,42	37,58
ABH85	B - A	1,12	2437	0,20	4,50	5,4 F1	24,17	109,42	15	26,5	11,5	23	36,00	-94	-56,42	37,58
ARIT22																
RIT40	A - C	1,69	2437	0,02	1,56	6 F1	9,33	115,49	15	192,70	13	23	36,00	-94	-64,14	29,86
ABH86	C - A	1,69	2437	1,67	1,56	6 F1	9,33	115,49	13,35	12,70	12	23	34,35	-94	-64,14	29,86
RIT62	B - C	1,26	2437	1,14	3,66	5,6 F1	20,4	110,34	15	146,30	10	23	36,00	-94	-59,18	34,82
ABH86	C - B	1,26	2437	0,12	3,66	5,6 F1	20,4	110,34	13,16	326,3	12	23	34,16	-94	-59,18	34,82
ARIT23																
RIT58	A - B	2,57	2462	2,08	6,88	2,4 F1	16,23	118,62	15	258	15	23	36,00	-94	-65,62	28,38
ABH86	B - A	2,57	2462	0,48	6,88	2,4 F1	16,23	118,62	15	78	14	23	36,00	-94	-65,62	28,38
ARIT24																
RIT27	A - B	3,45	2437	1,85	10,28	2,5 F1	26,13	121,29	15	210,9	8	23	36,00	-94	-68,29	25,71
ABH87	B - A	3,45	2437	1,60	10,28	2,5 F1	26,13	121,29	15	30,9	10	23	36,00	-94	-68,29	25,71
ARIT25																
RIT33	A - B	0,94	2462	0,02	1,55	7 F1	10,77	110,29	15	93,5	7,5	23	36,00	-94	-57,29	36,71
ABH88	B - A	0,94	2462	0,92	1,55	7 F1	10,77	110,29	15	273,5	10	23	36,00	-94	-57,29	36,71
ARIT26																
RIT29	A - B	0,56	2437	0,46	3,18	3,2 F1	10,35	105,60	15	342,2	6	23	36,00	-94	-52,60	41,40
ABH88	B - A	0,56	2437	0,10	3,18	3,2 F1	10,35	105,60	15	162,2	13	23	36,00	-94	-52,60	41,40
ARIT27																
RIT41	A - B	0,49	2437	0,24	3,81	4,1 F1	15,80	102,64	15	185,4	7	23	36,00	-94	-49,64	44,36
ABH90	B - A	0,49	2437	0,24	3,81	4,1 F1	15,80	102,64	15	5,4	10	23	36,00	-94	-49,64	44,36
ARIT28																
RIT14	A - B	1,46	2437	1,38	3,05	3 F1	9,02	111,52	15	277,9	7	23	36,00	-94	-58,52	35,48
ABH91	B - A	1,46	2437	0,08	3,05	3 F1	9,02	111,52	15	97,9	10	23	36,00	-94	-58,52	35,48

4.4.4.9 Radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Ricaurte

Tabla. 4.33. Cálculo de los radioenlaces de la red de distribución en la parroquia Ricaurte

RED	ENLACE							PÉRDIDAS	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
ARIC1	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)	Totales (dB)	G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
RIC3	A - E	1,28	2437	0,03	1,90	9,3 F1	17,06	111,18	15	72,90	6,5	23	36,00	-94	-58,19	35,81
ABH92	E - A	1,28	2437	1,25	1,90	9,3 F1	17,06	111,18	14,99	252,90	10	23	35,99	-94	-58,19	35,81
RIC16	B - E	2,55	2437	0,06	2,69	6,2 F1	16,14	118,07	15	74,10	6,5	23	36,00	-94	-65,07	28,93
ABH92	E - B	2,55	2437	2,5	2,69	6,2 F1	16,14	118,07	15	254,10	10	23	36,00	-94	-65,07	28,93
RIC27	C - E	2,54	2437	0,06	2,69	6,5 F1	16,73	119,13	15	74,00	7	23	36,00	-94	-66,13	27,87
ABH92	E - C	2,54	2437	2,49	2,69	6,5 F1	16,73	119,13	15	254,00	10	23	36,00	-94	-66,13	27,87
RIC28	D - E	2,53	2437	0,06	2,69	6,3 F1	16,34	117,60	15	74,20	6,5	23	36,00	-94	-64,60	29,40
ABH92	E - D	2,53	2437	2,47	2,69	6,3 F1	16,34	117,60	15	254,20	10	23	36,00	-94	-64,60	29,40
ARIC2																
RIC25	A - B	1,68	2462	0,03	1,90	8,4 F1	15,39	113,73	15	155,4	8,5	23	36,00	-94	-60,73	33,27
ABH92	B - A	1,68	2462	1,65	1,90	8,4 F1	15,39	113,73	15	335,4	12	23	36,00	-94	-60,73	33,27
ARIC3																
RIC8	A - B	3,37	2437	0,11	3,62	4,5 F1	16,53	121,69	15	188,6	7,5	23	36,00	-94	-68,69	25,31
ABH92	B - A	3,37	2437	3,26	3,62	4,5 F1	16,53	121,69	15	8,6	14	23	36,00	-94	-68,69	25,31
ARIC4																
RIC21	A - B	1,74	2437	0,20	4,67	4,3 F1	19,86	115,95	15	112,3	7	23	36,00	-94	-62,95	31,05
ABH93	B - A	1,74	2437	1,54	4,67	4,3 F1	19,86	115,95	15	292,3	12	23	36,00	-94	-62,95	31,05

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
RIC10	A - E	1,6	2462	1,52	3,04	4,2 F1	13,08	114,91	15	211,80	8	23	36,00	-94	-61,98	32,02
ABH93	E - A	1,6	2462	0,08	3,04	4,2 F1	13,08	114,91	14,93	31,80	10,5	23	35,93	-94	-61,98	32,02
RIC26	B - E	2,57	2462	0,11	3,58	4,6 F1	16,74	118,32	15	210,40	6,5	23	36,00	-94	-65,58	28,42
ABH93	E - B	2,57	2462	2,46	3,58	4,6 F1	16,74	118,32	14,74	30,40	10,5	23	35,74	-94	-65,58	28,42
RIC32	C - E	1,59	2462	1,54	2,66	4,6 F1	11,66	112,85	15	215,00	6	23	36,00	-94	-59,85	34,15
ABH93	E - C	1,59	2462	0,06	2,66	4,6 F1	11,66	112,85	15	35,00	10,5	23	36,00	-94	-59,85	34,15
RIC33	D - E	1,47	2462	0,14	3,95	5 F1	19,4	113,77	15	219,90	9	23	36,00	-94	-61,34	32,66
ABH93	E - D	1,47	2462	1,34	3,95	5 F1	19,4	113,77	14,43	39,90	10,5	23	35,43	-94	-61,34	32,66
ARIC6																
RIC1	A - B	0,69	2462	0,54	3,66	3,3 F1	12,07	106,50	15	235,7	7,5	23	36,00	-94	-53,50	40,50
ABH94	B - A	0,69	2462	0,14	3,66	3,3 F1	12,07	106,50	15	55,7	10	23	36,00	-94	-53,50	40,50
ARIC7																
RIC11	A - C	2,09	2437	0,45	6,62	3,1 F1	20,4	117,94	15	143,10	6	23	36,00	-94	-66,85	27,15
ABH94	C - A	2,09	2437	1,65	6,62	3,1 F1	20,4	117,94	13,09	323,10	17	23	34,09	-94	-66,85	27,15
RIC19	B - C	1,11	2437	0,94	4,21	2,6 F1	10,64	111,54	15	87,00	8,5	23	36,00	-94	-60,66	33,34
ABH94	C - B	1,11	2437	0,17	4,21	2,6 F1	10,64	111,54	12,88	267,00	17	23	33,88	-94	-60,66	33,34
ARIC8																
RIC15	A - B	1,72	2437	0,56	6,82	4,3 F1	29,39	114,65	15	151,5	6	23	36,00	-94	-61,65	32,35
ABH96	B - A	1,72	2437	1,16	6,82	4,3 F1	29,39	114,65	15	331,5	10	23	36,00	-94	-61,65	32,35
ARIC9																
RIC2	A - B	1,69	2437	0,67	7,02	1,6 F1	10,94	115,69	15	138,3	10	23	36,00	-94	-62,69	31,31
ABH97	B - A	1,69	2437	1,01	7,02	1,6 F1	10,94	115,69	15	318,3	14	23	36,00	-94	-62,69	31,31
ARIC10																
RIC5	A - C	1,13	2462	0,06	2,63	4,7 F1	11,88	112,59	15	49,80	11,5	23	36,00	-94	-63,94	30,06
ABH97	C - A	1,13	2462	1,07	2,63	4,7 F1	11,88	112,59	10,65	229,80	12	23	31,65	-94	-63,94	30,06
RIC17	B - C	1,62	2462	0,61	6,78	3,8 F1	26,08	113,22	15	66,60	7	23	36,00	-94	-60,29	33,71
ABH97	C - B	1,62	2462	1	6,78	3,8 F1	26,08	113,22	14,93	246,60	12	23	35,93	-94	-60,29	33,71

RED	ENLACE							PERDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ARIC11																
RIC29	A - B	2,51	2462	0,34	5,99	1,6 F1	9,31	118,72	15	290,2	9,5	23	36,00	-94	-65,72	28,28
ABH97	B - A	2,51	2462	2,17	5,99	1,6 F1	9,31	118,72	15	110,2	16	23	36,00	-94	-65,72	28,28
ARIC12																
RIC12	A - B	1,37	2437	0,08	3,03	2,9 F1	9,01	114,27	15	38,5	16	23	36,00	-94	-61,27	32,73
ABH98	B - A	1,37	2437	1,28	3,03	2,9 F1	9,01	114,27	15	218,5	11	23	36,00	-94	-61,27	32,73
ARIC13																
RIC13	A - B	3,82	2462	2,59	10,13	4,4 F1	44,74	123,37	15	170,3	6,5	23	36,00	-94	-70,37	23,63
ABH98	B - A	3,82	2462	1,24	10,13	4,4 F1	44,74	123,37	15	350,3	13	23	36,00	-94	-70,37	23,63
ARIC14																
RIC9	A - B	1,22	2437	1,13	3,02	4,9 F1	15,12	112,26	15	103,2	11,5	23	36,00	-94	-59,26	34,74
ABH99	B - A	1,22	2437	0,08	3,02	4,9 F1	15,12	112,26	15	283,2	16	23	36,00	-94	-59,26	34,74
ARIC15																
RIC20	A - B	2,57	2437	0,14	4,04	2,8 F1	11,11	118,94	15	212	6	23	36,00	-94	-65,94	28,06
ABH99	B - A	2,57	2437	2,43	4,04	2,8 F1	11,11	118,94	15	32	10	23	36,00	-94	-65,94	28,06
ARIC16																
RIC23	A - B	3,75	2462	0,03	1,91	5,2 F1	9,52	119,31	15	183,1	22,5	23	36,00	-94	-66,31	27,69
ABH99	B - A	3,75	2462	3,72	1,91	5,2 F1	9,52	119,31	15	3,1	22	23	36,00	-94	-66,31	27,69
ARIC17																
RIC18	A - B	1,89	2462	1,74	3,97	2,3 F1	9,32	115,75	15	230,2	8	23	36,00	-94	-62,75	31,25
ABH100	B - A	1,89	2462	0,14	3,97	2,3 F1	9,32	115,75	15	50,2	10,5	23	36,00	-94	-62,75	31,25

RED	ENLACE							PÉRDIDAS Totales (dB)	ANTENAS			TRANSMISION		RECEPCION		
	Enlace	d (Km)	f (Mhz)	d Pc (km)	r F1 (m)	Peor F1	Claridad (m)		G (dBi)	Az (°)	Al (m)	Ptx (dBm)	PIRE (dBm)	S (dBm)	Rx (dBm)	Margen (dB)
ARIC18	A - B	0,82	2437	0,79	1,89	6 F1	11,06	109,61	15	94,5	7	23	36,00	-94	-56,61	37,39
ABH101	B - A	0,82	2437	0,03	1,89	6 F1	11,06	109,61	15	274,5	10	23	36,00	-94	-56,61	37,39
ARIC19																
RIT60	A - B	1,29	2462	0,95	5,53	1,6 F1	9,07	111,54	15	282,9	19,5	23	36,00	-94	-58,54	35,46
ABH101	B - A	1,29	2462	0,34	5,53	1,6 F1	9,07	111,54	15	102,9	20	23	36,00	-94	-58,54	35,46
ARIC20																
RIC30	A - B	1,77	2437	0,17	4,35	3,2 F1	14,00	115,80	15	149,1	6,5	23	36,00	-94	-62,80	31,20
ABH102	B - A	1,77	2437	1,60	4,35	3,2 F1	14,00	115,80	15	329,1	10	23	36,00	-94	-62,80	31,20
ARIC21																
RIC7	A - B	2,4	2437	0,14	4,03	3,2 F1	12,97	119,14	15	18	7	23	36,00	-94	-66,14	27,86
ABH104	B - A	2,4	2437	2,26	4,03	3,2 F1	12,97	119,14	15	198	10	23	36,00	-94	-66,14	27,86
ARIC22																
RIC31	A - B	0,55	2462	0,30	4,08	5 F1	20,24	104,93	15	173,5	6,5	23	36,00	-94	-51,93	42,07
ABH104	B - A	0,55	2462	0,25	4,08	5 F1	20,24	104,93	15	353,5	12	23	36,00	-94	-51,93	42,07
ARIC23																
RIC6	A - B	0,99	2437	0,90	2,99	3,8 F1	11,79	110,05	15	182,1	6	23	36,00	-94	-57,05	36,95
ABH105	B - A	0,99	2437	0,08	2,99	3,8 F1	11,79	110,05	15	2,1	10	23	36,00	-94	-57,05	36,95

4.5 DIMENSIONAMIENTO DEL TRÁFICO DE LA RED

Para el dimensionamiento del tráfico que soportará la red comunitaria, se utilizarán los indicadores poblacionales de las instituciones educativas del cantón Chone obtenidos en el estudio realizado en el tercer capítulo; en el cual se determinó que se asignarán 898 computadoras entre las 287 instituciones educativas que conformaran parte de la red comunitaria. Lo que prevé que dependiendo del número de computadoras que obtengan los centros educativos, se les asignará un determinado ancho de banda que les permita acceder a la red en condiciones aceptables para el propósito del uso de este servicio.

La asignación del ancho de banda a las instituciones educativas de acuerdo al número de computadoras, se lo realizará de la siguiente manera:

- 128 Kbps a instituciones educativas que tengan hasta 10 computadoras.
- 256 Kbps a instituciones educativas que tengan desde 11 y hasta 20 computadoras.
- 512 Kbps a instituciones educativas que tengan desde 21 computadoras en adelante.

Conforme a lo anteriormente explicado se identificó que a 12 instituciones educativas se les asignará un ancho de banda de 256 Kbps (SAN26, CH2, CH4, CH8, CH9, CH11, CH25, CH38, CH49, RIT30, RIT47 y CAN15), que a 5 instituciones educativas se les asignará un ancho de banda de 512 Kbps (CH12, CH23, CH24, CH32 y CH34) y a los 270 establecimientos educativos restantes se les asignará un ancho de banda de 128 Kbps.

Con el fin de conocer a manera de resumen el ancho de banda total requerido por cada parroquia y por la red en su totalidad, a continuación se presentan en la tabla 4.1 estos datos:

Tabla. 4.34. Ancho de banda requerido por la red de Chone

PARROQUIA	COMPUTADORAS ASIGNADAS	ANCHO DE BANDA ASIGNADO (Kbps)
CHIBUNGA	20	1280
CONVENTO	44	3328
ELOY ALFARO	46	3584
BOYACA	37	2688
RICAURTE	50	4096
SAN ANTONIO	59	3456
CHONE	412	9344
SANTA RITA	148	7936
CANUTO	82	4480
TOTAL	898	40192

El ancho de banda que necesita la red es de 40192 kbps, pero se considerará una compartición del ancho de banda con una relación 4 a 1, con lo que se necesitará contratar para la red un ancho de banda total de 10048 Kbps, que equivale a 5 E1s, siendo las parroquias Chone y Santa Rita las que obtendrán el mayor ancho de banda asignado en la red debido a que en estas parroquias se encuentran estudiando el mayor número de alumnos del cantón.

CAPÍTULO V

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

5.1 CÁLCULO DEL PRESUPUESTO DE LA RED COMUNITARIA

Para el presupuesto referencial de la red comunitaria de telecomunicaciones del cantón Chone se tomarán en cuenta los siguientes costos:

- Costos del equipamiento del sistema de radiocomunicación de la red troncal y de la red de distribución.
- Costos del equipamiento del sistema de suministro de energía.
- Costos del equipamiento del sistema informático.
- Costos de instalación.

Con los cuales el presupuesto referencial total estimado para la implementación de la red comunitaria de acuerdo al diseño planteado, asciende a 1.579.507,25 dólares, desglosados en los siguientes rubros:

Tabla. 5.1. Costo total de los rubros de implementación de la red comunitaria

RUBRO	COSTO TOTAL
Sistema de Radiocomunicación	230.135,98
Sistema de suministro de energía	97.086
Sistema informático	606.535,27
Instalación de estaciones	645.750
TOTAL	1.579.507,25

A continuación se muestra en detalle los costos del equipamiento de cada sistema perteneciente a las estaciones de la red comunitaria:

5.1.1 Costos del Sistema de Radiocomunicación de la red troncal y la red de distribución

En la presente tabla se muestra de forma desglosada el costo del sistema de radiocomunicación de los nodos inalámbricos:

Tabla. 5.2. Costos del Sistema de Radiocomunicación de los Nodos Inalámbricos

Item	Costo Unit. (USD)	Cantidad de Equipos por Parroquia									SubTOTAL (USD)
		CHI	CON	ELO	BOY	RIC	SAN	CH	RIT	CAN	
Antenas											
Die-Cast Grid, 24 dBi para 2,4 Ghz / HG2424G-NF	53,34	19	25	15	18	27	9	2	46	24	9867,9
Wideband Grid Dish, 21 dBi para 4,9 - 5,8 Ghz / GD5W-21P-NF	33,02	0	0	0	0	0	13	18	5	2	1254,76
Sector Panel, 14 dBi 120° para 2,4 Ghz / HG2414SP-120	149,99	0	3	0	1	0	0	0	0	2	899,94
Sector Panel, 14 dBi 90° para 2,4 Ghz / HG2414SP-090	149,99	0	2	2	6	1	1	0	5	1	2699,82
Sector Panel, 16 dBi 120° para 4,9 - 5,8 Ghz / SA4958-120-16	200,19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	200,19
Sector Panel, 17 dBi 90° para 4,9 - 5,8 Ghz / SA4958-90-17	200,19	0	0	0	0	0	1	8	1	1	2202,09
Rootenna, 15 dBi 30° para 2,3 - 2,4 Ghz / R2T24LW-15	49,95	5	15	13	10	22	8	0	21	19	5644,35
Rootenna, 15 dBi 22° para 4,9 - 5,8 Ghz / R2T2458-LW	62,95	0	0	0	0	0	4	1	1	0	377,7
Tarjetas Inalámbricas											
Teletronics MiniPCI, 400 mW para 2,4 Ghz / TT24-400	68	9	12	9	12	20	7	2	24	17	7616
Ubiquiti MiniPCI, 400 mW para 5,8 Ghz / SR5	99,95	0	0	0	0	0	7	9	4	0	1999
Ubiquiti PCMICA, 200 mW para 2,4 Ghz, 100 mW para 5,8 Ghz / SRC	115	15	33	21	23	30	22	19	51	32	28290

Item	Costo Unit. (USD)	Cantidad de Equipos por Parroquia									SubTOTAL (USD)
		CHI	CON	ELO	BOY	RIC	SAN	CH	RIT	CAN	
Computadoras Embebidas											
Soekris Engineering 4521	181	5	13	9	9	12	9	8	19	14	17738
Soekris Engineering 4511	142	6	7	4	6	10	8	5	15	7	9656
Transcend Industrial CF Type I Memory Card 512 Mb / TS512MCF100I	18,85	11	20	13	15	22	17	13	33	21	3110,25
Cables y Conectores											
Pigtail MMCX macho - N macho 18" 6 Ghz	11	29	60	43	45	72	41	22	97	68	5247
Pigtail U.FL macho - N macho 12" 6 Ghz	14	0	0	0	0	0	7	9	4	0	280
Protector de línea contra rayos de 1/4 de onda para 2,4 Ghz / 2400LAR-NF-NF	34,95	24	45	30	35	50	18	2	72	47	11288,85
Protector de línea contra rayos de 1/4 de onda para 5,8 Ghz / 17-505	45	0	0	0	0	0	18	28	7	2	2475
PoE	31,2	1	0	0	0	1	2	10	4	3	655,2
Conector tipo N macho	3,72	43	75	47	60	78	60	59	136	79	2369,64
Conector tipo N hembra	3,68	5	15	13	10	22	12	1	22	19	437,92

Para los 105 nodos inalámbricos de la red, el costo de los equipos de este sistema es:

TOTAL = 114.309,61 US\$

En la presente tabla se muestra de forma desglosada el costo del sistema de radiocomunicación de las estaciones clientes:

Tabla. 5.3. Sistema de Radiocomunicación de estaciones clientes

Item	Costo Unit. (USD)	Cantidad de Equipos por Parroquia									SubTOTAL (USD)
		CHI	CON	ELO	BOY	RIC	SAN	CH	RIT	CAN	
Antenas											
Die-Cast Grid, 24 dBi para 2,4 Ghz / HG2424G-NF	53,34	1	0	0	0	0	0	0	0	0	53,34
Wideband Grid Dish, 21 dBi para 4,9 - 5,8 Ghz / GD5W-21P-NF	33,02	0	0	0	0	0	0	3	1	0	132,08
Rootenna, 15 dBi 30° para 2,3 - 2,4 Ghz / R2T24LW-15	49,95	8	26	28	21	31	13	4	36	26	9640,35
Rootenna, 15 dBi 22° para 4,9 - 5,8 Ghz / R2T2458-LW	62,95	0	0	0	0	0	12	39	18	6	4721,25
Tarjetas Inalámbricas											
Ubiquiti PCMICA, 200 mW para 2,4 Ghz, 100 mW para 5,8 Ghz / SRC	115	9	26	28	21	31	25	46	55	32	31395
Computadoras Embebidas											
Soekris Engineering 4521	181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Soekris Engineering 4511	142	9	26	28	21	25	25	46	55	32	37914
Transcend Industrial CF Type I Memory Card 512 Mb / TS512MCF100I	18,85	9	26	28	21	31	25	46	55	32	5146,05
Cables y Conectores											
Pigtail MMCX macho - N macho 18" 6 Ghz	11	17	52	56	42	62	50	89	109	64	5951
Protector de línea contra rayos de 1/4 de onda para 2,4 Ghz / 2400LAR-NF-NF	34,95	9	26	28	21	31	13	4	36	26	6780,3
Protector de línea contra rayos de 1/4 de onda para 5,8 Ghz / 17-505	45	0	0	0	0	0	12	42	19	6	3555
PoE	31,2	9	26	28	21	31	25	46	55	32	8517,6
Conector tipo N macho	3,72	10	26	28	21	31	25	49	56	32	1034,16
Conector tipo N hembra	3,68	8	26	28	21	31	25	43	54	32	986,24

Para las 287 estaciones clientes de la red, el costo de los equipos de este sistema es:

TOTAL = 115.826,37 US\$

5.1.2 Costos del Sistema de Suministro de Energía

En la presente tabla se muestra de forma desglosada el costo del sistema de suministro de energía de los nodos inalámbricos que se encuentran en zonas donde no existe red de energía eléctrica:

Tabla. 5.4. Costos del Sistema de Suministro de Energía de los Nodos Inalámbricos

Item	Costo Unit. (USD)	Computadoras embebidas por Nodo		
		1	2	3
Módulo Fotovoltaico 65Wp BP365J	374	1		
Módulo Fotovoltaico 115Wp BP3115J	575		1	
Módulo Fotovoltaico 175Wp KC175GT	816			1
Soporte para Módulo Fotovoltaico BP365J	58	1		
Soporte para Módulo Fotovoltaico BP3115J	149		1	
Soporte para Módulo Fotovoltaico KC175GT	92			1
Batería 12Vdc 56Ah Sun Xtender PVX-560T	170	1	3	
Batería 12Vdc 175Ah Sun Xtender PVX-2580L	650			1
Regulador de Corriente 20A Isoler 20	100	1	1	1
Costo por tipo de Estación (USD)		702	1334	1658
# de Estaciones		40	48	3
SubTOTAL (USD)		28080	64032	4974

Para los 91 nodos inalámbricos de la red, el costo de los equipos de este sistema es:

TOTAL = 97.086 US\$

5.1.3 Costos del Sistema Informático

En el equipamiento del sistema informático de las estaciones clientes se necesita la adquisición de 898 computadoras, para lo cual se ha encontrado en el mercado a un valor de 625 dólares cada una, computadoras de escritorio apropiadas para los centros educativos, con las siguientes características técnicas:

- Procesador Intel Celeron de 3,06 Ghz.
- 2 GB de memoria RAM.
- 250 GB en Disco Duro.
- Grabador de CD/DVD Doble capa ultra rápido.
- Pantalla Plana de 15" Wide.
- Tarjeta de sonido, video, fax y red.
- Teclado PS2.
- Micrófono con pedestal.
- Mouse Óptico.
- Cámara para video conferencia.
- Parlantes Flat Panel.
- Regulador de Voltaje.
- Cobertores.
- Mesa.
- Silla giratoria.

Por lo cual el costo del total de computadoras de escritorio que se necesita adquirir es de 56.1250 dólares. Aparte para cada centro educativo se les entregará una impresora multifunción (89 \$ c/u) y un scanner (53,5 \$ c/u), a un costo de 40.897,5 dólares para los 287 establecimientos que conformarán la red.

En los 123 centros educativos que tendrán asignados más de una computadora se les dotará de un switch para repartir el Internet entre las computadoras, para lo cual se prevé necesario el uso de switch's de 5, 8, 16, 24 y 48 puertos según sea el caso. De igual manera en el punto donde se instalará la conexión principal a Internet, se dotará de un router y un switch para repartir los

servicios de telecomunicaciones a través de la red troncal, a un costo total de 4.387,77 dólares. En la siguiente tabla se muestra el detalle de los precios de cada dispositivo:

Tabla. 5.5. Costos del Sistema informático

Item	Costo Unit. (USD)	Dispositivos (Núm)	SubTOTAL (USD)
Switch 5 puertos (10/100 Mbps) TE100-S5	16,99	85	1444,15
Switch 8 puertos (10/100 Mbps) TE100-S8	23,99	17	407,83
Switch 16 puertos (10/100 Mbps) TE100-S16	52,99	13	688,87
Switch 24 puertos (10/100 Mbps) TE100-S24R	80,99	3	242,97
Switch 48 puertos (10/100 Mbps) TEG-2248WS	367,99	4	1471,96
Router 4 puertos (Gigabit Ethernet) TWG-BRF114	131,99	1	131,99

El costo total de todos los equipos del sistema informático de la red comunitaria es de:

TOTAL = 606.535,27 US\$

5.1.4 Costos de Instalación

Para la instalación de los nodos inalámbricos y las estaciones clientes, se deberá contratar a una empresa especializada para que realice las labores de instalación del sistema de suministro de energía, puesta a tierra, montaje y alineamiento de torres y antenas, equipamiento del sistema de radiocomunicación e informático. El costo de este tipo de instalaciones está en el orden de los 2.050 dólares por cada nodo inalámbrico y 1.500 dólares por cada estación cliente, al ser necesario la instalación de 105 nodos inalámbricos y 287 estaciones clientes, el costo por concepto de instalación de las estaciones de radiocomunicación necesarias para la red comunitaria esta en el orden de los 645.750 dólares.

5.2 SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

La sostenibilidad se refiere a la cualidad de un proceso, objeto o situación de mantenerse como tal durante tiempo indefinido y en el espacio en el que se desarrolla. Este es un tema importante que no se refiere a que los proyectos permanezcan en el tiempo sino a que los resultados, los logros que se vayan alcanzado perduren en las instituciones y muy especialmente se mantengan desde el punto de vista de las comunidades que están siendo atendidas, ya que son ellas las que permiten la cooperación.

“El uso del término “sostenibilidad” por las ONG y agencias internacionales de desarrollo ha ido más allá de consideraciones ambientales y de recursos naturales. Actualmente, este término es usado para describir la capacidad de un proyecto o sus resultados de continuar existiendo o funcionando más allá del fin del financiamiento o las actividades del agente externo”

⁵². Es decir que las acciones que se están tomando para mantener la red se sigan ejecutando, que se cuente con los recursos para continuar operando y por consiguiente, la permanencia y fortalecimiento de la red construida, manteniendo los beneficios que esta red proporciona a la comunidad.

Es importante mencionar que no es posible asegurar de antemano la sostenibilidad de un proyecto, lo único que se puede hacer es considerar una serie de factores o facetas que dependiendo del caso algunos son más importantes que otros, pero todos son indispensables para alcanzar la sostenibilidad en un contexto particular y sobre los que se debe tomar medidas y realizar el respectivo seguimiento.

⁵² BOSSIO, Juan Fernando; Manual de estrategias de sostenibilidad para taller TRICALCAR, Octubre 2007.

Es así que la sostenibilidad incluye los siguientes factores o facetas de acuerdo a algunos autores como Stoll & Menou y Fukao:

- Sostenibilidad social
- Sostenibilidad organizativa
- Sostenibilidad política o legal
- Sostenibilidad económica

5.2.1 Sostenibilidad Social

“Se consigue sostenibilidad social y cultural considerando las particularidades del contexto social y cultural donde se hacen los proyectos y cómo éstos se insertan en tales contextos convirtiéndose en un ‘bien público’”.⁵³

La sostenibilidad social es proporcionada por el impacto visible del crecimiento económico sobre la calidad de vida de la población en general; por lo tanto la comunidad participa activamente al igual que las organizaciones en el proyecto en marcha.

Para que la red comunitaria en el cantón Chone pueda alcanzar la sostenibilidad social, esta tiene que llegar a ser reconocida por la comunidad como un ‘bien público’, a la cual tienen acceso como un medio facilitador del desarrollo humano. Esto se puede lograr mediante conferencias dirigidas a las personas involucradas y a la comunidad en general. Las conferencias abarcaría temas como:

- **Importancia de redes de telecomunicaciones en zonas rurales:** Igualdad de oportunidades al acceso que tienen los pobladores del área urbana en comparación a los del área rural; desarrollo personal, profesional, social y económico de sus habitantes personal y profesional; es una herramienta de desarrollo de bajo costo, que da la oportunidad de

⁵³ TRICALCAR, Guía básica de estrategias de sostenibilidad para redes inalámbricas comunitarias, Octubre 2007; www.wilac.net/tricalcar

derribar muros y barreras entre naciones, constituyendo un mundo globalizado.

- **Beneficios que proporciona la red:** Acceso a nuevos conocimientos, los mismos que pueden ser transmitidos al resto de la comunidad; intercambio de información; beneficios económicos, ya que a través de la creación de una propia página web (comunidades virtuales) se puede dar a conocer la cultura, gastronomía, atractivos turísticos al igual que sus productos.
- **Valor de la participación de la comunidad y/o organizaciones:** Es necesario obtener la participación de la comunidad y sus organizaciones, porque son ellos los que conocen la realidad del día a día, por lo tanto es necesario su opinión acerca del funcionamiento interno de los proyectos así como tener acceso a la toma de decisiones, propiciando su participación ya que son ellos los que permiten la cooperación para su propio beneficio.

Si la comunidad se adueña del proyecto y lo maneja adecuadamente incrementado su capacidad de gestión, entonces buscará formas de mantenerlo, generando importantes ganancias en productividad y crecimiento económico del sector.

5.2.2 Sostenibilidad Organizativa

“La sostenibilidad organizativa está dada por la capacidad de administrar localmente el proyecto y por el desarrollo de recursos humanos locales que permitan su continuidad”⁵⁴.

Para desarrollar sostenibilidad organizativa es indispensable formar personal local que pueda hacerse cargo de la red y resolver los problemas que en un futuro

⁵⁴ TRICALCAR, Guía básica de estrategias de sostenibilidad para redes inalámbricas comunitarias, Octubre 2007; www.wilac.net/tricalcar

se pueden suscitar. Esto se debe a que cuando se acaba el financiamiento de fuentes externas se terminan también los contratos de los profesionales encargados de la red en sus diferentes áreas.

Es importante mencionar que la formación que reciba el personal local es clave para seguir dando soporte técnico y mantenimiento a la red, con lo cual se garantizaría que la operación de la red tenga un alto porcentaje de continuidad.

La formación debe partir por dar a conocer al nuevo personal local el proyecto así como los objetivos de la red comunitaria de telecomunicaciones para que se sientan identificados con la misma y entiendan su relevancia en la comunidad. Como siguiente punto debe estar enfocada en desarrollar habilidades en varios campos que abarca una red como son: tecnológico, administrativo, contabilidad, etc.

Es indispensable que la formación y capacitación del personal local de la comunidad esté dada por expertos en el tema y aun más conveniente por los mismos trabajadores que diseñaron e implementaron la red apoyándolos permanentemente con cualquier duda o problemas que se le pueda suscitar al nuevo personal; además de la creación de un manual de operaciones y funciones de la red.

5.2.3 Sostenibilidad Política o Legal

“La sostenibilidad política y/o legal se refiere al marco legal y a la estabilidad política externa a la organización que permite la continuidad de las acciones de desarrollo.”

La sostenibilidad política depende de que la red cuente con aceptación política, es decir que las autoridades competentes tengan políticas de apoyo que puedan ser de utilidad para lograr alguna financiación de la red o cambios de reglamentación requeridos para su funcionamiento.

Para obtener la sostenibilidad política o legal es necesario que la implementación y diseño de la Red Comunitaria de Telecomunicaciones de Instituciones Educativas en el cantón Chone este dentro del marco legal.

La implementación y diseño de la red se ajusta a los parámetros técnicos establecidos en la norma para la Implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha (resolución No. 417-15 – CONATEL-2005).

5.2.4 Sostenibilidad Económica

“La sostenibilidad económica, se refiere a la obtención de suficientes recursos para mantener en funcionamiento el proyecto, para esto es necesario la definición de estrategias financieras que garanticen la gestión presente y futura del proyecto, la definición de métodos de control sobre el manejo de recursos, la transparencia en la rendición de cuentas, entre otros.”

Se plantea como medio de financiamiento de un porcentaje de los gastos de operación y mantenimiento de la red, la inclusión en el presupuesto del municipio del cantón Chone y de la prefectura de la provincia de Manabí, el mantenimiento de la red comunitaria. Otro porcentaje se pretende obtener a través de la creación de un impuesto para los pobladores del cantón, con el cual la población en general se podrá beneficiar del el servicio de Internet a un precio económico.

Se propone la creación de un fondo para el mantenimiento preventivo y correctivo de la red, a través de un cobro anual de 10 dólares a los padres de familia de los niños que utilizarán los servicios de la red, con lo cual se recaudarían 242.020 dólares anuales.

Se formula la búsqueda de auspiciantes para la creación de publicidad acerca del servicio de Internet que puede proveer la red a la población en general para crear interés en el uso de este servicio especialmente en las zonas rurales donde no llega ningún operador, con lo cual se puede recadar recursos para el fondo e mantenimiento, y para el pago del proveedor de Internet.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de haber cumplido con los objetivos planteados para el presente proyecto se concluye y se recomienda lo siguiente:

6.1 CONCLUSIONES

- El cantón Chone presenta una orografía irregular con una altitud promedio entre 50 y 250 metros sobre el nivel del mar, con un estrato arbóreo disperso y por donde transitan varios ríos, en donde siete de las nueve parroquias son rurales, debido a lo cual las instituciones educativas se encuentran muy separadas unas de otras. Por lo que se plantea la utilización de tecnología inalámbrica Wi-fi en el diseño de la red como la alternativa más viable técnica y económicamente para la implementación de este proyecto.
- Se ha optado por trabajar en las bandas de frecuencia ISM y UNII, ya que no necesitan licencia para su uso, lo que rebaja el costo de operación de la red. A demás en el mercado se encuentra una gran variedad de equipos que trabajan a estas frecuencias, en diferentes fabricantes; lo que hace posible la adquisición de buenos equipos a precios convenientes. Lo que le vuelve en conjunto una solución fácil de implementar, de bajo costo, que brinda modularidad y un buen desempeño a la red.

- Dentro de las 287 instituciones educativas que formarán parte de esta red, el 20,21% de las instituciones tienen al menos una computadora y solo el 3,48% tienen acceso a Internet; lo que demuestra que en la mayor parte de los establecimientos educativos se necesita de la consecución de este proyecto para poder modernizar y robustecer las herramientas informáticas y tecnológicas, a favor de el mejoramiento de la calidad de la educación y del acceso a los servicios de voz y datos de este cantón.
- Con el diseño y la implementación de este proyecto se beneficiarían de los servicios de voz y datos que ofrecerá esta red principalmente 24202 estudiantes de 287 instituciones educativas de las nueve parroquias del cantón Chone. Adicionalmente serán equipadas estos establecimientos, con un total de 898 computadoras en todo el cantón.
- La red comunitaria del cantón Chone estará conformada por 105 nodos inalámbricos, de estos el 86,6% no tienen energía eléctrica; por lo que se ha diseñado un sistema de suministro de energía eléctrica autónomo que use energía solar en su alimentación, capaz de suministrar de manera continua la energía necesaria para la operación de los sistema de radiocomunicación de los nodos inalámbricos en sus diferentes tipos de configuración, y que permitan una autonomía de cuatro días en caso de presentarse algún desperfecto o daño en el sistema.
- Al diseñar la red troncal, se ha logrado realizar enlaces de hasta 14 Km con márgenes de recepción mayores a 27 dB, manteniendo despejado el 60% de la primera zona de Fresnel con un margen de claridad del enlace mínimo de 9 metros, y sin sobrepasar el PIRE máximos permitido para radioenlaces punto a punto de 48 dBm.
- En el diseño de la red de distribución, se ha logrado realizar enlaces de hasta 8,7 Km con márgenes de recepción mayores a 19 dB, manteniendo despejado el 60% de la primera zona de Fresnel con un

margen de claridad del enlace mínimo de 9 metros, y sin sobrepasar el PIRE máximo permitido para radioenlaces punto a multipunto de 36 dBm.

6.2 RECOMENDACIONES

- En el objetivo de mejorar la educación pública del país y principalmente la de las zonas rurales y urbano marginales, no basta con el financiamiento y la consecución de proyectos de servicios de telecomunicaciones por parte de organismos como el FODETEL, sino que se recomienda el involucramiento de varios sectores estatales y de la sociedad en general para la sustentación, modernización y mejoramiento de lo servicios que actualmente se puedan acceder con la ejecución de esta clase de proyectos.

- Se invita a continuar realizando proyectos de telecomunicaciones que beneficien a la educación, a través de tecnologías de la información y la comunicación que permitan mejorar la capacitación de los estudiantes; incentivando de esta manera a la población a concurrir en un mayor número a los establecimientos educativos públicos, para recibir una educación moderna, con tecnología acorde a las necesidades de la época.

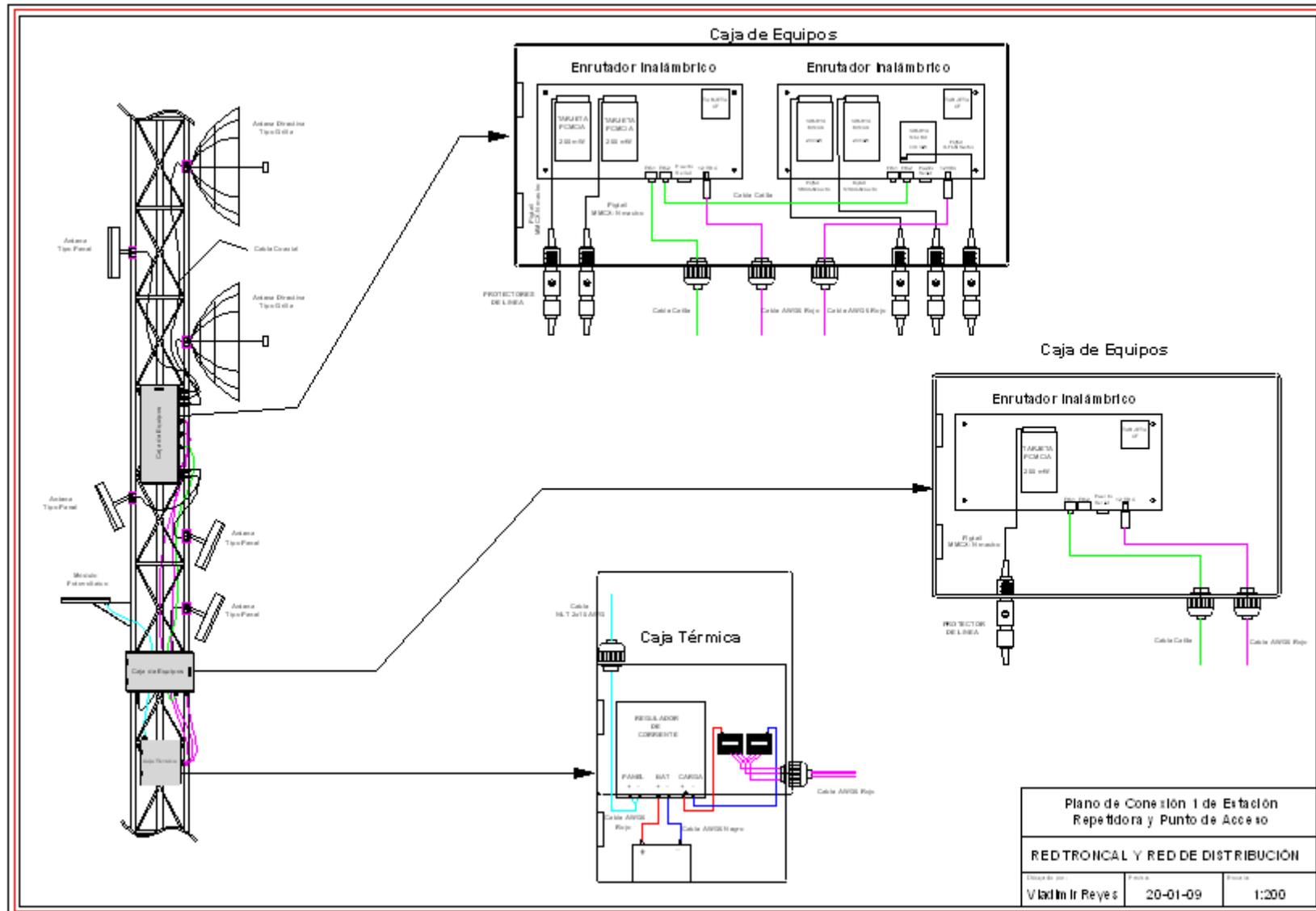
ANEXOS

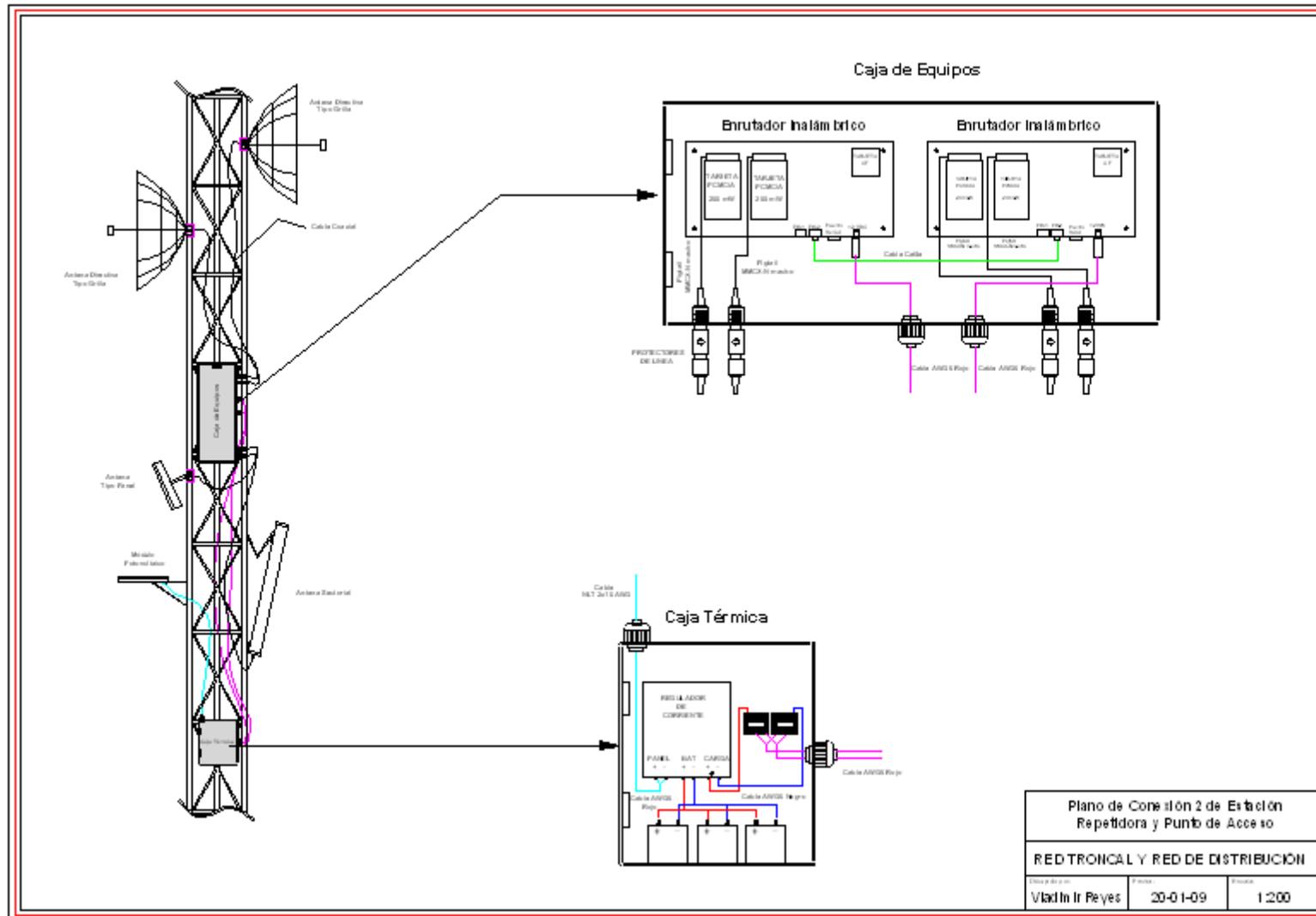
ANEXO 1

**PLANO DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN
Y DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA DE LOS NODOS
QUE OPERAN ÚNICAMENTE COMO ESTACIONES REPETIDORAS**

ANEXO 2

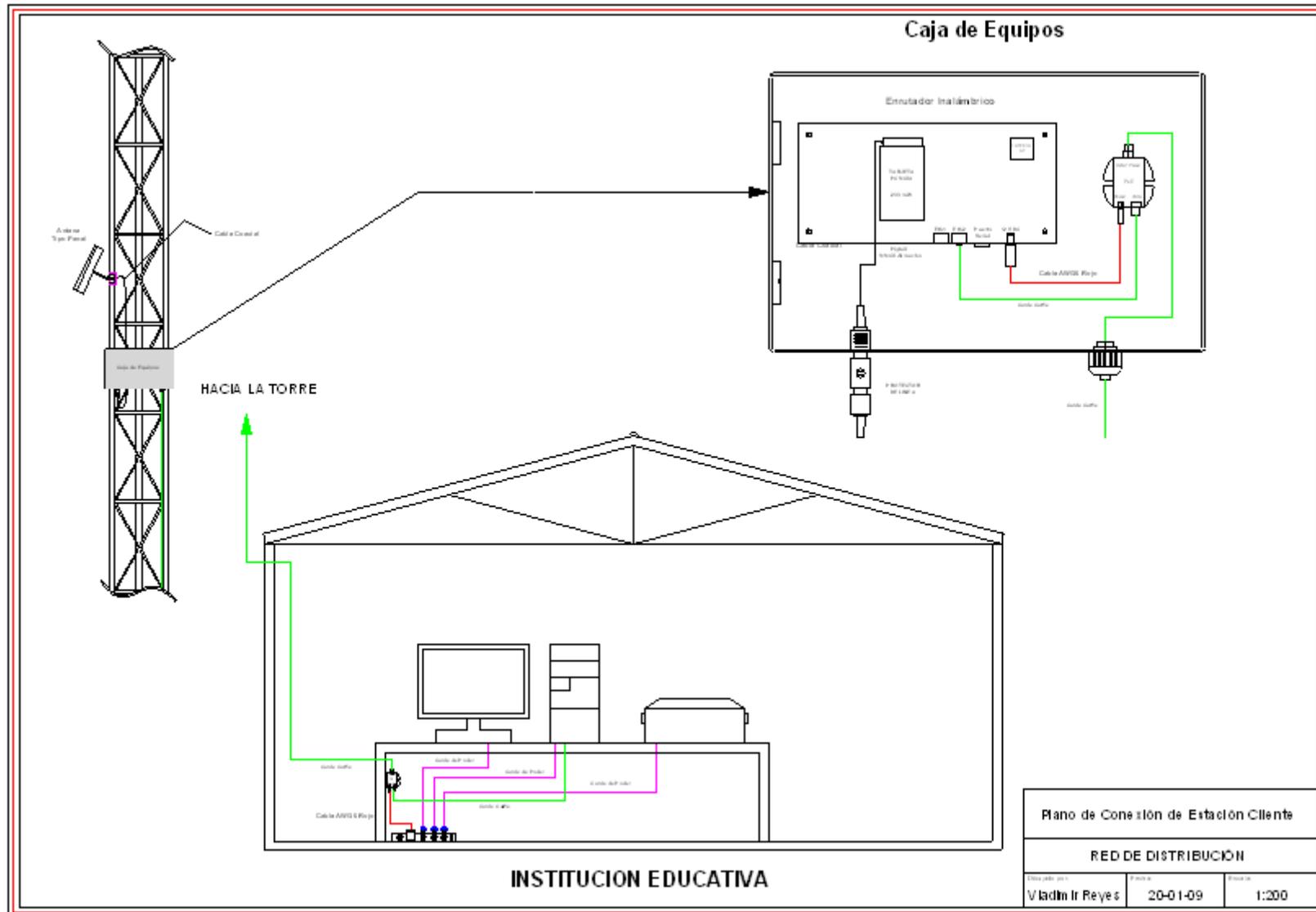
**PLANOS DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE
RADIOCOMUNICACIÓN Y DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE
ENERGÍA DE LOS NODOS QUE OPERAN COMO ESTACIONES
REPETIDORAS Y COMO PUNTOS DE ACCESO**





ANEXO 3

PLANO DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE RADIOCOMUNICACIÓN Y DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA DE LAS ESTACIONES CLIENTES



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- H. Labiod, *WI-FI, BLUETOOTH, ZIGBEE AND WIMAX*, primera edición, editorial Springer, 2007.
- Ahmad Aftab, *DATA COMMUNICATIONS PRINCIPLES For Fixed and Wireless Networks*, primera edición, editorial Kluwer Academic Publishers, 2002.
- Reid Neil, *Manual de Redes Inalámbricas*, primera edición, editorial McGraw-Hill, 2004.
- Frank Ohrtman, *Wi-Fi Handbook: Building 802.11b Wireless Networks*, primera edición, editorial McGraw-Hill, 2003.
- Roshan Pejman, *802.11 Wireless LAN Fundamentals*, primera edición, editorial Cisco Press, 2003.
- *Redes Inalámbricas en los países en desarrollo*, primera edición, editorial Limehouse, 2006.
- Huidobro Moya, José Manuel, *Administración de Sistemas Informáticos*, segunda edición, editorial Thomson, 2006.
- Izaskun Pellejero, *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN de la teoría a la práctica*, primera edición, editorial Marcombo, 2006.
- GTR-PUCP, *Redes Inalámbricas en Zonas Rurales*, primera edición, 2008.

- Huidobro Moya, José Manuel, *Comunicaciones en redes WLAN*, primera edición, editorial Creaciones, 2008.
- Ross, John, *The Book of Wireless*, segunda edición, editorial No Starch Press, 2008.
- García Garnacho, Patricia, *Diseño de una Red de Telecomunicaciones para Establecimientos de Salud Rurales del Perú*, Universidad Carlos III de Madrid, 2006.
- Tutoriales diversos del IEC (Internacional Engineering Consortium) <http://www.iec.org/online/tutorials/>
- información sobre tecnologías inalámbricas, www.privateline.com
- Tutoriales sobre Telecomunicaciones, <http://www.2.rad.com/networks/netterms.htm>
- Información sobre el estándar Wi-Fi, <http://www.wirelessethernet.com/>
- Redes inalámbricas comunitarias, <http://www.ehas.org/>
- Cálculos de radioenlaces, <http://www.terabeam.com/support/calculations/watts-dbm.php#calc>
- software Radio Mobile, <http://www.cplus.org/rmw/english1.html>
- Manual del software Radio Mobile, http://www.telefonica.net/web2/ismael/REMER/RMDL/RMDL5_Software.htm
- Energía solar fotovoltaica, <http://www.codeso.info>

- Mapas de Manabí,
<http://www.manabi.gov.ec/manabi95-los-mapas-de-manabi.html>
- Ficheros de modelos digitales de terreno,
ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/South_America
- Equipamiento para nodos inalámbricos, <http://www.streakwave.com>
- Tarjetas inalámbricas, <http://www.ubnt.com>
- Enrutadores Inalámbricos, [www-ec.linksys.com](http://www.ec.linksys.com)
- Computadoras Embebidas, <http://www.soekris.com>
- Antenas, www.pacwireless.com/products/
- Cable coaxial,
www.radcom.com.es/catalog/accesorios/cables-rf/lmr-400.gif
- Pigtail, www.data-alliance.net/catalog/p4.jpg
- Cajas Estancas, jetclub.baleaerweb.net
- Equipamiento para generadores fotovoltaicos, <http://www.mrsolar.com>
- Generadores Fotovoltáicos, www.balner.com
- Baterías de descarga profunda, <http://www.sunxtender.com/>
- Módulos fotovoltaicos, <http://www.bp.com>

Sangolquí, _____

Elaborado por:

Vladimir Reyes Castillo

Coordinador de la Carrera

Ing. Gonzalo Olmedo

Secretario Académico

Ab. Jorge Carvajal