

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

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

**“DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO A INTERNET EN 38
UNIDADES EDUCATIVAS UBICADAS EN LAS PARROQUIAS DE
IMANTAG, SAN FRANCISCO, QUIROGA Y EL SAGRARIO DEL
CANTÓN COTACACHI EN LA PROVINCIA DE IMBABURA”**

JOSÉ IGNACIO ESTRADA BENAVIDES

SANGOLQUÍ- ECUADOR

2009

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente certificamos que el proyecto de grado para la obtención del título de Ingeniería Electrónica titulado “Diseño de una red de Acceso a Internet en 38 Unidades Educativas ubicadas en parroquias Imantag, San Francisco, Quiroga y El Sagrario del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura” fue desarrollado en su totalidad por el señor JOSÉ IGNACIO ESTRADA BENAVIDES.

Atentamente

Ing. Fabián Sáenz Enderica
DIRECTOR

Ing. Carlos Romero
CODIRECTOR

RESUMEN DEL PROYECTO DE GRADO

El proyecto de grado “Diseño de una red de Acceso a Internet en 38 Unidades Educativas ubicadas en parroquias rurales del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura”, propone un diseño de red inalámbrica que permita el Acceso a Internet a los sectores más vulnerables del país, como es la población estudiantil de las áreas rurales del Cantón de Cotacachi Provincia de Imbabura.

Con el único fin de disminuir su aislamiento cultural y luchar contra su falta de información, conocimientos y capacidades de desarrollo autónomo, esta memoria presenta el desarrollo de una red de radioenlaces piloto que integra tecnología IEEE802.11 (Wi-Fi), con el objetivo de dar conectividad a escuelas rurales y centros sociales aislados, mediante radioenlaces de larga distancia.

DEDICATORIA

En este momento de trascendencia, para mi vida, quiero dedicar este proyecto a todas las personas que siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo incondicional, mi hermana Elizabeth, mis sobrinas Camila y Daniela, mis amigos y de una manera muy especial a mis padres quienes con su amor y ejemplo supieron siempre guiar mi vida en forma acertada, enseñándome a vencer obstáculos y alcanzar las metas que siempre me he propuesto.

Para mi abuelo que en paz descanse por su ejemplo de lucha y constancia día a día.

AGRADECIMIENTO

Primordialmente mi agradecimiento a mi madre, por su constante apoyo, ejemplo y amor en todos los momentos de mi vida. Y a mi padre, que tanta paciencia tiene, que sabe escuchar y dar ánimos cuando se necesitan. A Nina por su cariño y apoyo.

A mis grandes amigos Bolívar Coronel y Eduardo Andrade por compartir parte de este suplicio que es escribir cientos de hojas, por su paciencia y por su rigor de ingenieros. A mi director y codirector del proyecto Fabián Sáenz y Carlos Romero respectivamente, por todo el apoyo dado y por su disponibilidad a ayudar, así como a Alex, Johan y Juan Carlos, quienes me han enseñado un poquito cada uno.

Oficialmente quiero agradecer a la FODETEL por desarrollar esa función tan básica dentro de la sociedad y porque permite que la gente tenga esperanza en estos lugares olvidados, a la ESPE por estar abierta a proyectos de este tipo.
Gracias

PRÓLOGO

El proyecto de grado “Diseño de una red de Acceso a Internet en 38 Unidades Educativas ubicadas en parroquias rurales del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura” propone un diseño de una red inalámbrica que permita el acceso a Internet para los estudiantes beneficiados de las parroquias rurales del mencionado cantón.

En este proyecto se establece y se indica como quedara configurada su infraestructura tecnológica, en cada una de las Unidades Educativas beneficiadas por el proyecto.

También se definen los costos que involucrara para el Estado, la implementación de este proyecto, con este proyecto piloto se pretende disminuir la brecha digital que afecta al Ecuador.

La ubicación geográfica de las diferentes Unidades Educativas, no facilita un diseño óptimo, sin embargo venciendo los obstáculos geográficos se ha logrado determinar la conectividad de las mismas.

INDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del proyecto.....	1
1.2 Análisis preliminar del cantón Cotacachi	5
1.2.1 Aspectos Geográficos	7
Geografía.....	7
Límites.....	7
Población.....	7
Parroquias Urbanas y rurales	9
Clima.	10
Actividad Económica	10
1.3 Objetivos del proyecto	11
1.3.1 Objetivos	11
Objetivo General del proyecto	11
Objetivos Específicos	11
1.4 Justificación del proyecto.....	12
CAPITULO II	14
MARCO TEÓRICO	14
2.1 Identificación de las alternativas tecnológicas de conectividad.	14
Enlaces de voz y datos en HF y VHF	15
Enlaces a través de ADSL.....	15
Enlaces a través de satélite.....	16
Enlaces a través WiMAX.	17
Enlaces inalámbricos Wi-Fi (<i>Wireless Fidelity</i>)	18
Enlaces usando tecnología Celular:	20
2.2 Telecomunicaciones Rurales en el País	21
2.3 Descripción del software de simulación Radio Mobile.	23
2.3.1 Origen del Software.....	23
Descripción del ITM Irregular Terrain Model.....	24
Introducción a la simulación efectuada.....	25
CAPITULO III	27

ESTUDIO DE DEMANDA	27
3.1 Requerimientos de Servicios	27
3.1.1 Determinación de las características Geográficas más importantes de los Sitios de Asentamiento de los Centros Educativos.	28
Observaciones de este trabajo	29
3.2 Ubicación Geográfica y Georeferenciada de las Unidades Educativas.	30
3.2.1 Identificación de Probables sitios de Repetición de Señales Radioeléctricas.....	33
Infraestructura Existente de Operadores en la Zona de Influencia.....	34
CAPITULO IV.....	36
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	36
4.1 Soluciones Tecnológicas para la Implementación, Escenarios Propuestos	36
4.1.1 IEEE802.11 como tecnología apropiada.	37
4.2. Estudio de tráfico de la red	39
4.3. Diseños y Topología de las Redes LAN, WAN y Red de Transporte. ..	42
4.3.1 Arquitectura de la red	43
Sistemas de enlaces Punto a Punto entre repetidoras y puntos de Acceso.	45
Frecuencia y Velocidad	47
Potencia.....	48
Línea de vista	49
Características de equipos de radio	50
Definición de parámetros de sistemas y enlaces.....	51
4.4. Zonas de Influencia	58
4.5. Perfiles de los Enlaces y Selección de las Rutas	60
Diseño de la red para la Parroquia de Imantag	68
Diseño de la red para la Parroquia de El Sagrario	84
Diseño de la red para la Parroquia de Quiroga	101
Diseño de la red para la Parroquia de San Francisco	114
4.6 Resultados simulación	126
4.7 Seguridad	127
4.8. Monitorización.....	129
4.9. Equipos de telecomunicaciones para las Redes	130

CAPITULO V.....	131
MARCO REGULATORIO	131
5.1. Aspectos legales y regulatorios de las telecomunicaciones vigentes en el país.....	131
CAPITULO VI.....	137
ANALISIS ECONÓMICO	137
6.1. Análisis de Costos de las Redes, Equipamiento y Escenarios Propuestos.	137
6.2. Costo total de Infraestructura, Operación y Mantenimiento.	139
6.3. Análisis Económico y relación costo beneficio.....	143
6.4. Plan de sostenibilidad.....	146
6.4.1 Trabajo social y preparación de proyectos futuros	146
6.4.2 Implicación y capacitación de los habitantes de la comuna	146
6.4.3 Repartir los conocimientos	147
6.4.4 Dar capacidad de acción al socio local	147
6.4.5 Cargos específicos propuestos para la red de Cotacachi	148
CAPITULO VII.....	150
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
7.1. Conclusiones	150
7.2. Recomendaciones	151
CAPITULO VIII.....	153
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	153
ANEXOS	155
ANEXO 1	156
INDICADORES SOCIALES	156
ANEXO 2	160
FOTOGRAFÍAS	160
ANEXO 3	170
INFORMACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS.....	170
ANEXO 4	175
LA FAMILIA DE LOS ESTÁNDARES IEEE 802.11	175
La familia de los estándares IEEE 802.11	176
El estándar Wi-Fi.....	177
Peculiaridades técnicas del IEEE802.11 en larga distancia	180

Velocidad.....	180
Diversidad.....	181
Potencia.....	182
Fenómenos meteorológicos	183
Polarización	183
Interferencias.....	183
Equipos empleados	184
Línea de vista	184
Interferencia intersimbólica	184
ANEXO 5	188
DIRECCIONAMIENTO IP	188
ANEXO 6	193
RESULTADOS DE SIMULACIONES.....	193
ANEXO 7	199
RESUMEN DE EQUIPOS	199
ANEXO 8	204
TIR Y VAN.....	204
HOJAS TÉCNICAS.....	209

INDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

Tabla 1.1 Escuelas Beneficiadas en el proyecto Piloto	4
---	---

CAPITULO 2

Tabla 2.1. Comparación de cobertura Vs. Frecuencia Fuente IA450.....	20
--	----

CAPITULO 3

Tabla 3.1 Coordenadas GPS de los puntos de red involucrados en la simulación	30
Tabla 3.2 Posibles repetidoras en cerros importantes, con su respectiva altura, longitud y latitud.....	34
Tabla 3.5 Infraestructuras de telecomunicaciones de las empresas de telefonía celular	35

CAPITULO 4

Tabla 4.1 Ancho de Banda según Número de Alumnos.....	39
Tabla 4.2. Ancho de Banda Requerido por Institución	40
Tabla 4.3. Especificaciones de Equipos para Enlaces	50
Tabla 4.4. Definición de los parámetros para varios sistemas de radio.	52
Tabla 4.5. Parámetros iniciales para Radio Mobile.	56
Tabla 4.6. Coordenadas GPS de los puntos de red de transporte involucrados en la simulación.....	59
Tabla 4.7. Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia Imantag.....	68
Tabla 4.8 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia del Sagrario	84
Tabla 4.9 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia Imantag.....	101

Tabla 4.10 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia de San Francisco.....	114
Tabla 4.11 Sistemas seleccionados.....	127

CAPITULO 6

Tabla 6.1. Costos de equipos.....	137
Tabla 6.3. Costos de Operación.....	141
Tabla 6.4. Costo total en la intervención del estado.....	145
Tabla 6.5. Sostenibilidad con Internet	144

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO 1

Figura 1.1. Viviendas con servicio eléctrico en el Cantón Cotacachi	6
Figura 1.2. Planteles educativos en el Cantón Cotacachi	6
Figura 1.3. Imagen del porcentaje de habitantes por sexo.....	8
Figura 1.4. Imagen del porcentaje de habitantes por etnia	8
Figura 1.6. División Parroquial del Cantón Cotacachi	10

CAPITULO 2

Figura 2.1. Pantalla principal del software Radio Mobile	24
--	----

CAPITULO 3

Figura 3.1. Ubicación de las estaciones repetidoras y de las escuelas beneficiarias del proyecto de conectividad en Cotacachi.....	33
--	----

CAPITULO 4

Figura 4.1. Ilustre municipio de Cotacachi	43
Figura 4.2. Esquema de la red de Cotacachi	45
Figura 4.3. Canales no interferentes para la banda ISM 2.4GHz.....	48
Figura 4.4. Sistema 2.4 GHz (Larga distancia) 24 dBi Directiva.....	54
Figura 4.5. Sistema 2.4GHz AP 17dBi Sectorial	54
Figura 4.6. Sistema 2.4GHz 24 dBi CPE.....	55
Figura 4.7. Sistema 2.4GHz 15dBi Directiva CPE	55
Figura 4.8. Cobertura de radio de las repetidoras	59
Figura 4.9. Posibles repetidores para el proyecto piloto.....	60
Figura 4.10. Levantamiento de los centros educativos en Google Earth	61
Figura 4.11. Posible cobertura desde el cerro Cotacachi.....	62

Figura 4.12. Verificación de la posibilidad de enlazar el Municipio con el Cerro Cotacachi.....	63
Figura 4.13 Visualización del enlace Municipio- Cerro Blanco en el Mapa	64
Figura 4.14 Análisis del enlace Municipalidad – Cerro Blanco (Radio link).....	65
Figura 4.15. Visualización del enlace Cerro Blanco-Cerro Cotacachi en el Mapa.	66
Figura 4.16. Análisis del enlace Cerro Blanco – Cerro Cotacachi (Radio link). 67	
Figura 4.18. Centros Educativos de Imantag en el mapa.....	69
Figura 4.19. Escuelas cubiertas por un AP en el cerro Cotacachi.....	70
Figura 4.20. Escuelas cubiertas por un AP en el Municipio de Cotacachi.....	71
Figura 4.21. Cobertura total de los AP en la parroquia de Imantag.....	72
Figura 4.22. Red que daría cobertura a las Escuelas de Imantag.....	72
Figura 4.23. Análisis del enlace Municipalidad – Jaime Rubén Jaramillo (Radio link).	74
Figura 4.24. Análisis del enlace Municipalidad – Mons. Bernardino Echeverría (Radio link).....	75
Figura 4.25. Análisis del enlace Municipalidad – Pedro Fermín Cevallos (Radio link).	76
Figura 4.26. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Alberto Moreno Andrade (Radio link).....	77
Figura 4.27. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Centro educativo Matriz (Radio link).	78
Figura 4.28. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Hernando de Magallan (Radio link).	79
Figura 4.29. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Marco Herrera Escala (Radio link).	80
Figura 4.30. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Provincia del Oro (Radio link).	81
Figura 4.31. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Alberto Moreno Andrade (Radio link).....	82
Figura 4.32. Análisis del enlace Pedro Fermín Cevallos– Alejo Sáez (Radio link).	83
Figura 4.33. Centros Educativos de el Sagrario en el mapa.	85
Figura 4.34. Cobertura total de los AP en la Parroquia de El Sagrario.	87

Figura 4.35. Red que daría cobertura a las Escuelas de El Sagrario.....	87
Figura 4.36. Análisis del enlace Municipio – José Domingo Albuja (Radio link).	88
Figura 4.37. Análisis del enlace Municipio – Nazacota Puento (Radio link).	89
Figura 4.38. Análisis del enlace Municipio – Dr Trajano Naranjo (Radio link). .	90
Figura 4.39. Análisis del enlace Municipio – Juan Morales Eloy (Radio link). ..	91
Figura 4.40. Análisis del enlace Municipio – Marco Tulio Hidrobo (Radio link).	92
Figura 4.41. Análisis del enlace Municipio – Juan Francisco Ceval (Radio link).	93
Figura 4.42. Análisis del enlace Municipio – Jorge Gómez Andrade (Radio link).	94
Figura 4.43. Análisis del enlace Municipio – Luis Felipe Borja (Radio link).....	95
Figura 4.44. Análisis del enlace Municipio – Luís Urpiano de la T. Borja (Radio link).	96
Figura 4.45. Análisis del enlace Municipio – Entidad educativa Sin Nombre (Radio link).	97
Figura 4.46. Análisis del enlace Municipio – 6 de Julio (Radio link).	98
Figura 4.47. Análisis del enlace Municipio – San Jacinto (Radio link).....	99
Figura 4.48. Análisis del enlace Municipio – Martín González (Radio link).	100
Figura 4.49. Centros educativos de Quiroga en el mapa	102
Figura 4.50. Escuelas cubiertas por un AP en Quiroga.....	103
Figura 4.51. Cobertura del Cerro Blanco y los centros educativos.....	103
Figura 4.52. Red que daría cobertura a las Escuelas de Quiroga.....	104
Figura 4.53. Análisis del enlace Municipio – Andrés Avelino (Radio link). ...	105
Figura 4.54. Análisis del enlace Municipio – Segundo Luís Moreno (Radio link).	106
Figura 4.55. Análisis del enlace Municipio – Eloy Proaño (Radio link).	107
Figura 4.56. Análisis del enlace Municipio – Leticia Proaño (Radio link).....	108
Figura 4.57. Análisis del enlace Municipio – 28 de Junio (Radio link).....	109
Figura 4.58. Análisis del enlace Municipio – Alzamora y Peñaherrera (Radio link).	110
Figura 4.59. Análisis del enlace Municipio – Luís Cotarco Cevallos (Radio link).	111
Figura 4.60. Análisis del enlace Municipio – Virgilio Torres Valencia (Radio link).	112
Figura 4.61. Análisis del enlace Municipio – Cuicocha (Radio link).....	113
Figura 4.62. Centros Educativos de San Francisco en el mapa.....	115

Figura 4.63. Cobertura total del AP en el mapa	116
Figura 4.64. Red que daría cobertura a las Escuelas de San Francisco.....	116
Figura 4.65. Análisis del enlace Municipio – Enrique Vacas Galindo (Radio link).	117
Figura 4.66. Análisis del enlace Municipio – Miguel de Servantes (Radio link).	118
Figura 4.67. Análisis del enlace Municipio – José de Vasconcelos (Radio link).	119
Figura 4.68. Análisis del enlace Municipio – Modesto Peñaherrera (Radio link).	120
Figura 4.69. Análisis del enlace Municipio – Ortencia Yépez Tobar (Radio link).	121
Figura 4.70. Análisis del enlace Municipio – Manuela Cañizares (Radio link)	122
Figura 4.71. Análisis del enlace Municipio – Pichincha (Radio link)	123
Figura 4.72. Utilización de los Canales para el proyecto Cotacachi.....	124

GLOSARIO

Access Point (Punto de Acceso) Cualquier punto desde donde se tiene acceso a una red, como un transceptor inalámbrico conectado a una red fija.

ACL una Lista de Control de Acceso es una forma de determinar los permisos de acceso apropiados a un determinado objeto, dependiendo de ciertos aspectos del proceso que hace el pedido.

Las ACLs permiten controlar el flujo del tráfico en equipos de redes, tales como routers y switches. Su principal objetivo es filtrar tráfico, permitiendo o negando el tráfico de red de acuerdo a alguna condición. Sin embargo, también tienen usos adicionales, como por ejemplo, distinguir "tráfico interesante" (tráfico suficientemente importante como para activar o mantener una conexión) en ISDN.

AES *Advanced Encryption Standard*, también conocido como Rijndael, es un esquema de cifrado por bloques adoptado como un estándar de cifrado por el gobierno de los Estados Unidos.

Banda ISM Banda Industrial, Científica y Médica, un conjunto de frecuencias radio centradas en los 2,4 Ghz que son de uso público libre en todo el mundo por dispositivos inalámbricos.

BER Es el número de bits o bloques incorrectamente recibidos con respecto al total de bits o bloques enviados durante un intervalo especificado de tiempo.

Brecha digital es una expresión que hace referencia a la diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen Acceso a las TIC y aquellas que no. Este término también hace referencia a las diferencias que hay entre grupos según su capacidad para utilizar las TIC de forma eficaz, debido a los distintos niveles de alfabetización y capacidad tecnológica. También se utiliza en ocasiones para señalar las diferencias entre aquellos grupos que tienen Acceso a contenidos digitales de calidad y aquellos que no.

Capa MAC La capa de Control de Acceso a Medios de una red - en otras palabras, la circuitería – habitualmente una tarjeta de acceso a red – que gestiona el acceso a la capa física de la red - típicamente el cable o fibra, o también un enlace inalámbrico.

CDMA Acceso Múltiple por División de Código. Es un estándar de transmisión que separa canales de voz usando tecnología de espectro ensanchado.

CEPAR Centro de estudio de población y desarrollo social Una ONG con dos décadas de experiencia en:

- Investigación demográfica y salud
- Informar y formar a líderes en población y salud reproductiva
- Analizar y promocionar políticas de salud
- Auspiciar redes de la sociedad civil para la salud
- Fomentar y debatir la salud pública en el Ecuador
- Con reconocimiento sectorial, regional e internacional por organismos y redes de salud pública y población en investigación, documentación, comunicación y formación.

CPE (Equipo Local del Cliente) es un equipo de telecomunicaciones usado tanto en interiores como en exteriores para originar, encaminar o terminar una comunicación. El equipo puede proveer una combinación de servicios incluyendo datos, voz, video y un host de aplicaciones multimedia interactivos.

Son unidades terminales asociadas a equipamientos de telecomunicaciones, localizadas en el lado del suscriptor y que se encuentran conectadas con el canal de comunicaciones del proveedor o portador de información. EL CPE trabaja en la frecuencia de los 2.5 MHz, normalmente puede tener un alcance diametral de varios kilómetros.

CONATEL Consejo Nacional de Telecomunicaciones, ente de administración y regulación de las telecomunicaciones en el país.

DHCP Protocolo para la configuración dinámica de direcciones. En un ambiente DHCP la asignación de direcciones IP es dinámica. Esto significa que una terminal no poseería una dirección IP definitiva y permanente. Un buen punto de apoyo para identificar sistemas de videoconferencia en DHCP es usar alias o números telefónicos.

Ethernet es un estándar de redes de computadoras de área local con acceso al medio por contienda CSMA/CD. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

FODETEL Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales.

GSM Sistema Global de Comunicaciones Móviles, la tecnología estándar de telefonía celular usada en Europa y la mayor parte de Asia y África.

HF (*High Frequency*), son las siglas utilizadas para referirse a la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 3 MHz a 30 MHz.

IEEE802.11 Estándar para formación de redes inalámbricas.

LAN una red de área local, red local o LAN (del inglés Local Area Network) es la interconexión de varios ordenadores y periféricos. Su extensión esta limitada físicamente a un edificio o a un entorno de hasta 200 metros. Su aplicación más extendida es la interconexión de ordenadores personales y estaciones de trabajo en oficinas, fábricas, etc., para compartir recursos e intercambiar datos y aplicaciones. En definitiva, permite que dos o más máquinas se comuniquen.

El término red local incluye tanto el hardware como el software necesario para la interconexión de los distintos dispositivos y el tratamiento de la información.

Linux Una versión de Unix escrita por Linus Torwalds que esta teniendo gran aceptación entre muchos desarrolladores, especialmente los sitios Web.

MAC Control de Acceso al medio. Un conjunto de reglas para mover datos de un medio físico a otro.

OFDM la Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, es una modulación que consiste en enviar un conjunto de portadoras de diferentes frecuencias donde cada una transporta información la cual es modulada en QAM o en PSK .

PCS Personal Communication Services

PTP Un procedimiento para establecer un enlace punto a punto usando el protocolo Internet (IP). Es el que suele encontrarse cuando se accede a un proveedor de servicio de Internet (ISP).

PMP Configuración de comunicación en donde varias terminales o estaciones se interconectan.

Red Mesh La topología en malla es una topología de red en la que cada nodo está conectado a todos los nodos. De esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos. Si la red de malla está completamente conectada, no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Cada servidor tiene sus propias conexiones con todos los demás servidores.

Redundancia un método para contrarrestar la perdida de paquete es duplicando la carga útil sin incrementar la cantidad de paquetes enviados.

Router Dispositivo que establece y localiza la mejor ruta entre dos redes, aun si existen varias redes intermedias. Al igual que los puentes, los sitios remotos se pueden conectar por medio de los ruteadores sobre redes dedicadas o líneas conmutadas para crear WANs.

Semi duplex se denomina semidúplex a un modo de intercambio de datos entre dos terminales, en la que la transmisión se lleva a cabo de manera alternativa. Esto es, mientras un terminal está transmitiendo el otro solo puede recibir y viceversa.

Spread spectrum el espectro ensanchado (también llamado espectro esparcido, espectro disperso, *spread spectrum* o SS) es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar.

Se puede concluir diciendo que todos los sistemas de espectro ensanchado satisfacen dos criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

SNMP Protocolo para Administración Simple de la Red. Un protocolo muy usado para el monitoreo y control de redes de datos y sus dispositivos.

SNT Secretaria Nacional de Telecomunicaciones ente encargado de la ejecución de las políticas de telecomunicaciones en el país.

Servidores Proxy Un servidor Proxy (algunas veces se hace referencia a el con el nombre de “gateway” – puerta de comunicación - o “ forwarder ”- agente de transporte -), es una aplicación que media en ele trafico que se produce entre una red protegida e Internet. Los proxies se utilizan a menudo, como sustitutos de routers controladores de tráfico, para prevenir el tráfico que pasa directamente entre las redes. Muchos proxies contienen logias auxiliares y soportan la autenticación de usuarios. Un Proxy debe entender el protocolo de la aplicación que esta siendo usada, aunque también pueden implementar protocolos específicos de seguridad (por ejemplo: un Proxy FTP puede ser configurado para permitir FTP entrante y bloquear FTP entrante). Los servidores Proxy, son

aplicaciones específicas. Un conjunto muy conocido de servidores Proxy son los TIS Internet Firewall Toolkit "FWTK", se incluyen proxies para Telnet, rlogin, FTP, X-Windows, http/Web, y NNTP/Usenet news. SOCKS es un sistema Proxy genérico que puede ser compilado en una aplicación cliente para hacerla trabajar a través de una Firewall.

Servidores Web son aquellos que suministran páginas Web a los navegadores (como por ejemplo, Netscape Navigator, Internet Explorer de Microsoft) que lo solicitan. En términos más técnicos, los servidores Web soportan el Protocolo de Transferencia de Hipertexto conocido por http (Hipertexto Transferí Protocol), el estándar de Internet para comunicaciones Web, usando HTTP, un servidor Web envía páginas Web en HTML y CGI, así como otros tipos de scripts a los navegadores o browsers cuando estos lo requieren. Cuando un usuario hace clic sobre un enlace (link) a una pagina Web, envía una solicitud al servidor Web para localizar los datos nombrados por ese enlace. El servidor Web recibe esta solicitud y suministra los datos que le han sido solicitados (una pagina HTML, un script interactivo, una pagina Web generada dinámicamente desde una base de datos) o bien devuelve un mensaje de error.

TIC Tecnologías de Información y comunicación

TCP Protocolo de Control de Transporte – se refiere a la capa por debajo de la IP que permite a los dispositivos conectados a Internet comunicarse y pasarse mensajes.

VHF (*Very High Frequency*), es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

VPN Es una red privada de ordenadores que usa Internet para conectar sus nodos PTP ha sido roto y no debería usarse donde la privacidad de los datos sea importante.

VSAT son las siglas de Terminal de Apertura Muy Pequeña. Designa un tipo de antena para comunicación de datos vía satélite y por extensión a las redes que se

sirven de ellas, normalmente para intercambio de información punto-punto, punto-multipunto (*broadcasting*) o interactiva.

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto (multi-path), que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a las atenuaciones selectivas en frecuencia y frente a las interferencias de RF.

WLAN Wireless Local Area Network es un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible, muy utilizado como alternativa a las redes LAN cableadas o como extensión de éstas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios al minimizar las conexiones cableadas. Las WLAN van adquiriendo importancia en muchos campos, como almacenes o para manufactura, en los que se transmite la información en tiempo real a una terminal central. También son muy populares en los hogares para compartir el acceso a Internet entre varias computadoras.

WPA Acceso Protegido Wi-Fi es un sistema para proteger las redes inalámbricas; creado para corregir las deficiencias del sistema previo WEP (*Wired Equivalent Privacy*). WPA adopta la autenticación de usuarios mediante el uso de un servidor, donde se almacenan las credenciales y contraseñas de los usuarios de la red. Para no obligar al uso de tal servidor para el despliegue de redes, WPA permite la autenticación mediante clave compartida ([PSK], *Pre-Shared Key*), que de un modo similar al WEP, requiere introducir la misma clave en todos los equipos de la red.

xDSL Bucle Digital de Abonado – una tecnología diseñada para proporcionar acceso a alta velocidad a Internet a través de las líneas telefónicas existentes sin que haga falta realizar una llamada ni interrumpir las llamadas en curso. Siempre activo, su forma mas común es las de DSL Asimétrico (ADSL), que proporciona un enlace de alta velocidad (hasta 2 Mbit/seg.) hacia el ordenador del usuario, aunque mas lento en sentido contrario.

Zona de Fresnel Se llama Zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°. Tanto en óptica como en comunicaciones por radio o

inalámbricas, la Zona de Fresnel es una zona de despeje adicional que hay que tener en consideración además de haber una visibilidad directa entre las dos antenas. Esto es debido a que toda la primera zona contribuye a la propagación de la onda. Por el contrario, la segunda zona tiene la fase invertida, de modo que su contribución es substractiva. En general, las zonas impares son positivas, mientras que las pares son negativas.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del proyecto

En el desarrollo de las competencias atribuidas por la ley, le compete a la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, recaudar los aportes de las empresas operadoras de telecomunicaciones destinados al Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano-marginales, FODETEL, quien tiene entre sus fines y objetivos el atender prioritariamente, las áreas rurales y urbanas marginales que no se encuentren servidas o tengan un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones.

FODETEL, es el organismo encargado de financiar programas y proyectos destinados a instaurar o mejorar el Acceso a los servicios de telecomunicaciones de los habitantes de las áreas rurales y urbanas marginales, que forman parte del Plan de Servicio Universal con miras a la universalización en la prestación de estos servicios para favorecer la integración nacional, mejorar el Acceso de la población al conocimiento y la información, coadyuvar con la prestación de los servicios de educación, salud y emergencias, así como ampliar las facilidades para el comercio y la producción.

Bajo esta situación se ha considerado al Cantón Cotacahi, como base del estudio y análisis del proyecto a desarrollar el mismo que se encuentra ubicado al

norte de Quito de la capital del Ecuador, en la Provincia de Imbabura, es el cantón más extenso de los seis que conforman la Provincia con una superficie de 1809 km² aproximadamente. Limita al norte con el Cantón Urcuquí; al sur con el Cantón Otavalo y la Provincia de Pichincha; al este con el Cantón Antonio Ante y al oeste con la Provincia de Esmeraldas.

Las necesidades básicas insatisfechas del cantón está alrededor del 77.69%, esto quiere decir que gran parte de la población no satisface sus necesidades básicas como son de vivienda cuyas características son inadecuadas paredes de lata, tela o cartón, plástico, piso de tierra con servicios inadecuados como son sin conexión a acueducto o tuberías, sin sanitarios; el hogar tienen una alta dependencia económica con el jefe familiar que no ha terminado su educación primaria o por lo menos haya aprobado los dos primeros años de educación, viviendas sin electricidad, los miembros de la familia se abastecen de agua entubada, vertientes o de lluvia.

A penas el 20.5 % del total de las viviendas cuentan con el servicio telefónico y el 37.96% de los niños que ingresan a la Entidad educativa terminan el nivel primario.

Por ésta razón los Gobiernos de turno hacen esfuerzos para reducir la población insatisfecha en sus necesidades básicas contribuyendo a mejorar la calidad de vida, atendiendo con proyectos sociales a los sectores mas vulnerables de la sociedad en aspectos de educación, salud, empleo, telecomunicaciones, crecimiento económico y otros campos directamente relacionados con la situación y calidad de vida de las personas.

Considerando lo mencionado sobresalen dos aspectos fundamentales: el Acceso a los medios y el uso que se den a éstos. En relación al primero, se

postula el Acceso universal como objetivo consistente con la equidad y la vigencia de los derechos humanos, especialmente el derecho a la igualdad, a la libertad de expresión y al Acceso a la información y el conocimiento, fundamentales para el desarrollo de una sociedad.

En cuanto a lo segundo, los esfuerzos que se realicen para procurar el Acceso de todos a Internet y las demás Tecnologías de Información y Comunicación TIC, no generarán los efectos deseados en el desarrollo sino se logra, al mismo tiempo, que las personas aprovechen, de manera práctica y real los aportes que pueden brindar éstas tecnologías mediante el uso efectivo y eficiente de éstos recursos mediante un adecuado sistema de capacitación, desarrollo del contenidos direccionado en especial al sector educativo de la sociedad.

Dado los antecedentes y la petición del Econ. Auki Tituaña Males alcalde del Ilustre Municipio del Cantón Cotacachi se pretende impulsar el proyecto “Diseño y estudio de una red de Acceso a Internet en 38 Unidades Educativas ubicadas en las parroquias de Imantag, Quiroga, San Francisco, El Sagrario del cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura”.

A continuación en la siguiente tabla se describe las parroquias y las escuelas que comprenden el proyecto que en total beneficiara a un total de 7614 alumnos y a sus respectivas parroquias.

Tabla 1.1 Escuelas Beneficiadas en el proyecto Piloto

	PARROQUIAS	ESCUELAS BENEFICIADAS
1	IMANTAG	MARCO HERRERA ESCALANTE (INDIGENA)
2	IMANTAG	JAIME RUBEN JARAMILLO
3	IMANTAG	PEDRO FERMIN CEVALLOS (PLANTEL CENTRAL)
4	IMANTAG	CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG
5	IMANTAG	PROVINCIA DE EL ORO (INDIGENA)
6	IMANTAG	MONS. BERNARDINO ECHEVERRIA (INDIGENA)
7	IMANTAG	ALEJO SAEZ (INDIGENA)
8	IMANTAG	ALBERTO MORENO ANDRADE (INDIGENA)
9	IMANTAG	HERNANDO DE MAGALLANES
10	QUIROGA	ANDRES AVELINO DE LA TORRE
11	QUIROGA	SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)
12	QUIROGA	ELOY PROAÑO
13	QUIROGA	LETICIA PROAÑO REYES
14	QUIROGA	28 DE JUNIO
15	QUIROGA	VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)
16	QUIROGA	CUICOCHA (INDIGENA)
17	QUIROGA	ALZAMORA Y PEÑAHERRERA
18	QUIROGA	LUIS COTARCO CEVALLOS
19	EL SAGRARIO	MARCO TULIO HIDROBO
20	10 DE AGOSTO (EL SAGRARIO)	JUAN FRANCISCO CEVALLOS
21	EL SAGRARIO	JUAN MORALES ELOY
22	EL SAGRARIO	SAN JACINTO
23	EL SAGRARIO	JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)
24	EL SAGRARIO	MARTIN GONZALEZ

	PARROQUIAS	ESCUELAS BENEFICIADAS
25	EL SAGRARIO	LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)
26	EL SAGRARIO	DR. TRAJANO NARANJO
27	EL SAGRARIO	NAZACOTA PUENTO
28	EL SAGRARIO	JOSE DOMINGO ALBUJA
29	SAN FRANCISCO	PICHINCHA (INDIGENA)
30	SAN FRANCISCO	ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)
31	SAN FRANCISCO	MIGUEL DE SERVANTES
32	SAN FRANCISCO	JOSÈ VASCONCELOS
33	EL SAGRARIO	LUIS URPIANO DE LA TORRE
34	EL SAGRARIO	ENTIDAD EDUCATIVASIN NOMBRE
35	EL SAGRARIO	6 DE JULIO
36	SAN FRANCISCO	MODESTO PEÑAHERRERA
37	SAN FRANCISCO	ORTENCIA YEPEZ TOBAR
38	SAN FRANCISCO	MANUELA CANIZARES

1.2 Análisis preliminar del cantón Cotacachi

El uso de estudios realizados por otras Instituciones, como el atlas digital del Cantón Cotacachi permite identificar la situación de la zona.

A continuación se muestran imágenes correspondientes del Atlas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, las cuales muestran parámetros como de viviendas con servicio eléctrico, planteles con sus respectivos profesores y estudiantes en las distintas parroquias de Cotacachi.

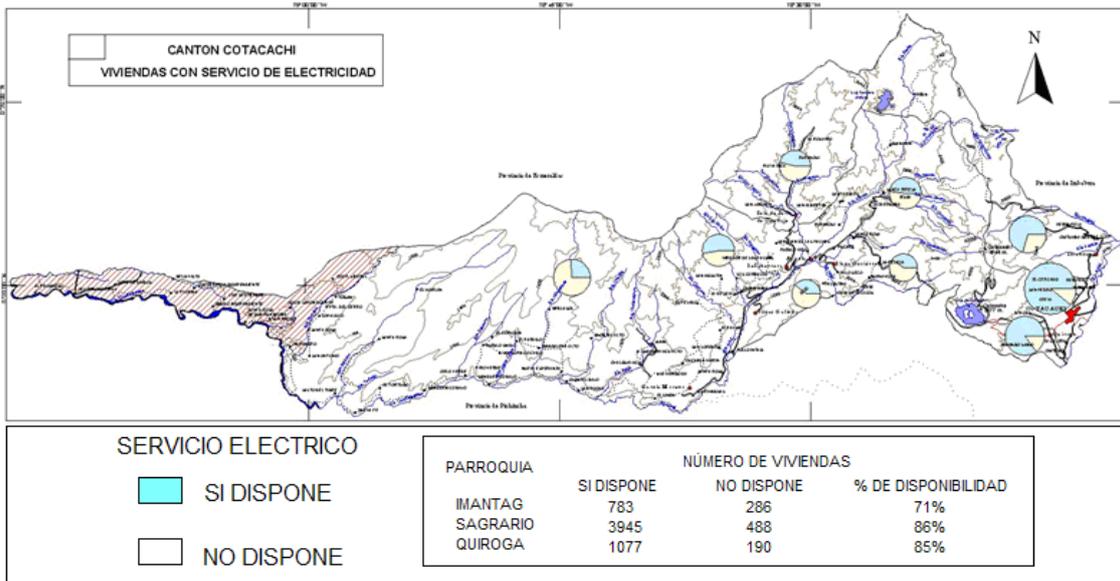


Figura 1.1. Viviendas con servicio eléctrico en el Cantón Cotacachi¹

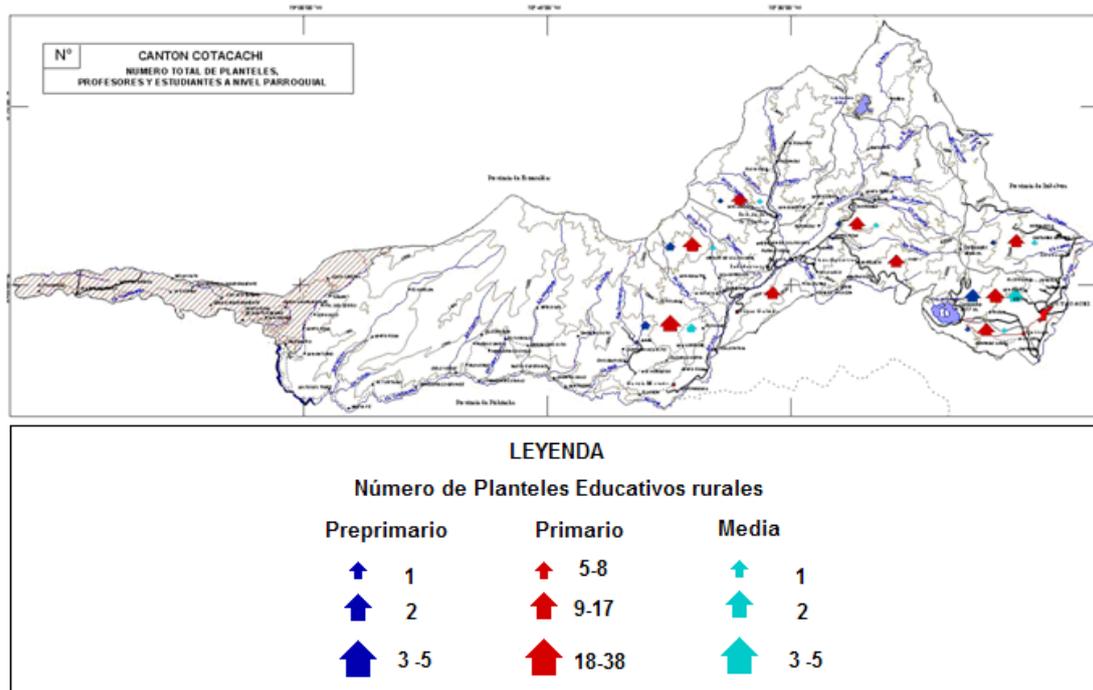


Figura 1.2. Planteles educativos en el Cantón Cotacachi²

¹ Fuente: Imagen tomada del Atlas de Cotacachi de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

² Fuente: Imagen tomada del Atlas de Cotacachi de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Las imágenes anteriormente mostradas son tomadas de un estudio realizado por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en el año 2002, con datos del último censo del Ecuador.

1.2.1 Aspectos Geográficos

Geografía. Los aspectos geográficos de este cantón son muy variados encontrándose alturas que están desde los 4.939 metros sobre el nivel del mar hasta los 1.600 m.s.n.m. en la zona de Nangulví y 200 m.s.n.m. en la parte más occidental correspondiente al recinto El Progreso. Las características topográficas y climáticas del Cantón permiten diferenciar claramente dos zonas: la Andina y la Subtropical. La zona Andina está ubicada en las faldas orientales del volcán Cotacachi, conformada por las parroquias urbanas San Francisco y El Sagrario y las parroquias rurales Imantag y Quiroga.

La zona Subtropical conocida como Intag se extiende desde la Cordillera Occidental de los Andes hasta el límite con la Provincia de Esmeraldas y Pichincha. Está conformada por las parroquias de Apuela, García Moreno, Peñaherrera, Cuellaje, Vacas Galindo y Plaza Gutiérrez.

Límites. El Cantón Cotacachi está en la Provincia de Imbabura, es el cantón más extenso de los seis que conforman la Provincia con una superficie de 1809 km² aproximadamente. Limita al norte con el Cantón Urcuquí; al sur con el Cantón Otavalo y la Provincia de Pichincha; al este con el Cantón Antonio Ante y al oeste con la Provincia de Esmeraldas. En el territorio subtropical de Cotacachi, al suroeste del Cantón, en la convergencia de las Provincias de Esmeraldas e Imbabura, existe una zona no delimitada denominado Recinto "Las Golondrinas".

Población. La población del Cantón según los Resultados Preliminares del VI Censo de Población y V de Vivienda realizado en el año 2.001 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), es de 37.254 habitantes (18.842 hombres y 18.412 mujeres), la población del área urbana es de 7.361 habitantes y

del área rural 29.893 habitantes; pertenecientes a las etnias: mestiza (35%), negra (5%) e indígena (60%).



Figura 1.3. Imagen del porcentaje de habitantes por sexo³



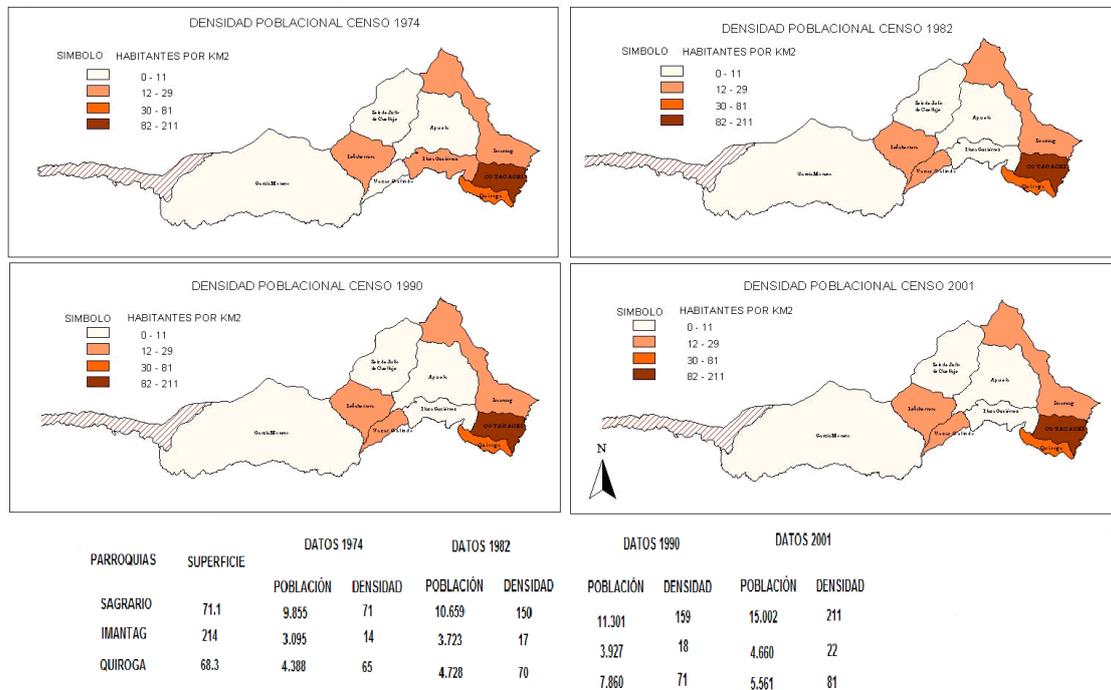
Figura 1.4. Imagen del porcentaje de habitantes por etnia⁴

La población de la zona Subtropical de Intag, asciende a 12.087 habitantes (32.4%), mientras que la población de las zonas Andina y Urbana asciende a 25.167 (67.6%). En la zona no delimitada, Recinto "Las Golondrinas", la población asciende a 4.050 habitantes (2.124 hombres, 1.926 mujeres). En cuanto a la distribución de la población por grupos de edad según las proyecciones del CEPAR-1997, el mayor porcentaje corresponde al grupo de 15 a 49 años (42.5%), mientras los menores de 1 año sólo representan el 3% del total de población.

³ Fuente: Imagen adquirida de www.cotacachi.gov.ec/htms/esp/ciudad/canton.htm

⁴ Fuente: Imagen adquirida de www.cotacachi.gov.ec/htms/esp/ciudad/canton.htm

A continuación se muestra una imagen con las distintas densidades poblacionales de acuerdo con los cuatro últimos censos



Fi

Figura 1.5. Densidades Poblacionales de acuerdo a los 4 últimos censos ⁵

Parroquias Urbanas y rurales. Desde un punto de vista administrativo, el cantón Cotacachi se divide en zonas:

- La zona andina: Con cuatro parroquias rurales y 43 comunidades.
- La zona urbana: Con diecisiete barrios.
- La zona subtropical de Intag: Con seis parroquias rurales y 75 comunidades.

La siguiente figura muestra al cantón Cotacachi con sus distintas parroquias

⁵ Fuente: Imagen tomada del Atlas de Cotacachi de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

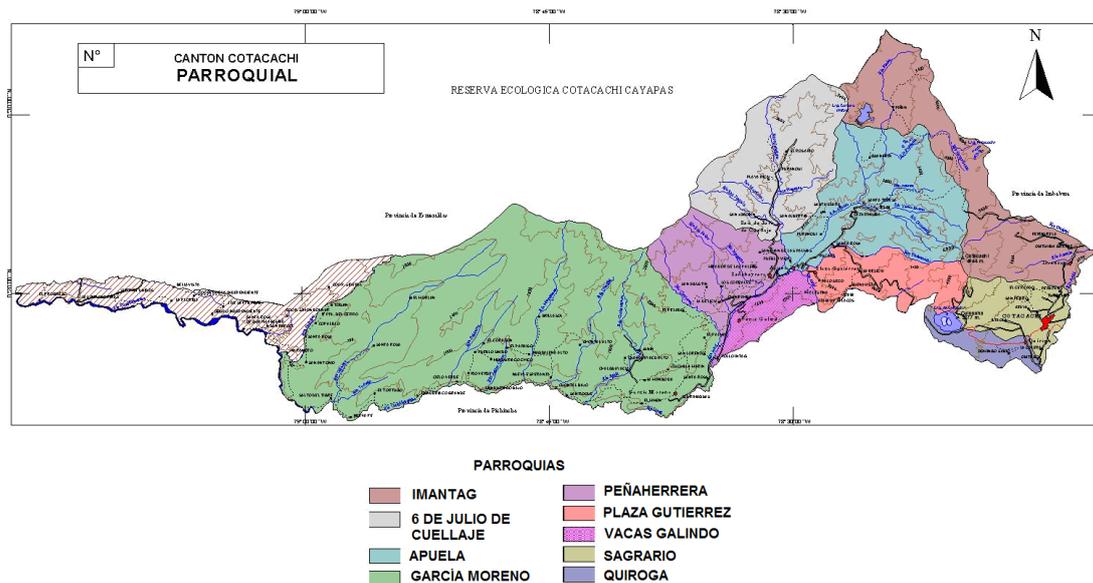


Figura 1.6. División Parroquial del Cantón Cotacachi⁶

Clima. En la parte Andina que comprenden las parroquias urbanas San Francisco y El Sagrario y las parroquias rurales Imantag y Quiroga. Su clima oscila entre 15 y 20 grados centígrados.

La zona Subtropical conocida como Intag que está conformada por las parroquias de Apuela, García Moreno, Peñaherrera, Cuellaje, Vacas Galindo y Plaza Gutiérrez. Su clima oscila entre 25 y 30 grados centígrados

Actividad Económica. Las actividades económicas más importantes y según el orden establecido son: Producción Agropecuaria, Manufacturera y Artesanal, Turística-Hotelera y comercial.

⁶ Fuente: Imagen tomada del Atlas de Cotacachi de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador

En los últimos años se está desarrollando la Producción Agroindustrial de flores, frutas y espárragos. Estos productos no tradicionales son destinados a la exportación.

1.3 Objetivos del proyecto

En esta sección se plantea el objetivo general del proyecto, así como los específicos.

1.3.1 Objetivos

Objetivo General del proyecto.

Diseñar una red, considerando los lineamientos del Plan de Servicio Universal, para contribuir con el desarrollo de las tecnologías de Información y Comunicación TIC a través del Acceso a Internet a las Unidades Educativas de escasos recursos económicos ubicadas en las parroquias de Imantag, Quiroga, El Sagrario y San Francisco del Cantón Cotacachi en la Provincia de Imbabura.

Objetivos Específicos

- Adquirir conocimientos técnicos en el campo de las telecomunicaciones, en especial referentes redes y trabajo de campo
- Realizar un estudio de campo de las parroquias Imantag, Quiroga, San Francisco y El Sagrario.
- Hacer un estudio de tráfico y dimensionamiento de las redes de conectividad para las parroquias anteriormente mencionadas.

- Diseñar una red que dote de conectividad a Internet a 38 escuelas rurales con una diversidad de situaciones del cantón Cotacachi.
- Buscar la tecnología mas adecuada para satisfacer las necesidades de las Parroquias del Cantón Cotacachi
- Simular las zonas de cobertura con software apropiado.
- Analizar el marco regulatorio de las Telecomunicaciones que rige en el Ecuador.
- Proceder a un análisis de costos para determinar la factibilidad de la red.

1.4 Justificación del proyecto

Este proyecto está ideado para satisfacer demandas sociales de las parroquias Imantag, Quiroga, El Sagrario, San Francisco del Cantón Cotacachi, por lo que una condición esperable es que los beneficiarios de la ejecución del mismo sean numerosos y diversos. En principio, es posible prever que el proyecto de conectividad y Acceso a Internet a través de las Unidades Educativas beneficiaría directa o indirectamente a los siguientes segmentos:

- Directamente los alumnos y profesores de los colegios intervenidos, e indirectamente (perspectiva futura) los de toda la red de colegios y de los centros sociales de toda la comuna.
- Las familias de los estudiantes de los colegios y trabajadores y habitantes del entorno, ya que también podrán recibir educación en el uso de tecnologías de comunicación. A la vez, los niños se convierten en agentes mediadores que trasladarán la información, cultura y conocimientos hacia su entorno adulto
- En definitiva, toda la comunidad que directa o indirectamente pueda resultar vinculada a la actividad en tanto los establecimientos objeto de la intervención (escuelas rurales) constituyen espacios que son utilizados por

las comunidades para diversos fines tales como reuniones de juntas de vecinos, centros de madres, sindicatos de trabajadores, etc. Asimismo estas escuelas son habilitadas como sedes temporales para actividades organizadas por servicios públicos como campañas de vacunaciones, capacitaciones y visitas de las autoridades. Al contar con Acceso a Internet cada Entidad educativa se convierte en un telecentro de Acceso abierto a información para todo el que lo necesite (hecho que debe ser asegurado por el proyecto a través del compromiso de las autoridades pertinentes).

El equipamiento e infraestructura de telecomunicaciones al servicio de una comunidad incorpora beneficios a corto y a largo plazo, psicología comunitaria (los habitantes se sentirán más integrados y preparados para el desarrollo en el mundo moderno) e incluso se pueden derivar consecuencias positivas de carácter económico al integrar herramientas que permitirán al sector productivo de la población abrirse a una dinámica comercial y laboral que hasta el momento les ha estado vetada para encontrarse inmersos en un aislamiento desfavorable.

Indirectamente la realización de este proyecto fortalece las relaciones ESPE-CONATEL y la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, a través de su Plan de Servicio Universal, ejecutado con el Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales, FODETEL, tanto institucionalmente como para la realización de otros proyectos de cooperación en un futuro. Además este proyecto aporta mucho en mi experiencia en las telecomunicaciones rurales.

Por todo lo anterior es posible considerar que la realización del proyecto de cooperación en general, incluyendo este proyecto de grado, está justificada como un aporte con un impacto positivo y diverso.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Identificación de las alternativas tecnológicas de conectividad.

En este Capítulo se pretende guiar al lector en una revisión de tecnologías de conectividad, se muestra una perspectiva de las telecomunicaciones rurales en nuestro país y la selección del software que se utilizara para el diseño de la red.

La necesidad de cumplir con los objetivos planteados anteriormente en el Capítulo 1, conducen a tomar muchos parámetros en cuenta para identificar las alternativas tecnológicas de conectividad:

- La red debe ser de alta disponibilidad.
- Debe poseer redundancia.
- Facilidad de instalación, administración y de mantenimiento.
- La utilización de estándares del mercado de las telecomunicaciones.
- La tecnología usada debe ser de punta (última generación).
- Que tenga la capacidad de aumentar su capacidad, que no involucre cambios bruscos de equipos.
- Que funcione correctamente en climas adversos.
- Que la red brinde seguridad en la transmisión.
- Que los costos de los equipos, servicios y costos operacionales sean sustentables

Dado estos aspectos fundamentales que debe poseer la red, se procedió a realizar un análisis de las ventajas y desventajas de las siguientes alternativas tecnológicas.

Enlaces de voz y datos en HF y VHF. Las bandas de radio HF y VHF, ampliamente utilizadas para las comunicaciones de voz semi-dúplex, pueden ser aprovechadas también para comunicaciones de datos hasta 17kbps; se ha trabajado en los últimos años para llevar al máximo la velocidad, la calidad y la robustez de los enlaces de datos sobre radios de voz en estas bandas, así como para conseguirlo con equipamiento de bajo costo. Una ventaja de estas tecnologías es que funcionan sin línea de vista entre los equipos terminales, y permiten comunicaciones con puntos donde nada más es factible por su aislamiento en términos de lejanía y condiciones topográficas. No obstante, presentan numerosos inconvenientes:

- La comunicación de datos es muy lenta.
- La comunicación de voz y datos no pueden producirse simultáneamente.
- Los equipos de transmisión consumen mucho.
- La voz semi-dúplex es difícil de adaptar a la red telefónica.
- Se necesita operar en frecuencias para las cuales hay que obtener una licencia, aumentando el coste y disminuyendo la escalabilidad.
- La probabilidad de colisión de paquetes es muy grande ya que el tiempo de conmutación de la radio semiduplex es grande y en ese tiempo no es posible escuchar.

Enlaces a través de ADSL. ADSL (Línea de Suscripción Digital Asimétrica) es una tecnología de la familia xDSL (Línea de Suscripción Digital) que transforma

las líneas telefónicas convencionales cableadas en líneas de alta velocidad digitales.

Ventajas:

- Calidad.
- Conexión dedicada sin interrupciones.
- Acceso múltiple de las aplicaciones de voz y datos.
- Estabilidad de los costos de operación de la red durante un largo periodo de tiempo.
- Amplia disponibilidad de soporte técnico.

Inconvenientes:

- Es una tecnología muy poco extendida para zonas rurales (no hay cable).
- Costo elevado si se utiliza como tecnología única.

Enlaces a través de satélite. Se trata de un enlace directo con un satélite espacial, utilizando estaciones VSAT, desde el cuál se centraliza la comunicación con Internet y los servicios ofrecidos.

Ventajas:

- Servicio independiente de la distancia.
- Cobertura global e inmediata.
- Fácil y rápida implantación en lugares de difícil Acceso.
- Facilidad de reconfiguración y de ampliación de la red.
- Estabilidad de los costos de operación de la red durante un largo periodo de tiempo.

Inconvenientes:

- Las inversiones iniciales son elevadas.
- El costo de operación es elevado.
- El punto más crítico de la red está en el satélite. Si éste cae, toda la red cae con él.
- Es sensible a interferencias provenientes tanto de la tierra como del espacio.

Enlaces a través WiMAX. Proviene del acrónimo en inglés (Worldwide Interoperability for Microwave Access), esta tecnología permite desarrollar redes de acceso y transporte inalámbrico, su estándar de la IEEE es el 802.16. Esta tecnología usa ondas de radio de una forma similar a como lo hace la tecnología WiFi, pero está diseñada para cubrir áreas mucho más extensas y alcanzar mayores velocidades.

Ventajas:

- Gran area de cobertura.
- Baja tasa de errores.
- Tecnología con estándar ampliamente conocido y fácil de configurar.
- Bajo consumo de potencia.
- *Hardware* fácilmente integrable en un sistema impermeable que soporte condiciones meteorológicas adversas.
- Fácil instalación.

Inconvenientes:

- Costos altos para la implementación de Infraestructura.
- Frecuencia de 2.5 GHz, 3,5GHz (necesitan licencia) y en banda libre de 5,8 GHz.

Enlaces inalámbricos Wi-Fi (*Wireless Fidelity*). El éxito de Wi-Fi en todos los ámbitos ha dado lugar a una gran cantidad de productos en el mercado, a precios extremadamente bajos y mucha flexibilidad de uso en combinación con desarrollos de software abierto.

En concreto son los equipos preparados para el IEEE802.11 **b y g** los que más se ajustarían a las necesidades de este proyecto, sobretodo por la frecuencia de trabajo libre (2,4GHz), por su costo, y porque se pueden realizar enlaces de muchas decenas de kilómetros.

- Su mayor inconveniente es la necesidad de que no haya obstáculo alguno entre los puntos a comunicar, algo muy caro de conseguir en montaña y selva.

En estos tipos de enlaces podemos encontrar:

- Enlaces de Espectro Ensanchado (*Spread Spectrum*).
- Enlaces OFDM, Modulación por división de Frecuencia Ortogonal.

Los equipos que usan las bandas libres autorizadas por el Estado Ecuatoriano en la Resolución N° 417-15-CONATEL-2005, son las siguientes:

- 902 - 928 Mhz
- 2400 - 2483.4 Mhz
- 5150 - 5250 Mhz
- 5470 - 5725 Mhz
- 5725 - 5850 Mhz

Resumen de Wi-Fi.

Ventajas:

- Uso de frecuencias sin licencia de las bandas ISM 2.4 / 5.8GHz con ciertas limitaciones de potencia.
- Gran ancho de banda y velocidad de transferencia elevada, en torno a los 11 Mbps.
- Baja tasa de errores.
- Tecnología con estándar ampliamente conocido y fácil de configurar.
- Esto favorece los bajos costos de los equipos, por su uso habitual.
- Bajo consumo de potencia.
- Flexibilidad: un nodo puede adherirse a la red si puede ver a uno de los nodos vecinos (las zonas rurales aisladas normalmente no siguen una distribución geométrica ordenada alrededor de un punto central).
- *Hardware* fácilmente integrable en un sistema impermeable que soporte condiciones meteorológicas adversas.
- Fácil instalación.

Inconvenientes:

- Requiere línea de vista directa.

De esta manera, por sus características técnicas y bajo costo, la tecnología IEEE802.11 (WiFi) representa una solución robusta con muchas ventajas y es una de las la opciones para dotar de conectividad a localidades rurales o urbano marginales, como las entidades de Cotacachi.

Enlaces Microondas Punto a Punto o Punto a Multipunto, permitiendo usar bandas licenciadas por el Estado Ecuatoriano, es decir cualquier otra frecuencia diferente a las bandas libres pagaran un rubro mensual a la CONATEL por la asignación de la misma.

Enlaces usando tecnología Celular:

- GSM
- CDMA
- PCS

Todas las tecnologías celulares mencionadas anteriormente, pueden transmitir datos de manera adecuada para el proyecto, pero lamentablemente son tecnologías costosas y necesitan una concesión, a continuación se ofrece una breve reseña de la tecnología CDMA 450.

CDMA450

Hace referencia a la tecnología CDMA2000 en las bandas de 450-470MHz. Posee todas las ventajas de los sistemas CDMA2000 1x, pero a esto se le añade la facilidad de propagación de la onda de 450MHz. Como se sabe, cuanto menor es la frecuencia, mayor es la longitud de onda y esto hace que tenga un menor desvanecimiento en la distancia y se aproveche más el fenómeno de reflexión, por lo que CDMA450 tendrá una mayor cobertura por celda.

Tabla 2.1. Comparación de cobertura Vs. Frecuencia Fuente IA450

Frecuencia Mhz	Radio de Celda km	Área de celda Km²	Celdas Necesarias para cobertura equivalente
450	48,9	7521	1
850	29,4	2712	2,8
1900	13,3	553	13,6
2500	10	312	24,1

Esta ventaja de propagación hace que el CDMA450 sea una tecnología ideal para áreas rurales, donde la población esta más dispersa que en áreas urbanas,

lo que hace que el tráfico soportado por una celda no sea el gran limitante en el tamaño de esta, como ocurre en las áreas urbanas donde se tiene grandes poblaciones concentradas en algunos lugares.

Lo que resalta en estas tecnologías es el concepto de la movilidad, que es una gran ventaja ante otras, cabe indicar que hay celdas de Acceso en casi todo el país, implementadas por las empresas que brindan el servicio celular, pero no todas las celdas permiten transmitir datos, afortunadamente este inconveniente es reversible.

Lamentablemente esta tecnología, necesita de una licencia de explotación, las cuales son subastadas por el estado Ecuatoriano, lo que la convierte en una tecnología muy difícil de acceder, por sus costos de concesión y por que los costos sobrepasan a otras tecnologías más factibles de implementar.

Para el desarrollo de CDMA450 se ha creado una organización internacional llamada: International Association CDMA450 **IA 450**⁷

2.2 Telecomunicaciones Rurales en el País

Las zonas rurales aisladas de países en desarrollo son el contexto vital de más de la mitad de la población mundial, pese a lo cual es generalizada su casi total carencia de infraestructuras de comunicación y Acceso a la información. La pretensión de dotar a estas zonas de conectividad a redes de voz y datos ha sido en los últimos años una preocupación del mayor orden en el sistema de Naciones Unidas y demás organismos internacionales multilaterales, ya que en algunos casos se puede considerar un servicio básico, y en todos es un sustrato de gran

⁷ www.450world.org International Association CDMA450 **IA 450**

importancia para el desarrollo y la promoción humana. Esta situación, además, no tiene visos de cambiar ya que en muchas de esas regiones no resulta viable desplegar redes de operador debido al bajo poder adquisitivo de sus habitantes, la baja densidad de la población, la disponibilidad limitada de alimentación eléctrica, y multitud de otros problemas relacionados con la Accesibilidad, la seguridad, etc.

Hay por lo tanto un importante desafío en encontrar tecnologías apropiadas de bajo costo para la conexión a Internet, desde lugares con estas características.

En un escenario rural aislado de un país de desarrollo como es el caso del Ecuador, encontramos las siguientes variables de contorno:

- Distancias largas de varias decenas de kilómetros entre los establecimientos públicos (salud, educación, etcétera).
- Inexistencia de una infraestructura de comunicaciones que permita desplazarse de forma rápida y Accesible a los distintos puntos de la red.
- Ausencia (o muy mala calidad) de una instalación eléctrica en aquellas zonas rurales más aisladas.
- Escasez y alto coste de personal técnico cualificado.

La experiencia que organizaciones como la FODETEL poseen en entornos rurales y apartados, sumado al conocimiento que especialistas del área de trabajo social poseen sobre la manera de intervenir espacios humanos y entornos tan distintos del ámbito urbano al que estamos acostumbrados resulta fundamental de aprovechar para el éxito de una iniciativa como la que plantea este proyecto. El desconocimiento de factores humanos, culturales y metodológicos más allá de lo meramente técnico puede ser determinante para la eficacia y positivo impacto de una intervención tecnológica que sin el control de estos factores puede quedar

reducida a un mal uso de recursos o en el mejor de los casos a un costoso experimento de aplicación en terreno.

2.3 Descripción del software de simulación Radio Mobile.

Con el objetivo de establecer una aproximación inicial del comportamiento y factibilidad de la red proyectada, se recurre a la utilización del *software* de simulación de radioenlaces denominado Radio Mobile. Este apartado no pretende ser una guía de manejo de Radio Mobile, sino que únicamente se describirán aspectos relevantes, así como la metodología utilizada en la simulación además de los resultados que arroja finalmente esta herramienta y cómo deben ser interpretados e incorporados al diseño real.

2.3.1 Origen del Software

Radio Mobile es un software de simulación de radioenlaces desarrollado por Roger Coudé con la finalidad de experimentación para radio aficionados y usos humanitarios. No fue prevista para el uso comercial pero tampoco se encuentra restringido en este aspecto y por lo tanto, es de libre uso.

El software se basa en la utilización del modelo de terreno irregular de Longley-Rice o también denominado *ITM Irregular Terrain Model* el cual fue desarrollado en el *Institute for Telecommunications Sciences* (ITS). Es conveniente realizar una breve descripción del modelo, para entender las bases teóricas.

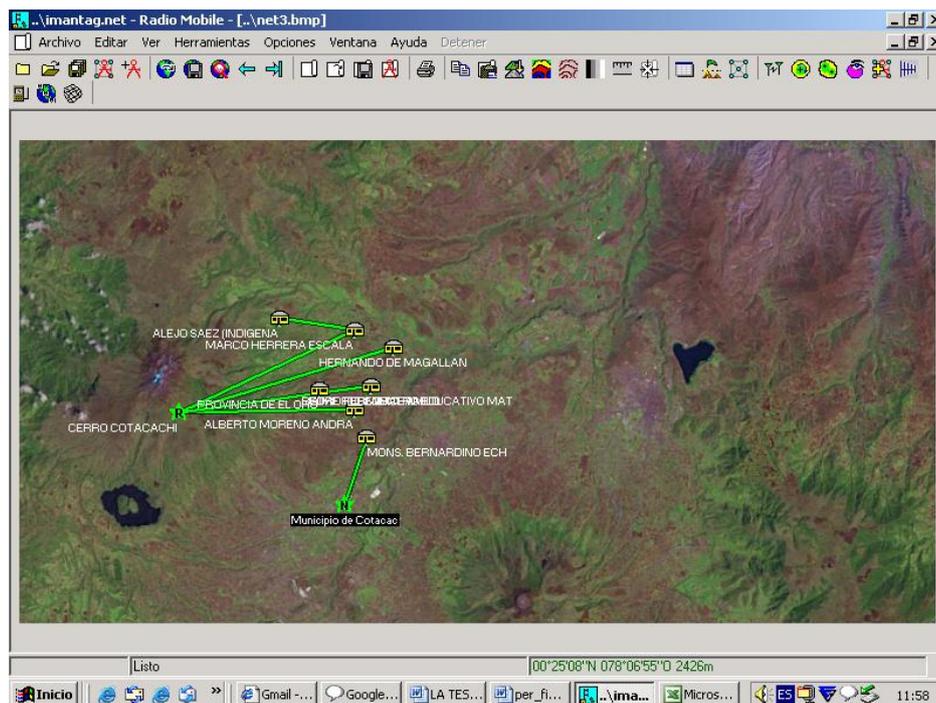


Figura 2.1. Pantalla principal del software Radio Mobile

Descripción del ITM Irregular Terrain Model. El modelo original de Longley-Rice es un modelo de radio propagación Algorítmico de propósito general cuyo rango operación en frecuencia está comprendido entre los 20MHz y los 20GHz. El modelo ITM está basado en la teoría electromagnética, análisis estadísticos de las características de terreno y mediciones de radio. Entrega como resultado el valor medio de la atenuación de la señal de radio como una función de la distancia y la variabilidad de la señal en el tiempo y espacio, permitiendo estimar las características de recepción de la señal necesarias en un radio enlace determinado sobre terreno irregular.

El modelo original fue escrito en forma de algoritmo de tal manera de facilitar la programación de software de procesamiento de datos. El software puede utilizar las bases de datos de elevación de terrenos GLOBE (*Global Land One-km Base Elevation*) y WOTL (*Worldwide Topographical Loader*).

¿Porqué Radio Mobile?

Por una serie de características que lo hacen más aconsejable para el entorno del proyecto. Una importante característica, es la compatibilidad con las bases de datos de elevación de terreno SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), DTED (*Digital Terrain Elevation Data*), GTOPO30 (*Global Topography Data 30km*), GLOBE (*Global Land One-km Base Elevation*) y BIL (*Band Interleave by Line*). Se escogió trabajar con los mapas de tipo SRTM, por ser los que ofrecen mayor resolución (cuadros de 90 metros cuadrados) en la información del relieve de los terrenos bajo estudio. Otra de las características importantes que diferencia a Radio Mobile es la flexibilidad a la hora de configurar la simulación, como por ejemplo la definición de varias estaciones transmisoras y receptoras de distintas características, o los distintos modos de simulación (punto a punto, área de cobertura, selección del 'mejor punto de cobertura' una vez introducidos los nodos a cubrir, entre otras propiedades).

Introducción a la simulación efectuada. Es sumamente importante presentar el procedimiento necesario para llevar a cabo la simulación de enlaces. Para efectuar la simulación son necesarios ciertos datos:

- Coordenadas y elevación de todos los puntos de red.
- Características radio. Estas son: altura de la antena, ganancia de la antena, pérdidas del cable y conectores, potencia de transmisión, frecuencia de operación y sensibilidad del receptor.
- Parámetros iniciales del modelo ITM.

Y posteriormente se realizarán las siguientes tareas:

- Definir la *topología* de las redes, las *unidades* de red.
- Asociar los *miembros* de cada red.

- Obtener el *mapa* y los datos de elevación del terreno. Esta tarea se puede realizar a través del software Radio Mobile, que descarga los archivos de Internet.

Finalmente se ejecuta la simulación, obteniéndose los resultados en forma de mapas y figuras con información numérica.

CAPITULO III

ESTUDIO DE DEMANDA

3.1 Requerimientos de Servicios

Lo que hoy es el cantón Cotacachi está caracterizado por el cambio entre tiempos de desarrollo económico próspero, creando muchas esperanzas de salir del relativo aislamiento, y épocas de recesos en los cuales la economía comunal se limitaba sobre todo a la producción de subsistencia. Producto de su marginalidad geográfica, condiciones topográficas y deficiente infraestructura vial, ha participado en forma tardía en los avances tecnológicos de uso público, y se ha visto relegada como consecuencia a la explotación básica de los recursos naturales.

Hablamos de un lugar con un amplio segmento de su población activa en términos económicos, tiende al envejecimiento, lo que se explica por migraciones de población joven en busca de oportunidades que en este territorio no encuentran. La migración campo-ciudad es un fenómeno que responde principalmente a que los jóvenes no visualizan oportunidades de desarrollarse en el mundo rural, lo que se asocia a la brecha existente entre éste y lo urbano. No obstante, la zona geográfica donde se encuentra enmarcada el Cantón, en particular se presenta como un territorio fértil, que reúne condiciones asociadas a la disponibilidad de recursos para conservar a sus habitantes en función de una visión compartida del desarrollo del Cantón Cotacachi a futuro.

Una de las características de este territorio es la fragmentación y baja conectividad, hecho que justamente se explica, en parte, por la escasa presencia de vías de comunicación. Sin embargo, las principales zonas donde se concentra la población están conectadas por carretera y teléfono, si bien de mala calidad.

El Cantón Cotacachi en relación a los indicadores de SIISE⁸ (Sistema integrado de Indicadores del Ecuador), señala al cantón como un sector que presenta algunas deficiencias con respecto a otras localidades en la región, esto se lo puede observar en el anexo 1.

En el ámbito de las telecomunicaciones, la dotación de servicios comienza a crecer de manera discreta, desde hace unos cuantos años el Cantón Cotacachi cuenta con antenas de telefonía celular, siendo esta la alternativa de comunicación masiva para sus habitantes.

Dada la escasez de conectividad y de educación adecuada, los habitantes del cantón Cotacachi se ven actualmente al lado perdedor de la Brecha Digital, ya que su nivel de alfabetización digital es nulo (muy pocas personas conocen las tecnologías de la información y de comunicaciones).

3.1.1 Determinación de las características Geográficas más importantes de los Sitios de Asentamiento de los Centros Educativos.

Durante las visitas de campo realizadas a los distintos centros educativos de las parroquias de Quiroga, Imantag, San Francisco y el Sagrario del Cantón Cotacachi, aparecen algunos objetivos, que permitirá conocer mejor la infraestructura y la situación geográfica del sector.

Los objetivos establecidos de las visitas de campo son:

⁸ SIISE Sistema integrado de Indicadores del Ecuador

- Verificar la infraestructura educativa, tipo de construcción, altura de la misma, servicios básicos, vegetación que la rodea ,entre otros
- Encontrar la mejor vía para establecer una infraestructura de telecomunicaciones para la conectividad de los centros educativos.
- Localizar los principales accidentes geográficos que rodea los centros educativos.

En el anexo 2 se puede constatar el levantamiento de información que se realizo en el estudio de campo de los centros beneficiados.

Observaciones de este trabajo.

Luego de haber realizado el levantamiento de información, se puede realizar las siguientes observaciones en la infraestructura y el entorno geográfico de los centros educativos.

- Casi en su totalidad las escuelas visitadas tenían instalaciones eléctricas.
- La mayoría se encuentran en situaciones geográficas difíciles.
- Es fundamental realizar adecuaciones para colocar infraestructura de telecomunicaciones, en casi la totalidad de centros.
- Las Escuelas ubicadas a las cercanías del Municipio del Cantón Cotacachi tendrán conectividad por medio del Nodo central, que estará instalado en el mismo edificio del Municipio, mientras en las otras escuelas alejadas de este, se utilizaran cerros cercanos, tales como el Cerro Cotacachi y Cerro Blanco, para dar conectividad a los centros faltantes.
- Entender como cerro aquel que posee infraestructura de telecomunicaciones necesaria, al que tiene caminos de Acceso hasta la cumbre, que ya tiene otras torres y antenas instaladas de algún otro

operador de telecomunicaciones, que posea energía eléctrica a través de alguna acometida, entre otros puntos destacables.

3.2 Ubicación Geográfica y Georefenciada de las Unidades Educativas.

A continuación en la siguiente tabla se muestra los centros educativos con sus respectivas coordenadas geográficas, adquiridas en el viaje de reconocimiento de campo y obtención de información realizada por parte del autor y un grupo de la Dirección general de la FODETEL. Véase las fotografías en el Anexo 3.

Tabla 3.1 Coordenadas GPS de los puntos de red involucrados en la simulación

	PARROQUIAS	ESCUELAS BENEFICIADAS	LONGITUD	LATITUD
1	IMANTAG	MARCO HERRERA ESCALANTE (INDIGENA)	-78,257583	0,3847222
2	IMANTAG	JAIME RUBEN JARAMILLO	- 78,27278	0,3386355
3	IMANTAG	PEDRO FERMIN CEVALLOS (PLANTEL CENTRAL)	-78,249861	0,3587222
4	IMANTAG	CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG	-78,27394	0,3569167
5	IMANTAG	PROVINCIA DE EL ORO (INDIGENA)	-78,273944	0,35691667
6	IMANTAG	MONS. BERNARDINO ECHEVERRIA (INDIGENA)	-78,251800	0,3345000
7	IMANTAG	ALEJO SAEZ (INDIGENA)	-78,292333	0,3902500
8	IMANTAG	ALBERTO MORENO ANDRADE (INDIGENA)	-78,2576670	0,3476111
9	IMANTAG	HERNANDO DE MAGALLANES	-78,2393611	0,3762222
10	QUIROGA	ANDRES AVELINO DE LA TORRE	-78,27845	0,2783877

	PARROQUIAS	ESCUELAS BENEFICIADAS	LONGITUD	LATITUD
11	QUIROGA	SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)	-78,31411	0,2634722
12	QUIROGA	ELOY PROAÑO	-78,28461	0,2825833
13	QUIROGA	LETICIA PROAÑO REYES	-78,30106	0,2760278
14	QUIROGA	28 DE JUNIO	-78,28408	0,2783877
15	QUIROGA	VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)	-78,353583	0,2831944
16	QUIROGA	CUICOCHA (INDIGENA)	-78,374861	0,2972778
17	QUIROGA	ALZAMORA Y PEÑAHERRERA	-78,30047	0,2712222
18	QUIROGA	LUIS COTARCO CEVALLOS	-78,29017	0,2804175
19	EL SAGRARIO	MARCO TULIO HIDROBO	-78,2872220	0,30755556
20	10 DE AGOSTO (EL SAGRARIO)	JUAN FRANCISCO CEVALLOS	-78,26469440	0,297055556
21	EL SAGRARIO	JUAN MORALES ELOY	-78,28286110	0,317166667
22	EL SAGRARIO	SAN JACINTO	-78,27688890	0,334222222
23	EL SAGRARIO	JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)	-78,3031110	0,30355556
24	EL SAGRARIO	MARTIN GONZALEZ	-78,24677780	0,32375000
25	EL SAGRARIO	LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)	-78,25533330	0,31461111
26	EL SAGRARIO	DR. TRAJANO NARANJO	-78,26569440	0,307694444
27	EL SAGRARIO	NAZACOTA PUENTO	-78,2820550	0,324083333
28	EL SAGRARIO	JOSE DOMINGO ALBUJA	-78,26261110	0,32375000
29	SAN FRANCISCO	PICHINCHA (INDIGENA)	-78,31166670	0,28944444
30	SAN FRANCISCO	ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)	-78,29122220	0,295027778
31	SAN FRANCISCO	MIGUEL DE SERVANTES	-78,28255560	0,297111111

	PARROQUIAS	ESCUELAS BENEFICIADAS	LONGITUD	LATITUD
32	SAN FRANCISCO	JOSÈ VASCONCELOS	-78,27030560	0,27658333
33	EL SAGRARIO	LUIS URPIANO DE LA TORRE	-78,26205560	0,30266667
34	EL SAGRARIO	ENTIDAD EDUCATIVA SIN NOMBRE	-78,2859	0,2996026
35	EL SAGRARIO	6 DE JULIO	-78,2629440	0,300000
36	SAN FRANCISCO	MODESTO PEÑAHERRERA	-78,26700000	0,297333333
37	SAN FRANCISCO	ORTENCIA YEPEZ TOBAR	-78,27763890	0,292472222
38	SAN FRANCISCO	MANUELA CANIZARES	-78,267194440	0,296027778
39	EL SAGRARIO	MUNICIPIO DE COTACACHI	-78,26248	0,3027361

Gracias a la obtención de las coordenadas geográficas de los centros educativos y con ayuda del software ARCGIS, se procedió a ubicar dichos centros en el mapa digital del Cantón Cotacachi, como se puede observar en la siguiente figura.

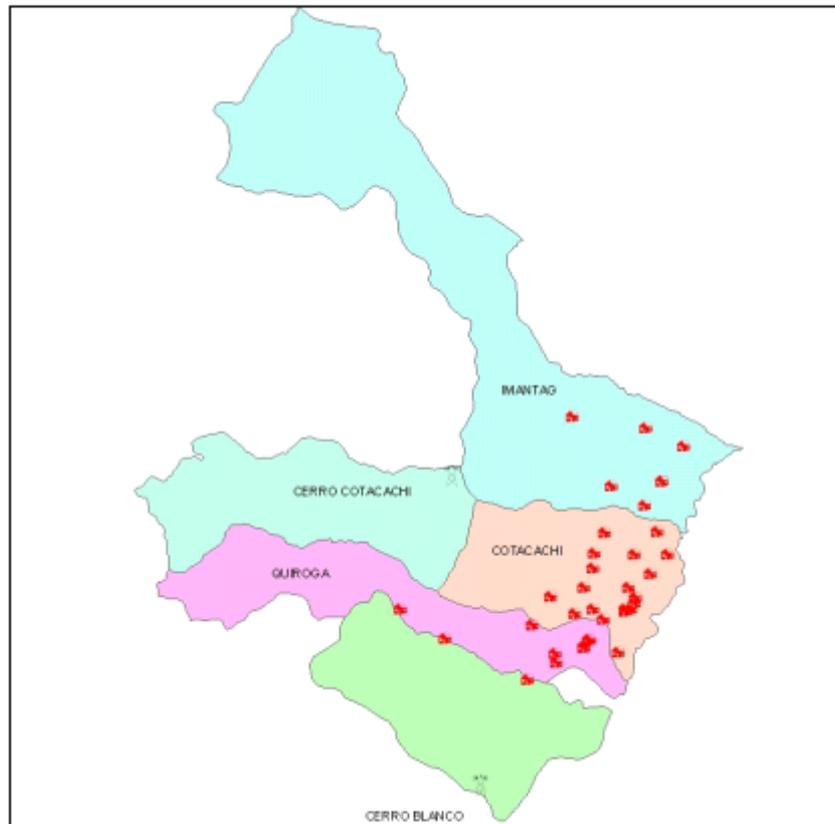


Figura 3.1. Ubicación de las estaciones repetidoras y de las escuelas beneficiarias del proyecto de conectividad en Cotacachi.

3.2.1 Identificación de Probables sitios de Repetición de Señales Radioeléctricas.

Basados de la información de los “cerros y repetidoras” de Imbabura, otorgada por la Dirección General de la Gestión del Espectro radioeléctrico de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, se toman en cuenta los cerros mas próximos de la zona geográfica del proyecto, los cuales son:

Tabla 3.2 Posibles repetidoras en cerros importantes, con su respectiva altura, longitud y latitud.

NOMBRE	PROVINCIA	CANTÓN	ALTURA	LONGITUD	LATITUD
CERRO COTACACHI	IMBABURA	COTACACHI	4014,5	-78,33889	0,3461111
CERRO BLANCO	IMBABURA	COTACACHI	3487,5	-78,33833	0,2091667

En la tabla se puede observar los posibles puntos de repetición en cerros importantes, que poseen estructuras de telecomunicaciones e instalaciones eléctricas.

Infraestructura Existente de Operadores en la Zona de Influencia. Se corroboró la presencia de varias operadoras, con infraestructura en el Cerro Cotacachi y el Sagrario, los cuales son esenciales para el diseño de la red, luego de obtener la información del levantamiento realizado por la Dirección General de Gestión del Espectro Radio Eléctrico, SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones) en el año 2008.

Tabla 3.5 Infraestructuras de telecomunicaciones de las empresas de telefonía celular.

CONECEL S.A. (PORTA)		
PROVINCIA	CIUDAD	DIRECCIÓN
IMBABURA	COTACACHI	Cerro Cotacachi. Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas.
IMBABURA	COTACACHI (IMANTAG)	Calle Gonzáles Suárez Y Bolívar.
IMBABURA	COTACACHI	Calle 10 de Agosto y Sucre esquina Edif.. Posada Munaylla-Cotacachi

OTECEL S.A. (MOVISTAR)		
PROVINCIA	CIUDAD	DIRECCIÓN
IMBABURA	COTACACHI	Vía a Topo Alto km 2

TELECSA S.A. (ALEGRO)		
PROVINCIA	CIUDAD	DIRECCIÓN
IMBABURA	IBARRA (COTACACHI)	Cerro De Jahuapamba

Cabe recalcar la existencia de operadores varios de radio y televisión en el Cerro Cotacachi y Cerro Blanco.

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Soluciones Tecnológicas para la Implementación, Escenarios Propuestos.

A partir del resumen de tecnologías planteadas en el capítulo 2 y tomando en cuenta algunos parámetros como:

- Los ingresos de la población rural son tan bajos que descartan cualquier solución tecnológica con altos costos de operación. Se descartan de esta forma las infraestructuras cableadas, las redes satelitales y redes radio en que la banda de frecuencias requiere licencias costosas.
- Un gran porcentaje de escuelas se encuentra en lugares difícilmente accesibles. Este factor, sumado a la gran dispersión de la población, sugiere el uso de tecnologías inalámbricas de largo alcance.
- Existe una dificultad real para la realización de las tareas de mantenimiento y reparación de sistemas sofisticados de comunicación en la zona rural. Esto es debido a la falta de recursos humanos cualificados y a la concentración de los servicios técnicos en las grandes ciudades. Se requieren por tanto soluciones tecnológicas robustas, autoconfigurables, sencillas de usar y de fácil mantenimiento.

La tecnología que se presta para el desarrollo de este proyecto es el estándar IEEE802.11 (Wi-Fi), a continuación se explicara más profundamente la decisión en el siguiente apartado.

4.1.1 IEEE802.11 como tecnología apropiada.

En el Anexo 4 se realiza una explicación extensa del protocolo IEEE802.11⁹, y se detallan numerosos aspectos técnicos del mismo.

El origen de IEEE802.11 es sencillo de explicar; las redes inalámbricas debían cumplir con los estándares genéricos aplicables a las redes *Ethernet*, pero necesitaban a su vez de especificaciones adicionales que definieran el uso de los recursos radioeléctricos, asegurando de esta manera la comunicación entre los equipos. Para dar respuesta a esa necesidad nació IEEE802.11, hoy en día estándar dominante de las redes de área local (WLAN).

En los últimos años han sido muchos los grupos trabajando en un estándar de este tipo que pudiera ser aplicado al caso de redes de área extensa (WMAN). Entre ellos destaca el estándar IEEE802.16-2004, recientemente estandarizado como WiMax, y cuyos primeros equipos han salido al mercado en los últimos meses. El por qué se ha tomado el camino del IEEE802.11 y no el de IEEE802.16 se puede resumir en dos razones:

- Los primeros equipos certificados con Wimax no estaban disponibles hasta hace muy poco tiempo.
- Los precios de estos equipos se encuentran más de un orden de magnitud por encima de Wi Fi.

⁹ IEEE, The Institute of Electrical and Electronics Engineers: www.ieee.org

Por tanto resultan totalmente inviables. Esto no quiere decir que la opción de Wimax se descarte de manera completa. Al contrario será más que recomendable seguir los pasos de esta tecnología de cerca, y esperar a que se convierta en una tecnología apropiada para países en desarrollo.

¿Por qué Wi-Fi?

Parámetros como la gran cantidad y variedad de productos en el mercado, a precios extremadamente bajos y mucha flexibilidad de uso en combinación con desarrollos de software abierto. En concreto son los equipos preparados para el IEEE802.11 **b y g** los que más se ajustan a las necesidades de este proyecto de cooperación, sobretodo por la frecuencia de trabajo libre (2,4GHz), por su costo, y porque se pueden realizar enlaces de muchas decenas de kilómetros.

- Su mayor inconveniente es la necesidad de que no haya obstáculo alguno entre los puntos a comunicar, algo muy caro de conseguir en montaña y selva.

Wi-Fi para larga distancia

Básicamente, cuanto mayor es la velocidad más potencia hay que recibir (sensibilidad peor). Dicho de otro modo: cuanto mayor es la distancia, más potencia hay que transmitir.

Wi-Fi se diseñó para decenas o centenares de metros, y no para decenas de kilómetros como se necesita en este proyecto. Sin embargo y desde hace ya muchos años se ha conseguido establecer enlaces de larga distancia usando antenas potentes y directivas, emisores potentes y receptores muy sensibles, así como el cableado y conexionado adecuados.

Hay numerosos detalles técnicos que se han de tener en cuenta a la hora de diseñar un radio enlace de largo alcance con Wi-Fi, como la capa física, el nivel MAC, la arquitectura de red, el alineamiento de antenas, etc. En los siguientes apartados y en el Anexo 4 se guía al lector en la descripción y diseño de estos detalles.

4.2. Estudio de tráfico de la red

Es sumamente importante establecer ciertos parámetros para realizar un análisis de tráfico de la red. El ancho de banda que va a ser asignado a las entidades beneficiarias, dependerá directamente del número de alumnos que esta tenga, al mismo tiempo deberá cumplir con un número de computadores, haciendo relación con el número de alumnos; de no contar dicha entidad con el número de computadores solicitado, se le entregarán los equipos necesarios hasta que cumpla con los valores de la siguiente tabla.

Tabla 4.1 Ancho de Banda según Número de Alumnos

Número de Alumnos	Computadoras	Ancho de Banda (Kbps)
De 10 a 30	2	128
De 31 a 100	3	128
De 101 a 300	10	128
De 301 a 600	15	256
De 601 a 1000	20	512
De 1001 a 3000	40	512
3001 o más	40	1024

Cabe recalcar que la tabla anteriormente mostrada, es un acuerdo suscrito por EL FODETEL y el Fondo de Solidaridad, en la cual se analizó el número de estudiantes, el número computadoras que deberán poseer la institución y

parámetros como el ancho de banda que requiere cada programa para la investigación académica.

A continuación se presenta una tabla con los siguientes parámetros:

- El ancho de banda que se les asignará a las entidades beneficiarias.
- Los anchos de banda tendrán una compartición de 8 a 1.
- El número de computadoras que se le debe otorgar para cumplir con los valores determinados.

Tabla 4.2. Ancho de Banda Requerido por Institución

UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS	COMPUTADORAS QUE POSEE LA ENTIDAD	ANCHO DE BANDA	COMPUTADORAS ADICIONALES
MARCO HERRERA ESCALANTE (INDIGENA)	59	2	128	1
JAIME RUBEN JARAMILLO	600	24	256	0
PEDRO FERMIN CEVALLOS (PLANTEL CENTRAL)	600	24	256	0
CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG	600	24	256	0
PROVINCIA DE EL ORO (INDIGENA)	108	4	128	6
MONS. BERNARDINO ECHEVERRIA (INDIGENA)	15	1	128	1
ALEJO SAEZ (INDIGENA)	30	1	128	1
ALBERTO MORENO ANDRADE	85	3	128	0
HERNANDO DE MAGALLANES	152	6	128	4
ANDRES AVELINO DE LA TORRE	260	10	128	0

UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS	COMPUTADORAS QUE POSEE LA ENTIDAD	ANCHO DE BANDA	COMPUTADORAS ADICIONALES
SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)	105	4	128	6
ELOY PROAÑO	370	15	256	0
LETICIA PROAÑO REYES	217	9	128	6
28 DE JUNIO	100	4	128	0
VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)	40	2	128	1
CUICOCHA (INDIGENA)	21	1	128	1
ALZAMORA Y PEÑAHERRERA	117	5	256	5
LUIS COTARCO CEVALLOS	326	13	256	2
MARCO TULIO HIDROBO	125	0	128	10
JUAN FRANCISCO CEVALLOS	120	0	128	10
JUAN MORALES ELOY	25	1	128	1
SAN JACINTO	210	8	128	2
JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)	40	2	128	1
MARTIN GONZALEZ	28	1	128	1
LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)	25	1	128	1
DR. TRAJANO NARANJO	25	1	128	1
NAZACOTA PUENTO	50	0	128	3
JOSE DOMINGO ALBUJA	75	3	128	0
LUIS URPIANO DE LA TORRE	200	8	128	2
SIN NOMBRE	803	32	512	0
6 DE JULIO	676	27	512	0
PICHINCHA (INDIGENA)	114	5	128	5
ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)	130	0	128	10

UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS	COMPUTADORAS QUE POSEE LA ENTIDAD	ANCHO DE BANDA	COMPUTADORAS ADICIONALES
MIGUEL DE SERVANTES	65	3	128	0
JOSÈ VASCONCELOS	92	4	128	1
MODESTO PEÑAHERRERA	520	21	256	0
ORTENCIA YEPEZ TOBAR	56	2	128	1
MANUELA CANIZARES	430	17	256	0
SUMATORIA ANCHO DE BANDA			6656	
TOTAL COMPUTADORAS ADICIONALES				83

Según requerimientos del FODETEL y el Fondo de Solidaridad se ha establecido que al ancho de banda que se entregue a las instituciones tenga una compartición de 8 a 1, por lo tanto:

Ancho de banda total =6656 [kbps]

Compartición → 8:1

Ancho de banda total requerido= 6656/8 [kbps]

Ancho de banda total requerido=832 [kbps]

Ancho de banda total a contratar ≈ 1 [Mbps]

4.3. Diseños y Topología de las Redes LAN, WAN y Red de Transporte.

La Estación Central se ubicará en las instalaciones de la Ilustre Municipalidad de Cotacachi, aquí se concentrará la comunicación de datos hacia y desde todas las estaciones remotas para luego enrutarlas a la red de telecomunicaciones de la Empresa proveedora del servicio.



Figura 4.1. Ilustre municipio de Cotacachi.

El nodo de concentración del servicio de Internet estará ubicado en las instalaciones del Ilustre Municipio de Cotacachi, debido a los recursos logísticos disponibles para un adecuado control, operación y administración de este sistema de distribución del servicio de Internet a los centros educativos del Cantón.

El nodo deberá estar equipado ya sea con un equipo “Servidor” (Linux con Control de Ancho de banda por IP) o un “Router” (Traffic Shapping), para entregar el Ancho de Banda requerido por cada miembro de la red.

Se deberá contar con un software de monitoreo que será mencionado en capítulos siguientes con lo que se logrará una adecuada administración y control del sistema a implementar.

4.3.1 Arquitectura de la red

Tradicionalmente la topología de red IEEE802.11 más usada ha sido en modo infraestructura: todas las estaciones que forman parte de la red se comunican entre sí a través del AP (*Access Point*), nunca de forma directa. De esta forma las estaciones que se encuentran a demasiada distancia una de la otra pueden comunicarse a través del AP.

Sin embargo la topología más básica de una red Wi-Fi es aquella en la que un conjunto de estaciones (mínimo dos), se conectan entre sí de forma directa (*peer-to-peer*).

En este tipo de redes las estaciones se comunican de forma directa a través del medio inalámbrico sin que medie ninguna otra. Debido a las limitaciones inherentes en el alcance de las transmisiones puede que no todas las estaciones sean capaces de establecer comunicación entre sí, puesto que deberán estar dentro del rango del alcance una de otra.

Por lo tanto, dadas las características geográficas de la zona que nos obligan a realizar enlaces punto- multipunto y punto a punto sin posibilidad de enlazar directamente a la puerta de enlace en ciertas localidades, la arquitectura de red de estrella extendida es apropiada para el diseño del proyecto de Conectividad en el Cantón Cotacachi.

A continuación se muestra un esquema preliminar del diseño de la red, para dar cobertura a los centros beneficiados.

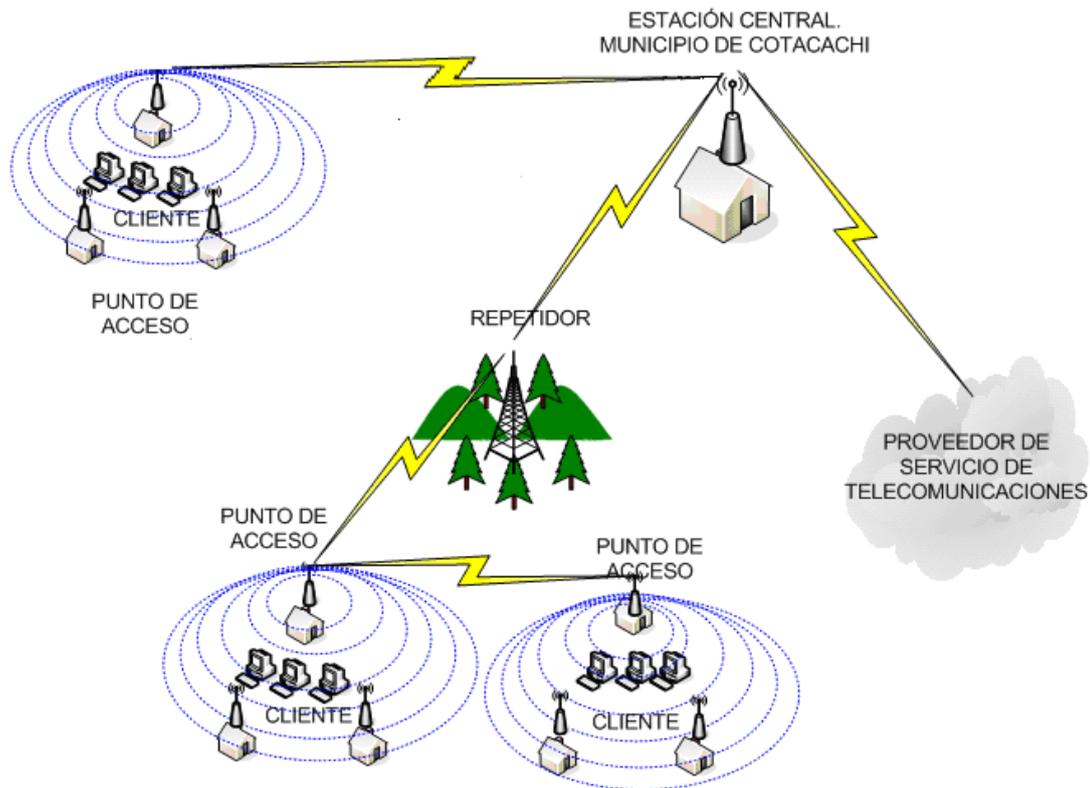


Figura 4.2. Esquema de la red de Cotacachi

Sistemas de enlaces Punto a Punto entre repetidoras y puntos de Acceso.

A continuación se muestra algunos parámetros que se toman en cuenta, para una posible creación de un sistema de enlace punto a punto entre repetidoras y puntos de Acceso.

- El sistema de radio debe cumplir el estándar IEEE 802.11 a/b/g
- La banda de frecuencia debe estar comprendida en 2.400 – 2480, con 11 canales no coincidentes.
- El consumo máximo de potencia debe ser entre un rango de 30 mW a 400 mW.
- El TPC (Transmit Power Control) debe ser 10 dBm.

- La sensibilidad de los equipos por lo mínimo debe ser de -91 dBm, para 1 Mbit.
- Los equipos deben tener DFS (*Dynamic Frequency Selection*).
- Las velocidades de transmisión de datos deben ser hasta 54 Mbps
- El rango efectivo del enlace debe ser hasta 25 km.
- Las antenas directivas externas deben tener una ganancia de 24 dBi.
- Los equipos deben tener la capacidad de administración vía inalámbrica, *ethernet* y debe ser basados en Web (http, https). Usando autenticación de usuario y contraseña.
- Los enlaces deben ser gestionables vía SNMP.
- Los equipos deben poseer seguridades basadas en encriptación de paquetes WPA-PSK (*AES, Advanced Encryption Standard*).
- Soportar VPN.
- Los equipos deben tener capacidad de soportar protocolos de ruteo: dinámico y estático. DHCP Server.
- La interfase hacia la red del cliente debe ser 10/100 base T.
- Los equipos deben soportar condiciones climáticas extremas: 90 % de humedad, -40°C a +55°C.
- En cada repetidora se debe colocar un *Swith* Capa 4 para crear VLAN y para separar trafico de Voz, Datos y Video, dar calidad de servicio para cada uno de estos tráficos.
- Se debe de garantizar el servicio continuo usando UPS con respaldo por lo menos de 1 hora.

Para cada CPE se debe instalar un UPS para protección de equipo

En el siguiente apartado se realiza consideraciones previas de la capa física para larga distancia para los enlaces del nodo de Acceso a los repetidores (red de transporte)

Frecuencia y Velocidad. El estándar IEEE 802.11 tiene diferentes velocidades de comunicación, lo cual se consigue empleando distintos tipos de modulación y codificación. En 802.11/g se tiene: 1Mbps, 2Mbps, 5.5Mbps, 11 Mbps y 54 Mbps. La diferencia en la sensibilidad de recepción entre 1 y 11Mbps, aunque depende de equipos, suele ser de más de 10dB, lo cual equivale prácticamente a cuadruplicar con 1Mbps el alcance que se tiene con 11Mbps. Si además se tiene en cuenta que la banda ISM (*Industrial, Scientific and Medic*) 2.4GHz impone limitaciones en cuanto al nivel de potencia que es legal transmitir, se puede probar que para enlaces muy largos normalmente deberá limitarse su uso a las velocidades más bajas de las facilitadas por IEEE 802.11 para tener estabilidad y buena calidad. En concreto, para distancias de decenas de kilómetros se restringirá el uso a 802.11b (el más lento) por esta razón. Aunque experimentalmente se hayan llegado a establecer enlaces de más de 40Km con 802.11g, a 6Mbps, se será conservador para soportar una cierta pérdida de prestaciones que se va a dar con el tiempo por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores. Añadir también que en términos de estabilidad y prestaciones resulta mejor configurar la velocidad del canal a un valor fijo.

La legislación ecuatoriana nos impone un nivel máximo de transmisión de 1W. Por todo esto se escogerá un **valor fijo de velocidad de 1 Mbps** para los radioenlaces.

Además, de los 11 canales disponibles en la banda ISM 2.4GHz, para evitar interferencias se usarán 3: canales 1, 6 y 11 (ver la siguiente figura).

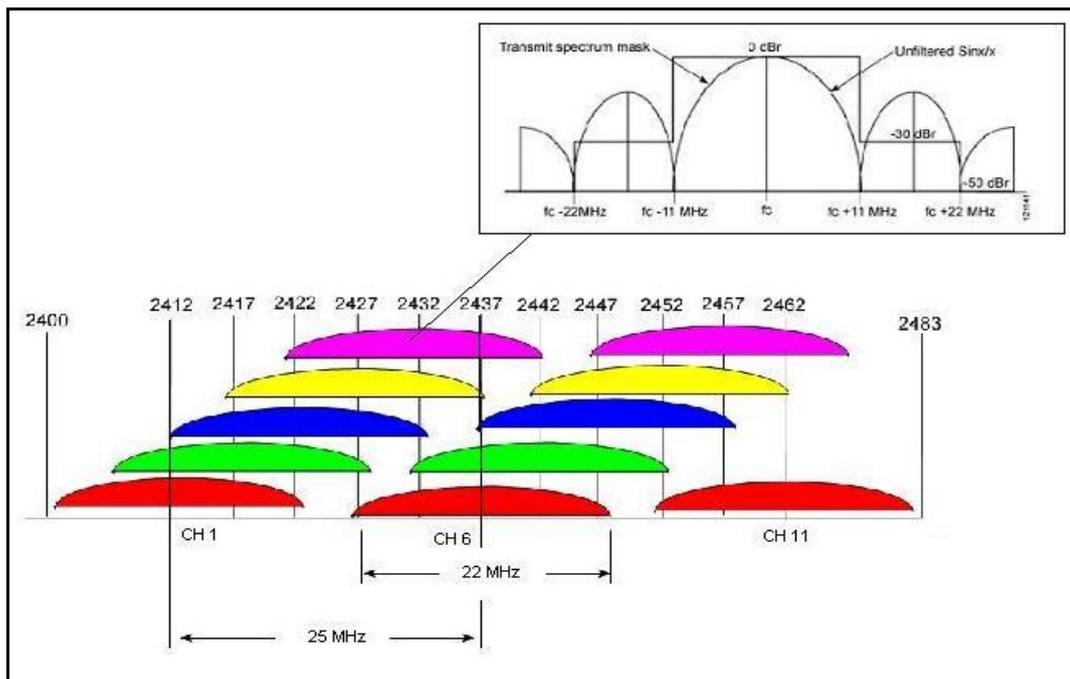


Figura 4.3. Canales no interferentes para la banda ISM 2.4GHz.¹⁰

Potencia. Previa abstracción de otros factores, el caso de los enlaces de larga distancia en Wi-Fi se resume a conseguir un balance de enlace en que la potencia recibida sea suficientemente superior a la sensibilidad del receptor, teniendo en cuenta la potencia transmitida, las ganancias y las pérdidas del enlace:

$$P_{Rx} = P_{Tx} + G_{Tx} - L_{ccTx} - L_{ccRx} - L_p + G_{Rx}$$

Siendo P_{Rx} la potencia recibida por el receptor, P_{Tx} la potencia transmitida por el transmisor, G_{Tx} la ganancia de la antena del transmisor en la dirección del enlace, L_{ccTx} las pérdidas de cable y conectores en el sistema transmisor, L_{ccRx} las pérdidas de cable y conectores en el receptor, L_p las pérdidas de propagación y G_{Rx} la ganancia de la antena del receptor en la dirección del enlace.

Cuando la propagación es en el espacio libre, las pérdidas de propagación se pueden calcular en función de la distancia empleando la ecuación:

¹⁰ Protocolo IEEE 802.11: www.ieee802.org/11/

$$L_p(dB) = 92,45 + 20 \log f(GHz) + 20 \log d(Km)$$

Que en la banda ISM 2.4Ghz se reduce a la siguiente:

$$L_p(dB) = 100 + 20 \log d(Km)$$

Esa expresión teórica se puede usar siempre que se tenga asegurada la línea de vista “despejada” (primera zona de fresnel libre en un 60% en todo el trayecto, ver Anexo 4 para más información) y que no se tengan que tener en cuenta efectos tales como el multitrayecto.

La experiencia de organismos demuestra que los efectos del entorno geográfico y las condiciones climáticas pueden causar un resultado real sensiblemente peor que el teórico, teniéndose en enlaces muy largos pérdidas de propagación muy superiores a las calculadas. Se puede tener una mejor aproximación a la realidad empleando el modelo Longley-Rice combinado con mapas digitales de elevación y con un cuidadoso ajuste de sus parámetros. El software Radiomobile considera este modelo y es el que se usará en este proyecto, se explicará con detalle.

Línea de vista. Por la experiencia de organismos como la EHAS en zonas rurales, sobre todo cuando el relieve es accidentado y la visibilidad mala, como es la situación geográfica del Cantón Cotacachi resulta complicado averiguar con exactitud para enlaces muy largos si la línea de vista está realmente muy despejada o no. Concretamente, a veces resulta difícil saber qué zonas de Fresnel están despejadas y en qué porcentaje, lo cual tiene un efecto significativo sobre la atenuación del medio. La situación ideal es tener entre un 60% y un 100% despejado de la primera zona de *Fresnel* (ver Anexo 4 para más información).

Características de equipos de radio. Para diseñar la red, se tomo especificaciones de fabricantes de equipos, para configurar los diferentes sistemas a implementar bajo el *software* "Radio Mobile", con el fin de tener resultados lo mas reales posibles.

Cabe recalcar que la siguiente tabla muestra las especificaciones técnicas de equipos de comunicación de distintos fabricantes (véase en Hojas técnicas), que se uso para configurar los sistemas en el programa de simulación:

Tabla 4.3. Especificaciones de Equipos para Enlaces

CARACTERISTICAS	NETKROM			
	AIR-BR500GHP	AIR-BR500GUHP	AIR-BR500AGH	AIR-BR500GAHP
FRECUENCIA	2.400 - 2.497			5.15 - 5.35 5.725 - 5.850
POTENCIA DE TRANSMISIÓN	26	30	23	26
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2,1			
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	-92dBm@1Mbps, -70dBm@54Mbps			
CARACTERISTICAS	SmartBridges		TELECTRONIC	
	SB32115	SB32116	TT2400	TT5800
FRECUENCIA	2.400 - 2.485	5.15 - 5.35 5.725 - 5.850	2.400 – 2485	5.15 - 5.35 5.725 - 5.850
POTENCIA DE TRANSMISIÓN	24	22	24	23
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	54, 48, 36, 24,18,12,6		54, 48, 36, 24, 18, 12,11, 6, 2, 1	
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	-91 dBm@6Mbps, 74dBm@54Mbps		-95dBm@1Mbps 76dBm@54Mbps	
CARACTERISTICAS	TRANZEO		MOTOROLA	MOTOROLA
	TR-600f	TR5Plus	CANOPY 2400	CANOPY 5800 BH
FRECUENCIA	2.401 – 2.483	5.170 – 5805	2.400 - 2.485	5.725 - 5.850
POTENCIA DE TRANSMISIÓN	23		23-26	23-26
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 6, 2, 1		54, 48, 36, 24, 18,12,11, 6	54, 48, 36, 24, 18,12,11, 6
SENSIBILIDAD DEL RECEPTOR	-76dBm@54Mbps		- 91dBm@6Mbps, 74dBm@54Mbps	-91dBm@6Mbps, 76dBm@54Mbps

Para efectuar la selección de las características más adecuada para cada nodo o terminal de la red, se comenzará por establecer los parámetros base del sistema de radio para cada estación, los cuales se definirán de acuerdo a las características promedio que podemos encontrar en los equipos comerciales, con el fin de definir un sistema de radio base para realizar simulación que nos permita obtener una primera aproximación del comportamiento que tendrá la red.

Definición de parámetros de sistemas y enlaces. Con objeto de tener varias posibilidades de configuración, se han definido los parámetros para varios sistemas de radio de acuerdo a las características de los equipos de telemática en el mercado. En este sentido y con el objeto de otorgar una etiqueta descriptiva lo más compacta posible dada la cantidad de sistemas tomados en cuenta en la simulación, se ha decidido utilizar una estructura de identificación por letras para cada uno de los parámetros del sistema. La estructura consta de 5 caracteres y tiene la forma:

d15sP

En esta estructura, el significado de los caracteres se indica a continuación:

- **d:** El primer carácter describe el tipo de antena utilizada en el sistema, la “d” indica una antena direccional mientras que una “x” corresponde a una antena sectorial.
- **15:** Los dos siguientes caracteres corresponden a la ganancia de la antena.
- **s:** El cuarto carácter indica el nivel de sensibilidad del receptor. Debido a la elección acotada de equipos de radio, las características de radio de estos no muy variables y nos permiten definir dos grupos de equipos, el primero con una baja sensibilidad y el segundo con una alta sensibilidad, para cada uno de ellos se selecciona el carácter “s” y “S” respectivamente para denota la diferencia.

- **P:** El quinto y último carácter hace referencia a la potencia del equipo. Se ha definido el de 18 a 20dB con el carácter “p”, para el rango de 23 a 26dB se ha seleccionado el carácter “P” y si se utiliza un amplificador de 30dB “a”.

En la Tabla se indican los parámetros para cada sistema en la simulación de Radio Mobile

Tabla 4.4. Definición de los parámetros para varios sistemas de radio.

PARÁMETRO	UNIDAD	S17SP	d15sP	d24sP	d24SP
TIPO ANTENA.	-	sector	direc.	Direc.	Direc.
ALTURA ANTENA	M	12,0	5,0	5,0	5,0
GANANCIA ANTENA	dBi	17,0	15,0	24,0	24,0
PERDIDAS DE LÍNEA	dB/m	0,2	0,2	0,2	0,2
PERDIDAS ADICIONALES	dB	1,5	1,5	1,5	1,5
POTENCIA Tx.	dBm	23,0	23,0	23,0	26,0
SENSIBILIDAD Rx.	dB	-76,0	-91,0	-91,0	-76,0

Los sistemas que se han definido se describen a continuación:

- **d15sP:** Este sistema se ha definido de manera genérica con una altura de 5 metros para la posición de la antena que considera en primera instancia un mástil que se ubicará sobre el techo de una escuela (estructura de una vivienda común), luego se fija un valor de ganancia igual. Las pérdidas de la línea se han seleccionado de acuerdo al valor característico de éste parámetro en el tipo de cable de baja pérdida LMR400. Las pérdidas adicionales se consideran como aquellas producidas por el uso de conectores adicionales. La potencia de transmisión y la sensibilidad se han tomado de las características de los distintos del mercado anteriormente mencionados.

- **s17SP:** Este sistema contempla el uso de una antena sectorial de 17dBi, con una potencia de 200mW de potencia, en principio, éste será el esquema propuesto para los nodos ubicados en el Municipio de Cotacachi y los cerros.
- **d24sP:** Este sistema usa una antena direccional de 24dBi de ganancia y una tarjeta inalámbrica de 200mW de potencia.
- **d24SP:** Este sistema sólo reemplaza la tarjeta inalámbrica del sistema anterior por una de 400mW.

La elección de -91 dB en el parámetro de sensibilidad en la recepción de las señales, se ha definido con el objeto de brindar un margen de error durante la configuración de equipos en terreno. El valor seleccionado corresponde a la sensibilidad de la gama de equipos que se encuentran en el mercado. Los equipos son capaces de transmitir a velocidades menores como 5.5, 2 y 1Mbps y con ello, es posible mejorar la sensibilidad de recepción de los equipos hasta -95dB, la sensibilidad máxima en recepción es de -76dB a una velocidad de 54 Mbps mientras que la mínima es de -92 a una velocidad de 1Mbps.

Las siguientes imágenes son los resultados de los sistemas configurados en el *software*.

	Seleccionar desde Radiosys.dat	
Nombre del sistema	d24SP	
Potencia del Transmisor (Watt)	0,3981072	(dBm) 26
Umbral del receptor (μ V)	35,4813	(dBm) -76
Pérdida de la línea (dB)	1,5	(Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	parabolic.ant	Ver
Ganancia de antena (dBi)	24	(dBd) 21,85
Altura de antena (m)	10	(Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0,2	(Si la altura de la antena difiere)
Agregar a radiosys.dat		Remover del radiosys.dat

Figura 4.4. Sistema 2.4 GHz (Larga distancia) 24 dBi Directiva.

	Seleccionar desde Radiosys.dat	
Nombre del sistema	s17SP	
Potencia del Transmisor (Watt)	0,1995262	(dBm) 23
Umbral del receptor (μ V)	35,4813	(dBm) -76
Pérdida de la línea (dB)	1,5	(Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	cardio.ant	Ver
Ganancia de antena (dBi)	17	(dBd) 14,85
Altura de antena (m)	12	(Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	0,2	(Si la altura de la antena difiere)
Agregar a radiosys.dat		Remover del radiosys.dat

Figura 4.5. Sistema 2.4GHz AP 17dBi Sectorial.

<input type="text" value="Seleccionar desde Radiosys.dat"/>	
Nombre del sistema	<input type="text" value="d24sP"/>
Potencia del Transmisor (Watt)	<input type="text" value="0,1995262"/> (dBm) <input type="text" value="23"/>
Umbral del receptor (μ V)	<input type="text" value="6,3096"/> (dBm) <input type="text" value="-91"/>
Pérdida de la línea (dB)	<input type="text" value="1,5"/> (Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	<input type="text" value="parabolic.ant"/> <input type="button" value="Ver"/>
Ganancia de antena (dBi)	<input type="text" value="24"/> (dBd) <input type="text" value="21,85"/>
Altura de antena (m)	<input type="text" value="5"/> (Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	<input type="text" value="0,2"/> (Si la altura de la antena difiere)
<input type="button" value="Agregar a radiosys.dat"/> <input type="button" value="Remover del radiosys.dat"/>	

Figura 4.6. Sistema 2.4GHz 24 dBi CPE.

<input type="text" value="Seleccionar desde Radiosys.dat"/>	
Nombre del sistema	<input type="text" value="d15sP"/>
Potencia del Transmisor (Watt)	<input type="text" value="0,1995262"/> (dBm) <input type="text" value="23"/>
Umbral del receptor (μ V)	<input type="text" value="6,3096"/> (dBm) <input type="text" value="-91"/>
Pérdida de la línea (dB)	<input type="text" value="1,5"/> (Cable+cavidades+conectores)
Tipo de antena	<input type="text" value="parabolic.ant"/> <input type="button" value="Ver"/>
Ganancia de antena (dBi)	<input type="text" value="15"/> (dBd) <input type="text" value="12,85"/>
Altura de antena (m)	<input type="text" value="5"/> (Sobre el suelo)
Pérdida adicional cable (dB/m)	<input type="text" value="0,2"/> (Si la altura de la antena difiere)
<input type="button" value="Agregar a radiosys.dat"/> <input type="button" value="Remover del radiosys.dat"/>	

Figura 4.7. Sistema 2.4GHz 15dBi Directiva CPE.

Estas especificaciones permiten garantizar anchos de banda de 1 Mbps para cada cliente final o entidad beneficiaria.

A continuación, es necesario definir los Parámetros iniciales que han de cargarse a Radio Mobile al momento de configurar y definir los enlaces. Para ello se han seguido las indicaciones del trabajo original de *Longley-Rice* en donde se encuentran detallados cada uno de dichos parámetros y además se indican los valores adecuados en determinadas condiciones.

Además se han seguido las indicaciones del trabajo en el que se muestran los resultados de un estudio que pretende obtener los parámetros de variabilidad que hay que introducir en el *Software* para que las simulaciones se ajusten lo más posible a la realidad:

- Los resultados obtenidos con un modelo de variabilidad del 50% del tiempo, 50% de localizaciones y 50% de situaciones se ajustaban en la mayor parte de los casos a los resultados obtenidos de forma experimental, modelo escogido.
- Un enlace simulado se da por bueno si se tiene un margen en la simulación de 20 a 25 dB por encima del mínimo necesario.

En la tabla se indican los valores seleccionados de acuerdo a las condiciones climáticas del lugar.

Tabla 4.5. Parámetros iniciales para Radio Mobile.

PARÁMETROS DEL SISTEMA	
FRECUENCIA	2.40 a 2.48 GHz
DISTANCIA	0.7 km a 20 km
ALTURA ANTENAS	2000 m a 4500 m
POLARIZACIÓN	Horizontal o vertical
PARÁMETROS DE INSTALACIÓN	
CRITERIO DE POSICIONAMIENTO	Random
PARÁMETROS DEL SISTEMA	

PARÁMETROS DEL SISTEMA	
VARIABILIDAD DE TIEMPO	50%
VARIABILIDAD DE LOCALIZACIÓN	50%
VARIABILIDAD DE SITUACIÓN	70%

Una vez se han aplicado los datos del punto anterior para: definir las unidades (GPS y nombre de los nodos), definir los sistemas (características radio de cada emisor/receptor), introducir los parámetros del ITM, definir la topología de las redes (broadcast, estrella, o nodos), definir los miembros de cada red (qué sistemas hay en cada red), ajustar la visualización (márgenes en dB de recepción), y descargar el mapa cartográfico SRTM, ya se está en la disposición de simular y obtener resultados.

En la primera impresión del resultado de la simulación se obtiene una representación de todos los enlaces y unidades habilitadas, indicados en el mapa en las posiciones respectivas, dadas por las coordenadas GPS. Es posible apreciar directamente si los enlaces planteados son factibles de realizar o no: las líneas (más o menos gruesas) adquieren un color verde (factible), amarillo o segmentado (con problemas), o rojo (no factible).

Evidentemente esta es una representación ideal de las condiciones en las que se encontrará el enlace en terreno, sin embargo y gracias a las opciones y metodología dadas por el modelo, resulta ser una aproximación sumamente válida de los resultados esperables.

Los resultados numéricos de la simulación pueden obtenerse al analizar cada enlace por separado.

En la parte superior de cada cuadro de las imágenes del programa se observa una cuadrícula que indica los resultados de la simulación, de interés para un posterior análisis. Sobre todo nos dan información directa y muy útil estos resultados numéricos, en especial el último de ellos:

- *Perdidas (dB)*: Las pérdidas del enlace asociadas al camino de propagación.
- *Nivel Rx (dBm)*: Nivel de la señal recibida en el receptor.
- *Relativo Rx (dB)*: Nivel de recepción en el receptor con respecto al umbral de recepción definido en la unidad receptora. → Este es el margen en dB del enlace, para contemplar las posibles variaciones meteorológicas, de instalación, y en general cualquier factor que disminuya la SNR del enlace en la realidad. Cuanto mayor sea este margen mejor.

4.4. Zonas de Influencia

En este apartado se busca visualizar la cobertura de radio en conjunto de todos los potenciales repetidores incluyendo el nodo de acceso, utilizando el *software* Radio Mobile.

La siguiente tabla que se muestra anteriormente en el capítulo 3, indica la ubicación geográfica exacta de los sitios donde existen las facilidades para establecer telecomunicaciones en los cerros, que se encuentran próximos a la zona del proyecto y el Ilustre Municipio de Cotacachi, el cual será el nodo de acceso del servicio. Estos datos son otorgados por la Dirección General de la Gestión del Espectro radioeléctrico de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones.

Tabla 4.6. Coordenadas GPS de los puntos de red de transporte involucrados en la simulación.

LUGAR	COORDENADAS		
	LATITUD	LONGITUD	ELEVACIÓN
MUNICIPIO DE COTACACHI	0° 18' 9.9"	78° 15' 44.9"	2433 m
CERRO BLANCO	0° 12' 33"	78° 20' 18"	3536 m
CERRO COTACACHI	0° 20' 46"	78° 20' 20"	4058.7 m

Teniendo estos datos se procedió a realizar la cobertura bajo el programa de simulación.

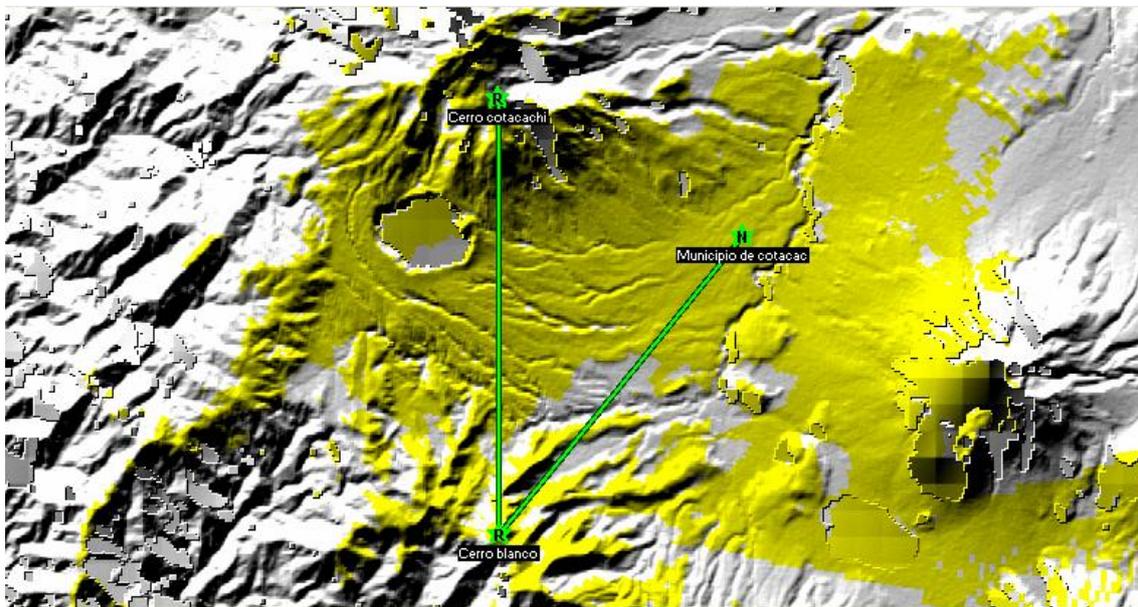


Figura 4.8. Cobertura de radio de las repetidoras

Lo que se hizo fue analizar la cobertura en el nodo de Acceso (Ilustre Municipio de Cotacachi) y las posibles repetidoras (Cerro Cotacachi y Cerro Blanco) entregando una marca amarilla, la cual indica los sectores que la señal puede llegar al destino de la entidad pública.

Dado la proximidad de los centros educativos entre sí se decidió realizar un análisis por parroquia, la cual se explica en el siguiente apartado.

4.5. Perfiles de los Enlaces y Selección de las Rutas

Tomando en cuenta los factores mencionados anteriormente se procedió a diseñar la red de transporte para conectar



Figura 4.9. Posibles repetidores para el proyecto piloto

En esta figura se muestra el municipio de Cotacachi y los posibles cerros de repetición para dar cobertura a las Parroquias de Imantag, Quiroga, San Francisco y el Sagrario.

A continuación se procedió a ubicar los centros educativos, Municipio de Cotacachi (Nodo de Acceso de la red) y el posible repetidor (Cerro Cotacachi).



Figura 4.10. Levantamiento de los centros educativos en Google Earth

La distancia que existe entre el municipio de Cotacachi y el Cerro es de 9.76 Km. Ya que el cerro Cotacachi tiene una gran altitud y posibilidades de proporcionar un servicio de telecomunicaciones (disponibilidad de energía eléctrica y una carretera carrozable) a las distintas parroquias del Cantón como se puede observar en la siguiente figura.

Pero es fundamental volver a recalcar que no todo el cerro tiene las capacidades de realizar telecomunicaciones, por ese motivo se especifica las coordenadas exactas del sitio en el cerro Cotacachi que esta apto para establecer un servicio de telecomunicaciones



Figura 4.11. Posible cobertura desde el cerro Cotacachi.

Lo que se indica en la anterior figura es la posible cobertura desde el Cerro Cotacachi con dos antenas sectoriales de 120° , pero cabe resaltar que no se ha tomando en cuenta las alturas de los centros educativos.

El siguiente paso a seguir es el análisis bajo el simulador Radio Mobile para ver la factibilidad del enlace, como se muestra en la siguiente imagen tomada del simulador.

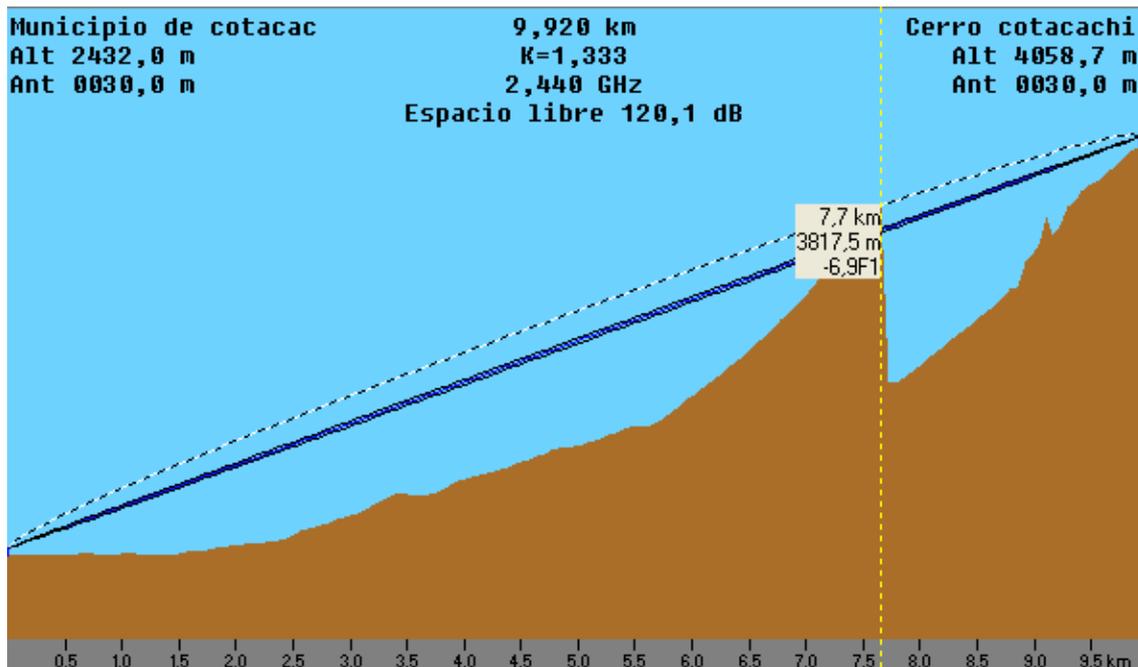


Figura 4.12. Verificación de la posibilidad de enlazar el Municipio con el Cerro Cotacachi.

Lo ideal sería realizar un enlace punto a punto desde el Ilustre municipio de Cotacachi al cerro Cotacachi pero lamentablemente existe un pico que no permite realizar el enlace, como se puede verificar en la pantalla de Radio Mobile.

Por este motivo se decidió buscar otra solución para llegar a este Cerro, lo que se hizo fue buscar otra ruta, que fue tomada en cuenta mediante un proceso de ubicación de cerros aptos para telecomunicaciones, equipos y un análisis de líneas de vistas mediante el simulador anteriormente indicado. La ruta está comprendida de la siguiente manera:

- El primer enlace Municipio de Cotacachi al Cerro Blanco, con una distancia aproximada de 13.39 km.
- El segundo enlace del Cerro Blanco al Cerro Cotacachi, con una distancia aproximada de 15.22 km.

Se muestra la pantalla capturada del *software* de simulación el enlace que sale desde el municipio de Cotacachi hasta el cerro Blanco.



Figura 4.13 Visualización del enlace Municipio- Cerro Blanco en el Mapa.

En cada enlace se mencionara las características de los equipos que se requerirán.

Enlace Municipio de Cotacachi - Cerro Blanco

Municipio de Cotacachi

- CPE 2.4GHz (PTx=26 dBm, Umbral_{Rx}= -76 dBm, Altura=10 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

Cerro Blanco

- CPE 2.4GHz (PTx=26 dBm, Umbral_{Rx}= -76 dBm, Altura=10 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

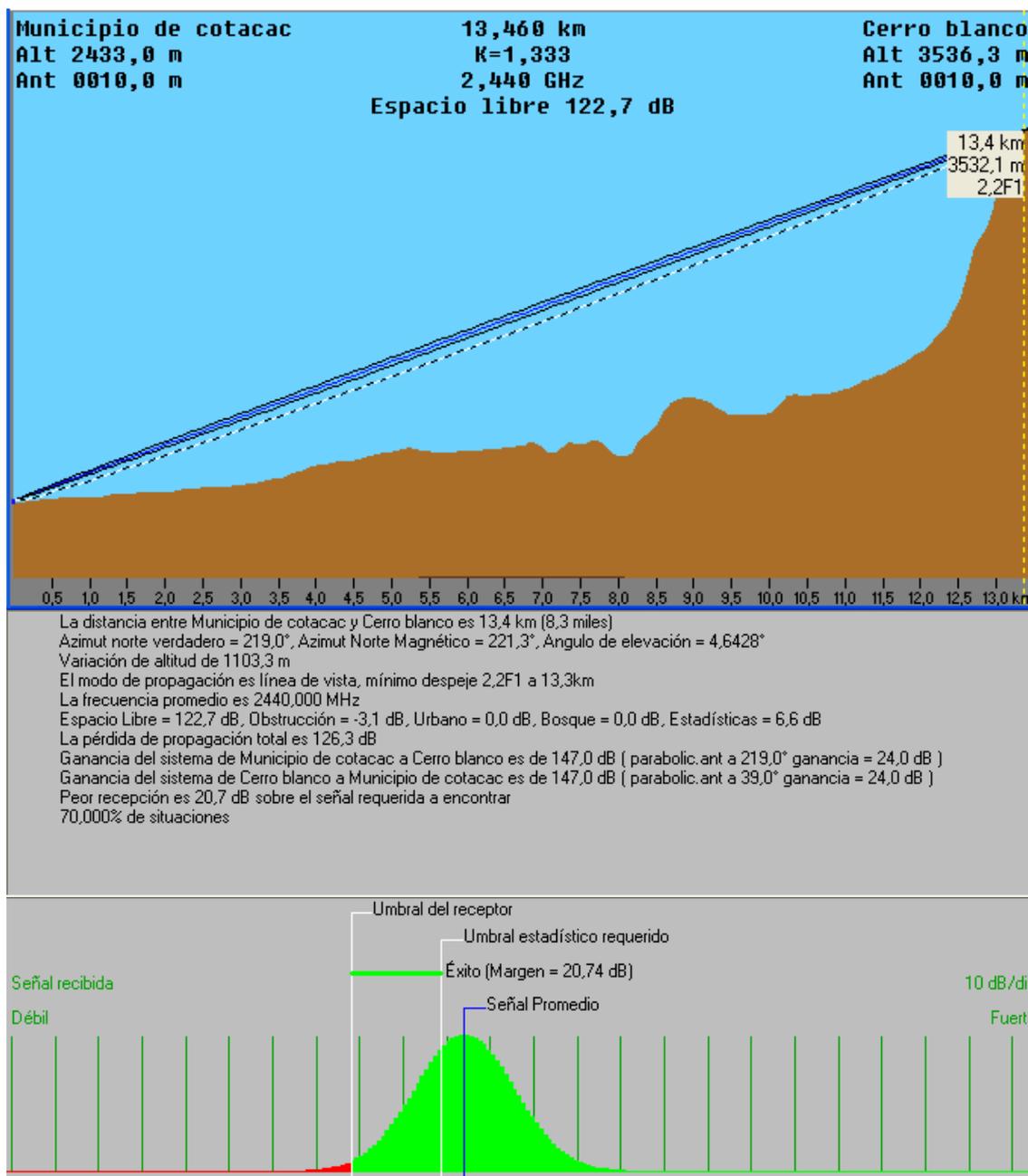


Figura 4.14 Análisis del enlace Municipalidad – Cerro Blanco (Radio link).

La siguiente imagen que se muestra es el enlace desde el cerro Cotacachi hasta el cerro Blanco.



Figura 4.15. Visualización del enlace Cerro Blanco-Cerro Cotacachi en el Mapa.

Enlace Cerro Blanco – Cerro Cotacachi

Cerro Blanco

- CPE 2.4GHz (PTx=26 dBm, Umbral_{Rx}= -76 dBm, Altura=7 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

Cerro Cotacachi

- CPE 2.4GHz (PTx=26 dBm, Umbral_{Rx}= -76 dBm, Altura=10 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

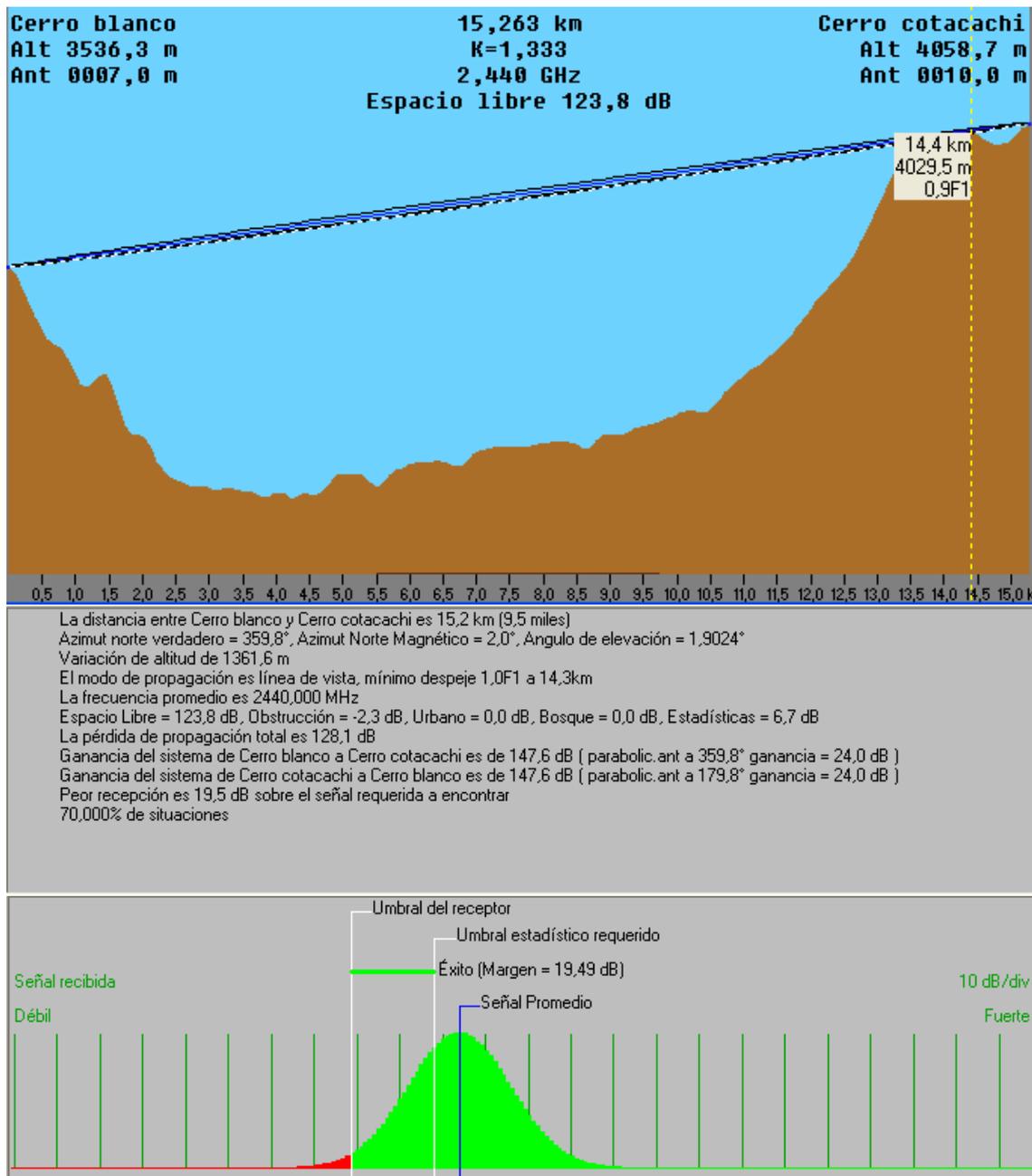


Figura 4.16. Análisis del enlace Cerro Blanco – Cerro Cotacachi (Radio link).

A continuación se indica el esquema de la red de transportes

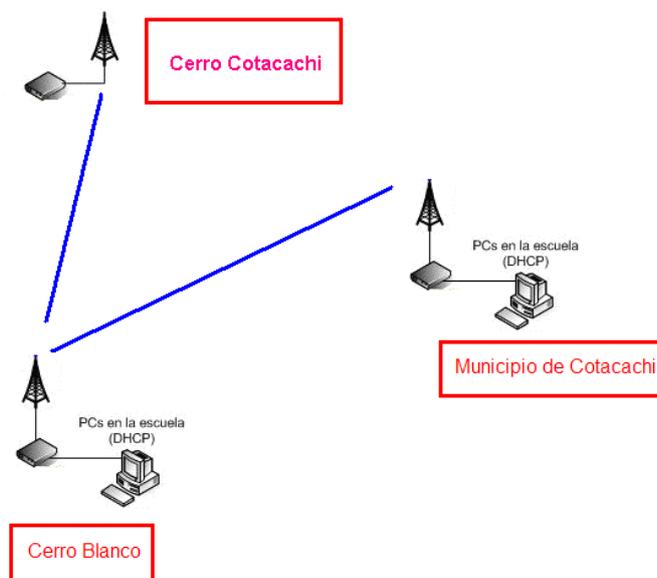


Figura 4.17. Esquema de la red de transporte

Diseño de la red para la Parroquia de Imantag. La primera parroquia en ser analizada es la parroquia de Imantag, la cual posee los siguientes centros educativos:

Tabla 4.7. Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia Imantag.

	PARROQUIA	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
1	IMANTAG	MARCO HERRERA ESCALANTE (INDIGENA)	-78,257583	0,38472222
2	IMANTAG	JAIME RUBEN JARAMILLO	-78,27278	0,3386355
3	IMANTAG	PEDRO FERMIN CEVALLOS (PLANTEL CENTRAL)	-78,249861	0,35872222
4	IMANTAG	CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG	-78,27394	0,3569167

	PARROQUIA	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
5	IMANTAG	PROVINCIA DE EL ORO (INDIGENA)	-78,273944	0,35691667
6	IMANTAG	MONS. BERNARDINO ECHEVERRIA (INDIGENA)	-78,251805	0,3345
7	IMANTAG	ALEJO SAEZ (INDIGENA)	-78,292333	0,39025
8	IMANTAG	ALBERTO MORENO ANDRADE (INDIGENA)	-78,257666	0,34761111
9	IMANTAG	HERNANDO DE MAGALLANES	-78,239361	0,37622222

La siguiente figura muestra el resultado de subir los puntos en el software de simulación es el siguiente:



Figura 4.18. Centros Educativos de Imantag en el mapa

Para dar cobertura a la Parroquia de Imantag se tomo en cuenta al Cerro Cotacachi y al Ilustre Municipio de Cotacachi para instalar los equipos punto-multipunto y así irradiar la señal a las escuelas.

Las escuelas que da cobertura el Cerro Cotacachi con un *Access Point (AP)* son:

- Alberto Hernando de Magallanes
- Marco Herrera.
- Centro Educativo.
- Provincia del Oro.
- Alberto Moreno Andrade.

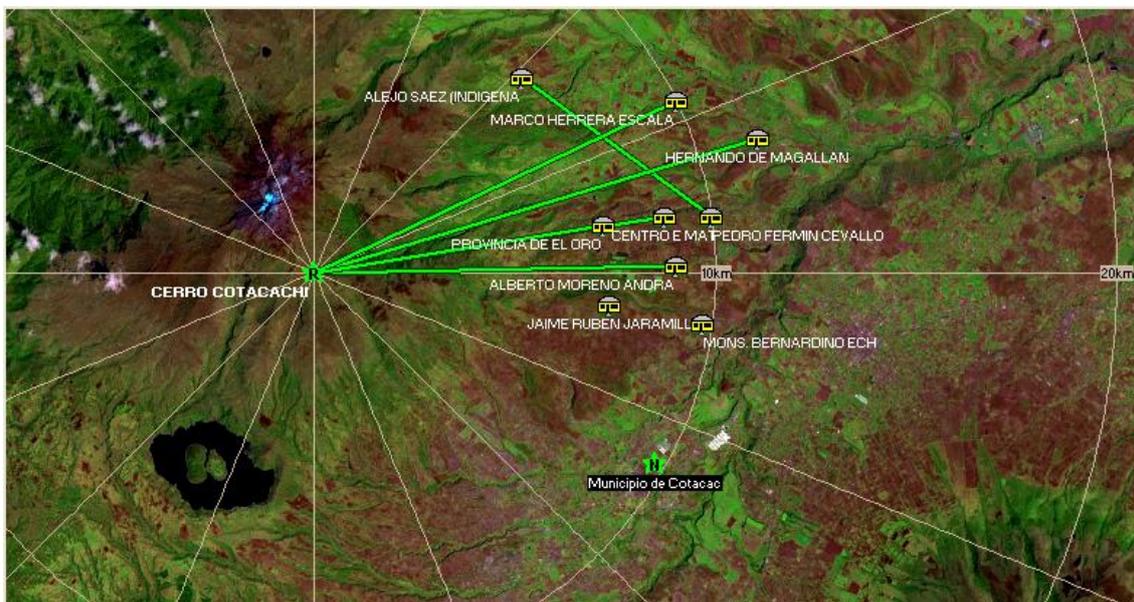


Figura 4.19. Escuelas cubiertas por un AP en el cerro Cotacachi.

Escuelas que da cobertura el Municipio de Cotacachi con un Access Point (AP) son:

- Jaime Rubén Jaramillo.
- Monseñor Bernardino Echeverría.

- Pedro Fermín Cevallos.

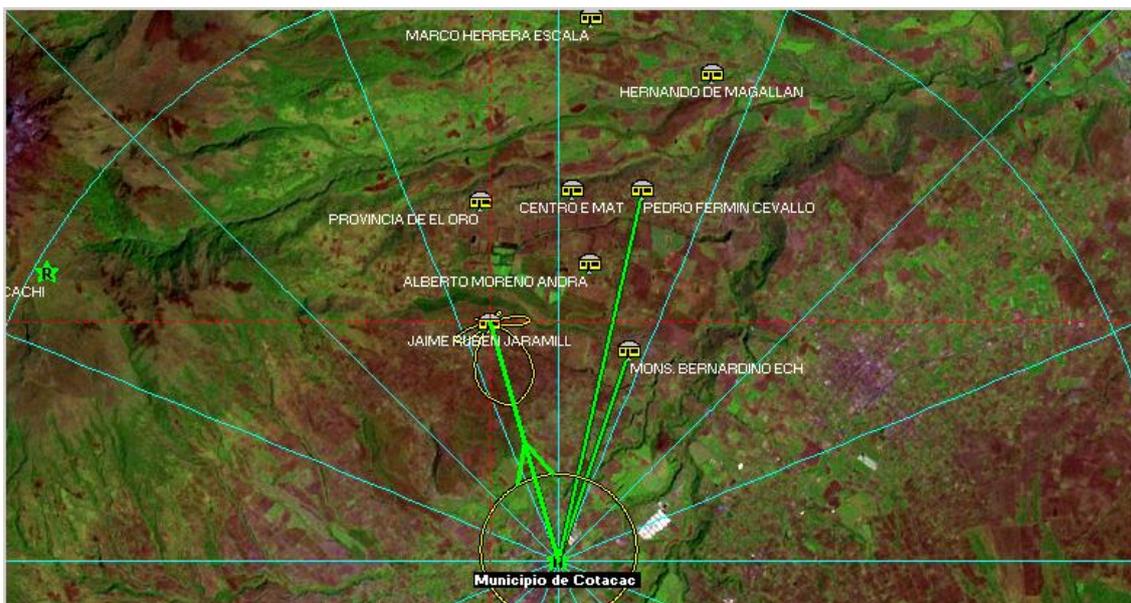


Figura 4.20. Escuelas cubiertas por un AP en el Municipio de Cotacachi.

Por último para enlazar a la red a Alejo Sáez, dada a su difícil situación geográfica, se necesita de un enlace punto a punto (PTP) desde Pedro Fermín Cevallos, es importante señalar que se debe usar un canal distinto para el enlace punto a punto para evitar interferencias de señales.

En la próxima figura se muestra como quedaría la cobertura de la parroquia.

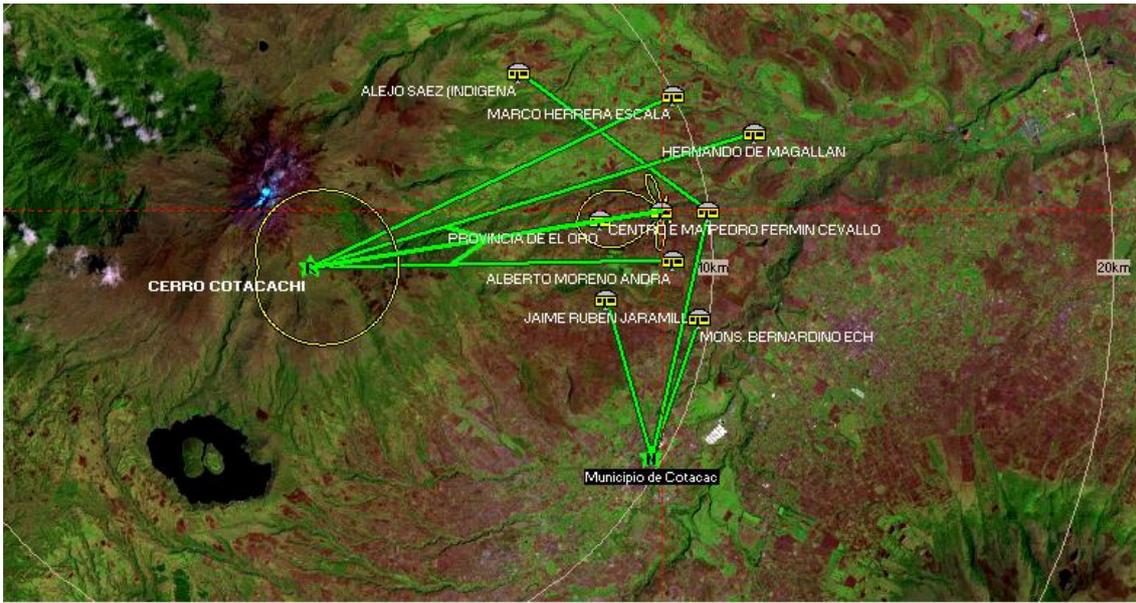


Figura 4.21. Cobertura total de los AP en la parroquia de Imantag

A continuación el esquema de la red de Imantag.

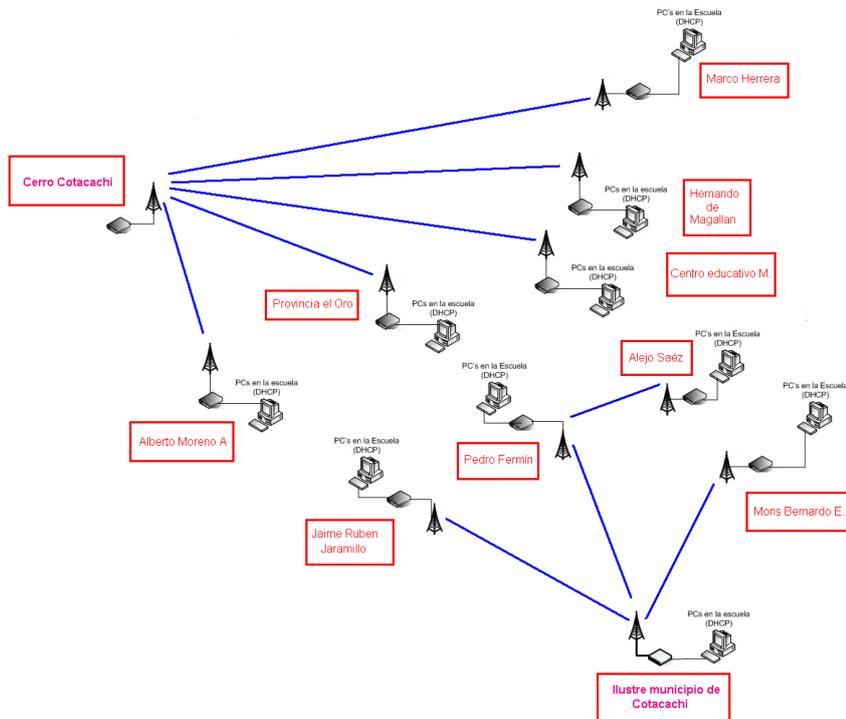


Figura 4.22. Red que daría cobertura a las Escuelas de Imantag.

En esta sección se mostraran los enlaces de cada centro educativo (CPE) y con su respectiva repetidora (AP).

Enlace Municipio de Cotacachi – Jaime Rubén Jaramillo

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12 m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 344° Grados desde el norte)

Entidad educativa Jaime Rubén Jaramillo

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-91$ dBm, Altura= 5 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

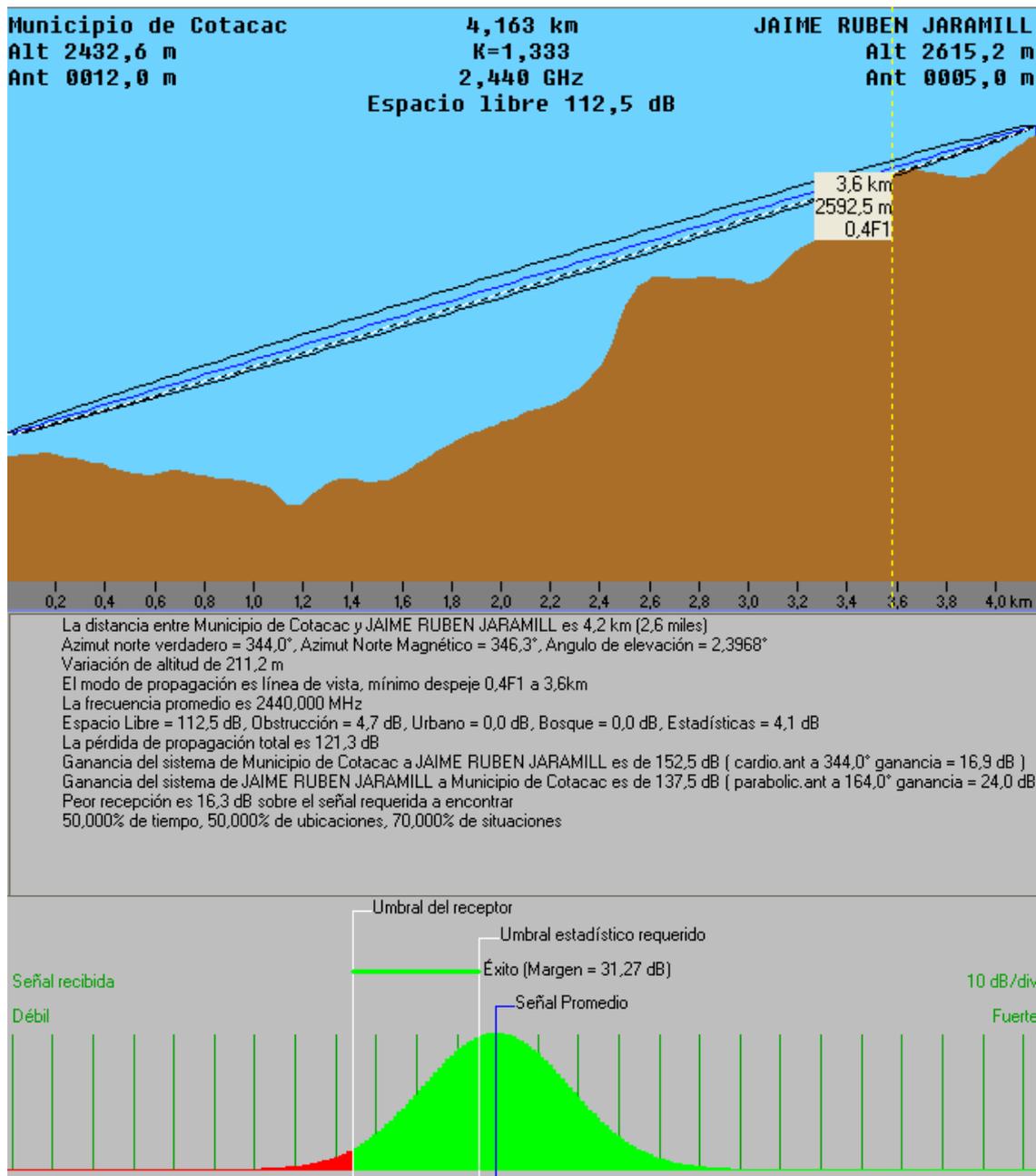


Figura 4.23. Análisis del enlace Municipalidad – Jaime Rubén Jaramillo (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Mons. Bernardino Echeverría

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz (P_{Tx}=23 dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 18.6° Grados)

Centro educativo Mons. Bernardino Echeverría

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -91 dBm, Altura=3 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi.

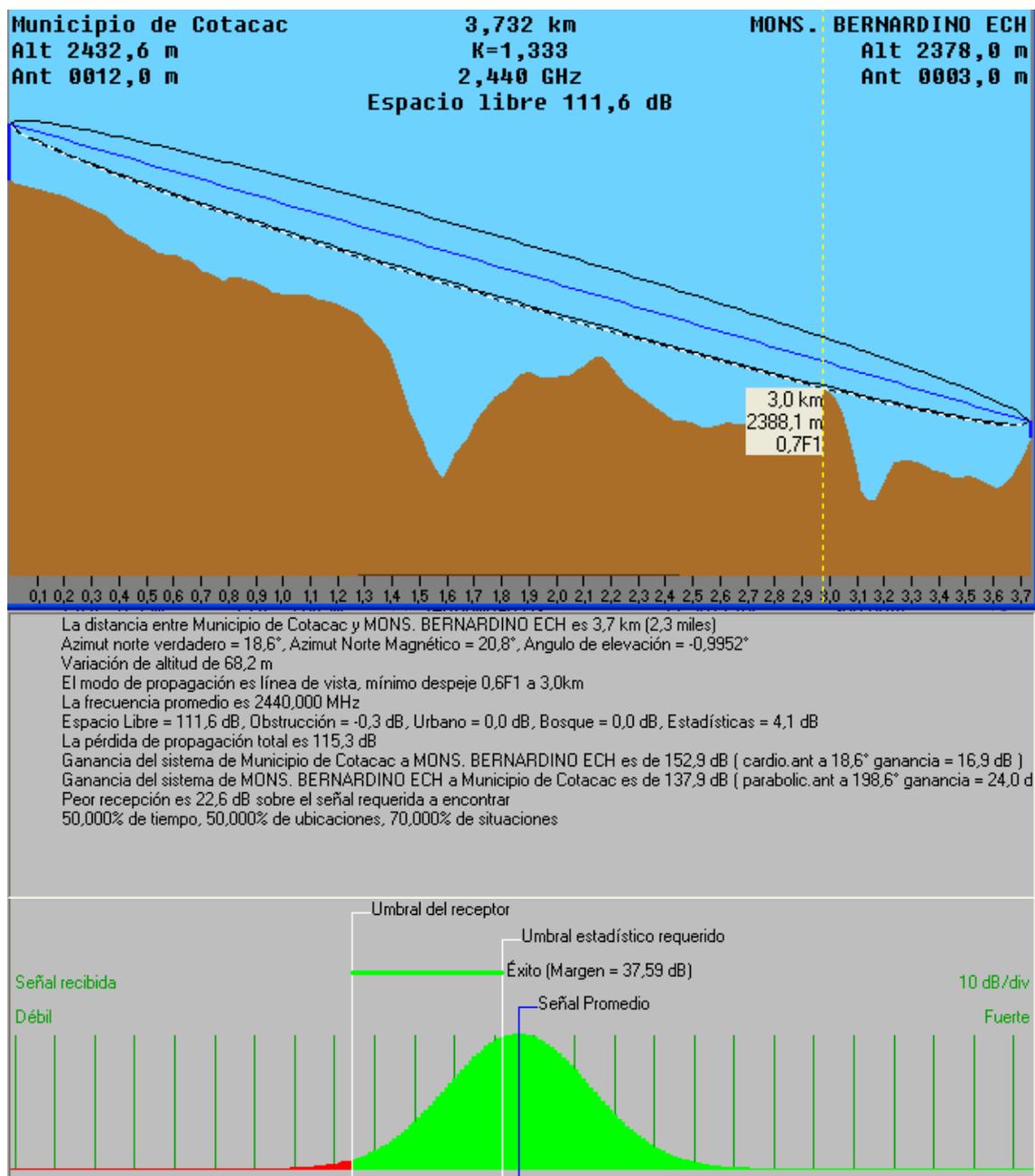


Figura 4.24. Análisis del enlace Municipalidad – Mons. Bernardino Echeverría (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi - Pedro Fermín Cevallos

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m).
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 12.7° Grados desde el norte)

Centro educativo Pedro Fermín Cevallos

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=5 m).
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi.

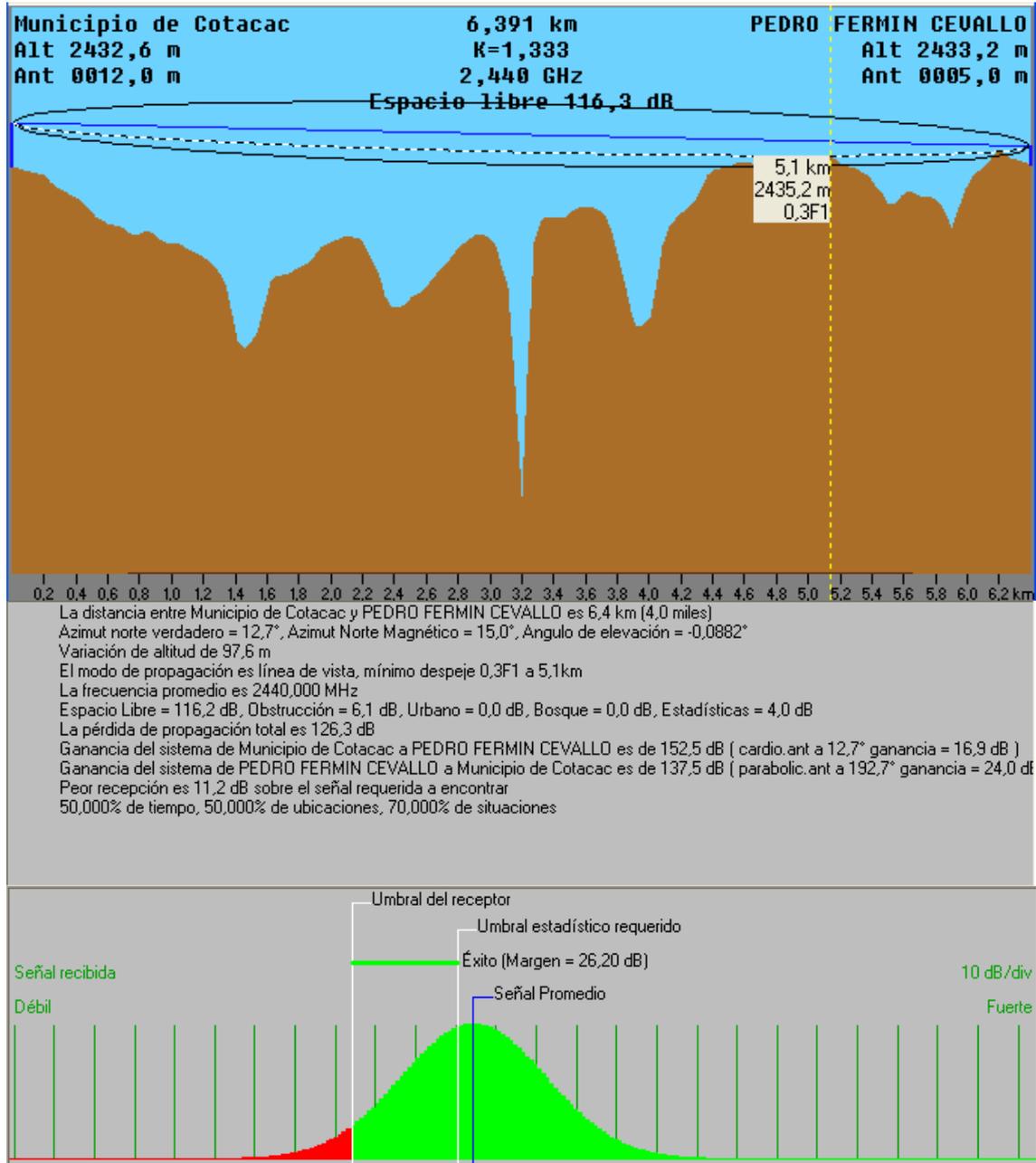


Figura 4.25. Análisis del enlace Municipalidad – Pedro Fermín Cevallos (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi - Alberto Moreno Andrade

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 12.7° Grados desde el norte)

Centro educativo Alberto Moreno Andrade

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-91$ dBm, Altura= 3 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi

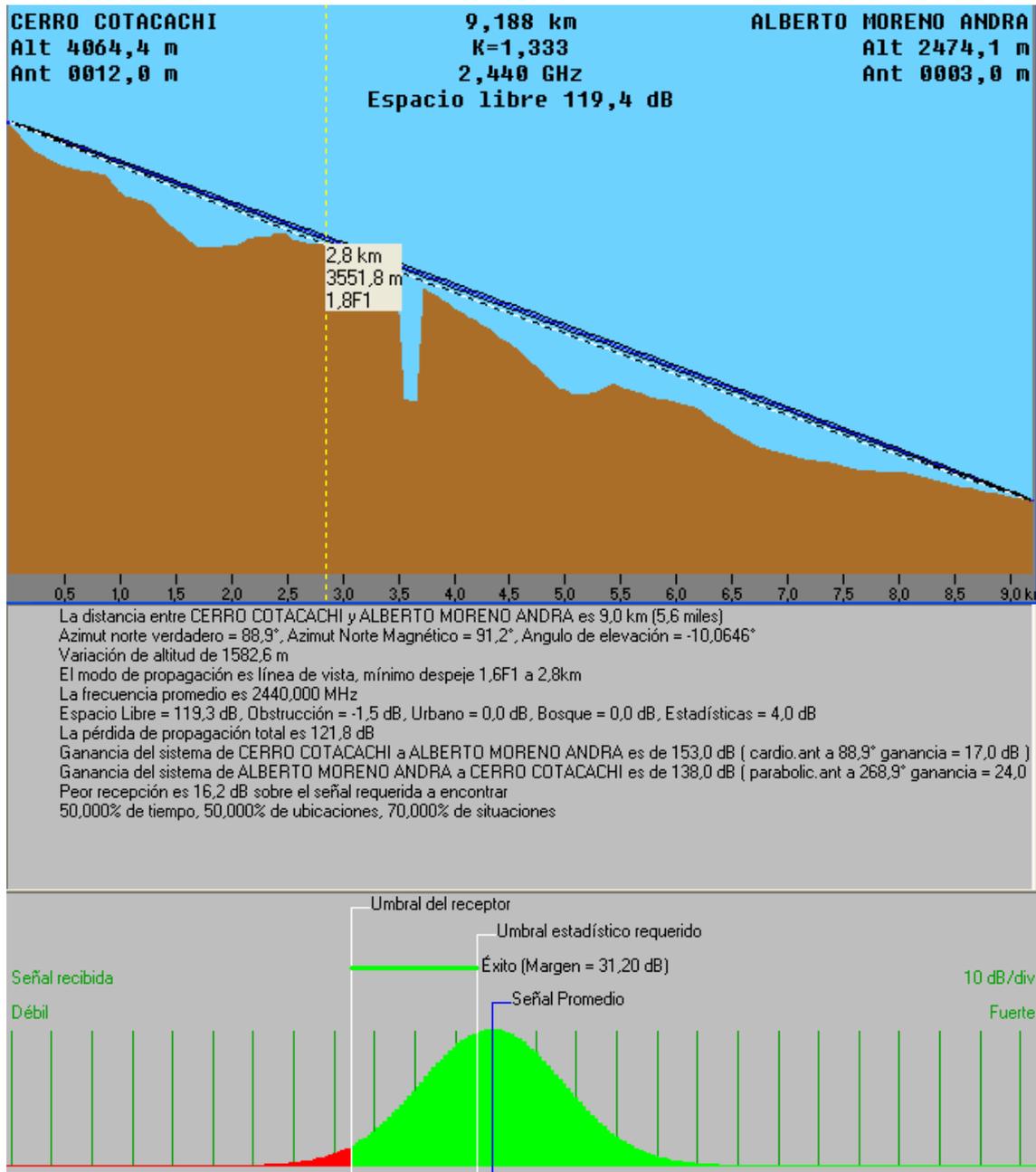


Figura 4.26. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Alberto Moreno Andrade (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi – Centro Educativo Matriz de Imantag

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-76$ dBm, Altura=12 m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 81° Grados desde el norte)

Centro educativo Matriz de Imantag

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi

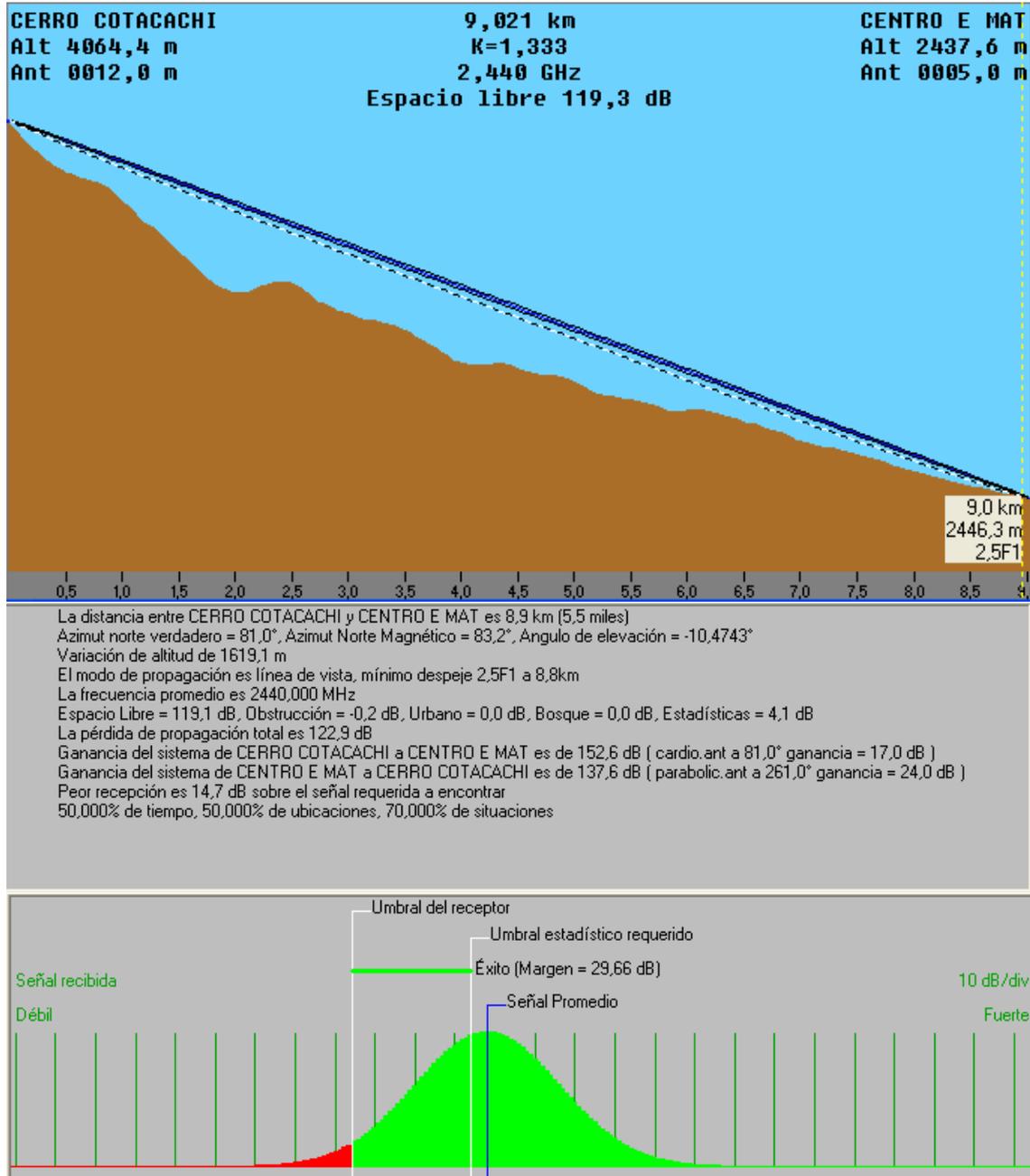


Figura 4.27. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Centro educativo Matriz (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi – Hernando de Magallan

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=73.2 ° Grados desde el norte)

Centro educativo Hernando de Magallan

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-91$ dBm, Altura= 3 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi

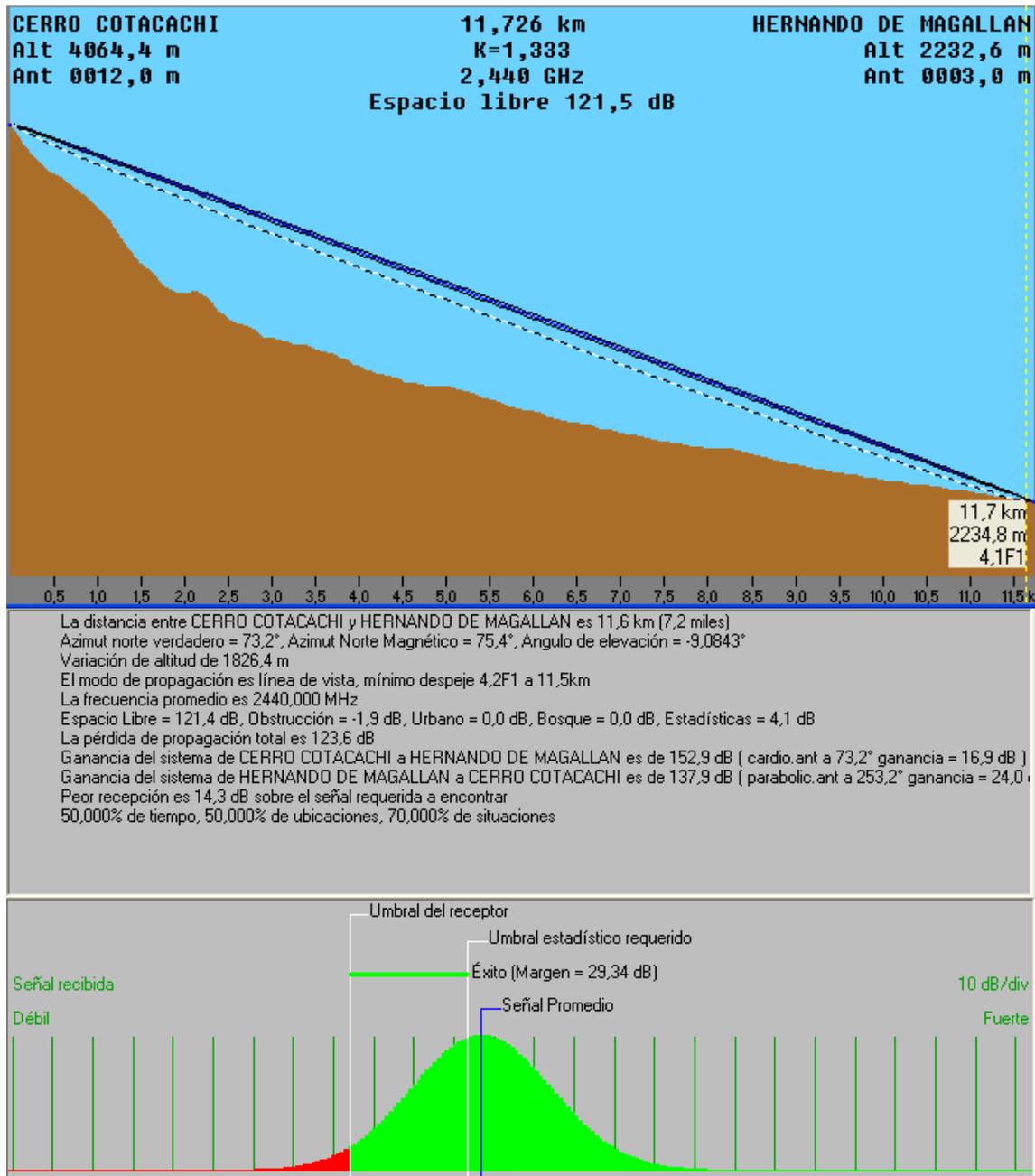


Figura 4.28. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Hernando de Magallan (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi – Marco Herrera Escala

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m).
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 64.6 ° Grados desde el norte).

Centro educativo Marco Herrera Escala

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=1.5 m).
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi.

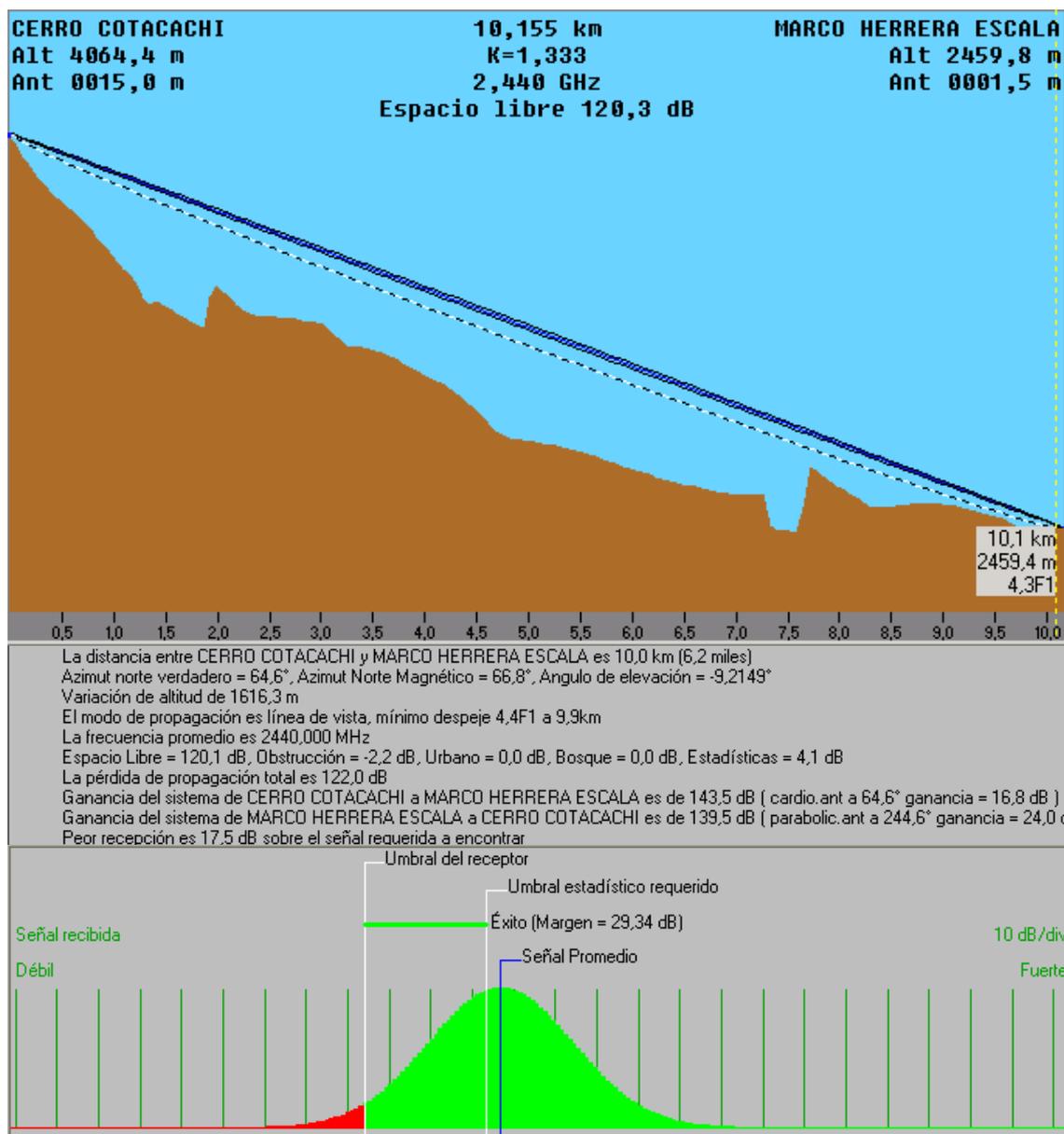


Figura 4.29. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Marco Herrera Escala (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi – Provincia del Oro

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12 m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=80.6 ° Grados desde el norte)

Centro educativo Provincia del Oro

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi.

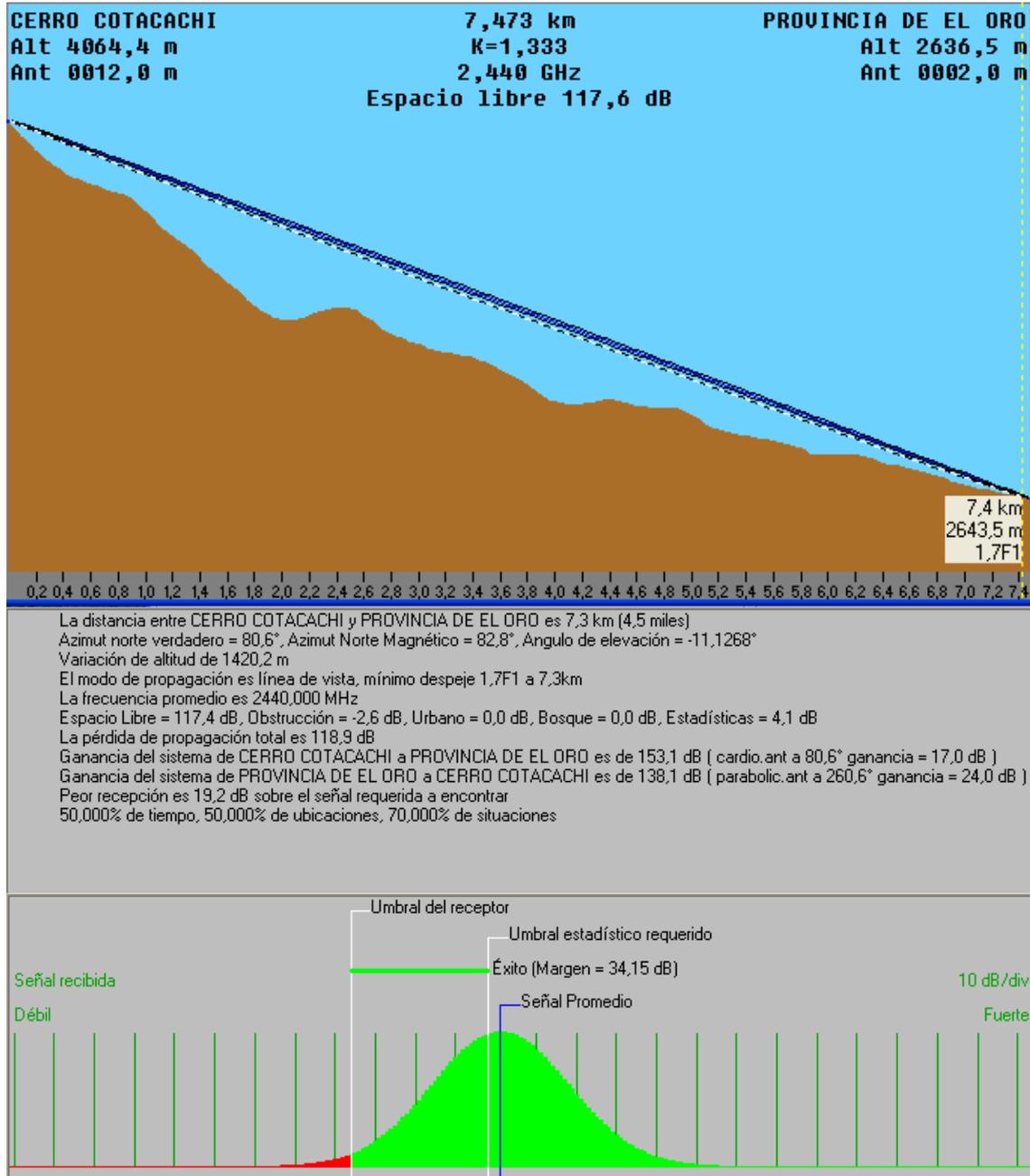


Figura 4.30. Análisis del enlace Cerro Cotacachi - Provincia del Oro (Radio link).

Enlace Cerro de Cotacachi – Alberto Moreno Andrade

Cerro de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 88.9° Grados desde el norte)

Centro educativo Alberto Moreno Andrade

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -80$ dBm, Altura=3 m)
- Antena Directiva de tipo Grilla con una ganancia de 24 dBi

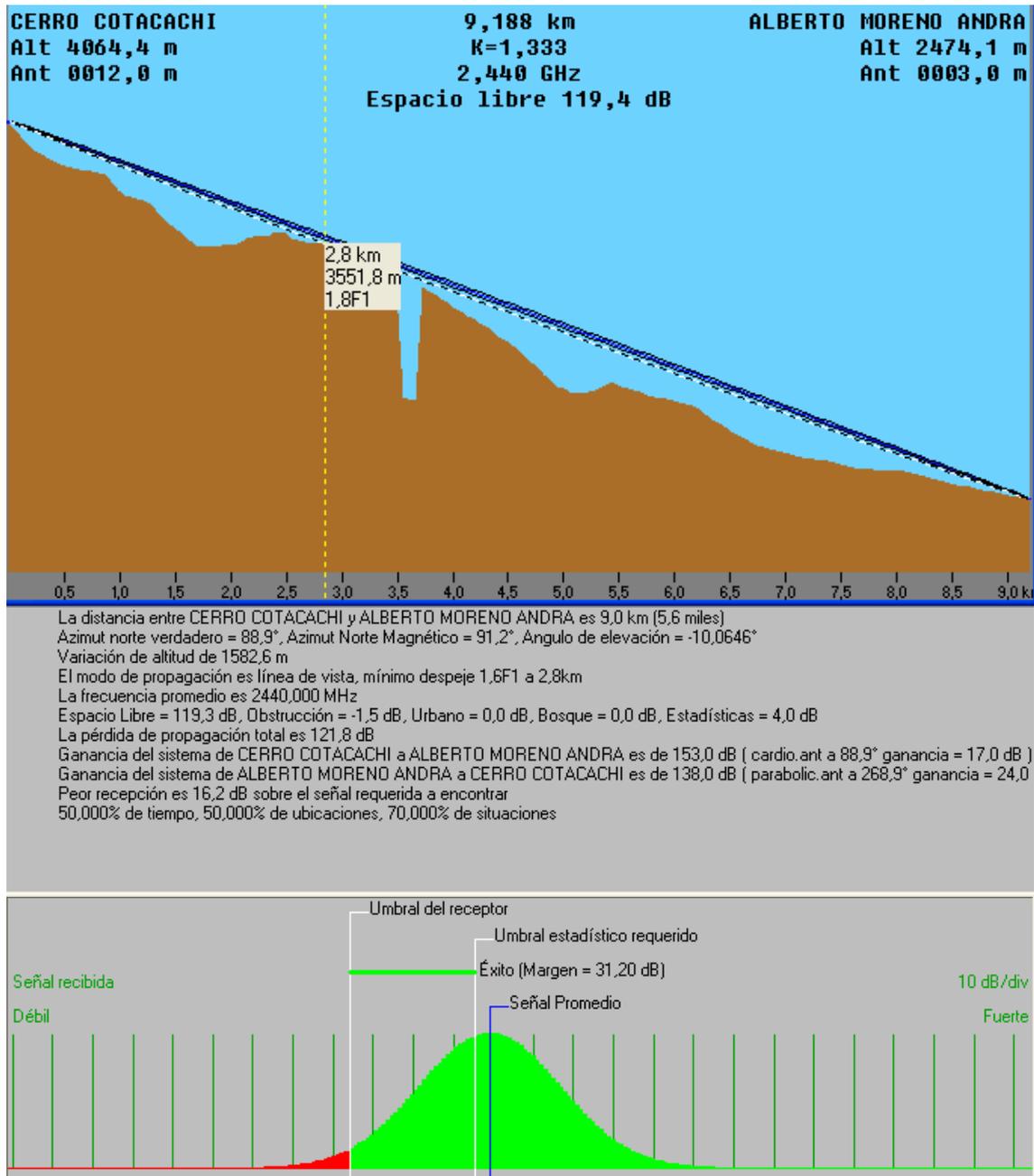


Figura 4.31. Análisis del enlace Cerro Cotacachi – Alberto Moreno Andrade (Radio link).

Enlace Pedro Fermín Cevallos – Alejo Saez.

Centro educativo Pedro Fermín Cevallos.

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -91 dBm, Altura= 2 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

Centro educativo Alejo Saez.

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -91 dBm, Altura=3 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

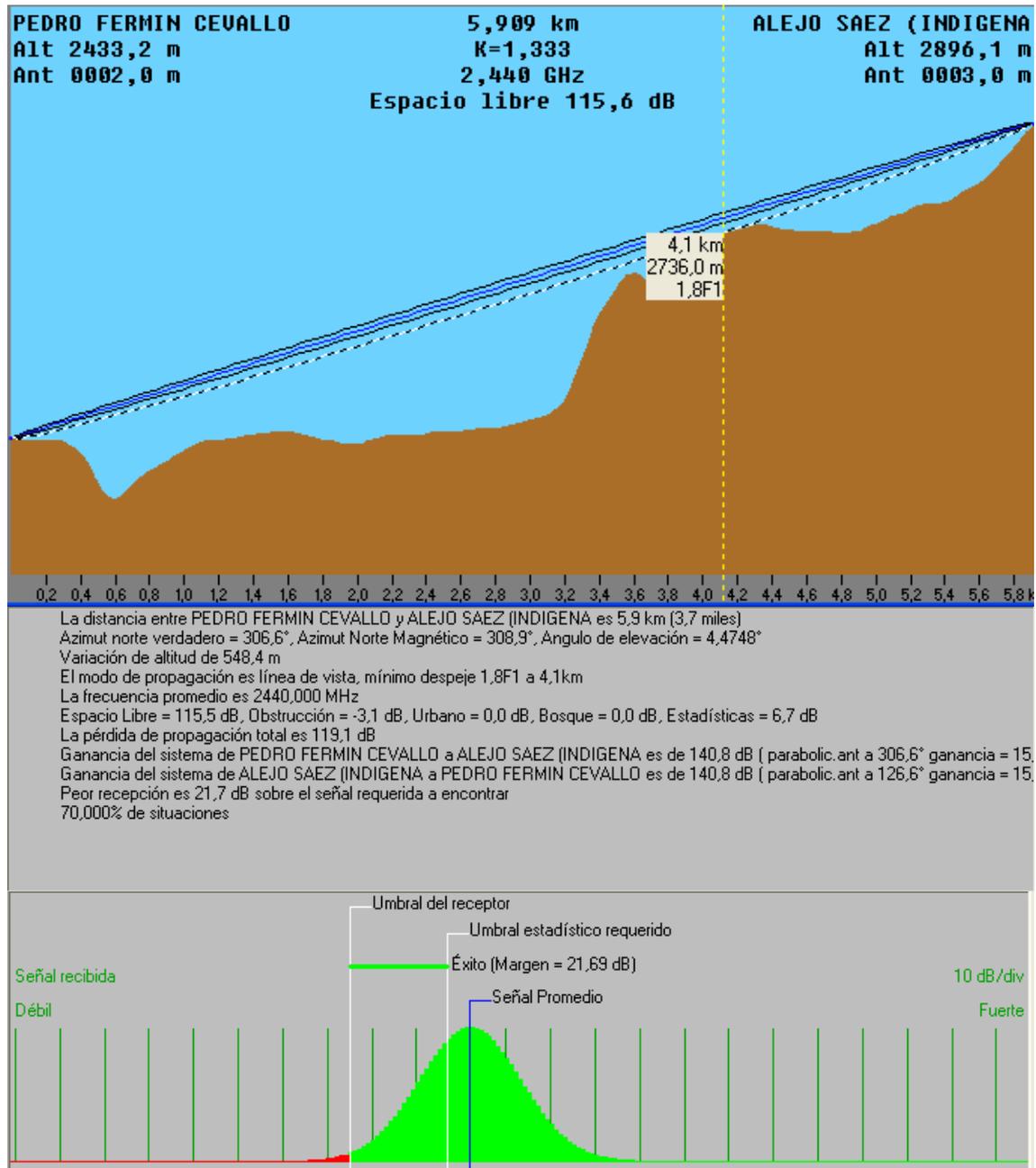


Figura 4.32. Análisis del enlace Pedro Fermín Cevallos– Alejo Sáez (Radio link).

Diseño de la red para la Parroquia de El Sagrario. El siguiente Análisis corresponde a la Parroquia del Sagrario, como primer paso se identificara los Centros educativos.

Tabla 4.8 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia del Sagrario

	PARROQUIA	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
1	EL SAGRARIO	MARCO TULIO HIDROBO	-78,287222	0,30755556
2	10 DE AGOSTO (EL SAGRARIO)	JUAN FRANCISCO CEVALLOS	-78,264694	0,29705556
3	EL SAGRARIO	JUAN MORALES ELOY	-78,282861	0,31716667
4	EL SAGRARIO	SAN JACINTO	-78,276889	0,33422222
5	EL SAGRARIO	JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)	-78,303111	0,30355556
6	EL SAGRARIO	MARTIN GONZALEZ	-78,246778	0,32375
7	EL SAGRARIO	LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)	-78,255333	0,31461111
8	EL SAGRARIO	DR. TRAJANO NARANJO	-78,265694	0,30769444
9	EL SAGRARIO	NAZACOTA PUENTO	-78,282056	0,32408333
10	EL SAGRARIO	JOSE DOMINGO ALBUJA	-78,262611	0,32375
11	EL SAGRARIO	LUIS URPIANO DE LA TORRE	-78,262056	0,30266667
12	EL SAGRARIO	ENTIDAD EDUCATIVASIN NOMBRE	-78,2859	0,2996026
13	EL SAGRARIO	6 DE JULIO	-78,262944	0,3

	PARROQUIA	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
14	EL SAGRARIO	MUNICIPIO DE COTACACHI	-78,26248	0,3027361

En la tabla se puede verificar que se incluye al Municipio de Cotacachi, el cual será el encargado de repartir la señal mediante un Access Point.

El siguiente paso es identificar las entidades educativas de esta parroquia en el mapa.

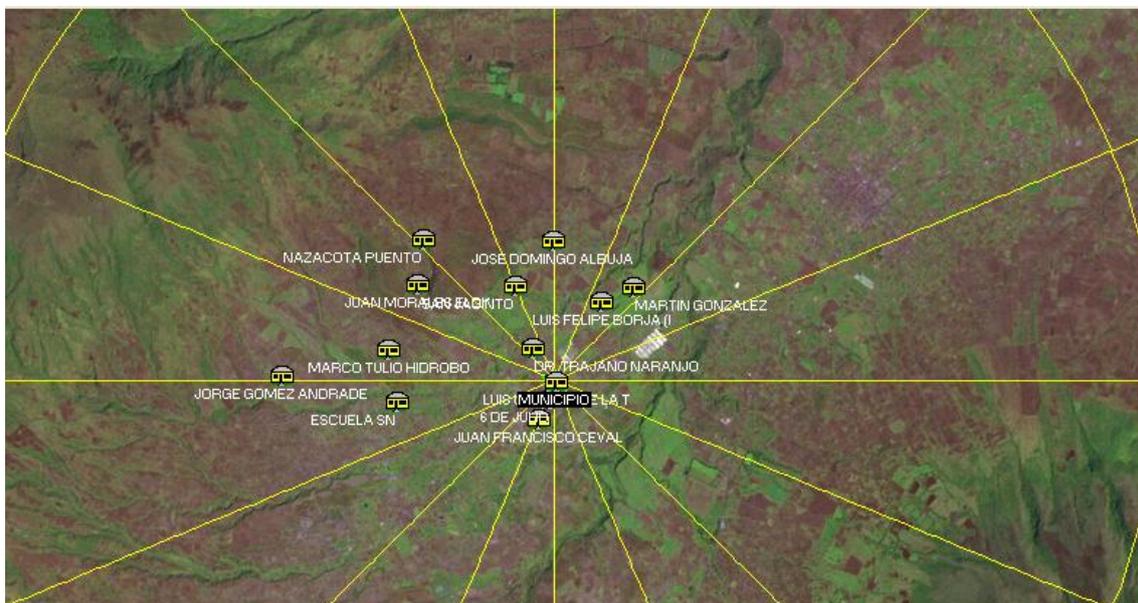


Figura 4.33. Centros Educativos de el Sagrario en el mapa.

Dado que se ha utilizado un Access point (AP) ubicado en el Ilustre Municipio de Cotacachi para dar cobertura a ciertos centros educativos de la Parroquia de Imantag, también este mismo sistema nos permitirá satisfacer los requerimientos de la Parroquia de El Sagrario.

En la red de El Sagrario se instalara dos sistemas con antenas sectoriales de 17 dBi y con un ángulo de cobertura de 120°, cada uno la primera con un

azimut de 0° , el segundo a 240° de azimut para cubrir las escuelas que el primer Access point no las cubre, esto permitirá cubrir las otras parroquias que son Quiroga y San Francisco.

Las escuelas que son cubiertas por el primer Access Point (PTMP) son:

- José Domingo Albuja.
- Nazacota Puento.
- Dr. Trajano Naranjo.
- Juan Morales Eloy.
- San Jacinto.
- Martín González.

Las escuelas que son cubiertas por el segundo Access Point (PMP) son:

- Marco Tulio Andrade.
- Juan Francisco Ceval.
- Jorge Gómez.
- Luís Felipe Borja.
- Luís Urpiano de la T.
- Entidad educativa Sin Nombre.
- 6 de Julio.

A continuación en la figura 4.34 se muestra la red que corresponde a la Parroquia de El Sagrario.

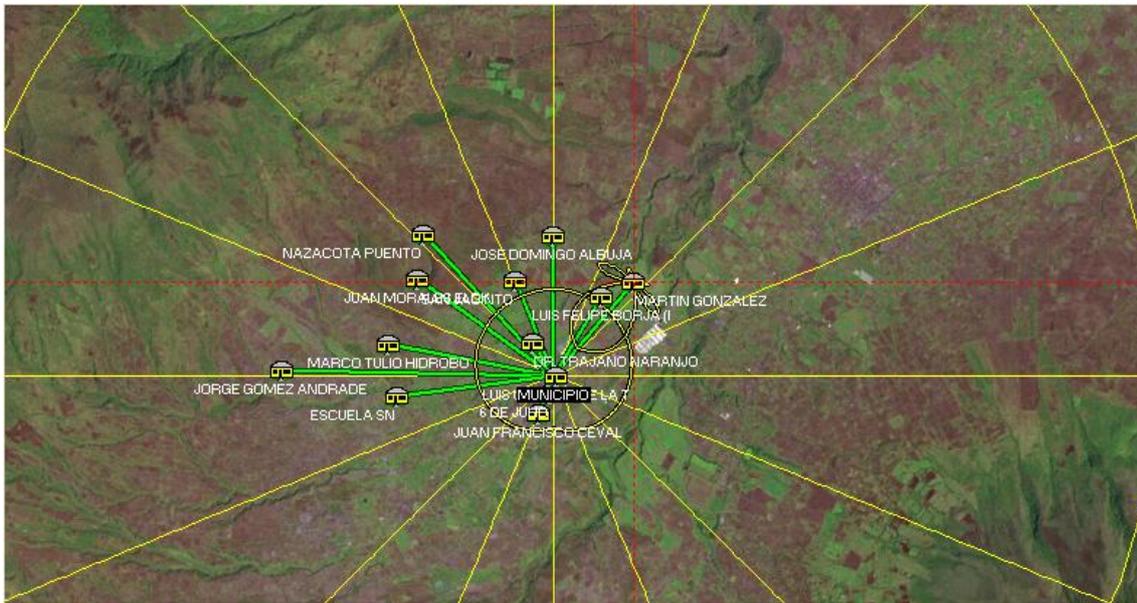


Figura 4.34. Cobertura total de los AP en la Parroquia de El Sagrario.

A continuación el esquema de la red de El Sagrario.

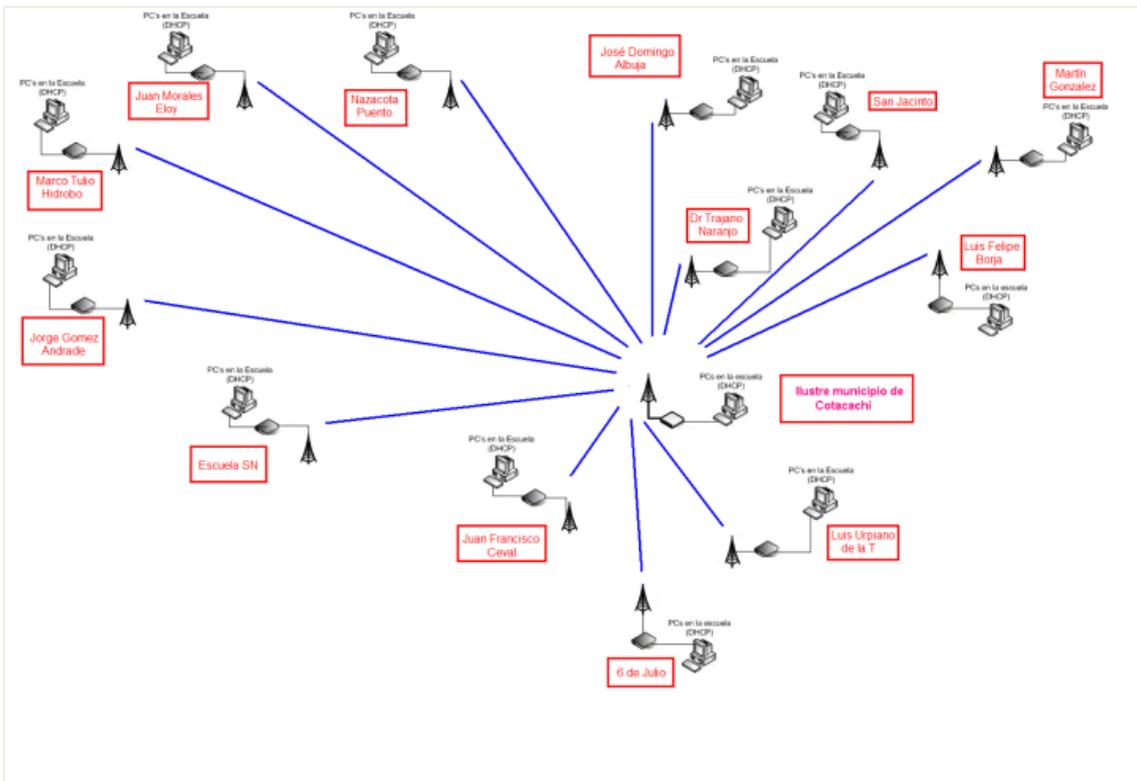


Figura 4.35. Red que daría cobertura a las Escuelas de El Sagrario.

En esta sección se muestra los perfiles y detalles de cada enlace de la red de El sagrario.

Enlace Municipio de Cotacachi – José Domingo Albuja

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 359.6° Grados desde el norte)

Centro educativo José Domingo Albuja

CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-91$ dBm, Altura=2 m)

- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi

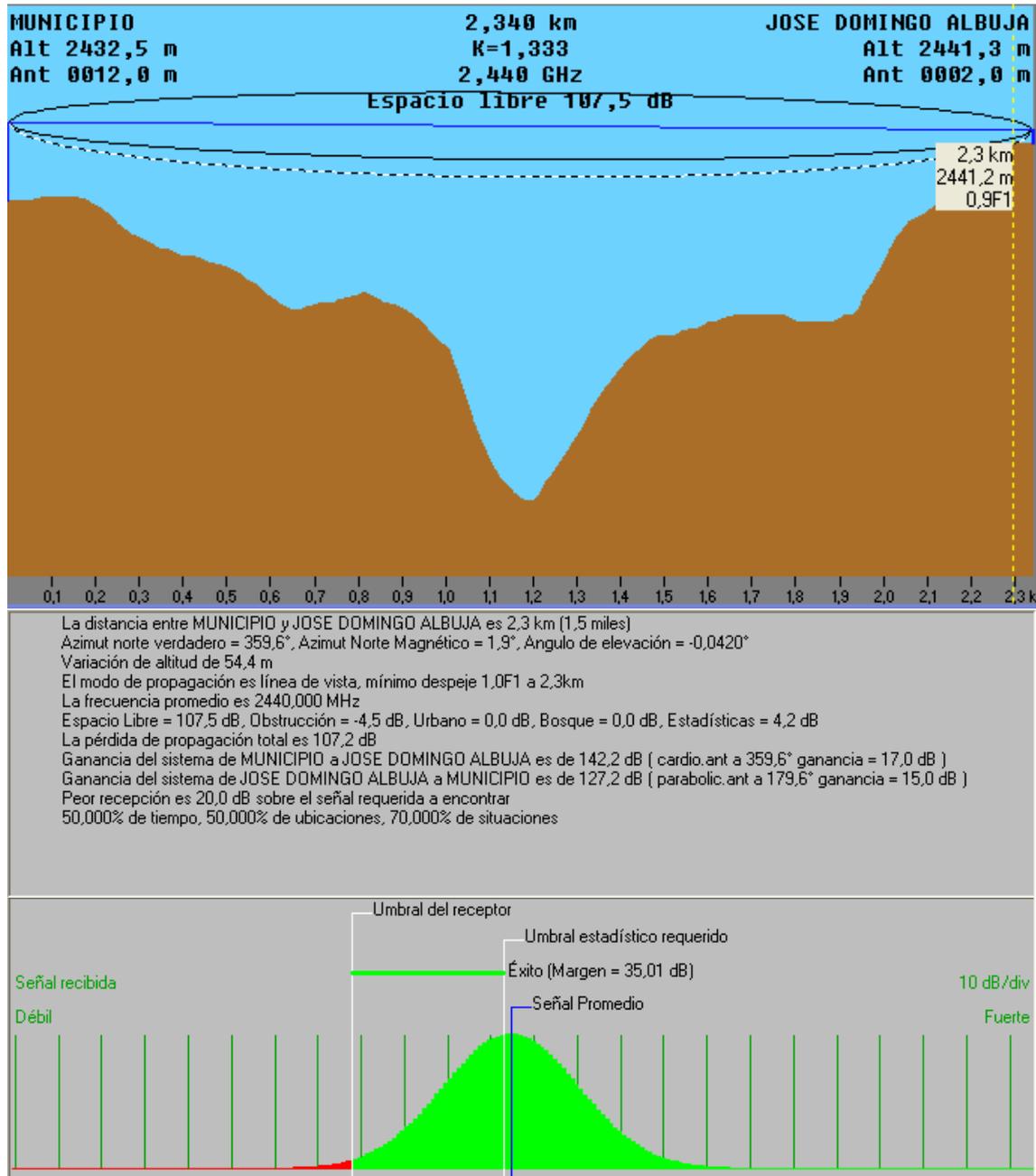


Figura 4.36. Análisis del enlace Municipio – José Domingo Albuja (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Nazacota Puento

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 317.6° Grados desde el norte)

Centro educativo Nazacota Puento

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi

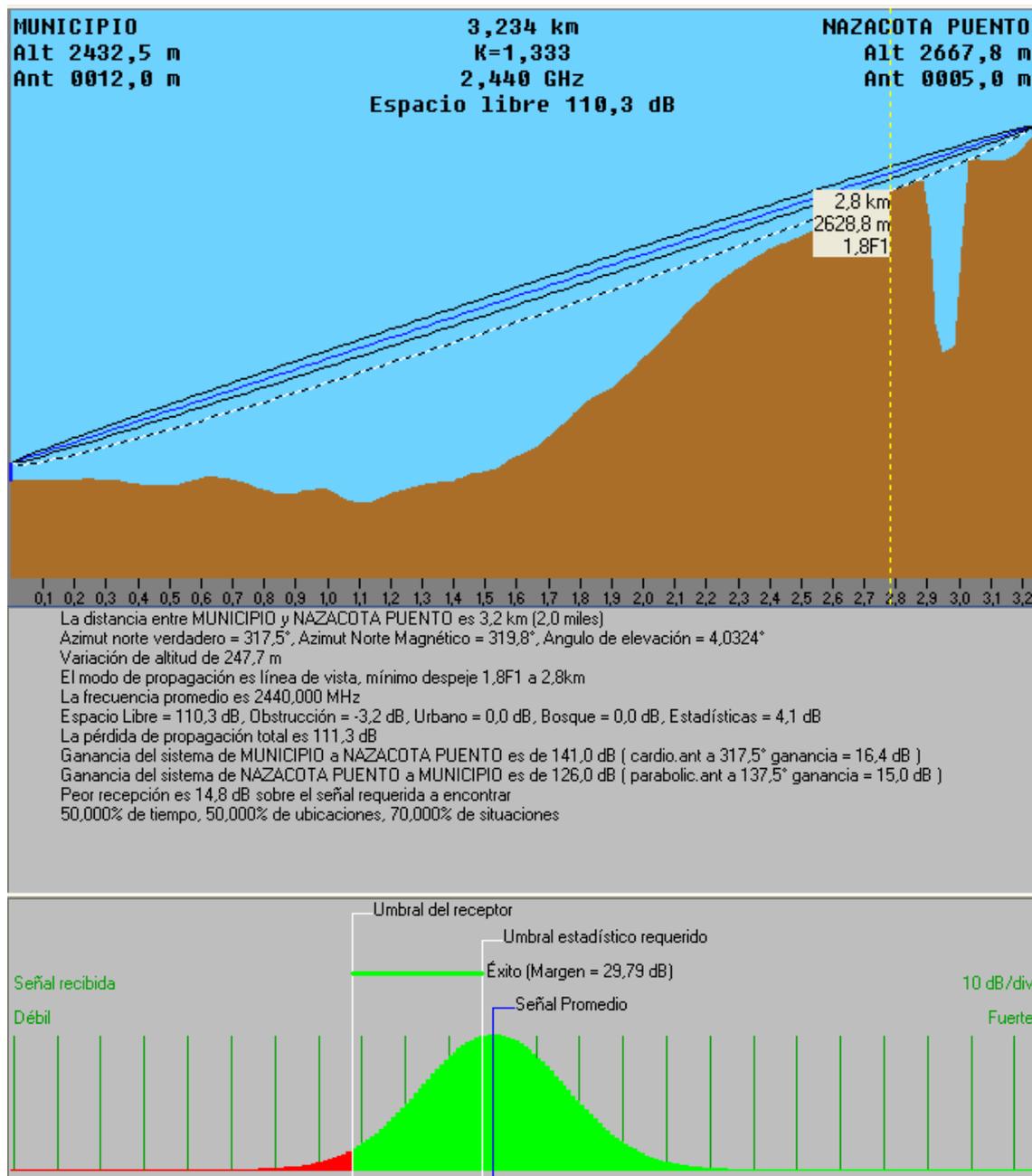


Figura 4.37. Análisis del enlace Municipio – Nazacota Puento (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Dr Trajano Naranjo Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 327.1° Grados desde el norte)

Centro educativo Dr. Trajano Naranjo

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}= -91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi.

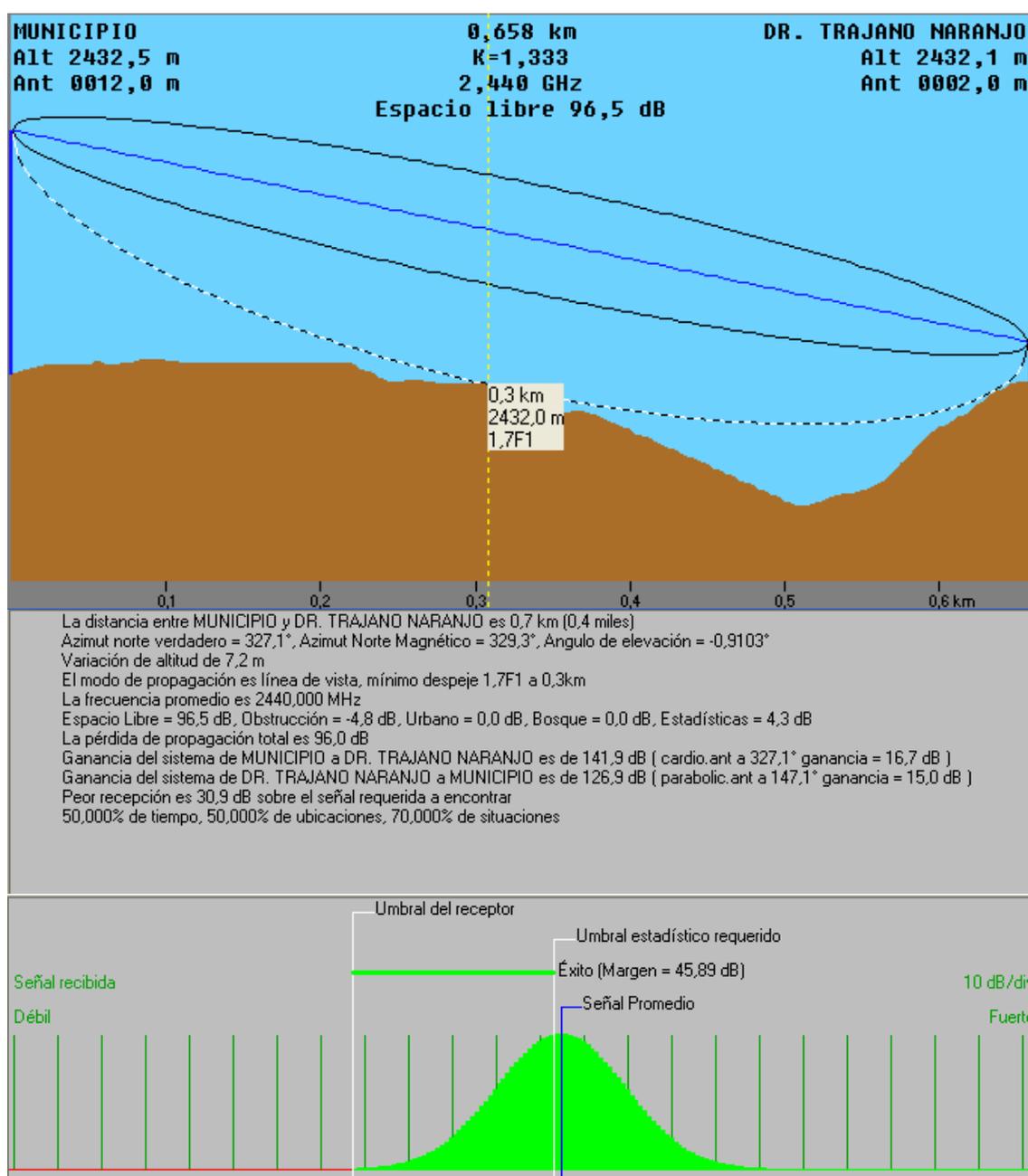


Figura 4.38. Análisis del enlace Municipio – Dr Trajano Naranjo (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Juan Morales Eloy

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=305.3 ° Grados desde el norte)

Centro educativo Juan Morales Eloy

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi

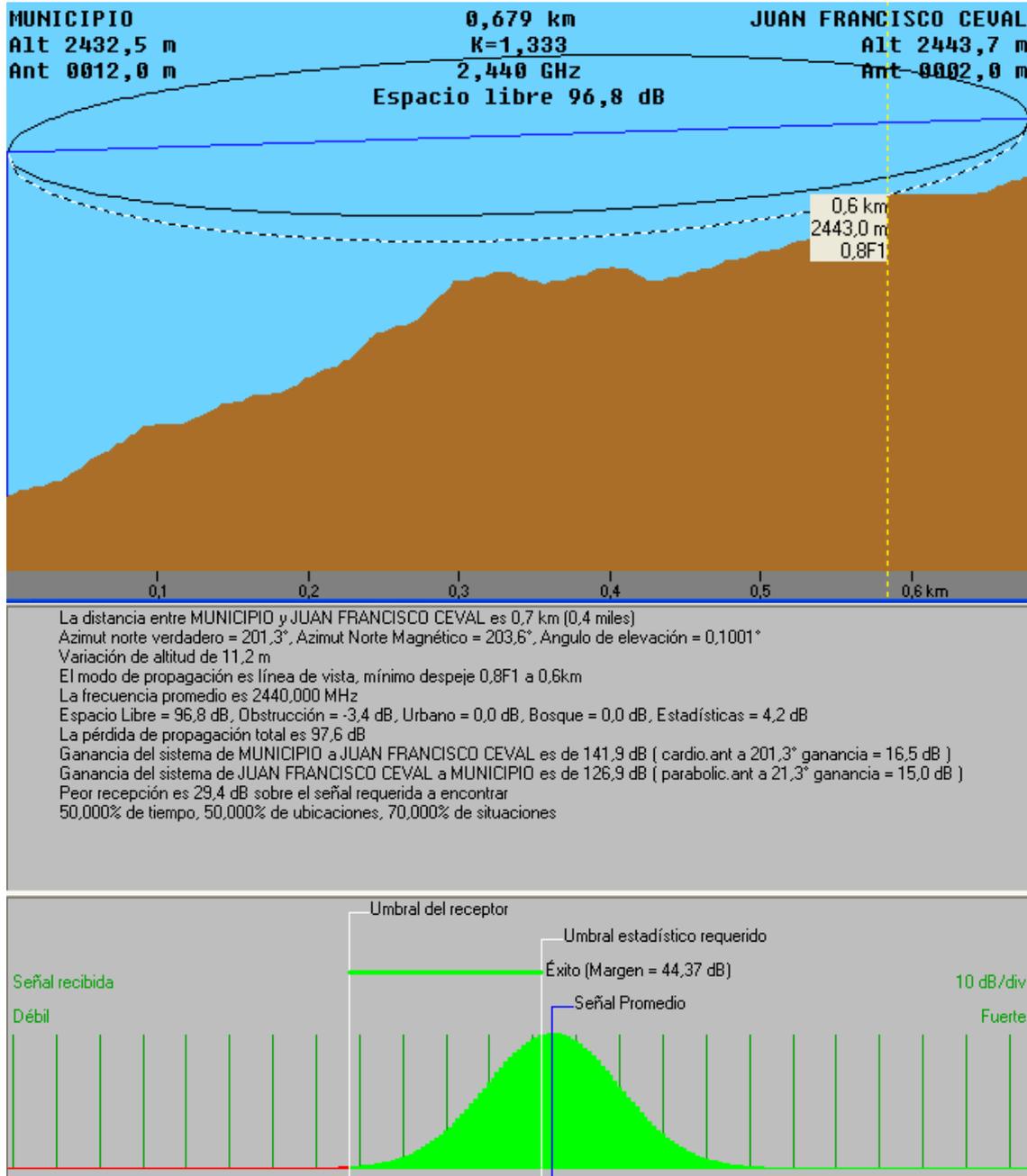


Figura 4.39. Análisis del enlace Municipio – Juan Morales Eloy (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi (Segundo AP) – Juan Francisco Ceval

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 201.3° Grados desde el norte)

Centro educativo Juan Francisco Ceval

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=2 m).
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi.

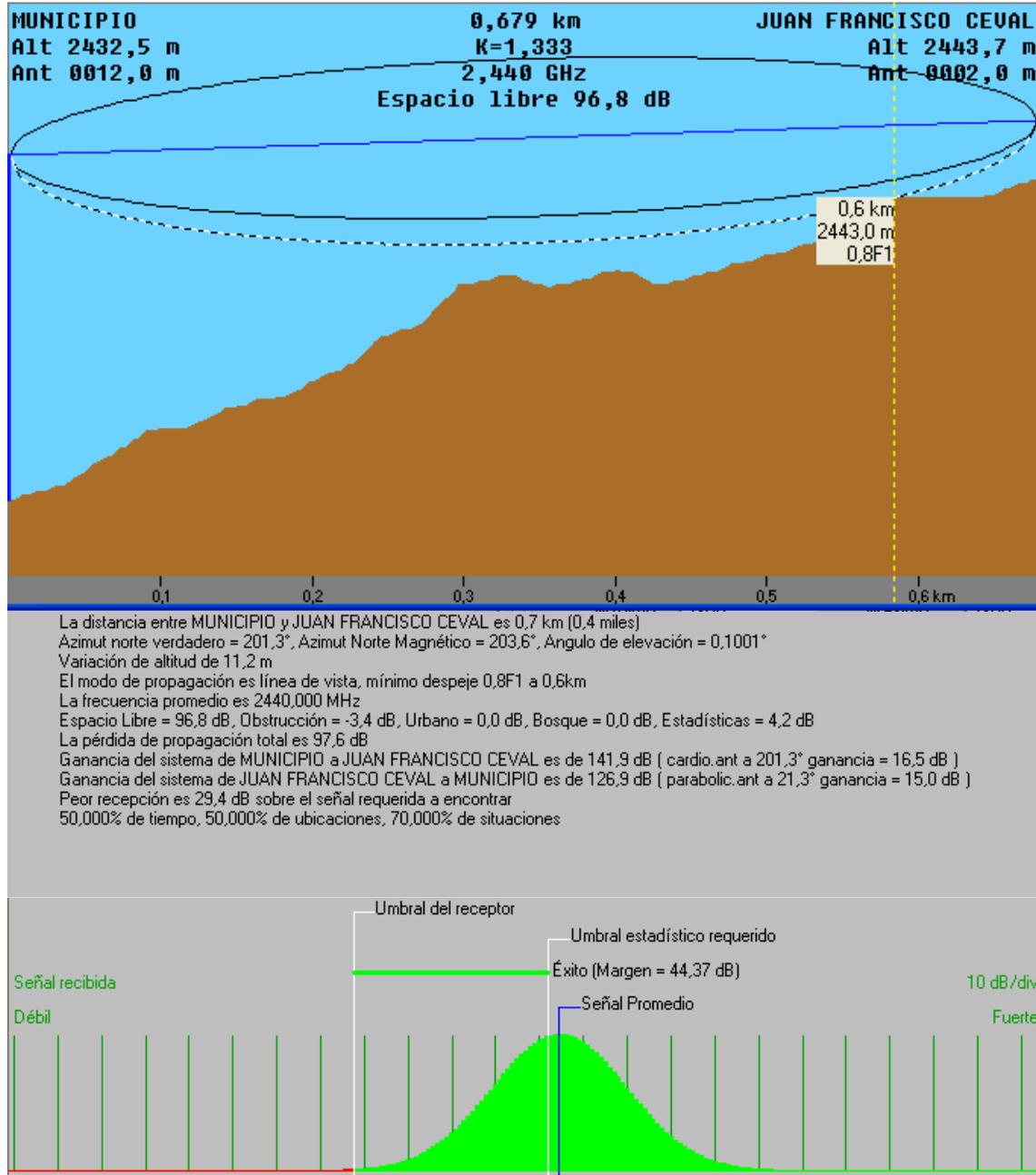


Figura 4.41. Análisis del enlace Municipio – Juan Francisco Ceval (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi (Segundo AP) – Jorge Gómez Andrade

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=271.2 ° Grados desde el norte)

Centro educativo Jorge Gómez Andrade

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi.

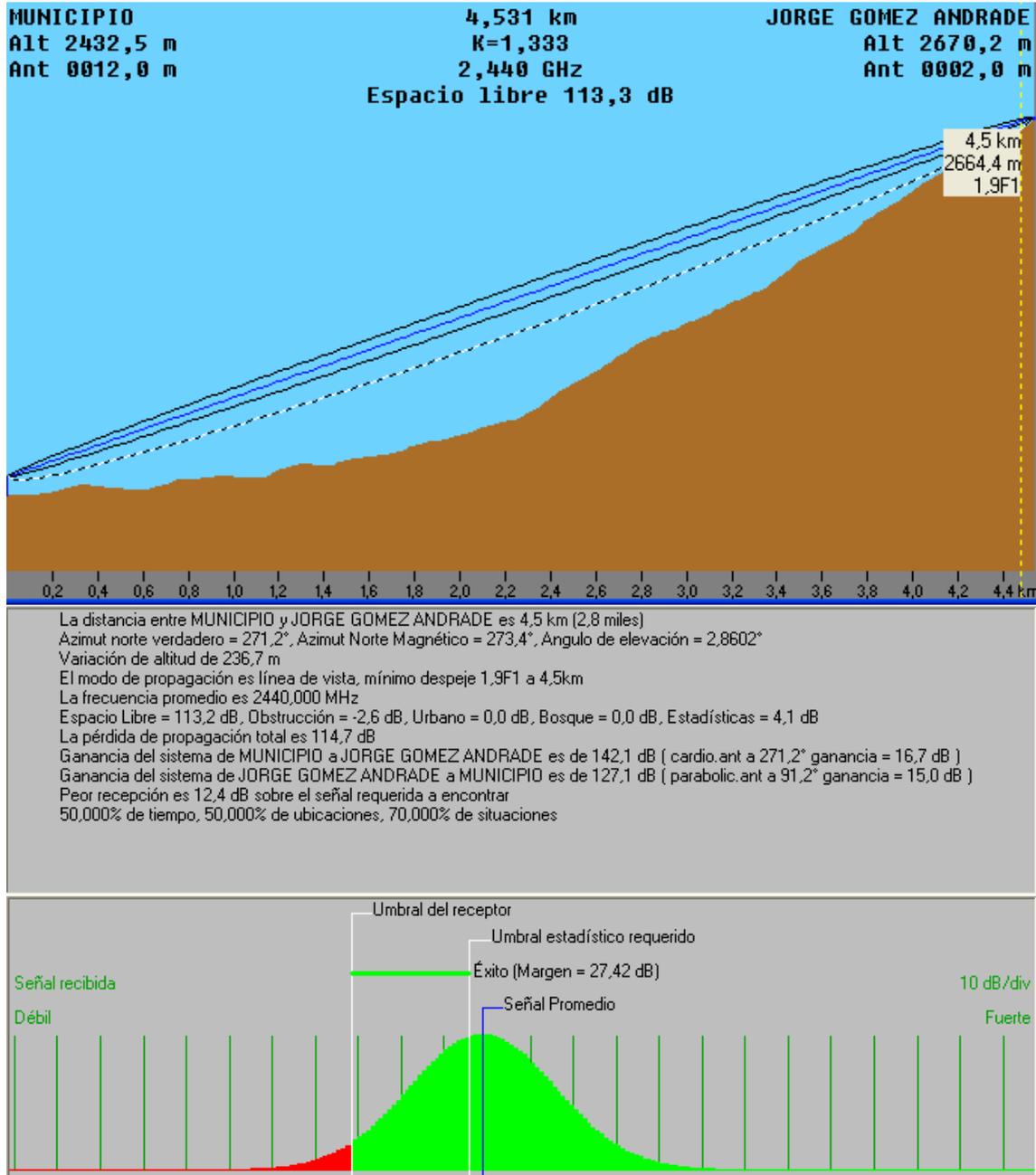


Figura 4.42. Análisis del enlace Municipio – Jorge Gómez Andrade (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Luís Felipe Borja

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=31 ° Grados desde el norte)

Centro educativo Luís Felipe Borja

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 15 dBi

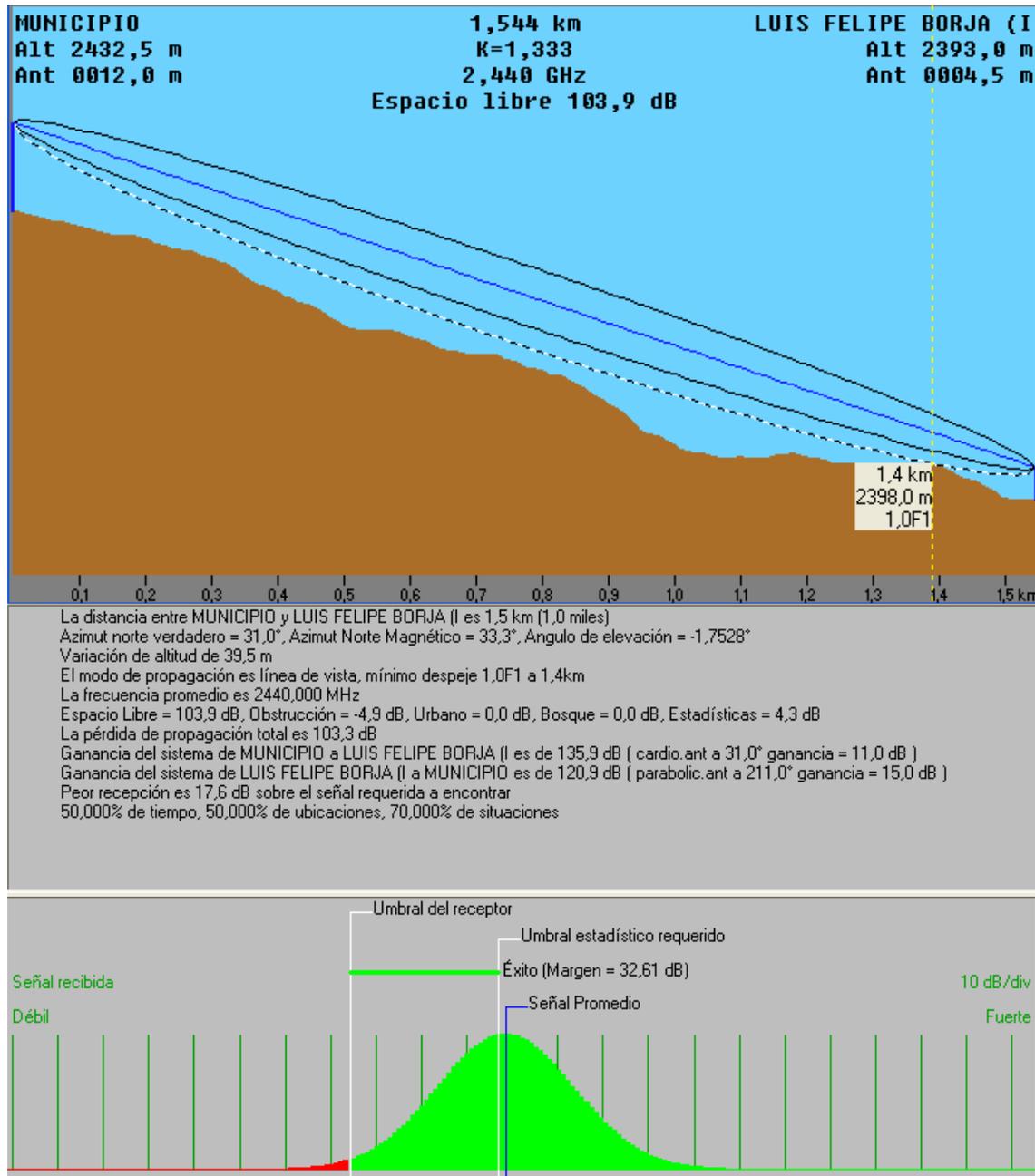


Figura 4.43. Análisis del enlace Municipio – Luis Felipe Borja (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – San Jacinto

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=189.7° Grados desde el norte)

Centro educativo San Jacinto.

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=1.5 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 24 dBi.

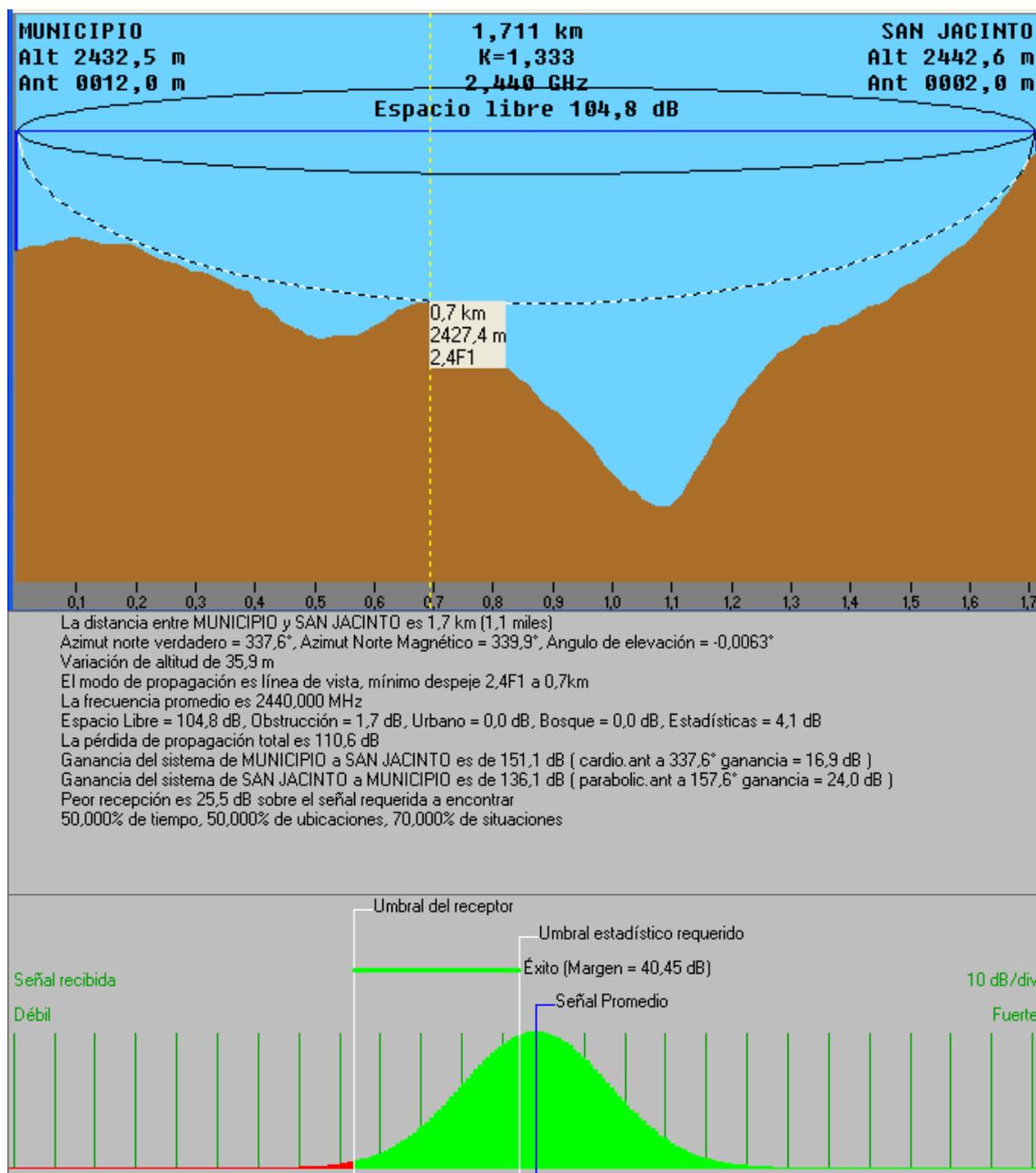


Figura 4.47. Análisis del enlace Municipio – San Jacinto (Radio link).

Enlace Municipio Cotacachi – Martín González

Municipio de Cotacachi.

- AP 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -76 dBm, Altura=12 m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ=42.4 ° Grados desde el norte)

Cento educativo Martín González.

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -91 dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva con una ganancia de 24 dBi.

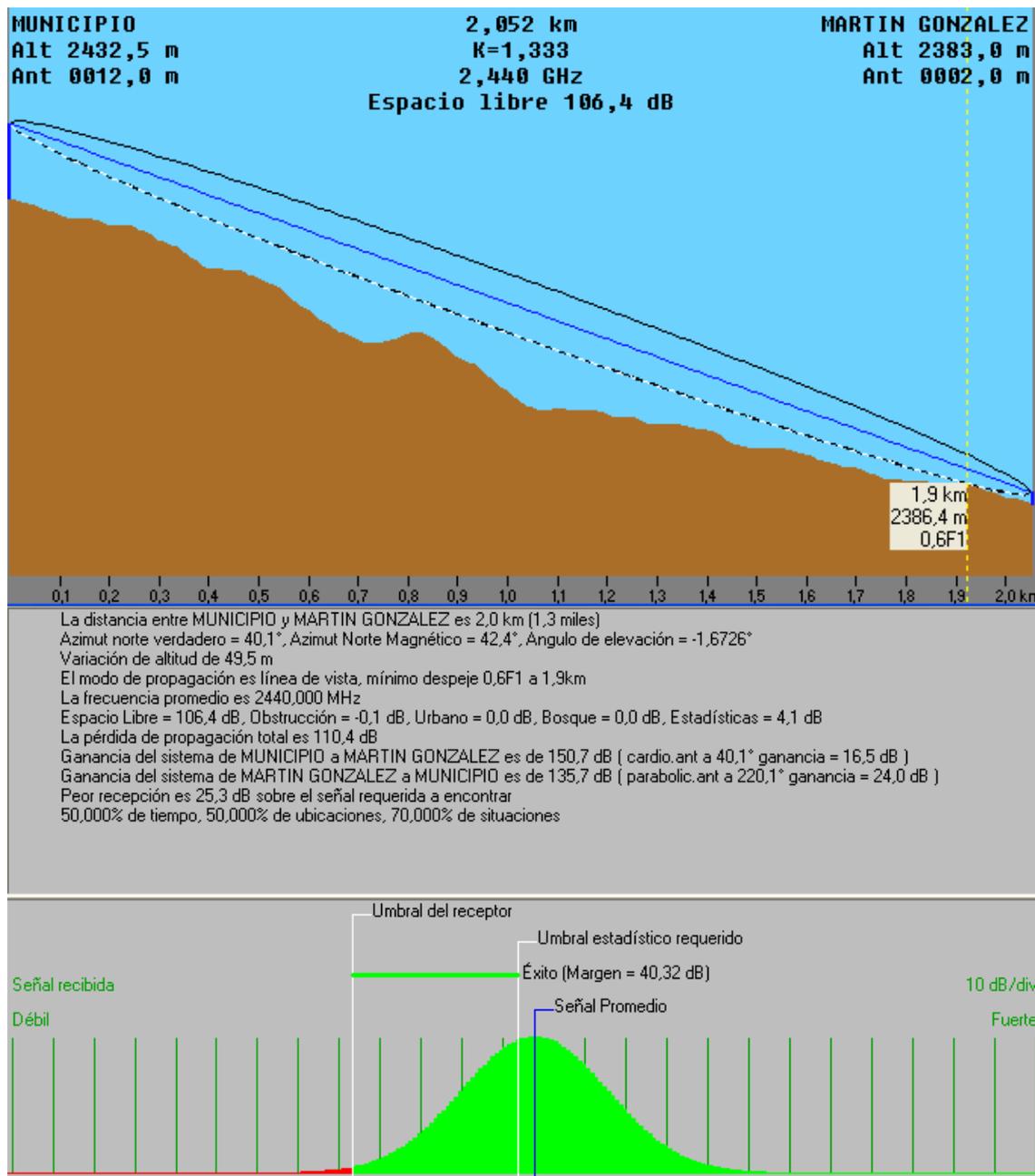


Figura 4.48. Análisis del enlace Municipio – Martín González (Radio link).

Diseño de la red para la Parroquia de Quiroga. En la siguiente tabla se muestra los centros educativos que comprenden la red de Quiroga:

Tabla 4.9 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia Imantag

	PARROQUIA	NOMBRE	LONGITUD	LATITUD
1	QUIROGA	ANDRES AVELINO DE LA TORRE	-78,27845	0,2783877
2	QUIROGA	SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)	-78,31411	0,2634722
3	QUIROGA	ELOY PROAÑO	-78,28461	0,2825833
4	QUIROGA	LETICIA PROAÑO REYES	-78,30106	0,2760278
5	QUIROGA	28 DE JUNIO	-78,28408	0,2783877
6	QUIROGA	VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)	-78,353583	0,28319444
7	QUIROGA	CUICOCHA (INDIGENA)	-78,374861	0,29727778
8	QUIROGA	ALZAMORA Y PEÑAHERRERA	-78,30047	0,2712222
9	QUIROGA	LUIS COTARCO CEVALLOS	-78,29017	0,2804175

Se utilizara el mismo *Access Point* del Municipio de Cotacachi y uno mas en el cerro Blanco para dar cobertura a los centros educativos que no se encuentran en la cobertura del Municipio, el AP que se encontrara en el Cerro Blanco tendrá las mismas características que la del Municipio, con un ángulo de 90°.

A continuación se presenta la red de Quiroga

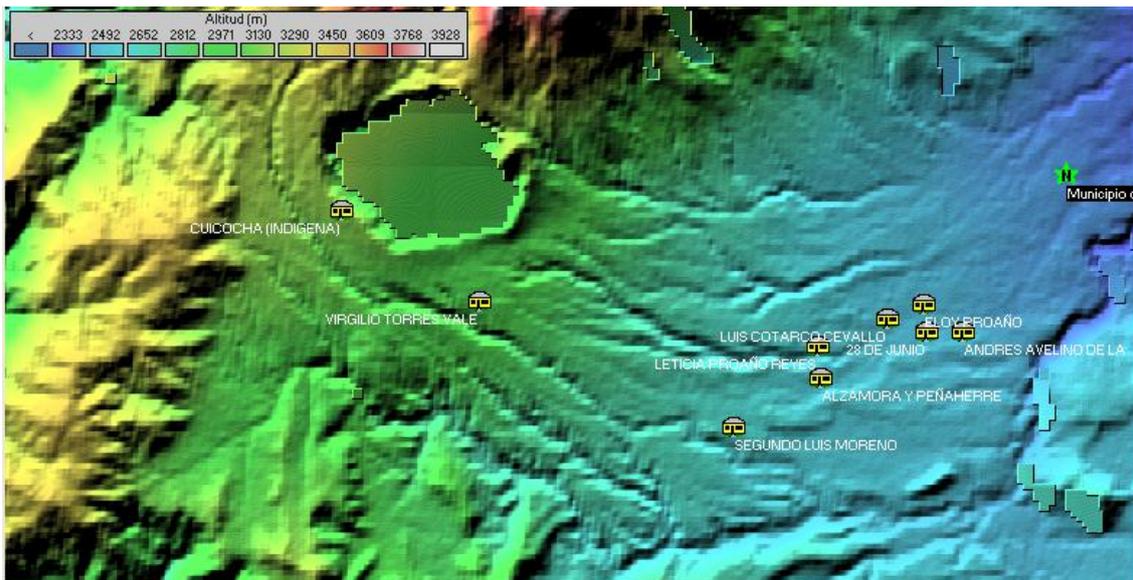


Figura 4.49. Centros educativos de Quiroga en el mapa

Las escuelas que da cobertura el Municipio con el segundo Access Point (AP) son:

- Andrés Avelino de la Torre
- Segundo Luís Moreno.
- Eloy Proaño.
- Leticia Proaño Reyes.
- 28 de Junio.
- Alzamora y Peñaherrera
- Luís Cortaco Cevallos

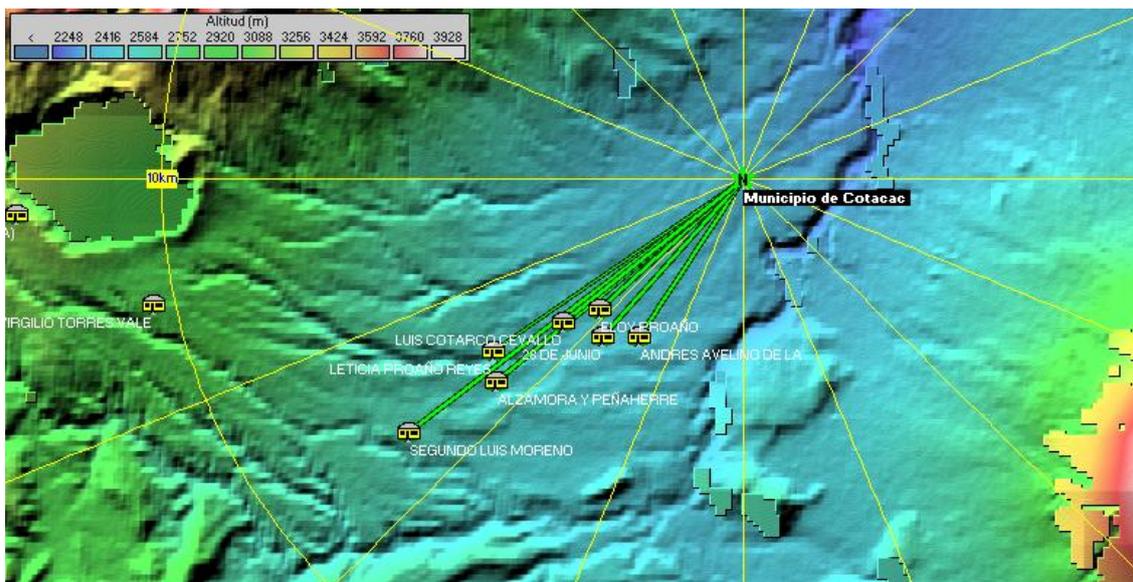


Figura 4.50. Escuelas cubiertas por un AP en Quiroga

Las escuelas que da cobertura el Cerro Blanco con Access Point (AP) de 90° son:

- Virgilio Torres Valencia
- Cuicocha

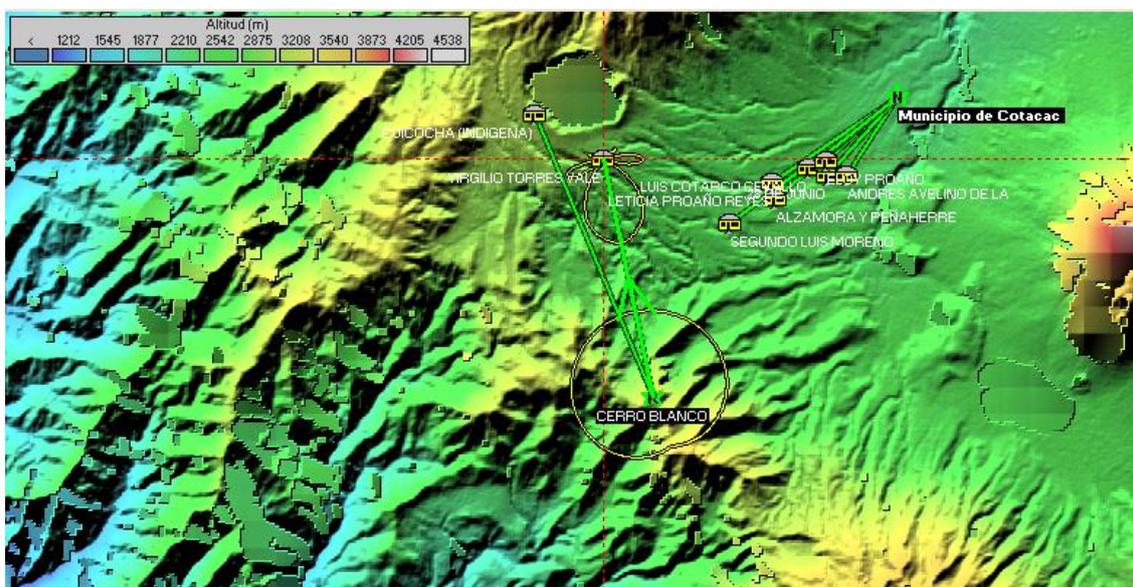


Figura 4.51. Cobertura del Cerro Blanco y los centros educativos

A continuación el esquema de la red de Quiroga:

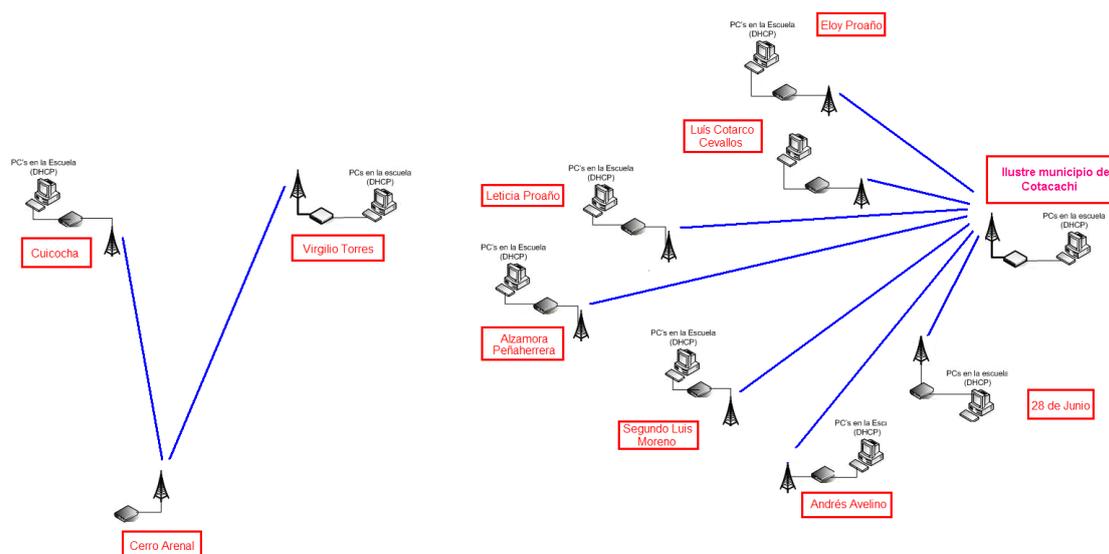


Figura 4.52. Red que daría cobertura a las Escuelas de Quiroga.

A continuación los enlaces de cada centro educativo (CPE) y con su respectivo Access Point (AP).

Enlace Municipio de Cotacachi – Andrés Avelino

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, Umbral $_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 213.3° Grados desde el norte)

Entidad educativa Andrés Avelino

- CPE 2.4GHZ ($PTx=23$ dBm, Umbral $_{Rx}= -91$ dBm, Altura=1.5m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

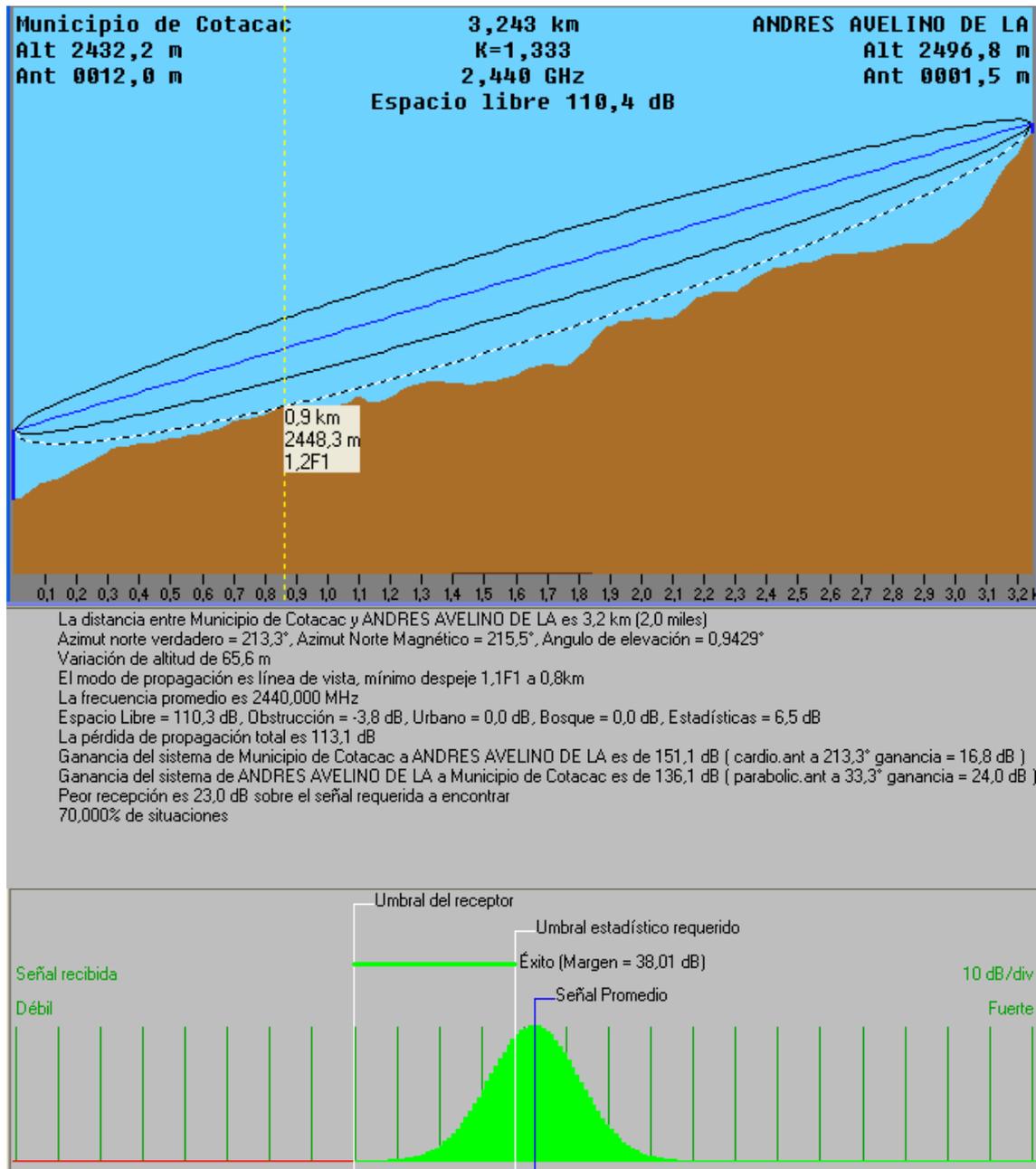


Figura 4.53. Análisis del enlace Municipio – Andrés Avelino (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Segundo Luís Moreno

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 232.7° Grados desde el norte)

Entidad educativa Segundo Luís Moreno

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral_{Rx}= -91 dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

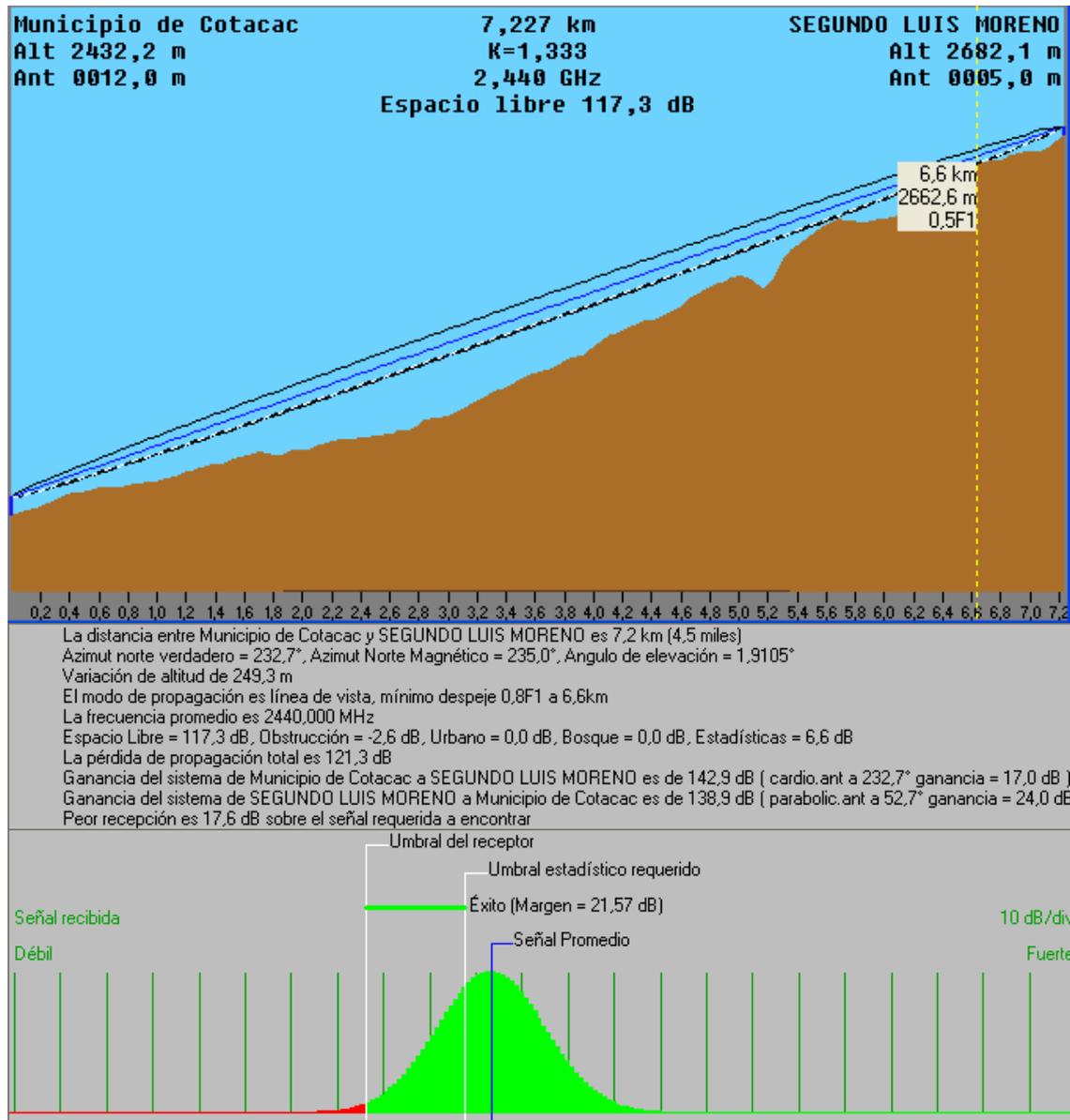


Figura 4.54. Análisis del enlace Municipio – Segundo Luís Moreno (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Eloy Proaño

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 227.7° Grados desde el norte)

Entidad educativa Eloy Proaño

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=24$ dBm, Umbral $_{Rx}=-91$ dBm, Altura=2,5 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

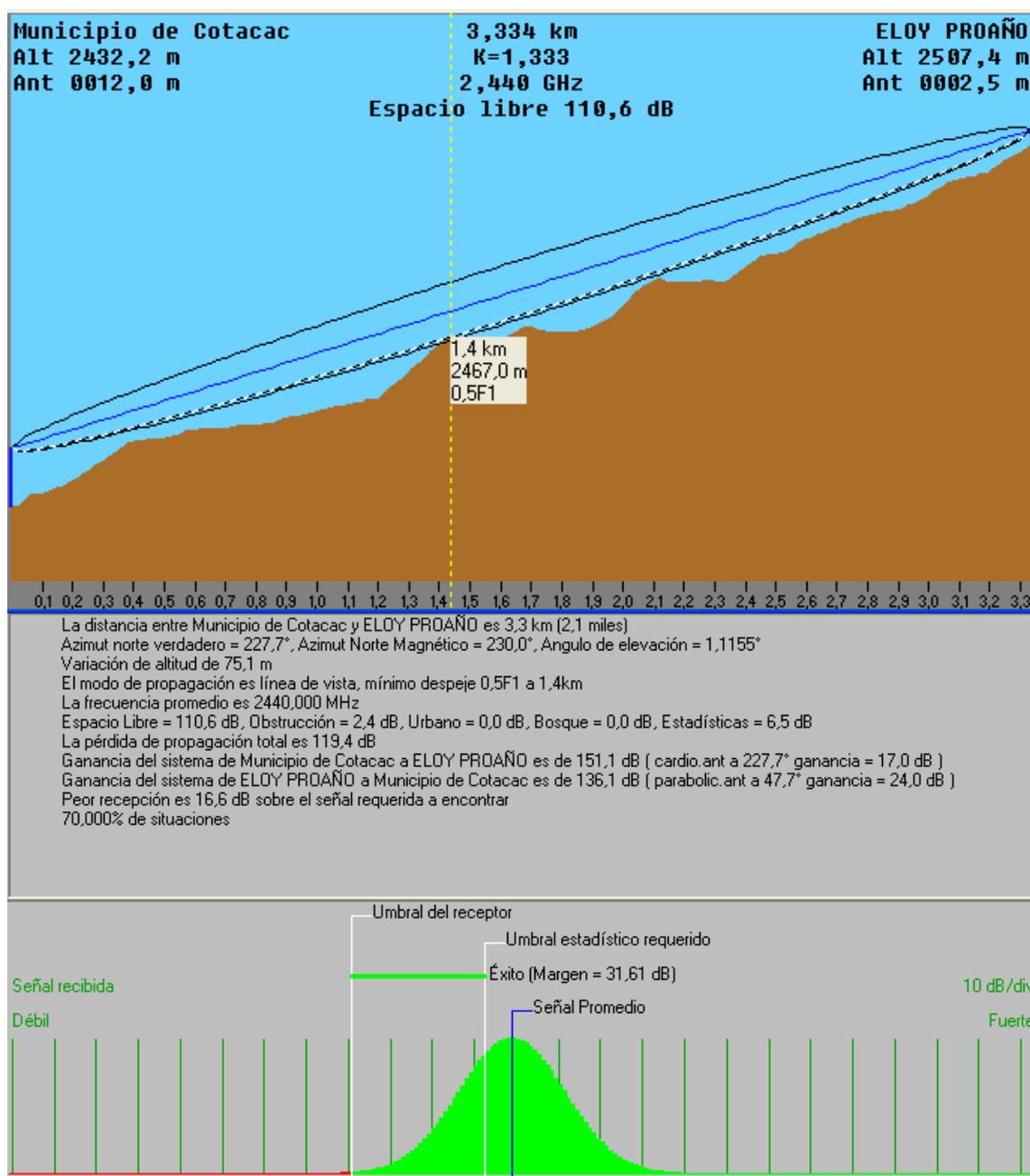


Figura 4.55. Análisis del enlace Municipio – Eloy Proaño (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Leticia Proaño

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 235.3° Grados desde el norte)

Entidad educativa Leticia Proaño

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral $_{Rx}= -91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

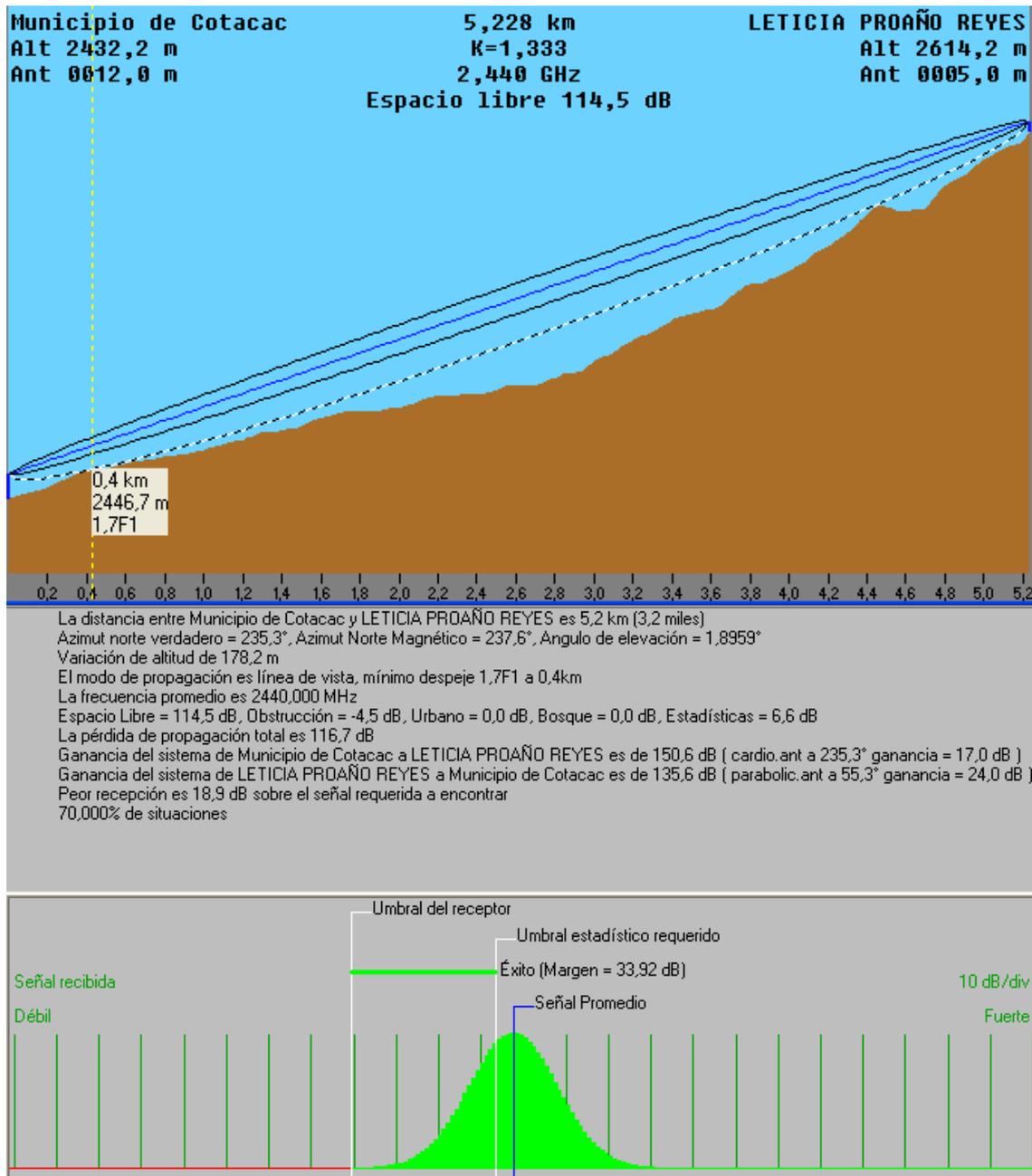


Figura 4.56. Análisis del enlace Municipio – Leticia Proaño (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – 28 de Junio

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=24$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 221.6° Grados desde el norte)

Entidad educativa 28 de Junio

- CPE 2.4GHz ($PTx=24$ dBm, $Umbral_{RX}= -80$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

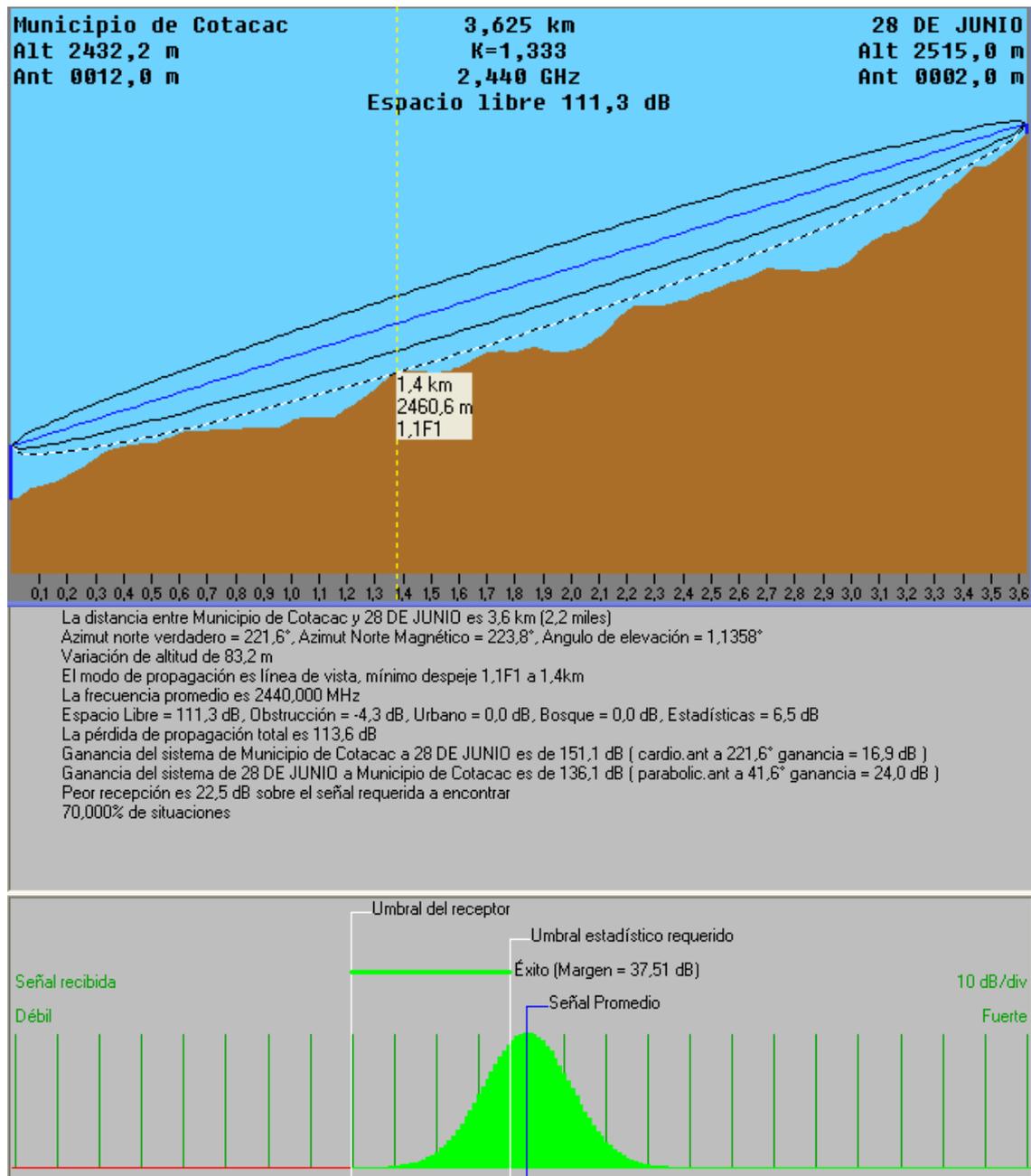


Figura 4.57. Análisis del enlace Municipio – 28 de Junio (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Alzamora Peñaherrera

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 230.3° Grados desde el norte)

Entidad educativa Alzamora y Peñaherrera

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

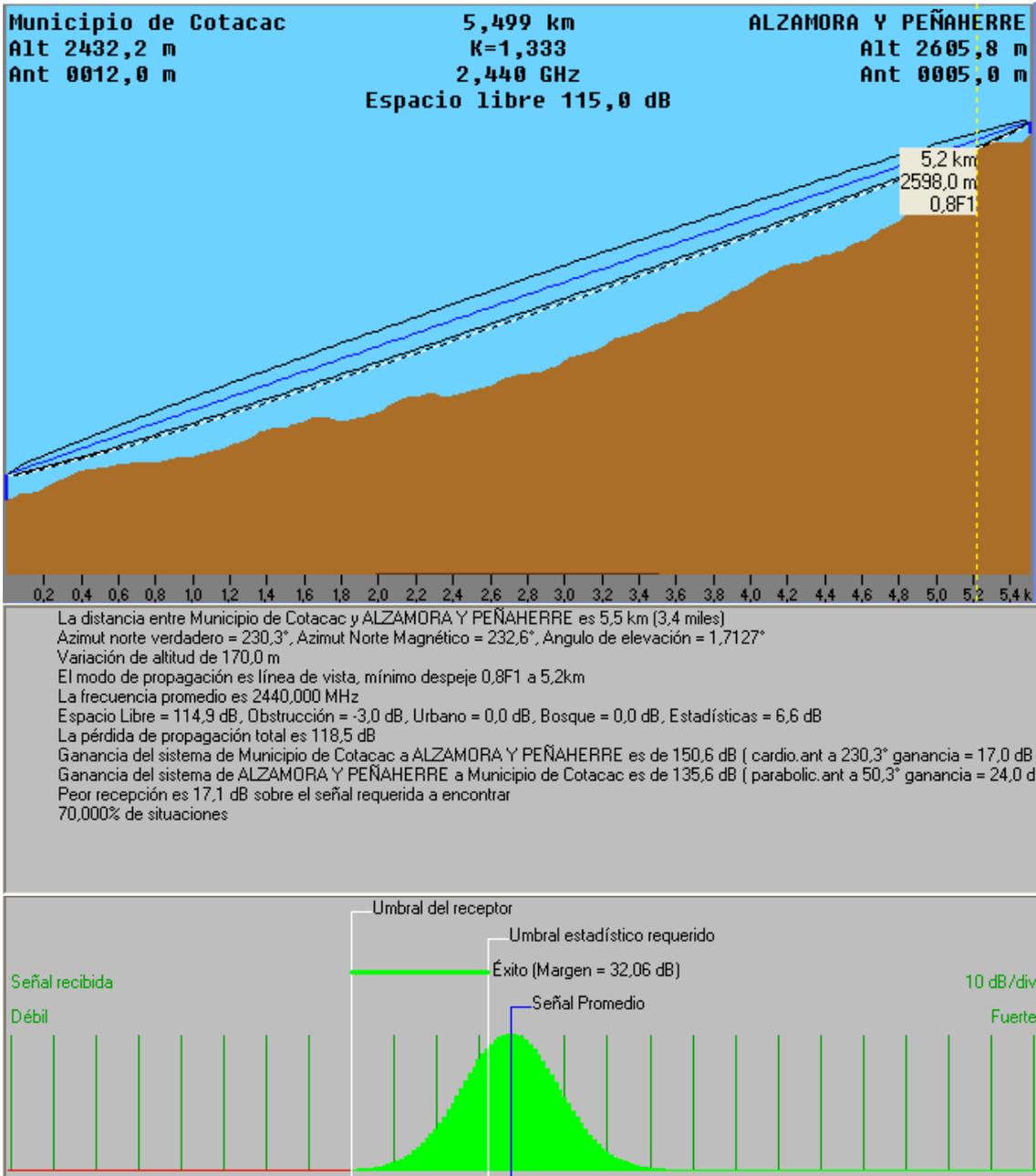


Figura 4.58. Análisis del enlace Municipio – Alzamora y Peñaherrera (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Luís Cotarco Cevallos

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 231.1° Grados desde el norte)

Entidad educativa Luís Cotarco Cevallos

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=2 m).
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi.

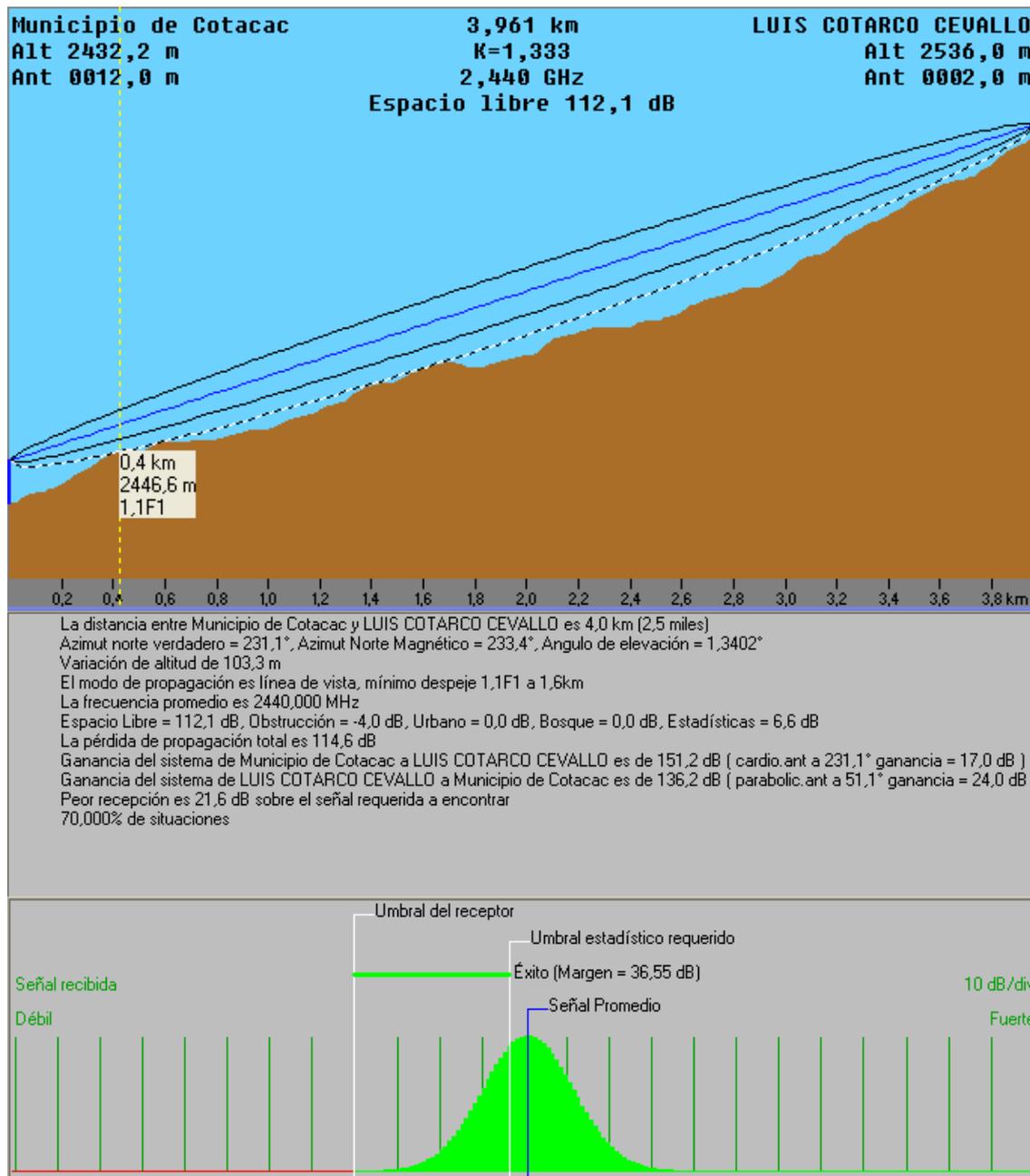


Figura 4.59. Análisis del enlace Municipio – Luís Cotarco Cevallos (Radio link).

Enlace Cerro Blanco – Virgilio Torres Valencia

Cerro Blanco

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=5 m).
- Antena Sectorial 90° Grados 17dBi (AZ= 248.4° Grados desde el norte).

Entidad educativa Virgilio Torres Valencia.

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=2 m).
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

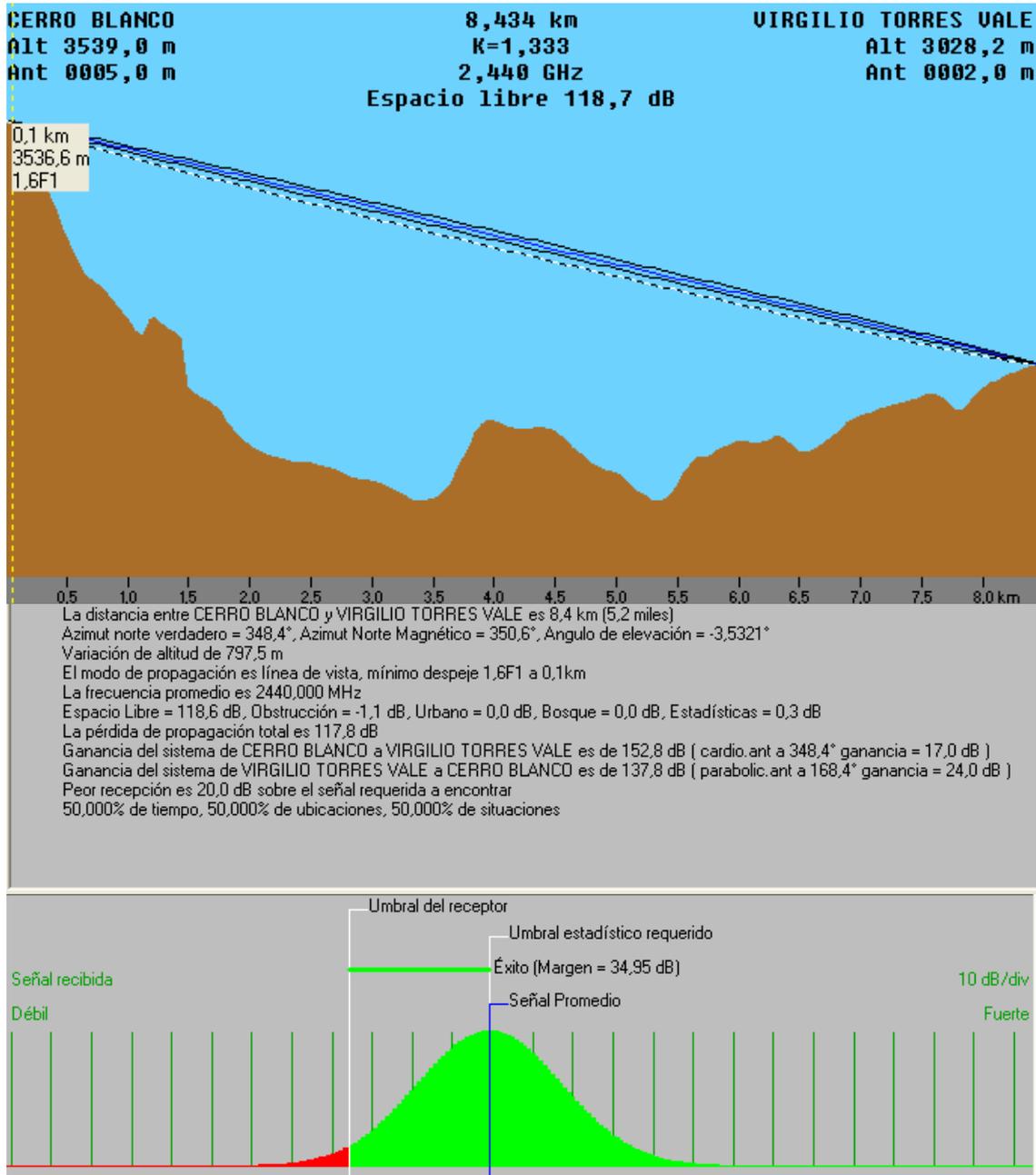


Figura 4.60. Análisis del enlace Municipio – Virgilio Torres Valencia (Radio link).

Enlace Cerro Blanco – Cuicocha

Cerro Blanco

- AP 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, Umbral $_{RX}= -76$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Sectorial 90° Grados 17dBi (AZ= 337.5° Grados desde el norte)

Entidad educativa Cuicocha

- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=23$ dBm, Umbral $_{RX}= -91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

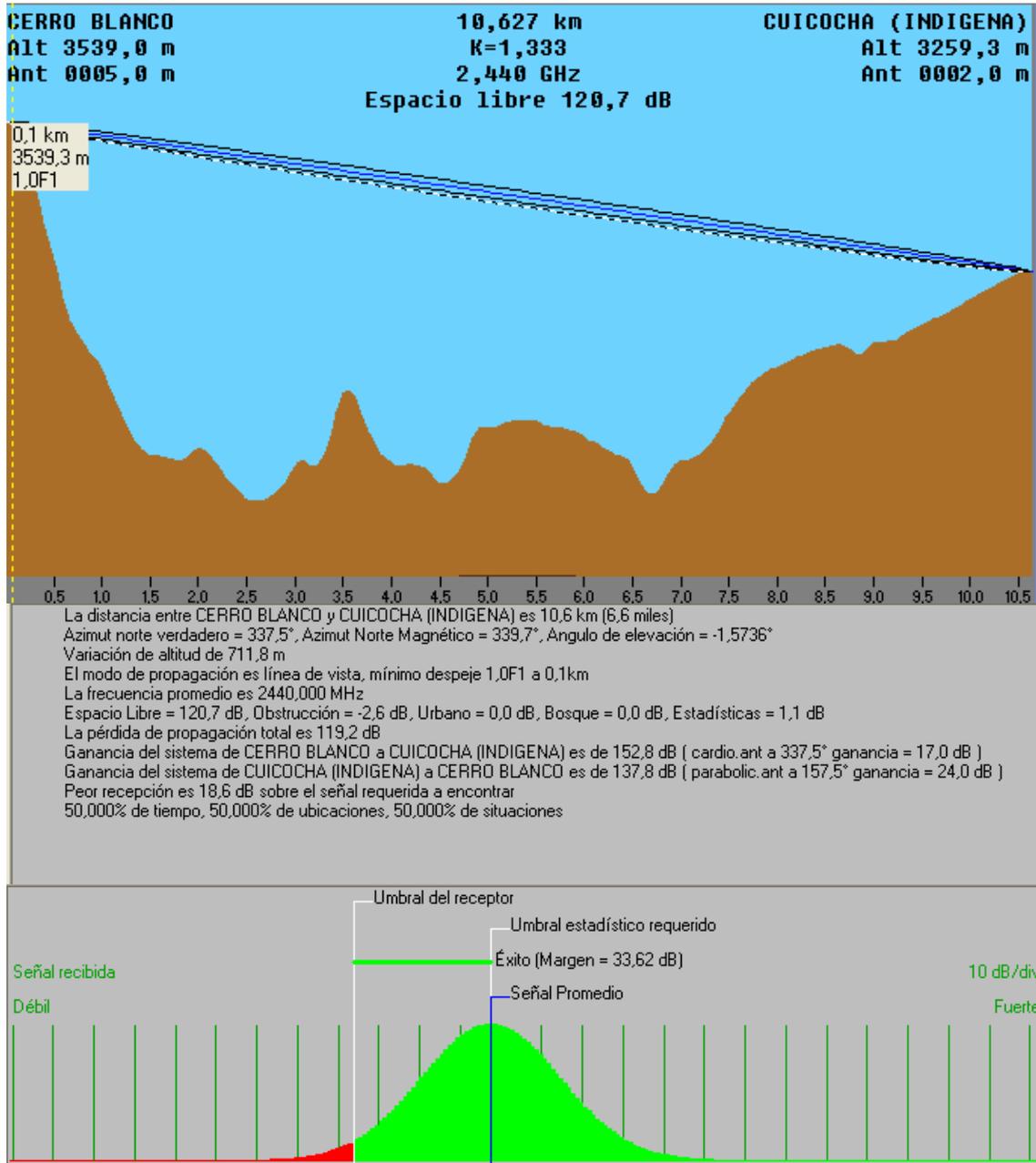


Figura 4.61. Análisis del enlace Municipio – Cuicocha (Radio link).

Diseño de la red para la Parroquia de San Francisco. En la siguiente tabla se identifica los centros educativos correspondientes a la parroquia San Francisco

Tabla 4.10 Coordenadas de los centros educativos pertenecientes a la parroquia de San Francisco

	PARROQUIA	ESCUELAS BENEFICIADAS	LONGITUD	LATITUD
1	SAN FRANCISCO	PICHINCHA (INDIGENA)	-78,31166667	0,289444444
2	SAN FRANCISCO	ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)	-78,29122222	0,295027778
3	SAN FRANCISCO	MIGUEL DE SERVANTES	-78,28255556	0,297111111
4	SAN FRANCISCO	JOSÈ VASCONCELOS	-78,27030556	0,276583333
5	SAN FRANCISCO	MODESTO PEÑAHERRERA	-78,2677777	0,297333333
6	SAN FRANCISCO	ORTENCIA YEPEZ TOBAR	-78,27763889	0,292472222
7	SAN FRANCISCO	MANUELA CANIZARES	-78,26719444	0,296027778

Teniendo las coordenadas se procede a ingresar la información al Software para apreciar los centros educativos en el mapa, como se puede observar en la figura.

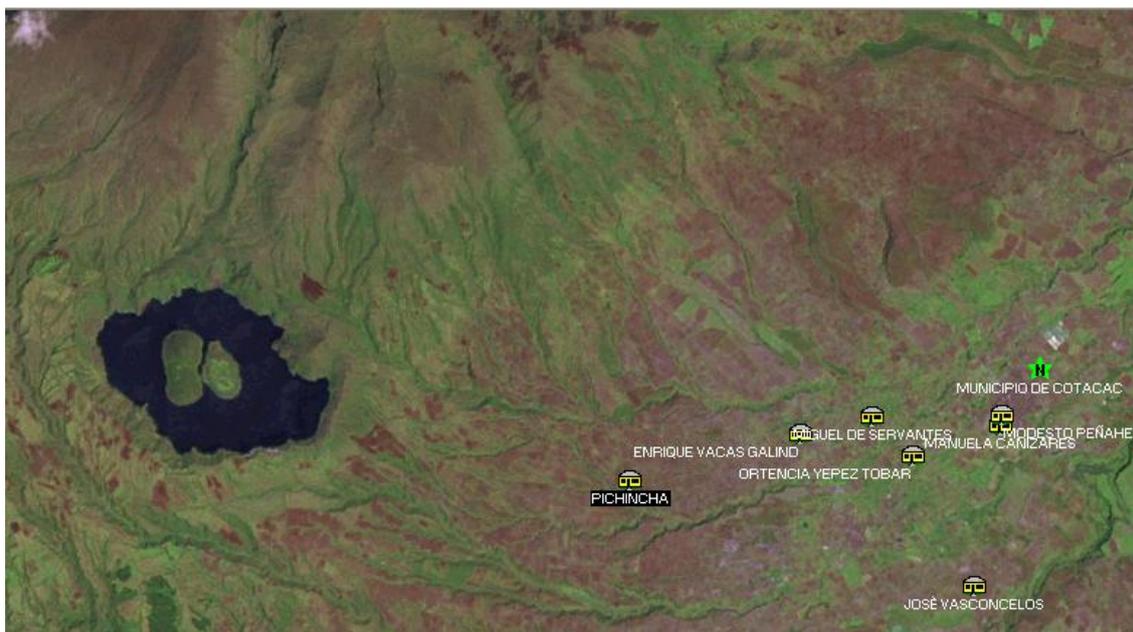


Figura 4.62. Centros Educativos de San Francisco en el mapa

El diseño de la red de San Francisco se facilitó debido a que se utiliza el mismo Access Point con un azimut de 240° que se utilizó en las anteriores redes de las otras Parroquias de Quiroga y el Sagrario.

Las entidades educativas que tienen la cobertura del Municipio de Cotacachi son las siguientes:

- Pichincha.
- Enrique Vacas Galindo.
- Miguel de Servantes.
- José de Vasconcelos.
- Modesto Peñaherrera.
- Ortencia Yépez Tobar.
- Manuela Cañizares.

La siguiente imagen muestra la red.

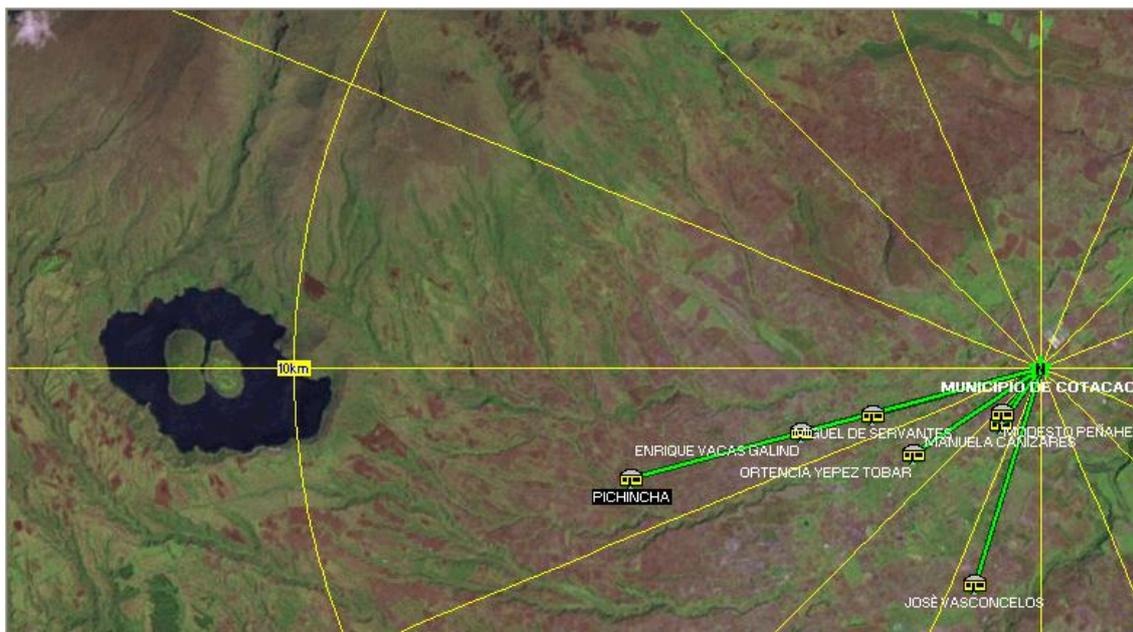


Figura 4.63. Cobertura total del AP en el mapa

A continuación el esquema de la red de San Francisco:

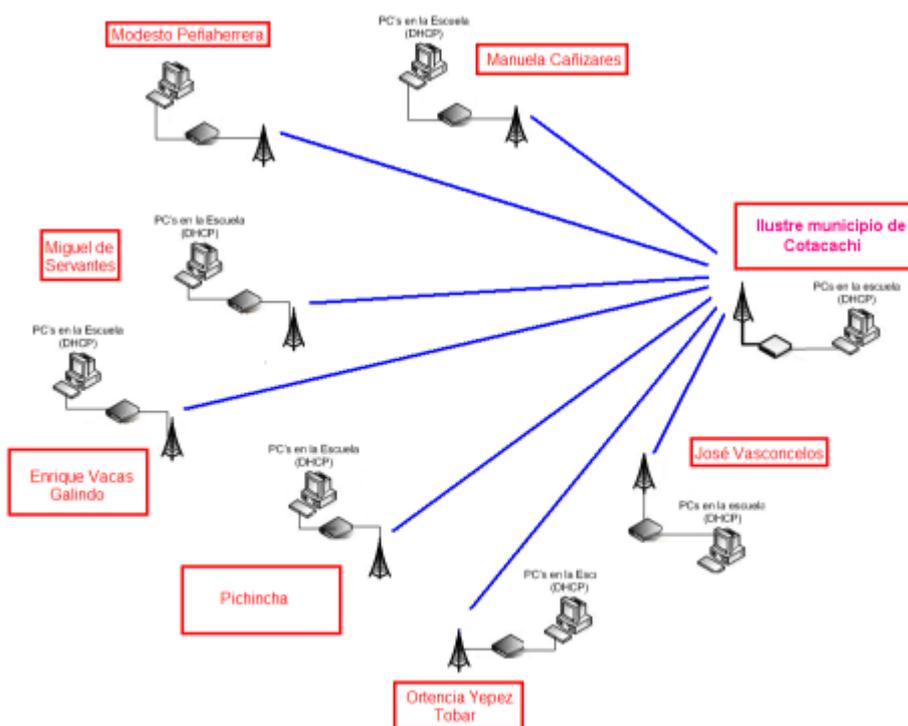


Figura 4.64. Red que daría cobertura a las Escuelas de San Francisco.

A continuación los enlaces de cada centro educativo (CPE) y con su respectivo Access Point (AP):

Enlace Municipio de Cotacachi – Enrique Vacas Galindo

Municipio de Cotacachi

AP 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, Umbral $_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12m)

- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 255° Grados desde el norte)

Entidad educativa Enrique Vacas Galindo

- CPE 2.4GHz (PTx=23 dBm, Umbral $_{Rx}=-91$ dBm, Altura=2 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

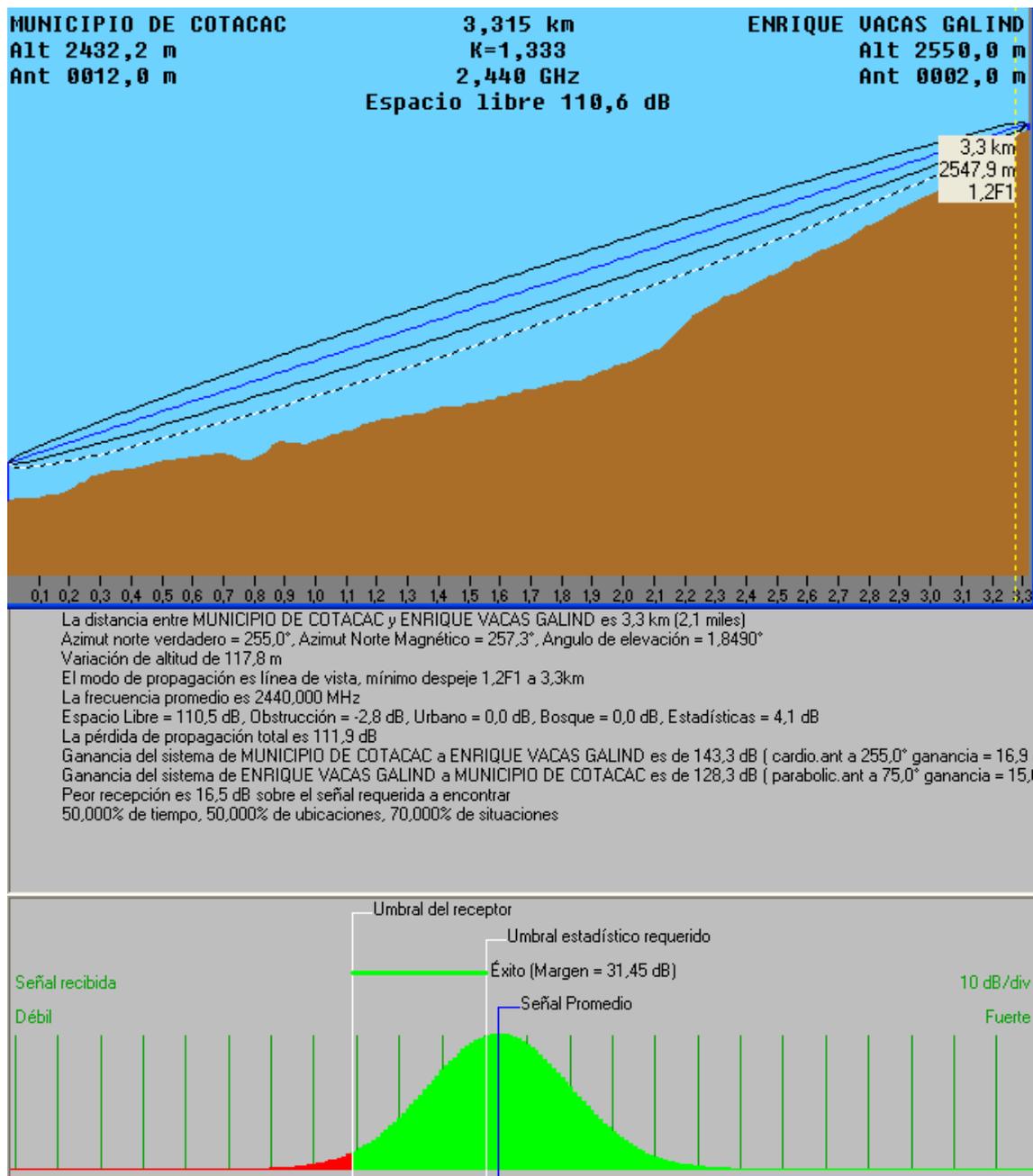


Figura 4.65. Análisis del enlace Municipio – Enrique Vacas Galindo (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Miguel de Servantes

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 254.3° Grados desde el norte)

Entidad educativa Miguel de Servantes

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=3 m).
- Antena Directiva de 15 dBi.

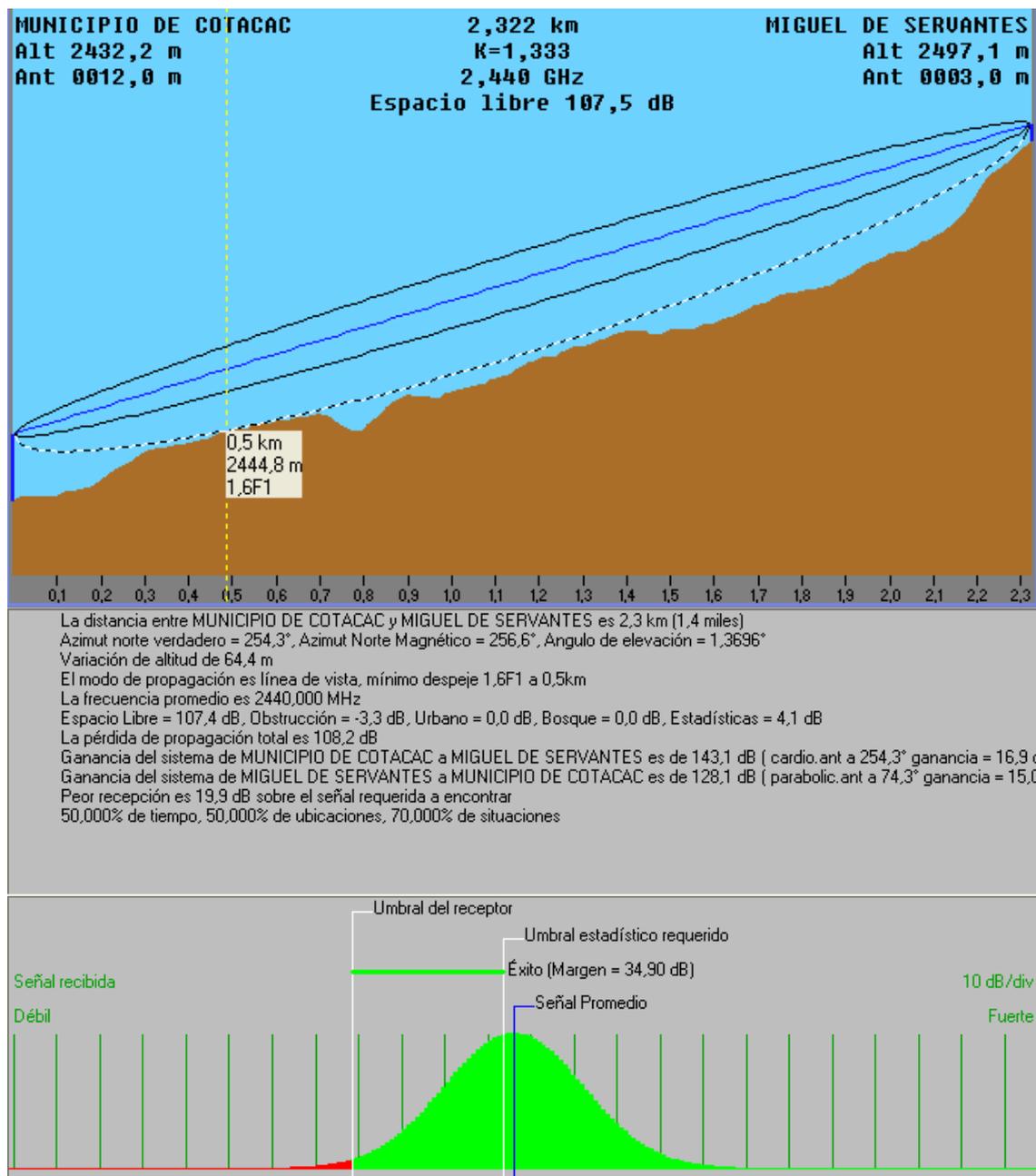


Figura 4.66. Análisis del enlace Municipio – Miguel de Servantes (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – José Vasconcelos

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 196.6° Grados desde el norte)

Entidad educativa José Vasconcelos

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{Rx}= -91$ dBm, Altura=2.5 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

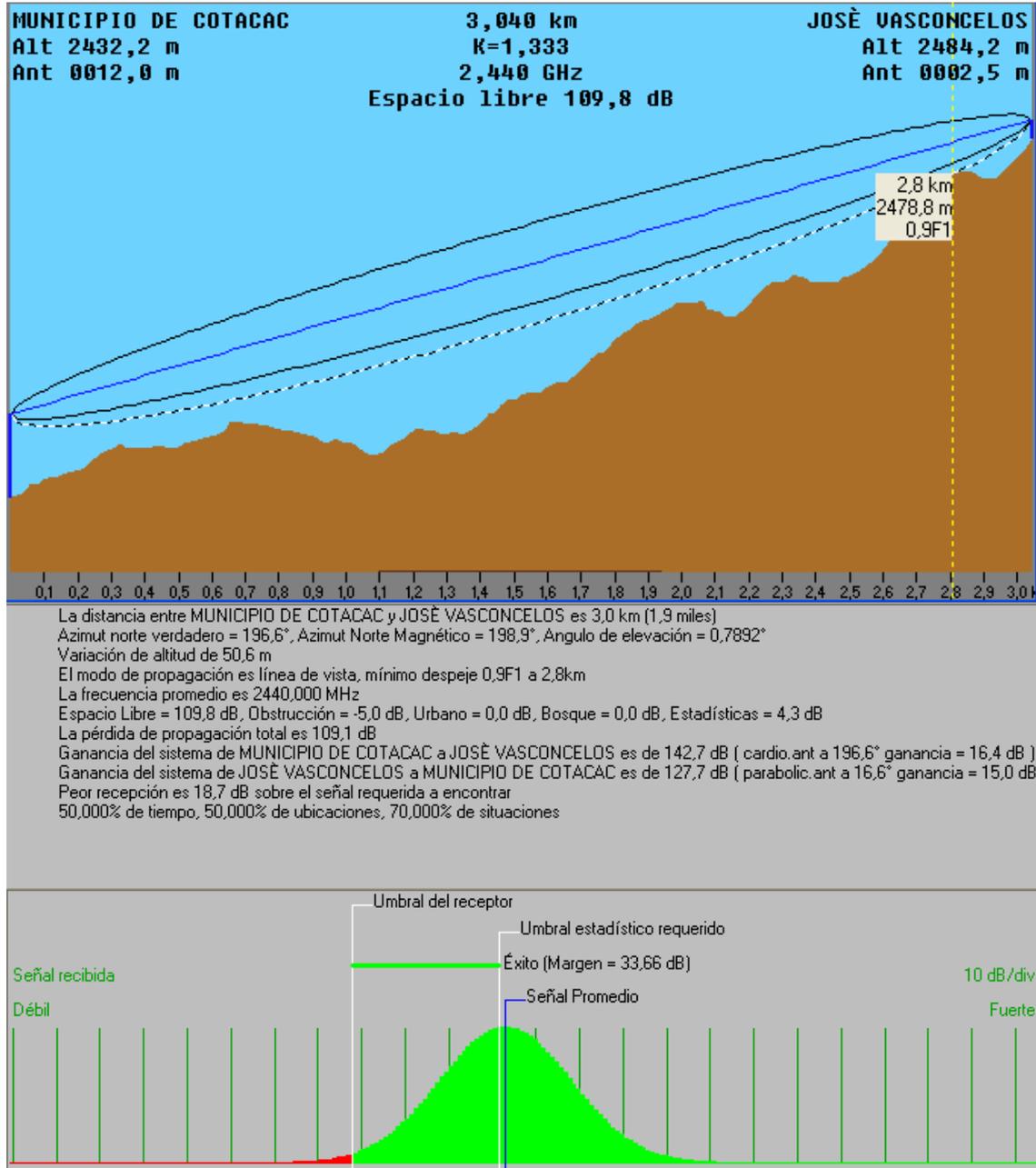


Figura 4.67. Análisis del enlace Municipio – José de Vasconcelos (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Modesto Peñaherrera

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 219.9° Grados desde el norte)

Entidad educativa Modesto Peñaherrera

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=2,5 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

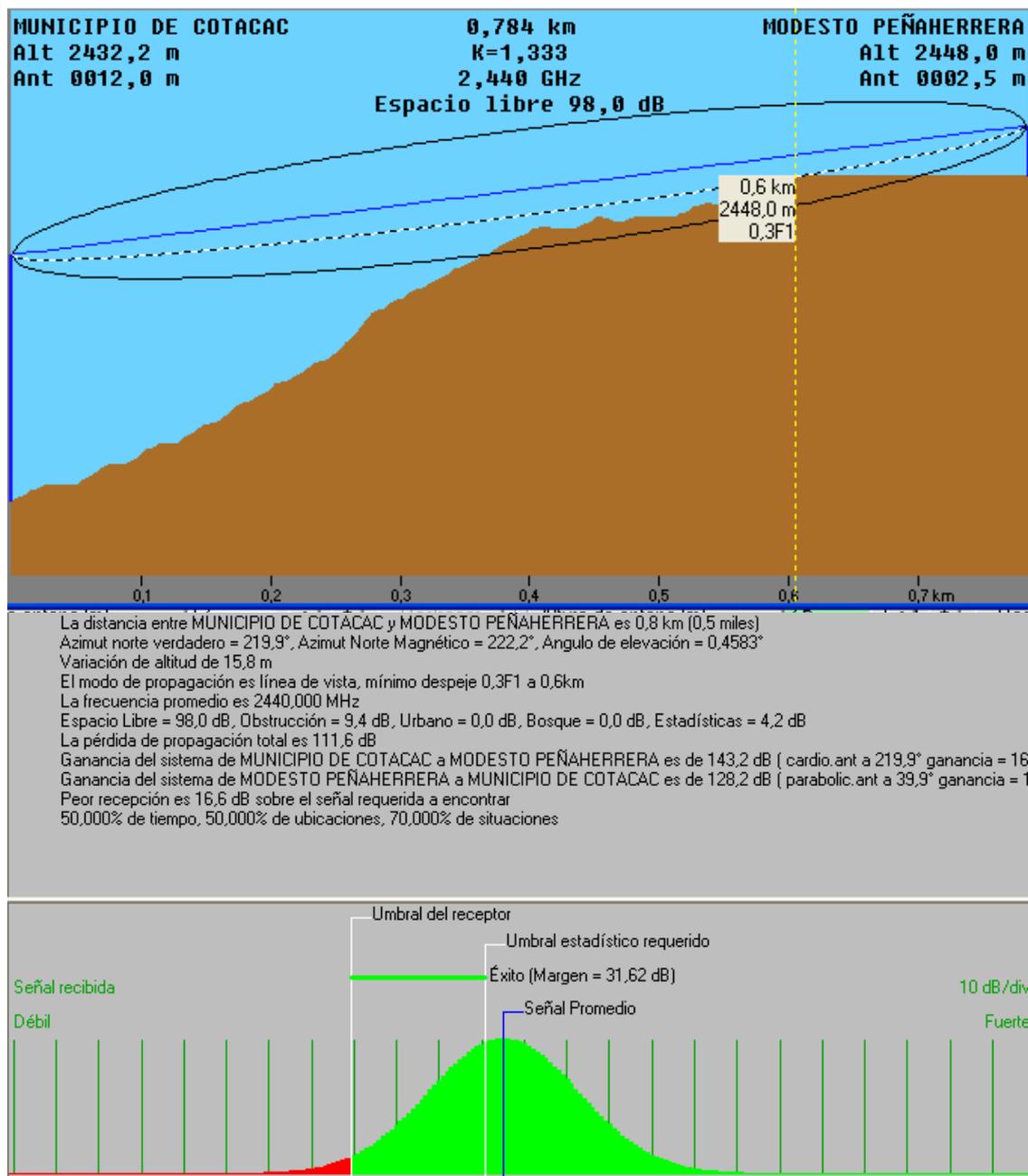


Figura 4.68. Análisis del enlace Municipio – Modesto Peñaherrera (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Ortencia Yépez Tobar

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 235.9° Grados desde el norte)

Entidad educativa Ortencia Yépez Tobar

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}= -91$ dBm, Altura=5 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

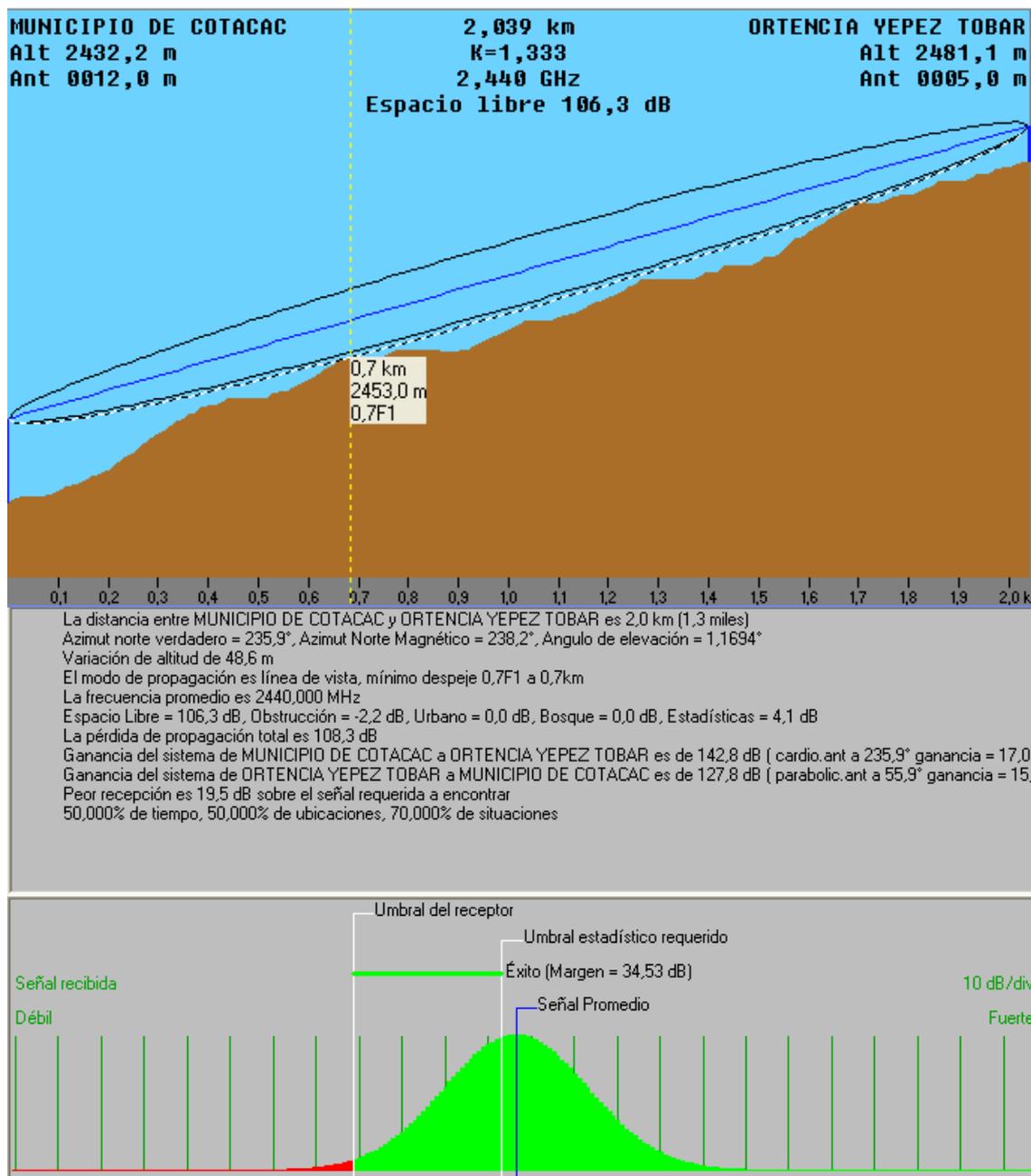


Figura 4.69. Análisis del enlace Municipio – Ortencia Yépez Tobar (Radio link).

Enlace Municipio de Cotacachi – Manuela Cañizares

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{TX}=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 215.1° Grados desde el norte)

Entidad educativa Manuela Cañizares

- CPE 2.4GHz ($PTx=23$ dBm, $Umbral_{RX}=-91$ dBm, Altura=2,5 m)
- Antena Directiva de 15 dBi.

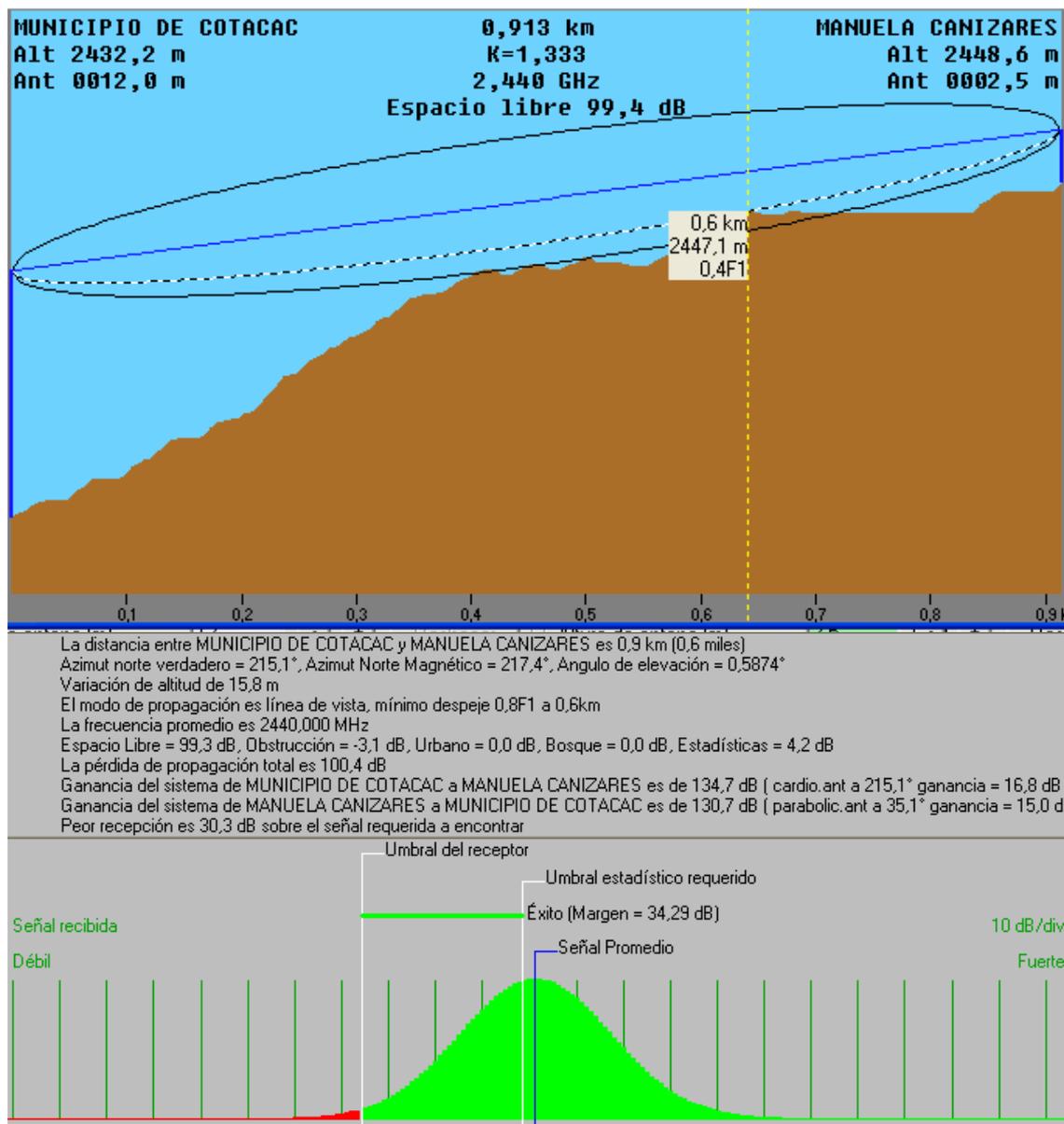


Figura 4.70. Análisis del enlace Municipio – Manuela Cañizares (Radio link)

Enlace Municipio de Cotacachi – Pichincha

Municipio de Cotacachi

- AP 2.4Ghz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-76$ dBm, Altura=12m)
- Antena Sectorial 120 Grados 17dBi (AZ= 254.9° Grados desde el norte)

Entidad educativa Pichincha

- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23$ dBm, $Umbral_{Rx}=-91$ dBm, Altura=3 m)
- Antena Directiva tipo Grilla de 24 dBi

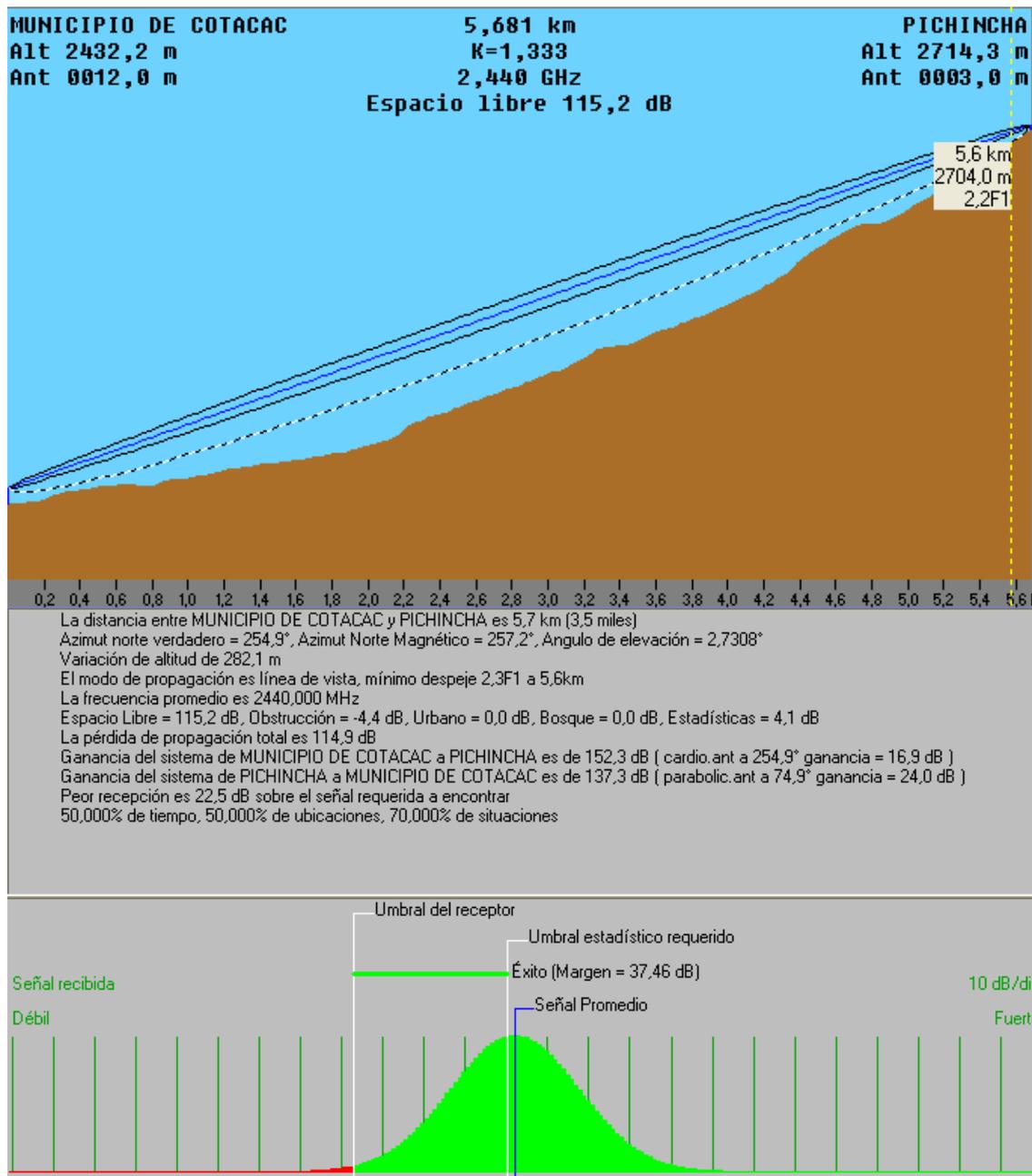


Figura 4.71. Análisis del enlace Municipio – Pichincha (Radio link)

Antes de finalizar el diseño de la red, se debe señalar claramente la utilización de los canales no coincidentes 1,6 y 11 en la red de transporte y de los distintos Puntos de Acceso que se utilizarán para dar cobertura a los centros educativos del Cantón Cotacachi, esto evitara las interferencias entre las señales.

A continuación se presenta una figura explicativa de la utilización correcta de los canales en la red de transporte y de los distintos Puntos de Acceso.

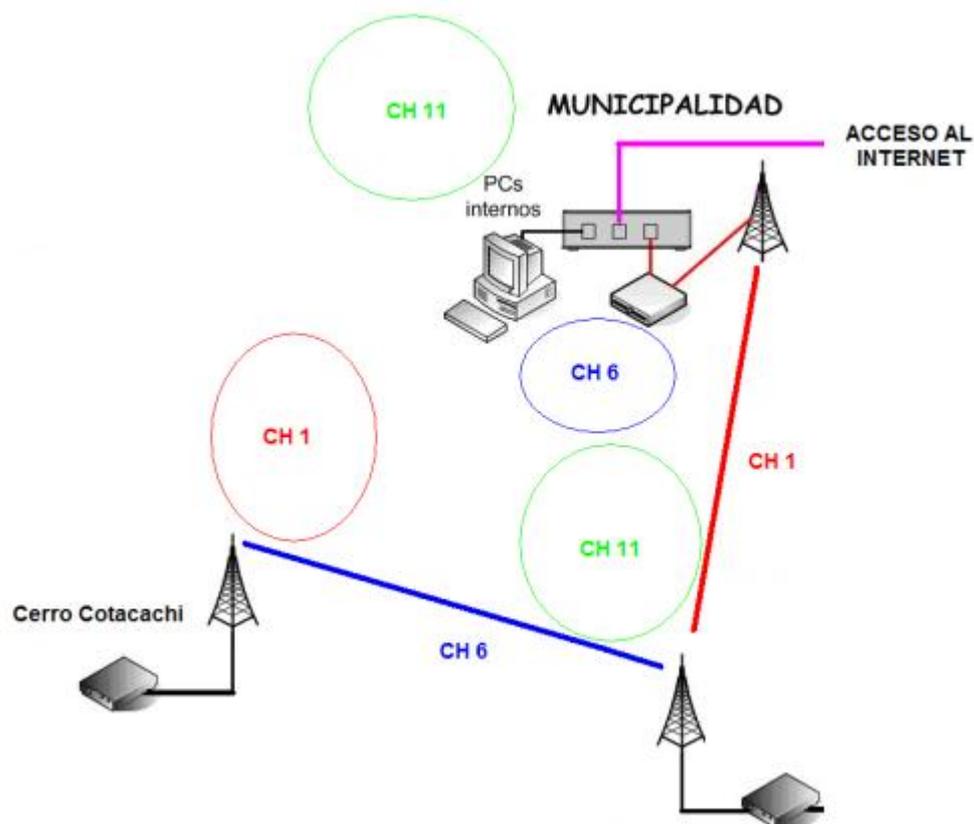


Figura 4.72. Utilización de los Canales para el proyecto Cotacachi

El enlace tipo Punto a Punto desde el Municipio hasta el cerro Blanco utilizará el canal 1 de la frecuencia de 2,4 GHz.

Los Puntos de Acceso que se ubican en el Municipio estarán operando de la siguiente manera:

- El primer AP (*Access Point*), apuntara 0° con respecto al Norte Magnético, operara en el canal 11 de la frecuencia de 2,4 GHz.
- El segundo AP (*Access Point*) apuntara a los 240° con referencia al norte magnético operara en el canal 6 de la frecuencia de 2,4 GHz.

El enlace tipo Punto a Punto desde el Cerro Blanco hasta el Cerro Cotacachi operara en el canal 6.

El AP (*Access Point*) ubicado en el Cerro Blanco, apuntara a 10° con respecto al Norte Magnético y operara en el canal 11

El AP (*Access Point*) ubicado en el Cerro Cotacachi, apuntara a los 90° con respecto al Norte Magnético y operara en el canal 1.

La necesidad de realizar un enlace Punto a Punto, para entregar el servicio al Centro Educativo Alejo Saez, lleva analizar un canal apto para no interferir con las otras señales, cabe recalcar que la entidad educativa se encuentra en la cobertura del Punto de Acceso del Cerro Cotacachi y algo del primer Punto de Acceso del municipio. Tomando en cuenta que los canales 1 y 11 están siendo utilizados por distintos AP en la zona, por este motivo se otorgara el canal 6 para el enlace Punto a Punto.

Direccionamiento IP. El plan de direccionamiento IP de la Red Wi-Fi de Cotacachi se llevará a cabo según los siguientes criterios de la red:

- Cantidad moderada de usuarios.
- Red privada. Las direcciones se asignan en el rango 192.168.0.0, con mascara 255.255.255.0 más que suficiente para cubrir el número de nodos que forman la red .

A partir de esto se recomienda:

- Se recomienda la introducción de OLRSD para el enrutamiento dinámico de paquetes, esto implica que no hay gateways fijos, ya que el protocolo escogerá cuál es el mejor en cada momento.
- Se recomienda la activación del servicio DHCP (direccionamiento IP dinámico) para los PC's de las escuelas, por lo tanto los interfaces Ethernet de los routers han de tener direcciones IP fijas.

En el anexo 5 se muestra una tabla de direcciones IP de cada Centro Educativo, Cerros y Municipio tanto para los Radioenlaces punto a punto como los punto a multipunto.

4.6 Resultados simulación

Luego de una serie de pruebas llevadas a cabo con Radio Mobile en donde se tomaron en consideración todos los sistemas de radio definidos en la que se muestra a continuación, se han seleccionado los sistemas que mejor se

comportan en cada nodo y terminal de la red, para ellos, los resultados de la simulación con los sistemas de radio seleccionados se indican en la tabla

Tabla 4.11 Sistemas seleccionados.

PARÁMETRO	UNIDAD	S17SP	d15sP	d24sP	d24SP
TIPO ANT.	-	Sect.	direc.	direc.	Direc.
ALTURA ANT,	M	12,0	5,0	5,0	5,0
GANANCIA ANT.	dBi	17,0	15,0	24,0	24,0
PÉRDIDAS DE LÍNEA	Db/m	0,2	0,2	0,5	0,2
PÉRDIDAS ADICIONALES	dB	1,5	1,5	1,5	1,5
POTENCIA TX.	dBm	23,0	23,0	23,0	26,0
SENSIBILIDAD RX.	dB	-76,0	-91,0	-91,0	-76,0

En el Anexo 6 se muestra a continuación (resultados de la simulación) se observa como en todos los enlaces proyectados, el nivel de recepción relativo permanece por sobre los 20 dB.

4.7 Seguridad

Funciones como desplegar, coordinar e integrar elementos hardware y software para monitorear, probar, consultar, analizar, evaluar y controlar la red y demás elementos, con el propósito de cumplir los requisitos de rendimiento operacional y calidad de servicio.

Para implementar el sistema de gestión se propone, una solución basada en el protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*), ya que es el estándar en la industria para tareas de gestión y monitorización de redes. Las funcionalidades básicas que deben prestar son:

- Monitorear disponibilidad del enlace Forma gráfica y estadística
- Medición de los tráficos de datos transmitidos de forma gráfica y estadística
- Estadísticas de parámetros de transmisión

El sistema a implementarse deberá soportar mecanismos de seguridad 802.11i. Deberá soportar mecanismos de encriptación AES (*Advanced Encryption Standard*) de 128 bits. Indicar posibilidades de claves de encriptación. Los equipos deben ser también compatibles con el estándar de mercado denominado Wi-Fi *Protected Access* (WPA) solución intermedia, previa al estándar 802.11i, que incrementa el nivel de seguridad de datos y control de accesos para redes LAN existentes y futuras.

Requerimientos Funcionales

- La administración del equipo se podrá efectuar vía WEB, accediendo a las ventanas de configuración del mismo, las cuales estarán disponibles a través algún WEB *Browser* interno o mediante software de administración con un mecanismo de gestión amigable a través de Web (utilizando *browser*) que utilice menús gráficos.
- Los equipos deben poseer funcionalidades de *firewall*, protegiendo la red contra accesos no autorizados.
- Deberán permitir la generación de archivos de LOG (registro de eventos), que describan las operaciones ejecutadas y la ocurrencia de fallas.
- Los equipos deberán soportara herramientas de diagnostico básicas, tales como PING y TRACEROUTE.
- Los equipos deberán tener funciones de *router*, se debe especificar si soportan algún protocolo de ruteo o la posibilidad de crear rutas estáticas.
- Los equipos deben presentar alarmas que sean visualizadas remotamente vía software de gestión del sistema.
- El sistema debe tener alta estabilidad de frecuencias (mejor que ± 25 ppm).

- Suministrar información acerca de BER vs. nivel de recepción (en conector equipo-antena) y BER vs. S/N.
- Se deberán proveer los valores típicos de sensibilidad de recepción para cada ancho de banda seleccionado

Asimismo, los equipos deberán contar con la funcionalidad de:

- Traslación de direcciones de red y de puertos (NAT/PAT).
- Servidor DHCP.
- Capacidad de autoaprendizaje de direcciones MAC de los clientes Wireless.
- Restricción de cliente por dirección MAC.
- Implementación de VLAN por direcciones MAC, siguiendo la norma 802.1q.
- ACLs (*Acces Control List*) Capas 2 y 3.
- En el caso de tener que hacer una red de capa 2 con múltiples caminos, también deberán soportar el estándar IEEE 802.11d, también llamado STP (*Spanning Tree Protocol*)
- 802.1p, QoS en redes *Wireless*.
- Priorización de tráfico (Video, Datos), ToS, Numeros de Puerto, etc.
- Baja Latencia y bajo Jitter para poder operar con servicios multimedia en general.

4.8. Monitorización

Algo muy importante es la monitorización de la red, ya que se puede detectar, fallos en los radioenlaces. Como por ejemplo una baja velocidad de transmisión, la caída de un enlace. Por otra parte se puede “observar” la red: cuál es su uso medio y actual, cuáles son los enlaces más activos (definirá quién usa la red habitualmente), visualizaciones esquemáticas, gráficas y numéricas, etc. La mayoría del software de monitorización de red es capaz de avisar e informar al

administrador/es de la red mediante diversos medios, usualmente vía *email* o mediante un interfaz Web.

Siguiendo con la línea de este proyecto. El programa escogido es de software libre, y se llama Zabbix¹¹.

Zabbix es un software que puede correr bajo Linux (requisito indispensable), monitoriza los recursos de la red en forma remota y consume pocos recursos. Permite centralizar la información en un servidor, visualizando múltiples hosts. El acceso a esta información se realiza mediante una interfaz de administración vía Web, y además el software avisa al administrador de la red por correo electrónico cuando hay algún problema con alguno de los host's o enlaces. Zabbix también ofrece, al igual que la mayoría de software de monitorización, el almacenamiento de información en base de datos, para analizar con detalle la evolución de la red, sus estadísticas, y otras posibilidades.

Hay otros programas de libre distribución que realizan similares funciones, uno de los destacables es Nagios¹², por estar ya largos años en funcionamiento y por su testada eficiencia.

4.9. Equipos de telecomunicaciones para las Redes

En el anexo 7 se muestra una tabla que resume los equipos de telecomunicaciones necesarios para el desarrollo del proyecto.

Cabe resaltar que en la siguiente tabla no se toma en cuenta de los servidores, los 39 *Routers* Inalámbricos, que permitirán repartir la señal a las computadoras, ni de las tarjetas inalámbricas PCI de las 371 computadoras que se tendrán en disponibilidad en el proyecto

¹¹ Zabbix, monitor de red: www.zabbix.org

¹² Nagios, monitor de red: www.nagios.org

CAPITULO V

MARCO REGULATORIO

5.1. Aspectos legales y regulatorios de las telecomunicaciones vigentes en el país.

La administración del FODETEL es de responsabilidad de la SENATEL, a través de la Dirección General de Gestión del FODETEL. Para el desarrollo de sus planes, programas y proyectos, utilizará, a más de los recursos propios del FODETEL, los recursos humanos y materiales de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones. Con este propósito en el Presupuesto de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones se deberá hacer constar e incluir los rubros presupuestarios necesarios para el cumplimiento de su gestión técnica y administrativa establecida en el Plan Operativo Anual, POA/FODETEL que será parte integrante del POA/ SENATEL.

En el artículo 3 de Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales, indica que el FODETEL, contará con recursos económicos cuyo destino exclusivo será la implementación de los planes, programas y proyectos del FODETEL, considerados como parte del Plan de Servicio Universal y del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, tendientes a disminuir la brecha digital, masificar el uso del Internet y la prestación de servicios de telecomunicaciones que sean parte del servicio universal, en todo el territorio nacional, a promover el

desarrollo de la infraestructura y la creación de contenidos nacionales y regionales, así como a fomentar el aprovechamiento pleno de las comunicaciones, las tecnologías de la información y los contenidos en el desarrollo económico, social, cultural y político de la comunidad nacional con el objetivo final de preparar su evolución hacia una sociedad basada en la información y el conocimiento.

En el artículo 4 del mismo Reglamentos, entre sus fines y objetivos establecen los siguientes:

a) Financiar la implementación, operación y fiscalización de los planes, programas y proyectos de desarrollo de infraestructura, equipamiento, conectividad, capacitación y contenidos destinados a dotar 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 y del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, así como la realización de estudios de carácter técnico, jurídico y socioeconómicos, levantamientos de campo, desarrollo e investigación para transferencia tecnológica en temas de telecomunicaciones, tecnologías de información y comunicación TIC's y sociedad de la información; actividades de seguimiento, supervisión y fiscalización que se consideren necesarias y los subsidios directos en beneficio de usuarios que cumplan una función social;

b) Incrementar la cobertura en la prestación de servicios de telecomunicaciones, con miras a la universalización en la prestación de estos servicios para favorecer la integración nacional, mejorar el acceso de la población a las Tecnologías de la Información y Comunicación - TICs, coadyuvar con la prestación de los servicios de educación, salud, seguridad territorial, seguridad ciudadana y emergencias, así como ampliar las facilidades para el comercio y la producción;

c) Atender, prioritariamente, las áreas rurales y urbano marginales que no se encuentren servidas o tengan un bajo índice de penetración de servicios

de telecomunicaciones; centros educativos públicos, centros estatales de atención médica, organismos de desarrollo social sin fines de lucro, que no disponen de los servicios definidos en el Plan de Servicio Universal o que se consideren insuficientes; priorizando al área sociológica denominada periferia usada en los censos de población nacional;

d) Promover la participación del sector privado en la ejecución de sus planes, programas y proyectos, así como en la implementación de redes de interés social;

e) Coordinar con organizaciones o entidades públicas y privadas, nacionales e internacionales en la estructuración, integración, ejecución, evaluación y fiscalización de planes, programas y proyectos tendientes al desarrollo de las telecomunicaciones en el Ecuador, en el área de su competencia.

f) Coadyuvar en el fortalecimiento, estructuración, ejecución y evaluación del Plan de Servicio Universal, Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones, así como de planes, programas y proyectos que fortalezcan el desarrollo integral del Estado y fundamentalmente en el desarrollo de los sistemas nacionales de educación, salud y productivos del país.

En el mismo Reglamento, se señala que se considerarán prioritarios los planes, programas y proyectos presentados y/o estructurados con las instituciones públicas del Estado, Gobiernos Seccionales; en especial las relacionadas al fortalecimiento, mejoramiento y apoyo a los sistemas nacionales de educación, salud, seguridad ciudadana y seguridad nacional, desarrollo local comunitario y de gobierno electrónico; y otros que califique el CONATEL.

Entre las definiciones relevantes contenidas en el reglamento en referencia, y que tienen relación para el proyecto se tiene:

Las Áreas Rurales y Urbano Marginales, son aquellas en las que pueden ejecutarse los planes, programas o proyectos del FODETEL, dichas áreas serán definidas por la Dirección del FODETEL y aprobadas por el CONATEL, considerando las nomenclaturas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos y los planes y políticas de Estado relativos a la garantía de acceso universal y la obligación de servicio universal.

- Se considerará como parte del área urbano marginal, a todos los centros educativos, centros estatales de atención médica, organismos de desarrollo social sin fines de lucro, que no disponen de los servicios definidos en el Plan de Servicio Universal o en que estos se consideren insuficientes; priorizando al área sociológica denominada periferia usada en los censos poblacionales nacionales.
- Un Telecentro Comunitario Polivalente, es el centro de telecomunicaciones ubicado en una comunidad rural y urbana marginal para la prestación de, entre otros, los siguientes servicios y facilidades: voz, datos, video, multimedia y acceso a Internet. Además puede contar con instalaciones para teleeducación, telemedicina, desarrollo local comunitario, gobierno electrónico; y, otras afines.

Adicionalmente, el CONATEL dictaminó que los sistemas que empleen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha, como es el caso de Sistemas de Acceso Inalámbrico (WAS), incluidas las redes radioeléctricas de Área Local (RLAN), cumplan con las técnicas de reducción de las interferencias requeridas, de acuerdo al tipo de equipos y la observancia de normas.

La atribución de permisos de operación de sistemas de MDBA es a título secundario, esto quiere decir que si causan interferencias perjudiciales a alguno de los sistemas que tengan un contrato de concesión de frecuencias, es decir que tengan título primario, los propietarios del sistema MDBA deberán retirarlos de operación inmediatamente y esperar que la SUPTEL envíe un informe técnico favorable indicando que se ha solucionado los problemas de interferencia.

En el plan Nacional de Frecuencias para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se atribuyen las siguientes bandas de frecuencias: 902-928MHz, 2400-2483.5MHz, 5150-5250MHz, 5250-5350MHz, 5470-5725MHz y 5725-5850MHz.

Estas bandas incluyen las bandas no licenciadas ICM y las bandas INI que son bandas atribuidas especialmente para MDBA, además los propietarios deben asegurar que las emisiones se encuentren dentro de la banda de frecuencias de operación. Si se desean utilizar bandas de frecuencias diferentes a las descritas se deberá presentar un estudio técnico a CONATEL quien decidirá su aprobación.

Los sistemas MDBA pueden operar en tres configuraciones diferentes: punto – punto, punto – multipunto o móviles y su potencia máxima de operación se establece para cada una de las bandas en el Anexo 1 de la Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha.

Los equipos que se utilicen para la implementación de sistemas MDBA deberán ser homologados por la SUPTEL, en base a lo indicado en el Reglamento para Homologación de Equipos de Telecomunicaciones.

Para solicitar el registro de operación de este tipo de sistemas la SENATEL tiene definido los formularios que se deben complementar tanto para la parte técnica como legal, los mismos que se describen a continuación:

- Formulario RC-1B. Formulario para información legal (Sistemas de MDBA).
- Formulario RC-2A. Formulario para la información de la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones.
- Formulario RC-3A. Formulario para información de antenas.
- Formulario RC-4A. Formulario para información de equipamiento.
- Formulario RC-9A. Formulario para los Sistemas MDBA punto – punto.
- Formulario RC-9B. Formulario para los Sistemas MDBA punto – multipunto.
- Formulario RC-9C. Formulario para los Sistemas MDBA móviles.
- Formulario RC-14A. Esquema del Sistema

- Formulario RC-15A. Emisiones del RNI (Radiación no Ionizante)

Además de otros documentos que la SENATEL pueda requerir.

Una vez otorgado el certificado de Registro de los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha este tendrá una duración de cinco años y podrá ser renovado dentro de un plazo de treinta días anteriores a su vencimiento.

Los sistemas de MDBA podrán ser utilizados como sistemas de explotación (con fines de lucro) o como sistemas privados (sin fines de lucro) para lo cual se deberá adquirir el título habilitante correspondiente.

En el caso de requerirse de alguna modificación en la parte técnica tales como: frecuencia, potencia, ganancia o la ubicación de los sitios de transmisión se deberá realizar una solicitud de la modificación a la SENATEL para su autorización.

CAPITULO VI

ANALISIS ECONÓMICO

6.1. Análisis de Costos de las Redes, Equipamiento y Escenarios Propuestos.

La siguiente matriz hace referencia de costos para la implementación del proyecto.

Tabla 6.1. Costos de equipos

COSTO DE EQUIPAMIENTO				
		CANTIDAD	VALOR UNITARIO	TOTAL
CENTROS EDUCATIVOS		38		
EQUIPOS DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES				
PUNTOS DE ACCESO (AP)		4	\$ 700	\$ 2800
CPE		42	\$ 700	\$ 29400
ANTENA SECTORIAL 17dBi 90 GRADOS 2,4GHz		1	\$ 310	\$ 310
ANTENA SECTORIAL 17dBi 120 GRADOS 2,4GHz		2	\$ 330	\$ 660
ANTENA DIRECCIONAL GRILLA 24dBi 2,4GHz		24	\$ 120	\$ 2880
ANTENA DIRECCIONAL GRILLA 15dBi 2,4GHz		18	\$ 90	\$ 1620
SWITCH		4	\$ 70	\$ 280
UPS PEQUEÑOS PARA LOS CENTROS EDUCATIVOS		42	\$ 70	\$ 2940

ROUTERS		4	150	\$ 600
EQUIPAMIENTO DE RED INTERNA EN LOS CENTROS EDUCATIVOS EQUIPOS INALAMBRICOS WiFi				
AP INDOOR WIRELESS		39	\$ 80	\$ 3120
TARJETAS INALAMBRICAS PARA PC'S		371	\$ 30	\$ 11130
COMPUTADORAS		83	\$ 650	\$ 53950
EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO ADICIONAL				
EXTENSIONES ELÉCTRICAS		39	\$ 10	\$ 390
INSTALACIONES DE UN NUEVO TOMACORRIENTES Y UN BREAKER		39	\$60	\$ 2340
SERVIDORES PARA SER INSTALADOS EN LA OFICINA DEL MUNICIPIO		1	\$ 5000	\$ 5000
SOFTWARE ADICIONAL PARA LOS SERVIDORES		1	\$ 3000	\$ 3000
TOTAL DE EQUIPOS				\$108020

6.2. Costo total de Infraestructura, Operación y Mantenimiento.

Tabla 6.2. Costos de Infraestructura			
COSTOS DE INFRAESTRUCTURA			
COSTOS X MES ALQUILER DE ESPACIO EN TORRE A UN TERCERO CON INFRAESTRUCTURA COMPLETA	500	X MES	X TERRENO
CANTIDAD DE TORRES A ALQUILAR CON INFRAESTRUCTURA COMPLETA	X 2	X MES	
COSTO X MES EN ALQUILER DE ESPACIO EN TORRES A TERCEROS	1000	X MES	
COSTO X AÑO EN ALQUILER DE ESPACIO EN TORRES A TERCEROS	12000		
CANTIDAD DE TORRES DE TELECOMUNICACIONES NO AUTOSUSTENTADAS DE 15 mts	1		
COSTO X TORRE NO AUTOSUSTENTADAS DE 15 METROS	3000		
CANTIDAD DE MASTILES DE TELECOMUNICACIONES DE 5 METROS	10		
COSTO X MASTIL DE TELECOMUNICACIONES DE 5 METROS	280		
COSTO X MASTIL DE TELECOMUNICACIONES	2800		
COSTO X SISTEMA DE PARARRAYOS	1000	X PARARRAYO	
CANTIDAD DE SISTEMAS DE PARARRAYOS	39		
COSTO X SISTEMAS DE PARARRAYOS	39000		
COSTO X PLANTA AC	2000	X GENERADOR	
CANTIDAD DE PLANTAS AC	1		
COSTO X PLANTA AC	2000		
COSTO DE CASETA Y ELEMENTOS INTERNOS ADICIONALES			

COSTO X CASITA PARA EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES (SHELTERS)	5000	X SHELTER	
COSTO X ACONDICIONADOR DE AIRE DE PRECISION PARA EL SHELTER	1200	X AA	
COSTO X ACOMETIDA ELECTRICA	1000	X ACOMETIDA	
COSTO X SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	800	X ATERRIZAJE	

En los costos de infraestructura se tiene:

- Costos mensuales por alquiler de las torres.
- Costos de mantenimiento y de infraestructura.

La idea de alquilar espacios en repetidoras en los cerros Blanco, Cotacachi con estructura de telecomunicaciones, permitira reducir costos como:

- Casetas (Shelter)
- Plantas generadoras
- Aterrisaje
- Acometida
- Pararrayos
- Torres

Lo que no sucedera en el Municipio de Cotacachi que se debera implementar una torre de 15 metros, con su respectivos equipamientos.

Tabla 6.3. Costos de Operación

MANTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA COMPLETA		
COSTO X MES X TECNICO DE MANTENIMIENTO	250	X MES DE TRABAJO
CANTIDAD DE TECNICOS DE MANTENIMIENTO X EQUIPO DE TRABAJO	1	
COSTO X MES X INGENIERO DE MANTENIMIENTO	450	X MES DE TRABAJO
CANTIDAD DE INGENIEROS DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO	1	
CANTIDAD DE EQUIPOS DE TRABAJO	1	
COSTO X MES DE UN EQUIPO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	700	X MES DE TRABAJO
COSTO X AÑO DE UN EQUIPO DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO	8400	X Año
MATERIALES DE MANTENIMIENTO X EQUIPO DE TRABAJO		
COSTO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO X MES	50	
COSTO DE MATERIALES DE MANTENIMIENTO X Año	600	
NÚMERO DE VISITAS DE MANTENIMIENTO MENSUALES X EQUIPO DE TRABAJO	15	
COSTO DE LEASING X MES X CAMIONETA	450	X MES
CANTIDAD DE CAMIONETAS A USAR	1	UNA X EQUIPO

Tabla 6.3. Costos de Operación

		DE TRABAJO
COSTO DE LEASING X Año	5400	X Año
PERSONAL ADICIONAL		
COSTO X MES DE UN ADMINISTRADOR DE LA RED	600	X MES
COSTO X AÑO DE UN ADMINISTRADOR DE LA RED	7200	
MISCELANEOS		
COSTO X AÑO DEL REGISTRO DEL SISTEMA DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA, PARA SISTEMAS PRIVADOS, A LA SENATEL	90	X ENLACE
CANTIDAD DE ENLACES A REPORTAR (38 CPE Y 3 ENLACES PUNTO A PUNTO	42	
COSTO X AÑO DE REGISTRO DEL SISTEMA DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA, PARA SISTEMAS PRIVADOS,	3780	X AÑO

Los costos en la operación y mantenimiento son valores que se cancelan una sola vez al proveedor de equipos y soluciones. Los costos de operación son aquellos que se deberán cancelar cada mes, como:

Costos de Servicio de Internet que incluye un enlace por ADSL al edificio del Ilustre Municipio de Cotacachi.

Costos de Operación, este valor tiene los siguientes componentes:

- Mantenimiento de la infraestructura.
- Personal Adicional.
- Gastos varios.

Cuando se menciona mantenimiento, se considera un rubro para contratar personal calificado para el mantenimiento.

Personal adicional, se considera la contratación del siguiente personal para la operación.

Gastos Varios se refiere en los rubros de servicios basicos.

Algo fundamental de señalar es el costo del servicio de Internet que esta aproximadamente 500 dolares por un mega sin compartición.

El costo total a cinco años del proyecto es de \$ 379720 que comprende los gastos de equipamiento, infraestructura, servicio de Internet, operación y mantenimiento.

A continuación se hace un desglose de los gastos a cinco años, que es el tiempo que existirá la intervención del Estado en el proyecto.

Tabla 6.4. Costo total en la intervención del estado

ELEMENTO	PRECIO TOTAL
EQUIPAMIENTOS	108020
INFRAESTRUCTURA	114800
INTERNET	30000
MANTENIMIENTO OPERACIÓN	126900
TOTAL	379720

6.3. Análisis Económico y relación costo beneficio

Es necesario analizar algunos parámetros sociales para la sostenibilidad del proyecto:

- Participación y co-responsabilidad de la comunidad.
- La comunidad debe definir el sentido y uso posible del telecentro.
- La metodología de apropiación social debe diseñarse con base en las necesidades de la comunidad.
- La comunidad y el administrador deben establecer sus responsabilidades respecto del cuidado y la sostenibilidad del telecentro.
- Los administradores y la comunidad deben articular el Telecentro con otros proyectos o programas de servicio a la comunidad ya sean del sector público como del sector privado.

Para calcular la sostenibilidad se ha considerado que en cada escuela se pueda instalar un pequeño Telecentro para explotar los servicios de telecomunicaciones, brindando inicialmente servicios como:

- Internet.
- Alquiler de computadoras para actividades varias.

Usando 3 Pc's de promedio por escuela, con un horario de trabajo del Telecentro después de las 14h00 hasta las 22h00, contratando un administrador del Telecentro, con un promedio de uso de Internet de 2.2 horas por Pc, por día y un promedio de uso de las computadoras para actividades varias de 1.9 horas por Pc por día; se obtendría una sostenibilidad como la que se indica en la siguiente tabla:

Tabla 6.5. Sostenibilidad con Internet

Resumen de Ingresos y Egresos	
Ingreso x mes x telecentro x Internet	180
Ingreso x mes x telecentro x actividades varias	70
Ingreso x mes del telecentro	250
Ingreso x año del telecentro	3000
Ingresos totales por concepto de Internet en 38 Unidades	6840
Ingresos totales por concepto actividades varias en 38 Unidades	2660
Costos adicionales x mes x telecentro	150
Costos adicionales x año x telecentro	1800
Egresos x servicios públicos x mes	50
Egresos x servicios públicos x año	600

Por lo tanto, no es suficiente brindar servicios de Internet a la comunidad para que este proyecto sea sustentable, por este motivo es fundamental ofrecer servicios adicionales tales como:

- Telefonía IP
- Video Conferencias
- Alquiler de los telecentros como cursos de Capacitación
- Biblioteca virtual
- Entre otras

El análisis de la sensibilidad económica del proyecto se puede realizar comparando los egresos con los ingresos, donde los egresos comprenderían los rubros de operación y mantenimiento y los ingresos estarían sujetos a los planes de sostenibilidad que se puedan implementar.

Para efectuar un análisis económico se utiliza generalmente las variables VAN (Valor Actual Neto) y TIR (Tasa Interna de Retorno), variables que permiten determinar la rentabilidad del proyecto, o sea que mientras estas variables sean mayor a cero, el proyecto implica que será altamente rentable y sostenible.

En el anexo 8 se puede verificar directamente al TIR y VAN, donde se determina que al ser este un proyecto de carácter social no se esperaba obtener ninguna retribución económica, pero con las inversiones estatales netamente en función social y con planes de sostenibilidad, se logra una recuperación de la inversión que se la lograría en un periodo no menor a dos años.

Un TIR del 56,7% y un VAN del 165.402 que son valores realmente buenos lo que indica que es viable y sustentable, gracias a la inversión económica del Estado Ecuatoriano en el proyectos.

6.4. Plan de sostenibilidad

6.4.1 Trabajo social y preparación de proyectos futuros

El objetivo de este proyecto de cooperación será mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en zonas desfavorecidas mediante el uso de tecnologías de la información y comunicación. Es fundamental por tanto prestar especial atención a las actividades que tratan directamente con estas personas, como son la implicación de los habitantes del Cantón Cotacachi en el proyecto, su capacitación en el uso de estas tecnologías, o la delegación de responsabilidades en el mantenimiento y desarrollo de las instalaciones.

Para la implementación del proyecto, es recomendable se analice a profundidad la actividad socio económica de las diferentes comunidades que son parte del entorno de este Cantón, ya que podría permitir tener una mejor visión de las reales necesidades de la comunidad en general, beneficiando con mayor amplitud a las nuevas generaciones productivas de la región.

6.4.2 Implicación y capacitación de los habitantes de la comuna

Es básico formar un equipo de gente que pueda dar soporte a la red de forma efectiva.

Para lo cual se deberá programar una serie de Talleres que permitan capacitar a los moradores, para que sean ellos los que se autoadministren y generen oportunidades de trabajo y colaboración a la comunidad.

6.4.3 Repartir los conocimientos.

Cada pueblo, compañía o familia, tiene algunas personas que están intrigadas por la tecnología. Aunque estas personas son recursos invaluableles, debe evitar impartir todo el conocimiento especializado sobre las redes inalámbricas a una sola persona, porque si su único especialista pierde interés o encuentra un trabajo mejor remunerado en otro lugar, se va a llevar el conocimiento consigo cuando se vaya. El mismo problema se puede encontrar en muchos adolescentes jóvenes y ambiciosos, o en adultos jóvenes que se interesan por el tema y tienen tiempo para escuchar, ayudar y aprender acerca de la red.

Por lo tanto, una estrategia clave para armar un equipo local de soporte es balancear y distribuir el conocimiento entre aquellos que son los más capacitados para darle soporte a la red a largo plazo. Si bien se debe involucrar a los jóvenes, no se les debe dejar capitalizar el uso o el conocimiento de estos sistemas. Hay que encontrar gente que esté comprometida con la comunidad, que tenga sus raíces en ella, que puedan motivarse, y enseñarles. Una estrategia complementaria es repartir funciones y obligaciones y documentar toda la metodología y procedimientos. De esta forma la gente puede ser entrenada fácilmente y sustituida con poco esfuerzo.

6.4.4 Dar capacidad de acción al socio local.

A menudo el mejor enfoque no es seleccionar directamente a quien se va a involucrar en el proyecto. En general es mejor encontrar una organización local o un administrador local (**en este caso El Ilustre Municipio de Cotacachi**) y trabajar con ellos para encontrar el equipo técnico adecuado. El mejor enfoque es entrenar al socio local para darle cierto criterio (asegurándose de que lo comprenden) y marcar límites firmes. Dichos límites deben incluir reglas acerca del favoritismo y clientelismo, aunque éstas deben considerar la situación local. Es importante que el socio local tenga autoridad en la gestión de las instalaciones

y que no sea influido por los organizadores del proyecto, porque de otro modo se compromete su habilidad gerencial. Los socios locales deben ser capaces de determinar quién va a ser la mejor persona para trabajar con ellos.

En áreas rurales, es posible que la gente de la localidad deba hacer una inmensa evolución en su comprensión antes de que pueda apreciar la red invisible que fue instalada en su pueblo. Por lo tanto se necesita una introducción paulatina que les haga más fácil aceptar y apropiarse de la tecnología. El mejor método es fomentar el involucramiento de la comunidad. Una vez que los participantes han sido seleccionados y se han comprometido con el proyecto, hay que involucrarlos tanto como sea posible. Dejarlos “manejar”. Entregarles el teclado y mostrarles cómo hacer el trabajo. Aunque no se tenga tiempo para explicar cada detalle, y a sabiendas de que haciéndolo de esta manera se tardará mucho más tiempo, ellos necesitan involucrarse físicamente y ver no sólo lo que ha sido hecho, sino también cuánto trabajo se ha hecho.

6.4.5 Cargos específicos propuestos para la red de Cotacachi.

Se propone la siguiente estructura de funciones y cargos:

- Para cada nodo/instalación/establecimiento:
 - Un responsable de la integridad física y el acceso a los equipos, preferiblemente el maestro de la escuela o el responsable del establecimiento en su defecto.
 - Un responsable técnico del funcionamiento y el mantenimiento de los equipos
- Para la red de radioenlaces al completo, todas las instalaciones:
 - Un responsable de la integridad física y el acceso a los equipos que coordine y guíe a los responsables de cada instalación.

- Un responsable técnico del funcionamiento y el mantenimiento de los equipos, que coordine y guíe a los responsables de cada instalación, y les proporcione documentación y apoyo. Preferiblemente el informático contratado por la municipalidad.

Por otra parte, es aconsejable que los responsables se reúnan periódicamente para hacer un seguimiento a las instalaciones, hacer balance de situación, y para emprender las acciones conjuntas que se estimen oportunas.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Se ha logrado diseñar una red de telecomunicaciones usando la tecnología 802.11, logrando así poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida universitaria y en el campo laboral.

A lo largo del desarrollo del presente proyecto se ha adquirido distintos conocimientos y experiencias, tanto en el campo de la ingeniería como en el campo social. Ejemplo de esto es el aprendizaje que se obtuvo al realizar los perfiles de campo, análisis de tráfico y estudio de demanda; y la experiencia adquirida como es el conocimiento de la zona y las personas para quienes estará dirigida la red, la problemática de las telecomunicaciones en el Ecuador y el impacto que estas podrían tener en su nivel de vida.

Mediante un estudio de la zona se observó que existe un elevado potencial tanto turístico, ganadero y agrícola; así como una importante demanda insatisfecha en el rubro de telecomunicaciones, que de satisfacerse sin duda alguna beneficiará a los pueblos, más aún sabiendo que la llegada de una red de telecomunicaciones representa un incremento directo en el presupuesto de la comunidad.

El hecho de poseer una geografía accidentada limita el despliegue de las redes de telecomunicaciones, pero también se puede sacar provecho de esto y convertir las cimas de los cerros en torres para las antenas, llegando a cubrir grandes extensiones. Por otro lado, se ha aprendido que la simple variación de algún parámetro importante en la red puede hacer que ésta varíe.

Los proyectos cooperación para el desarrollo nacen a partir de una voluntad transformadora, que busca modificar de alguna forma las condiciones de vida de un conjunto de personas. Estos proyectos no persiguen la instalación de infraestructuras, sino que éstas permitan que se consigan los objetivos para los que se han diseñado. Para lograr la sostenibilidad del proyecto es importante haber implicado al beneficiario final, haciéndole parte protagonista durante la ejecución del mismo. De otra manera se pone en peligro el éxito del proyecto una vez que la organización ejecutora abandona el escenario del proyecto.

7.2. Recomendaciones

Se recomienda el uso de la frecuencia 2,4 Ghz para los enlaces radiales ya que a menor frecuencia mayor longitud de onda, y también por que la zona del proyecto no esta saturada en esta frecuencia.

Se recomienda que todos los equipos deberán estar acompañados por UPS, los cuales estarán encargados de la protección y garanticen la continuidad del servicio. En la actualidad las compañías proveedoras de estos equipos realizan sin costo alguno el análisis de potencia requerida para la dimensión de los UPS.

Se recomienda el uso de AP internos para la conectividad en cada escuela de tal manera que se optimicé el uso de cableado de red, dado mayor facilidad de las instalaciones internas.

Se recomienda que los equipos CPE tengan capacidades de transmisión de datos hasta 54 Mbps, no se recomienda limitar este ancho de banda, pero si administrar en los AP, de tal manera que se pueda brindar un servicio de calidad y seguridad para cada centro educativo, lo recomendable es hacerlo con un *switch* Capa 4 mediante métodos QoS y ACL en IP.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- “Una guía práctica para planificar y construir infraestructuras de telecomunicaciones de bajo costo”. 2006, Limehouse Book Sprint Team, Enero de 2006.
- **Grupo de Telecomunicaciones Rurales, Pontificia Universidad Católica del Perú**, *Redes Inalámbricas Para Zonas Rurales*, Primera Edición, Lima, Enero 2008.
- Gobierno de Cotacachi, www.cotacachi.gov.ec/htms/esp/ciudad/canton.htm, 08/10/08.
- Smart Bridges <http://www.smartbridge.com>, 16/10/08
- Hyperlink Technologies: <http://www.hyperlinktech.com>. 12/09/08
- Netgate, <http://www.netgate.com>, 13/09/08
- Soekris Engineering www.soekris.com, 14/09/08
- Página oficial de Radio Mobile: <http://www.cplus.org/rmw/> 13/08/08
- Protocolo IEEE 802.11: www.ieee802.org/11/ 12/09/08
- Página oficial de Linux – Voyage: <http://linux.voyage.hk> 13/09/08
- U.S. Department of Commerce NTIA/ITS, Institute for Telecommunication Sciences, Irregular Terrain Model (ITM) (Longley-Rice): <http://flattop.its.bldrdoc.gov/itm.html>. 01/09/08
- Zabbix, monitor de red: www.zabbix.org 19/12/08
- Nagios, monitor de red: www.nagios.org 20/09/08
- SIISE Sistema integrado de Indicadores del Ecuador

- Wikipedia, WiMAX, <http://es.wikipedia.org/wiki/WiMAX>, 07/06/09
- Apuntes de la asignatura Radiocomunicaciones de la ESPE, Sangolquí 2008.
- Apuntes de la asignatura Sistemas Avanzados de Telecomunicación (SAT) de la ESPE, Sangolquí 2008.

ANEXOS

ANEXO 1
INDICADORES SOCIALES

SIISE		
Sector / Indicador	Medida	Cantón Cotacachi
EDUCACIÓN – POBLACIÓN		
Analfabetismo	% (15 años y más)	22,4
Analfabetismo – hombres	% (15 años y más)	17,7
Analfabetismo – mujeres	% (15 años y más)	27,1
Analfabetismo funcional	% (15 años y más)	37,6
Analfabetismo funcional – hombres	% (15 años y más)	33,2
Analfabetismo funcional – mujeres	% (15 años y más)	42
Escolaridad	Años de estudio	4,5
Escolaridad – hombres	Años de estudio	4,8
Escolaridad – mujeres	Años de estudio	4,2
Primaria completa	% (12 años y más)	38
Primaria completa – hombres	% (12 años y más)	39,3
Primaria completa – mujeres	% (12 años y más)	36,7
Secundaria completa	% (18 años y más)	8,5
Secundaria completa – hombres	% (18 años y más)	8,3
Secundaria completa – mujeres	% (18 años y más)	8,7
Instrucción superior	% (24 años y más)	7,2
Instrucción superior – hombres	% (24 años y más)	7,4
Instrucción superior – mujeres	% (24 años y más)	7
EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa bruta de escolarización básica	% (5 a 14 años)	90,2
Tasa bruta de escolarización básica – hombres	% (5 a 14 años)	89,6
Tasa bruta de escolarización básica – mujeres	% (5 a 14 años)	90,8
Tasa bruta de escolarización primaria	% (6 a 11 años)	115
Tasa bruta de escolarización primaria – hombres	% (6 a 11 años)	115,9
Tasa bruta de escolarización primaria – mujeres	% (6 a 11 años)	114,1
Tasa bruta de escolarización secundaria	% (12 a 17 años)	34,9
Tasa bruta de escolarización secundaria - hombres	% (12 a 17 años)	32,1
Tasa bruta de escolarización secundaria – mujeres	% (12 a 17 años)	38
Tasa bruta de escolarización superior	% (18 a 24 años)	9,7
Tasa bruta de escolarización superior – hombres	% (18 a 24 años)	8,7
Tasa bruta de escolarización superior – mujeres	% (18 a 24 años)	10,8
Tasa neta de escolarización básica	% (5 a 14 años)	78,2
Tasa neta de escolarización básica – hombres	% (5 a 14 años)	77,5
Tasa neta de escolarización básica – mujeres	% (5 a 14 años)	79
Tasa neta de escolarización primaria	% (6 a 11 años)	88,2
Tasa neta de escolarización primaria – hombres	% (6 a 11 años)	88
Tasa neta de escolarización primaria – mujeres	% (6 a 11 años)	88,4
Tasa neta de escolarización secundaria	% (12 a 17 años)	25,5
Tasa neta de escolarización secundaria – hombres	% (12 a 17 años)	23,3
Tasa neta de escolarización secundaria – mujeres	% (12 a 17 años)	28
Tasa neta de escolarización superior	% (18 a 24 años)	4,9
Tasa neta de escolarización superior – hombres	% (18 a 24 años)	4
Tasa neta de escolarización superior – mujeres	% (18 a 24 años)	5,8
Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	78,3
Tasa de escolarización 5 a 14 años – hombres	Porcentaje	77,6
Tasa de escolarización 5 a 14 años – mujeres	Porcentaje	79

SIISE		
Sector / Indicador	Medida	Cantón Cotacachi
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	88,4
Tasa de escolarización 6 a 11 años – hombres	Porcentaje	88,1
Tasa de escolarización 6 a 11 años – mujeres	Porcentaje	88,7
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	49,4
Tasa de escolarización 12 a 17 años – hombres	Porcentaje	47,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años – mujeres	Porcentaje	51,1
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	15,2
Tasa de escolarización 18 a 24 años – hombres	Porcentaje	14,3
Tasa de escolarización 18 a 24 años – mujeres	Porcentaje	16,1
SALUD DE LA NIÑEZ		
Tasa de mortalidad infantil (método directo)	Tasa por 1.000 nacidos vivos	9,4
EMPLEO - OFERTA LABORAL		
Población en edad de trabajar (PET)	Número	25.058
Población económicamente activa (PEA)	Número	13.195
Tasa bruta de participación laboral	Porcentaje	35,5
Tasa global de participación laboral	Porcentaje	52,7
TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE		
Niños/as que trabajan y no estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	16,5
Niños/as que no trabajan ni estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	15,5
Niños/as que no trabajan y sí estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	65,2
Niños/as que trabajan y estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	2,9
VIVIENDA		
Viviendas	Número	8.263
Hogares	Número	8.316
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	80,2
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	67,3
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	34,1
Red de alcantarillado	%(viviendas)	37,7
Sistemas de eliminación de excretas	%(viviendas)	54,4
Servicio eléctrico	%(viviendas)	69,5
Servicio telefónico	%(viviendas)	20,5
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	30
Déficit de servicios residenciales básicos	%(viviendas)	73,7
Vivienda propia	%(hogares)	77,6
Personas por dormitorio	Promedio	3,1
Hacinamiento	%(hogares)	33,4
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	37,7
Ducha exclusiva	%(hogares)	40,1
Cuarto de cocina	%(hogares)	80,9
Uso de gas o electricidad para cocinar	%(hogares)	53,8
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	53,2
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	45,4
POBREZA		
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	68,8
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	42,3
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	77,7

SIISE		
Sector / Indicador	Medida	Cantón Cotacachi
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	52,4
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	33,8
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	67,8
Personas en hogares con alta dependencia económica	%(población total)	9,7
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	14,1
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	40,1
PROGRAMAS SOCIALES - BIENESTAR SOCIAL		
Bono de Desarrollo Humano – madres	Número	4.146
Bono de Desarrollo Humano - tercera edad	Número	1.191
Bono de Desarrollo Humano – discapacitados	Número	14
Bono de Desarrollo Humano - todos los beneficiarios	Número	5.351
POBLACIÓN - DINÁMICA DEMOGRÁFICA		
Población (habitantes)	Número	37.215
Población – hombres	Número	18.773
Población – mujeres	Número	18.442
Población - menores a 1 año	Número	923
Población - 1 a 9 años	Número	9.227
Población - 10 a 14 años	Número	4.748
Población - 15 a 29 años	Número	8.485
Población - 30 a 49 años	Número	7.184
Población - 50 a 64 años	Número	3.669
Población - de 65 y más años	Número	2.979
Población afroecuatoriana	Número	814
Población indígena	Número	13.879
Población mestiza	Número	21.857
Población Blanca	Número	654
Índice de feminidad	%(mujeres c/100 hombres)	98,2
Proporción de mujeres	%(población total)	49,6

ANEXO 2
FOTOGRAFÍAS



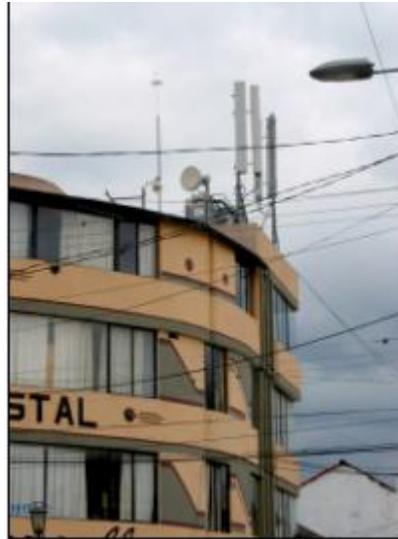


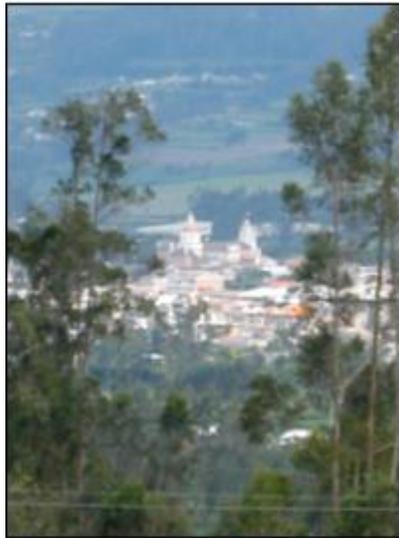














ANEXO 3
INFORMACIÓN DE LAS UNIDADES EDUCATIVAS

ID	UNIDAD EDUCATIVA	PARROQUIA	LOCALIDAD	NIVEL	DIRECCIÓN	NRO_ALUMN	NRO_PROFE	TELEFONO	LONGITUD	LATITUD	PC's
1	MARCO HERRERA ESCALANTE (INDIGENA)	IMANTAG	PERIBUELA	PRIMARIA	VIA PUCALPA	59	4	85307097	- 78,2575833 3	0,38472222 2	2
2	JAIME RUBEN JARAMILLO	IMANTAG	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO	PRE - PRIMARIA , PRIMARIA , CICLO BASICO	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO Y ELOY ALFARO DIAGONAL A ESTADIO	600	22	sn	- 78,2498611 1	0,35872222 2	24
3	PEDRO FERMIN CEVALLOS (PLANTEL CENTRAL)	IMANTAG	OLMEDO N° 49	PRE - PRIMARIA , PRIMARIA , CICLO BASICO	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO Y ELOY ALFARO DIAGONAL A ESTADIO	600	22	sn	- 78,2498611 1	0,35872222 2	24
4	CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG	IMANTAG	OLMEDO S/N	PRE - PRIMARIA , PRIMARIA , CICLO BASICO	JOSE JOAQUIN DE OLMEDO Y ELOY ALFARO DIAGONAL A ESTADIO	600	22	sn	- 78,2498611 1	0,35872222 2	24
5	PROVINCIA DE EL ORO (INDIGENA)	IMANTAG	EL MORLAN	PRIMARIA	FRENTE AL COLISEO	108	6	2907166	- 78,2739444 4	0,35691666 7	4
6	MONS. BERNARDINO ECHEVERRIA (INDIGENA)	IMANTAG	PERAFAN	PRIMARIA	VIA IMANTAG FRENTE AL ESTADIO	15	1	690697	- 78,2518055 6	0,3345	1
7	ALEJO SAEZ (INDIGENA)	IMANTAG	PUCALPA	PRIMARIA	IMANTAG	30	1	sn	- 78,2923333 3	0,39025	1
8	ALBERTO MORENO ANDRADE (INDIGENA)	IMANTAG	COLIMBUELA	PRIMARIA	FRENTE A LA CASA COMUNAL	85	3	85662217	- 78,2576666 7	0,34761111 1	3
9	HERNANDO DE MAGALLANES	IMANTAG	QUITUMBA	PRIMARIA	FRENTE A LA IGLESIA	152	7	88761896	- 78,2393611 1	0,37622222 2	6

ID	UNIDAD EDUCATIVA	PARROQUIA	LOCALIDAD	NIVEL	DIRECCIÓN	NRO_ALUMN	NRO_PROFE	TELEFONO	LONGITUD	LATITUD	PC's
10	ANDRES AVELINO DE LA TORRE	QUIROGA	QUIROGA	PRIMARIA	FIDEL EGAS Y JUAN MONTALVO	260	10 DE PLANTA Y 5 ESPECIALES	62915984	-78,28677778	0,278833333	10
11	SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)	QUIROGA	CUMBAS CONDE	PREPRIMARIA Y PRIMARIA	FRENTE A LA VIA SAN ANTONIO DEL PUNGE	105	3 PLANTA Y 1 COMUNITARIA	62925576	-78,31411111	0,263472222	4
12	ELOY PROAÑO	QUIROGA	QUIROGA	PRIMARIA	VACAS GALINDO Y MIGUEL GARCES	370	12 DE PLANTA Y 1 COMPUTACIÓN	SN	-78,28461111	0,282583333	15
13	LETICIA PROAÑO REYES	QUIROGA	CUICOCHA CENTRO	PRIMARIA	PLAZA	217	7 PLANTA Y 1 COMPUTACION N 1HORA X SEMANA Y 1 INGLES	062922067 \ 088580690	-78,30105556	0,276027778	9
14	28 DE JUNIO	QUIROGA	QUIROGA	PREPRIMARIA	VACAS GALINDO Y MIGUEL GARCES	100	4	62915346	-78,2845	0,282555556	4
15	VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)	QUIROGA	SAN NICOLAS CUICOCHA	PRIMARIA	S/N	40	3	62926324	-78,35358333	0,283194444	2
16	CUICOCHA (INDIGENA)	QUIROGA	UGSHAPUNGO	PRIMARIA	VIA APUELA 16KM	21	1	SN	-78,37486111	0,297277778	1
17	ALZAMORA Y PEÑAHERRERA	QUIROGA	SAN JOSE EL PUNGE	PRIMARIA	VIA QUIROGA	117	5	62915282	-78,30047222	0,271222222	5
18	LUIS COTARCO CEVALLOS	QUIROGA	QUIROGA	SECUNDARIA	VIA DOMINGO SAVIO	326	27	062915352 914216 915835	-78,28680556	0,278916667	13
19	MARCO TULIO HIDROBO	EL SAGRARIO	TOPO GRANDE	PRIMARIO	TOPO GRANDE	125	SIN INFORMACIÓN	SN	-78,28722222	0,307555556	0
20	JUAN FRANCISCO CEVALLOS	EL SAGRARIO	10 DE AGOSTO	NO ESPECIFICA	10 DE AGOSTO Y ROCAFUERTE 1206	120	SIN INFORMACIÓN	SN	-78,26469444	0,297055556	0
21	JUAN MORALES ELOY	EL SAGRARIO	AZAYA	PRIMARIO	NO ESPECIFICA	25	2	SN	-78,28286111	0,317166667	1

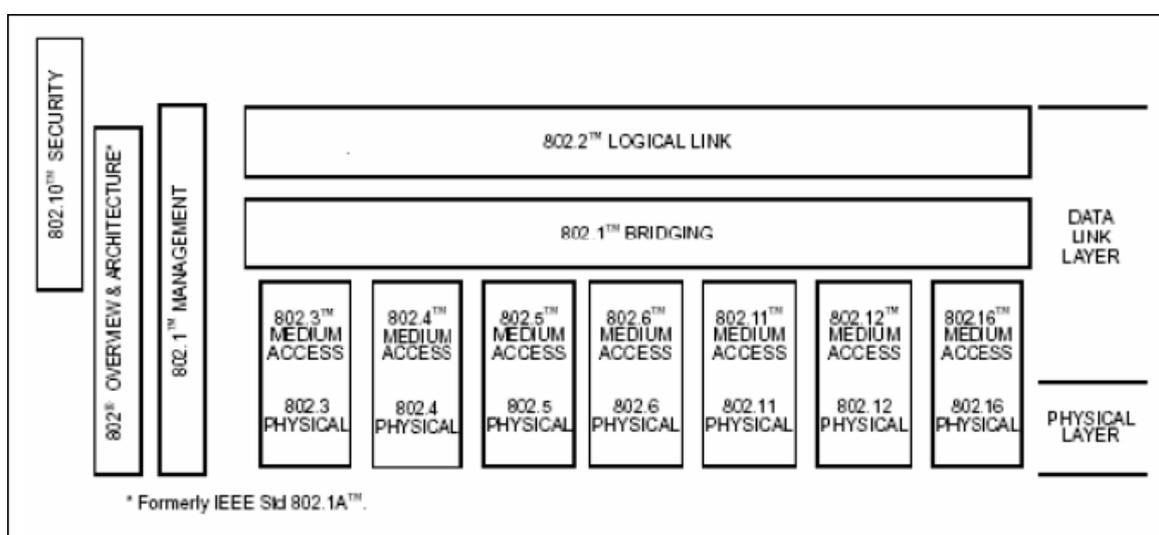
ID	UNIDAD EDUCATIVA	PARROQUIA	LOCALIDAD	NIVEL	DIRECCIÓN	NRO_ALUMN	NRO_PROFE	TELEFONO	LONGITUD	LATITUD	PC's
22	SAN JACINTO	EL SAGRARIO	EL CERCADO	PRIMARIA	SAN FRANCISCO	210	9	SN	78,27688889	0,334222222	8
23	JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)	EL SAGRARIO	ILTAQUI	PREPRIMARIA Y PRIMARIA	NO ESPECIFICA	40	2 PLANTA, 1 BONIFICADOS, 1 RURAL	SN	78,30311111	0,303555556	2
24	MARTIN GONZALEZ	EL SAGRARIO	PIAVA CHUPA	PRIMARIA	PIAVA CHUPA	28	2	2915540	78,24677778	0,32375	1
25	LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)	EL SAGRARIO	PIAVA SAN PEDRO	PRIMARIA	NO ESPECIFICA	25	1	2915646	78,25533333	0,314611111	1
26	DR. TRAJANO NARANJO	EL SAGRARIO	SAN JOSÉ	JARDÍN	CALLE ESMERALDAS Y PATRONA PINEDA	25	1	SN	78,26569444	0,307694444	1
27	NAZACOTA PUENTO	EL SAGRARIO	SAN PEDRO	PRIMARIA	SAN PEDRO	50	NO ESPECIFICA	SN	78,28205556	0,324083333	0
28	JOSE DOMINGO ALBUJA	EL SAGRARIO	TUNIBAMBA	PRIMARIA	TUNIBAMBA	75	2	2918970	78,26261111	0,32375	3
29	LUIS URPIANO DE LA TORRE	EL SAGRARIO	ELSAGRARIO	COLEGIO NOCTURNO	BOLIVAR	200	SIN INFORMACIÓN	2915119	78,26205556	0,302666667	8
30	LUIS URPIANO DE LA TORRE	EL SAGRARIO	ELSAGRARIO	COLEGIO DIURNO	BOLIVAR	803	59	2915119	78,26205556	0,302666667	32
31	6 DE JULIO	EL SAGRARIO	EL SAGRARIO	PRIMARIA	GONZALES SUAREZ 16-78	676	23	2915133	78,26294444	0,3	27
32	PICHINCHA (INDIGENA)	SAN FRANCISCO	MOROCHOS	PREPRIMARIA Y PRIMARIA	COMUNIDAD MOROCHO	114	7PLANTA 1 ESPECIAL	95560191	78,31166667	0,289444444	5
33	ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)	SAN FRANCISCO	CHILCAPAMBA	NO ESPECIFICA	NO ESPECIFICA	130	NO ESPECIFICA	62916764	78,29122222	0,295027778	0
34	MIGUEL DE SERVANTES	SAN FRANCISCO	ANRABI	PRIMARIA	SAN FRANCISCO	65	4	SN	78,28255556	0,297111111	3

ID	UNIDAD EDUCATIVA	PARROQUIA	LOCALIDAD	NIVEL	DIRECCIÓN	NRO__ALUMN	NRO__PROFE	TELEFONO	LONGITUD	LATITUD	PC's
35	JOSÉ VASCONCELOS	SAN FRANCISCO	LA CALERA	PRIMARIA	LA CALERA	92	5	916779	- 78,2703055 6	0,27658333 3	4
36	MODESTO PEÑAHERRERA	SAN FRANCISCO	JUAN MONTALVO Y GONZALES SUAREZ	PRIMARIA	JUAN MONTALVO Y GONZALES SUAREZ	520	20	SN	-78,267	0,29733333 3	21
37	ORTENCIA YEPEZ TOBAR	SAN FRANCISCO	BARRIO EL EJIDO	JARDIN	MANUEL LARREA	56	2	916380	- 78,2776388 9	0,29247222 2	2
38	MANUELA CANIZARES	SAN FRANCISCO	PEDRO MONCAYO	PRIMARIA	PEDRO MONCAYO N°817	430	17	916005	- 78,2671944 4	0,29602777 8	17

ANEXO 4
LA FAMILIA DE LOS ESTÁNDARES IEEE 802.11

La familia de los estándares IEEE 802.11

El IEEE, Institute of Electrical and Electronic Engineers, es una organización internacional dedicada, entre otras cosas, a la definición de los estándares necesarios para la interacción y comunicación entre equipos de telecomunicaciones que deseen utilizar una misma tecnología. En concreto la familia IEEE802 se ocupa de la definición de estándares de redes locales y metropolitanas.



Familia De Estándares 802 del IEEE802.2.

De entre todos estos estándares cabe destacar dos por su enorme difusión a nivel mundial:

- IEEE802.3, también conocido como Ethernet, estándar dominante en las tradicionales redes locales cableadas (LAN, Local Area Network).
- IEEE802.11, también conocido como Wi-Fi, y el cual hace referencia a las redes inalámbricas locales.

El origen de IEEE802.11 es sencillo de explicar; las redes inalámbricas debían cumplir con los estándares genéricos aplicables a las redes Ethernet, pero

necesitaban a su vez de especificaciones adicionales que definieran el uso de los recursos radioeléctricos, asegurando de esta manera la comunicación entre los equipos. Para dar respuesta a esa necesidad nació IEEE802.11, hoy en día estándar dominante de las redes de área local (WLAN). En los últimos años han sido muchos los grupos trabajando en un estándar de este tipo que pudiera ser aplicado al caso de redes de área extensa (WMAN). Entre ellos destaca el estándar IEEE802.16-2004, recientemente estandarizado como WiMax, y cuyos primeros equipos han salido al mercado en los últimos meses. El por qué se ha tomado el camino del IEEE802.11 y no el de IEEE802.16 se puede resumir en dos razones:

- Los primeros equipos certificados con Wimax no estaban disponibles hasta hace muy poco tiempo.
- Los precios de estos equipos se encuentran más de un orden de magnitud por encima de Wi Fi.

Por tanto resultan totalmente inviables desde el escenario que ocupa a este proyecto y las variables de contorno que ya han sido presentadas en la introducción.

Esto no quiere decir que la opción de Wimax se descarte de manera completa. Al contrario será más que recomendable seguir los pasos de esta tecnología de cerca, y esperar a que se convierta en una tecnología apropiada para países en desarrollo.

El estándar Wi-Fi

La gran expansión que han experimentado las redes de área local en los últimos años ha sido debida en gran parte a la fuerte estandarización que supuso la familia IEEE802.11. A raíz de ella se aseguraba la compatibilidad y fiabilidad de productos de distintos proveedores.

El estándar IEEE802.11 fue aprobado por el IEEE en 1997 y permitía trabajar con velocidades de transmisión de 1Mbps y 2Mbps. Desde que el estándar fue establecido hasta hoy han sido muchos los grupos de trabajo creados para mejorar las deficiencias detectadas en él así como para mejorar algunas de sus prestaciones.

- IEEE802.11a - Estándar para operar redes inalámbricas en la banda de 5GHz con tasas de transmisión de datos de hasta 54Mbps.

- *IEEE802.11b - Estándar para operar redes inalámbricas en la banda de 2,4GHz con tasas de transmisión de datos de hasta 11Mbps.*

- IEEE802.11d – Extensión para la armonización del IEEE802.11 en los distintos países.

- IEEE802.11e – Extensión para proporcionar calidad de servicio (QoS, Quality of Service) a las redes IEEE802.11.

- IEEE802.11f – Extensión para asegurar la interoperabilidad de los puntos de acceso de distintos proveedores.

- *IEEE802.11g – Estándar para incrementar las tasas de transmisión de datos en la banda de 2,4GHz hasta los 54Mbps.*

- IEEE802.11h – Extensión para adecuarse a los requisitos de los elementos reguladores europeos en la banda de los 5GHz.

- IEEE802.11i – Extensión para incrementar la seguridad en las redes WiFi.

El enorme éxito de Wi-Fi en todos los ámbitos ha dado lugar a una gran cantidad de productos en el mercado, a precios extremadamente bajos y mucha flexibilidad de uso en combinación con desarrollos de software abierto. Son los equipos preparados para el IEEE802.11 **b y g** los que más se ajustan a las necesidades de este proyecto de cooperación, sobretodo por la frecuencia de trabajo y por su costo.

En los países en desarrollo, Wi-Fi presenta varias ventajas importantes: hay mucho equipamiento a costos muy reducidos, suele ser de muy bajo consumo y emplea una banda de frecuencias de uso libre, aunque con ciertas restricciones. Respecto de esto último, en los casos en que no hay un vacío legal, la mayor parte de los estados adoptan las restricciones de la FCC en el uso de la banda ISM 2.4GHz, que es la usada por esta tecnología. Con esas limitaciones y las sensibilidades de los equipos Wi-Fi del mercado, se pueden realizar enlaces tanto PtP (punto a punto) como punto a multipunto (PtMP) de muchas decenas de kilómetros. No obstante, Wi-Fi no deja de ser una tecnología pensada para redes locales inalámbricas, y el MAC presenta importantes limitaciones en enlaces largos. Surge por tanto la necesidad de hacer un estudio sobre las posibilidades y los límites de Wi-Fi en enlaces de muy largo alcance.

Los estándares 802.11 pueden ser utilizados en exteriores y para largo alcance (bajo ciertas restricciones legales de potencia) si se introducen antenas externas, amplificadores adecuados, etc. No hay trabajos de investigación que hayan permitido determinar con rigor cuáles son los límites de distancia de 802.11, ni cómo evolucionan las prestaciones de los enlaces en función de la distancia. Sin embargo, en EHAS se ha conseguido establecer enlaces Wi-Fi de varias decenas de kilómetros con un throughput aceptable y se han realizado una serie de pruebas en escenarios reales de larga distancia con 802.11 que permitieron aprender ciertas técnicas prácticas al mismo tiempo que corroborar algunos resultados teóricos.

Con las regulaciones vigentes en Chile se pueden conseguir enlaces de decenas de kilómetros a potencias muy bajas, con un ancho de banda mucho mayor que las soluciones HF o VHF y con un coste muy inferior a las pasarelas por satélite o a las pasarelas ADSL.

- Su mayor inconveniente es la necesidad de que no haya obstáculo alguno entre los puntos a comunicar, algo muy caro de conseguir en montaña y selva.

Peculiaridades técnicas del IEEE802.11 en larga distancia.

Wi-Fi comparte la mayoría de su funcionamiento interno con Ethernet y sólo difiere en la especificación de la capa física utilizando señales radio en lugar cable. El estándar IEEE 802.11 abarca la capa física y de enlace (incluyendo el control de acceso al medio) del modelo OSI.

Frecuencia

Como ya se explicó en el punto 0, 802.11a usa frecuencias en el entorno de 5GHz, mientras que 802.11b/g usa la banda de 2.4GHz.

La legislación permite usar esas bandas de frecuencias sin necesidad de licencia en la mayor parte de los países, pero limitando el nivel de potencia que se puede transmitir. Ese nivel de potencia máximo, que dependerá del país, del tipo de enlace, y a veces incluso del tipo de zona, es el que impone límites a la distancia. En Chile estaremos limitados a 1W de potencia transmitida. Señalar también que los canales disponibles en banda ISM 2.4 GHz son 11, en saltos de 5 MHz, en la banda 2.4000- 2.4835 GHz, si bien cada canal tiene en realidad un ancho de 22 MHz. Se recomienda usar canales separados 25 MHz cuando se necesita que sean mutuamente no interferentes por trabajar dentro de un mismo dominio de colisión, lo cual deja un total de tres canales usables en esas condiciones (canales 1, 6 y 11).

Velocidad

El protocolo IEEE 802.11 recoge distintas velocidades según el modo de funcionamiento: 1, 2, 5.5 y 11 Mbps para 802.11b; 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps para 802.11a, y el conjunto de todas las anteriores para el modo 802.11g. Estos modos usan diferentes tipos de modulación y codificación, de forma que cuanto mayor sea la velocidad, mayor es la potencia necesaria en recepción para

mantener un enlace con una BER (Bit Error Rate) baja. Esta potencia, llamada sensibilidad, obliga a usar velocidades bajas si se quiere lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad. La diferencia en la sensibilidad de recepción entre 1 y 11Mbps, aunque depende de equipos, suele ser de más de 10 dB, lo cual equivale prácticamente a cuadruplicar con 1Mbps el alcance que se tiene con 11Mbps. Si además se tiene en cuenta que la banda ISM 2.4 GHz impone limitaciones en cuanto al nivel de potencia que es legal transmitir, es fácil comprobar que para enlaces muy largos normalmente deben usarse las velocidades más bajas de 802.11b para tener estabilidad y buena calidad. La aparición de tarjetas con mejores sensibilidades o la tecnología 802.11g pueden ayudar a lograr velocidades mayores. Así, por ejemplo en el modelo de tarjeta Ubiquity SR2 802.11b/g de 400mW, la diferencia de sensibilidad entre el modo b en 1 Mbps y el modo g en 6 Mbps es de sólo 3dB.

Añadir también que en términos de estabilidad y prestaciones resulta mejor configurar la velocidad del canal a un valor fijo. La experiencia recomienda ser conservadores para soportar una cierta pérdida de prestaciones que sin duda se va a dar con el tiempo por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores.

Diversidad

Este concepto hace referencia a la existencia de más de una antena para mejorar la calidad de recepción/transmisión. Muchas tarjetas inalámbricas tienen dos conectores para antena exterior. Aunque una antena transmita por sólo uno de los conectores puede ocurrir perderse una pequeña potencia por el otro. En estas ocasiones resulta conveniente desactivar la diversidad y activar una única antena para transmisión/recepción. En pruebas realizadas en laboratorio se observaron pérdidas de hasta 2dBs en el caso de tarjetas de chipset Atheros, no observándose ninguna diferencia aparente en el caso de las de chipset Intersil Prism II.

Potencia

Previa abstracción de otros factores, el caso de los enlaces de larga distancia en Wi-Fi se resume a conseguir un balance de enlace en que la potencia recibida sea suficientemente superior a la sensibilidad del receptor, teniendo en cuenta la potencia transmitida, las ganancias y las pérdidas del enlace:

$$PRx=PTx+GTx-LccTx-LccRx-Lp+GRx$$

Siendo PRx la potencia recibida por el receptor, PTx la potencia transmitida por el transmisor, GTx la ganancia de la antena del transmisor en la dirección del enlace, $LccTx$ las pérdidas de cable y conectores en el sistema transmisor, $LccRx$ las pérdidas de cable y conectores en el receptor, Lp las pérdidas de propagación y GRx la ganancia de la antena del receptor en la dirección del enlace. Este balance de potencias será abordado con detalle en el estudio del software Radiomobile, más adelante en este mismo apartado.

Cuando la propagación es en el espacio libre, las pérdidas de propagación se pueden calcular en función de la distancia empleando la ecuación:

$$Lp (dB) =92,45+20\log f (GHz)+20\log d (Km)$$

Que en la banda ISM 2.4 Ghz se reduce a la siguiente:

$$Lp (dB) =100+20\log d (Km)$$

Esa expresión teórica se puede usar siempre que se tenga asegurada la línea de vista “despejada” (primera zona de fresnel libre en un 60% en todo el trayecto) y que no se tengan que tener en cuenta efectos tales como el multitrayecto. La experiencia de EHAS demuestra que los efectos del entorno geográfico y las condiciones climáticas pueden causar un resultado real sensiblemente peor que el teórico, teniéndose en enlaces muy largos pérdidas de

propagación muy superiores a las calculadas. Se puede tener una mejor aproximación a la realidad empleando el modelo Longley-Rice combinado con mapas digitales de elevaciones y con un cuidadoso ajuste de sus parámetros (software Radiomobile).

El problema es precisamente estimar las pérdidas de propagación, ya que las medidas reales no se ajustan a la ecuación de Friis de pérdidas de propagación en el espacio libre. El modelo Longley-Rice, empleado por el software RadioMobile, también muestra unos resultados diferentes a los medidos, como se verá más adelante.

Fenómenos meteorológicos

En las zonas rurales de los países en los que EHAS trabaja es frecuente encontrar condiciones meteorológicas adversas. Aunque tradicionalmente se suele decir que las lluvias influyen "de forma sensible" a partir de los 10GHz, cuando los enlaces son muy largos una pequeña atenuación en dB/Km acaba siendo importante. Los estudios consultados no parecen conceder mucho pese a la atenuación de nubes y nieblas, pero todo depende de la distancia.

Polarización

El mejor comportamiento se da con polarización vertical, pero las condiciones atmosféricas y el terreno pueden producir una cierta depolarización, con lo que la recepción de la señal empeora y su atenuación aumenta.

Interferencias

Si bien en las zonas rurales aisladas esto no suele suceder, los enlaces que conectan zonas aisladas con zonas urbanas se pueden ver afectados por este

problema. Siempre se pueden producir interferencias que aumenten el nivel de señal necesario.

Equipos empleados

- Antenas: Las antenas muy directivas, como las que se suelen usar en enlaces largos, varían sensiblemente su ganancia con leves cambios en el apuntamiento debido a la larga distancia que separa las antenas. Esto es debido principalmente al efecto del viento o a una sujeción deficiente.

– Cables, conectores, pigtailes: A veces los equipos de transmisión transmiten un poco menos de lo esperado, los cables y conectores atenúan un poco más, etc.

Línea de vista

En zonas rurales, sobre todo cuando el relieve es accidentado y la visibilidad mala, resulta complicado averiguar con exactitud para enlaces muy largos si la línea de vista está realmente muy despejada o no. Concretamente, a veces resulta difícil saber qué zonas de Fresnel (ver nota al pie 1, más atrás) están despejadas y en qué porcentaje, lo cual tiene un efecto significativo sobre la atenuación del medio. La situación ideal es tener entre un 60% y un 100% despejado de la primera zona de Fresnel.

Interferencia intersimbólica

La interferencia intersimbólica aumenta con la dispersión del retardo. El retardo puede ser muy amplio en casos de largas distancias en que se dé multitrayecto. El efecto en este caso puede ser de un BER muy superior al esperable para una determinada relación señal ruido.

Nivel físico: Nominalmente 802.11a usa frecuencias en la banda de 5.8GHz y 802.11b/g usan la banda de 2.4GHz. La legislación permite usar esas bandas de frecuencias sin necesidad de licencia en la mayor parte de los países, pero limitando el nivel de potencia que se puede transmitir. Ese nivel de potencia máximo, que depende del país, del tipo de enlace, y a veces incluso del tipo de zona, es uno de los límites a la distancia. Particularizando, en Chile el nivel de potencia es de 1W, y en la región donde se pretende realizar la acción hay restricciones legislativas, por lo que es necesario pedir un permiso especial a la subdelegación del gobierno en telecomunicaciones.

El estándar IEEE 802.11 define diferentes velocidades de comunicación, lo cual se consigue empleando distintos tipos de modulación y codificación. En 802.11b se tiene: 1Mbps, 2Mbps, 5.5Mbps y 11Mbps. A los distintos tipos de modulación y codificación corresponden distintos BER (Bit Error Rate) para una misma relación señal/ruido. Básicamente, cuanto mayor es la velocidad, más potencia hay que recibir (sensibilidad peor), para tener una tasa de error de bits suficientemente baja. La diferencia en la sensibilidad de recepción entre 1 y 11Mbps, aunque depende de equipos, suele ser de más de 10 dB, lo cual equivale prácticamente a cuadruplicar con 1Mbps el alcance que se tiene con 11Mbps. Si además se tiene en cuenta que la banda ISM (Industrial, Scientific and Medic) 2.4 GHz impone limitaciones en cuanto al nivel de potencia que es legal transmitir, se puede probar que para enlaces muy largos normalmente deberá limitarse su uso a las velocidades más bajas de 802.11 para tener estabilidad y buena calidad. En concreto, para distancias de decenas de kilómetros se restringirá el uso a 802.11b por esta razón. Aunque experimentalmente se haya llegado a establecer enlaces de más de 40 Km con 802.11g, a 6 Mbps, se será conservador para soportar una cierta pérdida de prestaciones que sin duda se va a dar con el tiempo por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores.

Nivel MAC: En el protocolo 802.11 todas las transmisiones de datos unicast son confirmadas por el receptor mediante ACKs; el transmisor esperará un tiempo máximo ACKTimeout después de transmitir para recibir la confirmación. Si la confirmación no llega, el transmisor tratará de realizar un determinado número de retransmisiones. Estos ACKs influyen de manera decisiva sobre los enlaces de larga distancia. Si el ACKTimeout es configurado con un valor demasiado pequeño, el transmisor nunca recibirá confirmaciones, y entonces realiza siempre el máximo número de retransmisiones por paquete, lo que hace que el caudal se reduzca de manera considerable. En el caso contrario, cuando el ACKTimeout es configurado con un valor demasiado alto, el transmisor esperará un tiempo demasiado largo antes de retransmitir en el caso de que el paquete o el ACK se hubieran perdido, revistiendo de nuevo sobre el throughput final. EHAS ha realizado varios trabajos de investigación que tratan de modificar el nivel MAC de 802.11 para el caso particular de enlaces Wi-Fi de larga distancia. Muchos sistemas reales se basan en la idea de que determinados drivers pueden modificar parámetros como el ACKTimeout (no especificado por el estándar 802.11), la deshabilitación de ACKs o el ajuste o deshabilitación de retransmisiones. A día de hoy existen dos drivers que se utilizan en Linux y que permiten modificar estos parámetros:

- Madwifi: Este driver permite modificar el valor de ACKTimeout, CTSTimeout y SLOT Time. En las pruebas realizadas en campo por EHAS se ha comprobado que se mejoraba sensiblemente las prestaciones del enlace al modificar estos parámetros.

- Hostap: En este caso no se pueden modificar los valores anteriores, sin embargo, las tarjetas tienen un ACKTimeout por defecto mayor, de manera que pueden ser usadas con prestaciones aceptables en enlaces largos de hasta 23km.

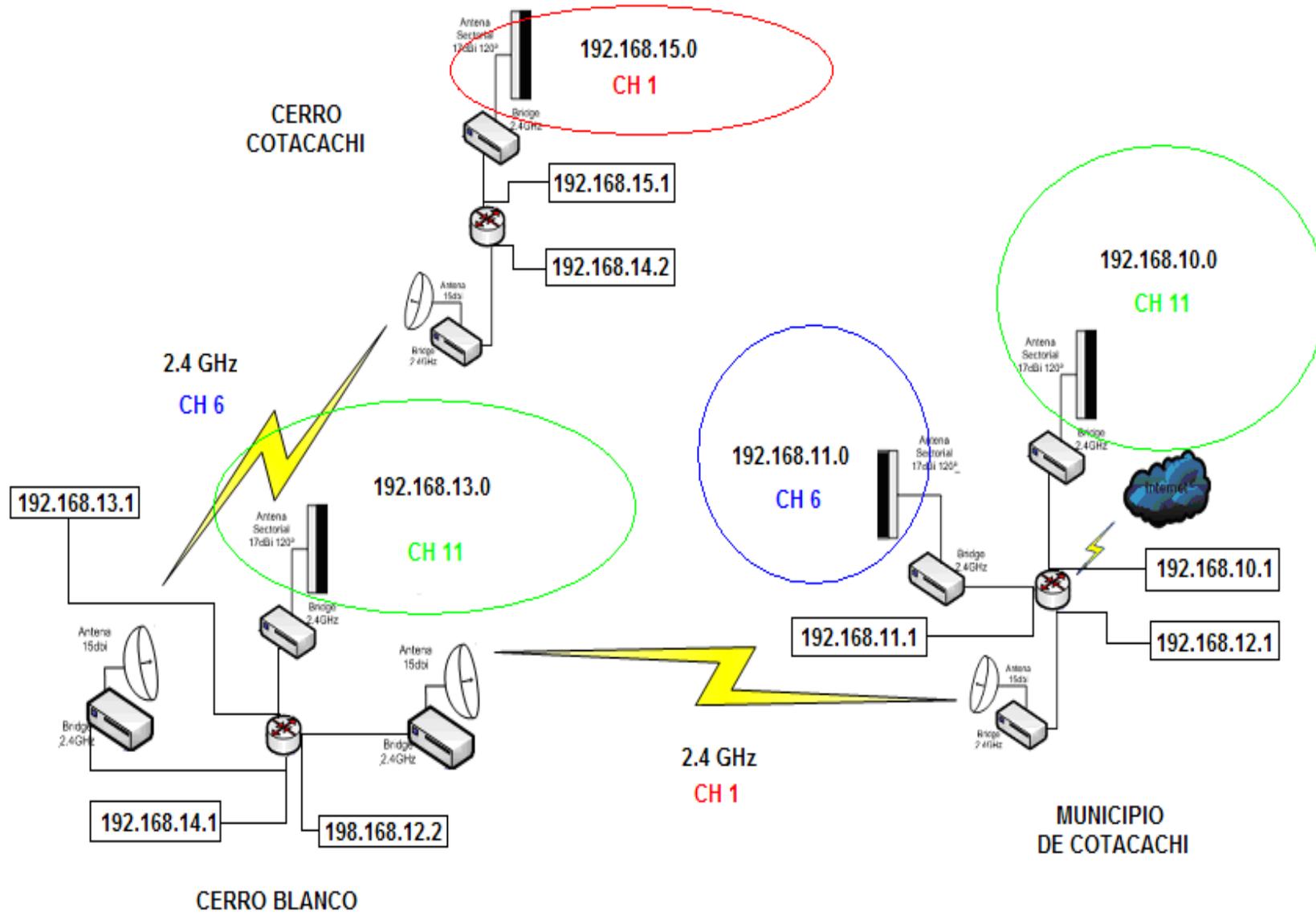
Arquitectura de red: La arquitectura con la que se trabaja habitualmente consiste en una red en la que todos los nodos conmutan paquetes a nivel IP. Funcionalmente nos encontramos con tres tipos de nodos: el nodo pasarela

encargado de la conectividad externa con Internet, el nodo repetidor encargado de conmutar comunicaciones con otros nodos, y el nodo terminal o cliente. Se utiliza una “arquitectura de red Mesh”, en la que todos los nodos pueden realizar funciones simultáneas de pasarela, repetidor o cliente, según su posición y características.

Calidad de Servicio: lo visto hasta ahora puede resolver más o menos bien el problema de las comunicaciones de datos elásticos, ya que se ha visto cómo sacar lo mejor posible de esta tecnología para comunicaciones de muy largo alcance robustas y sostenibles, pero si queremos también proponer comunicaciones de tiempo real, es necesario asegurar una calidad de servicio en determinadas condiciones. El mayor problema asociado a la calidad de servicio en una torre de protocolos es que todas las capas deben contemplar el soporte de QoS. En 802.11a/b/g, no se tiene este soporte. Aún así, el uso de ciertos procedimientos técnicos de control avanzado del tráfico en la capa IP puede permitir que al menos se dé un tratamiento diferenciado a los distintos tipos de tráfico.

De esta manera, por sus características técnicas y bajo costo, la tecnología Wi-Fi representa una solución robusta con muchas ventajas y será la opción más apropiada a considerar para dotar de conectividad a localidades rurales o urbano marginales.

ANEXO 5
DIRECCIONAMIENTO IP



DIRECCIONAMIENTO DE IP PARA LA RED DE TRANSPORTE	
LOCALIDAD	IP
RED AP MUNICIPIO 0°	192.168.10.0
GATEWAY AP MUNICIPIO 0°	192.168.10.1
CENTROS EDUCATIVOS	
JAIME RUBÉN JARAMILLO.	192.168.10.2
MONSEÑOR BERNANDINO ECHEVERRÍA.	192.168.10.3
PEDRO FERMÍN CEVALLOS.	192.168.10.4
JOSÉ DOMINGO ALBUJA.	192.168.10.5
NAZACOTA PUENTO.	192.168.10.6
DR. TRAJANO NARANJO.	192.168.10.7
JUAN MORALES ELOY.	192.168.10.8
SAN JACINTO.	192.168.10.9
MARTÍN GONZÁLEZ.	192.168.10.10
RED AP MUNICIPIO 240°	192.168.11.0
GATEWAY AP MUNICIPIO 240°	192.168.11.1
CENTROS EDUCATIVOS	
MARCO TULIO ANDRADE.	192.168.11.2
JUAN FRANCISCO CEVAL.	192.168.11.3
JORGE GÓMEZ.	192.168.11.4
LUÍS FELIPE BORJA.	192.168.11.5
LUÍS URPIANO DE LA T.	192.168.11.6
ENTIDAD EDUCATIVA SIN NOMBRE.	192.168.11.7
6 DE JULIO.	192.168.11.8
PICHINCHA.	192.168.11.9
ENRIQUE VACAS GALINDO.	192.168.11.10
MIGUEL DE SERVANTES.	192.168.11.11
JOSÉ DE VASCONCELOS.	192.168.11.12
MODESTO PEÑAHERRERA.	192.168.11.13
ORTENCIA YÉPEZ TOBAR.	192.168.11.14
MANUELA CAÑIZARES.	192.168.11.15
ANDRÉS AVELINO DE LA TORRE	192.168.11.16
SEGUNDO LUÍS MORENO.	192.168.11.17
ELOY PROAÑO.	192.168.11.18
LETICIA PROAÑO REYES.	192.168.11.19
28 DE JUNIO.	192.168.11.20
ALZAMORA Y PEÑAHERRERA	192.168.11.21

LUÍS CORTACO CEVALLOS	192.168.11.22
RED AP CERRO COTACACHI 90°	192.168.15.0
GATEWAY AP CERRO COTACACHI 90°	192.168.15.1
ALBERTO DE MAGALLANES	192.168.15.2
MARCO HERRERA	192.168.15.3
CENTRO EDUCATIVO IMANTAG	192.168.15.4
PROVINCIA DEL ORO.	192.168.15.5
ALBERTO MORENO	192.168.15.6
RED AP CERRO BLANCO 0°	192.168.13.0
GATEWAY AP CERRO BLANCO 0°	192.168.13.1
VIRGILIO TORRES VALENCIA	192.168.13.2
CUICOCHA	192.168.13.3

ANEXO 6
RESULTADOS DE SIMULACIONES

ENLACE	NODO / TERMINAL	DISTANCIA	PERDIDAS	PEOR	NIVEL DE	RECEPCIÓN	AZIMUTH	ELEVACIÓN	ALTURA
		(KM)	(DB)	FRESNEL	RECEPCIÓN (DBM)	RELATIVA (DB)	(°)	(°)	(M)
ENLACES TRANSPORTE	MUNICIPIO					20,7	219	4,643	10
	CERRO BLANCO	13,461	126,3	2,2	-55,3	20,7	39	4,763	10
	CERRO BLANCO					19,5	359,8	1,902	7
	CERRO COTACACHI	15.263	128,1	1	-56,5	19,5	179,8	2,039	10
IMANTAG	MUNICIPIO					16,3	344	2,397	12
	JAIME RUBEN JARAMILLO	3,57	121,3	0,4	-59,7	31,3	164	2,434	5
	MUNICIPIO					22,6	18,6	0,995	12
	MONS BERNANDINO ECHEVERRÍA	3,72	115,3	0,6	-53,4	37,6	198,6	0,962	3
	MUNICIPIO					11,2	12,7	0,088	12
	PEDRO FERMÍN C	6,38	126,3	0,3	-64,2	26,2	192,7	0,031	5
	CERRO COTACACHI					16,2	88,9	-10,065	12
	ALBERTO MORENO ANDRADE	9,03	121,8	1,6	-59,8	31,2	268,9	9,983	3
	CERRO COTACACHI					14,7	81	-10,474	12
	CENTRO EDUCATIVO MATRIZ IMANTAG	8,85	122,9	2,5	-61,3	29,7	269	10,395	5
	CERRO COTACACHI					14,3	73,2	-9,084	12
	HERNANDO DE MAGALLAN	11,56	123,6	4,2	-61,7	29,3	253,2	8,98	3
	CERRO COTACACHI	10	122	4,4	-60,1	15,9	64,6	-9,198	12

ENLACE	NODO / TERMINAL	DISTANCIA	PERDIDAS	PEOR	NIVEL DE	RECEPCIÓN	AZIMUTH	ELEVACIÓN	ALTURA	
		(KM)	(DB)	FRESNEL	RECEPCIÓN (DBM)	RELATIVA (DB)	(°)	(°)	(M)	
	MARCO HERRERA ESCALA					30,9	244,6	9,108	1,5	
	CERRO COTACACHI					19,2	80,6	-11,127	12	
	PROVINCIA DEL ORO	7,32	118,9	1,7	-56,8	34,2	260,6	11,061	2	
	CERRO COTACACHI					16,2	88,9	-10,065	12	
	ALBERTO MORENO ANDRADE	9,03	121,8	1,6	-59,8	31,2	268,9	9,983	3	
	PEDRO FERMÍN C					21,7	306,6	4,475	2	
	ALEJO SAEZ	5,88	119,1	1,8	-69,3	21,7	126,6	-4,528	3	
							20	359,6	-0,042	12
EL SAGRARIO	MUNICIPIO JOSÉ DOMINGO ALBUJA	2,34	107,2	1	-56	35	179,6	0,021	2	
	MUNICIPIO NAZACOTA PUENTO	3,22	111,3	1,8	-61,2	29,8	137,5	-4,061	5	
	MUNICIPIO DR TRAJANO NARANJO	0,66	96	1,7	-45,1	45,9	147,1	0,904	2	
	MUNICIPIO JUAN MORALES ELOY	2,77	109,6	3,3	-59,5	31,5	125,3	-2,834	3	
	MUNICIPIO MARCO TULIO HIDROVO	2,8	108,8	2,3	-58,01	33	101	2,156	2,5	
	MUNICIPIO	0,68	97,6	0,8	-46,6	29,4	201,3	0,1	12	
							14,8	317,5	4,032	12
							30,9	327,1	0,901	12
							16,5	305,3	2,809	12
							18	281	2,131	12

ENLACE	NODO / TERMINAL	DISTANCIA	PERDIDAS	PEOR	NIVEL DE	RECEPCIÓN	AZIMUTH	ELEVACIÓN	ALTURA
		(KM)	(DB)	FRESNEL	RECEPCIÓN (DBM)	RELATIVA (DB)	(°)	(°)	(M)
	JUAN FRANCISCO CEVAL					44,4	21,3	-0,106	2
	MUNICIPIO					12,4	271,2	2,86	12
	JORGE GOMEZ ANDRADE	4,52	114,7	1,9	-63,3	27,4	91,2	-2,901	2
	MUNICIPIO					17,6	31	-1,7253	12
	LUIS FELIPE BORJA	1,54	103,3	1	-58,4	32,6	211	1,729	4,5
	MUNICIPIO					45,4	99,2	-13,867	12
	LUIS URPIANO DE LA T	0,05	76,7	5,8	-30,6	60,4	279,2	13,867	2
	MUNICIPIO					19,1	262,4	1,349	12
	SIN NOMBRE	2,63	108	1,8	-56,9	34,1	82,4	1,373	3
	MUNICIPIO					30,9	189,7	0,704	12
	6 DE JULIO	0,31	95,8	1,5	-45,1	45,9	9,7	0,701	2
	MUNICPIO					25,5	339	-0,0063	12
	SAN JACINTO	1,17	113,2	0,7	-45	46	123,3	-4,803	1,5
	MUNICIPIO					25,3	40.1	-1.671	12
	MARTIN GONZALEZ	2.05	110,4	0,6	-50,7	40,3	220.1	1,675	2
QUIROGA	MUNICIPIO					23	213,3	0,943	12
	ANDRES AVELINO	3,24	113,1	1,1	-53	38	33,3	-0,972	1,5
	MUNICIPIO					9,8	232,7	1,895	12
	SEGUNDO LUIS MORENO	7,21	125,8	0,5	-66,2	24,8	52,7	-1,962	5
	MUNICIPIO					16,6	227,7	1,145	12
	ELOY PROAÑO	3,33	119,4	0,5	-59,4	31,6	47,7	-1,145	2,5
	MUNICIPIO					18,9	235,3	1,896	12
LETICIA PROAÑO	5,21	116,7	0,4	-57,1	33,9	55,3	-1,943	5	

ENLACE	NODO / TERMINAL	DISTANCIA	PERDIDAS	PEOR	NIVEL DE	RECEPCIÓN	AZIMUTH	ELEVACIÓN	ALTURA
		(KM)	(DB)	FRESNEL	RECEPCIÓN (DBM)	RELATIVA (DB)	(°)	(°)	(M)
	MUNICIPIO	3,62	113,6	1,1	-53,6	22,5	221,6	1,136	12
	28 DE JUNIO					37,5	41,6	-1,168	2
	MUNICIPIO	5,48	118,5	0,8	-58,9	17,1	230,3	1,713	12
	ALZAMORA Y PEÑAHERRERA					32,1	50,3	-1,762	5
	MUNICIPIO					21,6	231,1	1,34	12
	LUIS COTARCO C	3,95	114,6	1,1	-54,4	36,6	51,1	-1,376	2
	CERRO BLANCO	8,4	117,8	1,6	-56	20	348,4	-3,532	5
	VIRGILIO GUERRERO					35	168,4	3,457	2
	CERRO BLANCO					18,6	337,5	-1,574	5
	CUICOCHA	10,6	119,2	1	-57,4	33,6	157,5	1,478	2
	SAN FRANCISCO	MUNICIPIO	3,31	111,9	1,2	-59,5	16,5	255	1,849
ENRIQUE VACAS GALINDO		31,5					75	-1,879	2
MUNICIPIO		2,32	108,2	1,6	-56,1	19,9	254,3	1,37	12
MIGUEL DE CERVANTES						34,9	74,3	-1,39	3
MUNICIPIO						18,7	196,6	0,789	12
JOSÉ VASCONCELOS		3,03	109,1	0,9	-57,3	33,7	16,6	-0,817	2,5
MUNICIPIO		0,78	111,6	0,3	-59,4	16,6	219,9	0,458	12
MODESTO PEÑAHERRERA						31,6	39,9	-0,465	2,5
MUNICIPIO						19,5	235,9	1,169	12
ORTENCIA YEPEZ		0,68	108,3	0,7	-56,5	34,5	55,9	-1,118	5
MUNICIPIO		0,91	110,3	0,4	-58,2	17,8	215,1	0,431	12
MANUELA	32,8					35,1	-0,439	2,5	

ENLACE	NODO / TERMINAL	DISTANCIA	PERDIDAS	PEOR	NIVEL DE	RECEPCIÓN	AZIMUTH	ELEVACIÓN	ALTURA
		(KM)	(DB)	FRESNEL	RECEPCIÓN (DBM)	RELATIVA (DB)	(°)	(°)	(M)
	CANIZARES								
	MUNICIPIO					22,5	254,9	2,731	12
	PICHINCHA	5,68	114,9	2,3	-53,5	37,5	74,9	-2,782	3

ANEXO 7
RESUMEN DE EQUIPOS

REPETIDORAS / CENTRO EDUCATIVO	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	ANTENA Direccional 24dBi (2.4 GHz)	ANTENA Direccional 15dBi (2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	ESTACIÓN VSAT	TORRE 15m	TORRE 10m	MÁSTIL 5m	SWIT
HERNANDO DE MAGALLANES		1	1								
ANDRES AVELINO DE LA TORRE		1	1								
SEGUNDO LUIS MORENO (INDIGENA)		1	1							1	
ELOY PROAÑO		1	1							1	
LETICIA PROAÑO REYES		1	1							1	
28 DE JUNIO		1	1								
VIRGILIO TORRES VALENCIA (INDIGENA)		1	1								
CUICOCHA (INDIGENA)		1	1								
ALZAMORA Y PEÑAHERRERA		1	1							1	
LUIS COTARCO CEVALLOS		1	1								
MARCO TULIO HIDROBO		1			1						

REPETIDORAS / CENTRO EDUCATIVO	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	ANTENA Direccional 24dBi (2.4 GHz)	ANTENA Direccional 15dBi (2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	ESTACIÓN VSAT	TORRE 15m	TORRE 10m	MÁSTIL 5m	SWIT
JUAN FRANCISCO CEVALLOS		1		1							
JUAN MORALES ELOY		1		1							
SAN JACINTO		1	1								
JORGE GOMEZ ANDRADE (INDIGENA)		1		1							
MARTIN GONZALEZ		1	1								
LUIS FELIPE BORJA (INDIGENA)		2	1	1						1	
DR. TRAJANO NARANJO		1		1							
NAZACOTA PUENTO		1		1						1	
JOSE DOMINGO ALBUJA		1		1							
LUIS URPIANO DE LA TORRE		1		1						1	
ESCUELA SN		1		1							
6 DE JULIO		1		1							
PICHINCHA (INDIGENA)		1		1							

REPETIDORAS / CENTRO EDUCATIVO	AP 2.4GHz	CPE 2.4GHz	ANTENA Direccional 24dBi (2.4 GHz)	ANTENA Direccional 15dBi (2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (90°, 2.4 GHz)	ANTENA Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	ESTACIÓN VSAT	TORRE 15m	TORRE 10m	MÁSTIL 5m	SWIT
ENRIQUE VACAS GALINDO (INDIGENA)		1		1							
MIGUEL DE SERVANTES		1		1							
JOSE VASCONCELOS		1		1							
MODESTO PEÑAHERRERA		1		1							
ORTENCIA YEPEZ TOBAR		1		1						1	
MANUELA CANIZARES		1		1							
CERRO BLANCO	1	1	1		1				1		
CERRO COTACACHI	1	1	1			1		1			
MUNICIPIO DE COTACACHI	2	1	1			2		1			
TOTAL	4	42	24	18	1	3	0	2	1	10	

ANEXO 8
TIR Y VAN

CALCULO DE LA TASA DE RETORNO (TIR) Y VALOR ACTUAL NETO (VAN)								
DISEÑO DE UNA RED DE ACCESO DE INTERNET - UNIDADES EDUCATIVAS CANTON COTACACHI								
			ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE					
UNIDADES EDUCATIVAS CANTON COTACACHI			UNIDADES EDUCATIVAS CANTON COTACACHI					
SERVICIO DE INTERNET Y OTROS			0	1	2	3	4	5
			2009	2010	2011	2012	2013	2014
1	Ingresos			315.220	101.640	111.804	122.984	135.283
	Operación Telecentro			8.400	9.240	10.164	11.180	12.298
	Pago mensual			84.000	92.400	101.640	111.804	122.984
	Aporte de FODETEL			222.820				
2	Costos			120.601	59.860	60.347	60.886	61.482
	Costos de Explotación							
		Internet		6.000	5.940	5.881	5.822	5.764
		Servicios Básicos		3.800	3.838	3.876	3.915	3.954
		Nómina		95.040	45.000	45.000	45.000	45.000
	2,50%	Actualización de Activos		7.881	2.541	2.795	3.075	3.382
	2,50%	Mantenimiento		7.881	2.541	2.795	3.075	3.382
	MARGEN OPERACIONAL BRUTO			194.619	41.780	51.457	62.098	73.801
	Otros Gastos			3.152	1.016	1.118	1.230	1.353

	1%	ADMINISTRACIÓN		-	-	-	-	-
				3.152	1.016	1.118	1.230	1.353
3	Gastos no desembolsables			21.604	21.604	21.604	21.604	21.604
		Depreciación equipos		21.604,00	21.604	21.604	21.604	21.604
	MARGEN OPER. ANTES DE IMPUESTOS			213.071	62.368	71.943	82.472	94.052
4	Cálculo de Tasas e Impuestos			58.023	19.594	22.035	24.720	27.673
	0%	Licencia		3.690	3.690	3.690	3.690	3.690
	25%	Impuesto a la Renta		53.268	15.592	17.986	20.618	23.513
	0,5%	SuperIntendencia de Compañías		1.065	312	360	412	470
	MARGEN OPER. DESPUES DE IMPUESTOS			271.094	81.961	93.978	107.193	121.725
5	Ajuste por Gastos no desembolsables			21.604	21.604	21.604	21.604	21.604
		Depreciación por equipamiento		21.604	21.604	21.604	21.604	21.604
6	Costos y Beneficios no afectos a Impuestos		-	8.500	-	-	-	-
		Inversiones	118.020	8.500	-	-	-	-
		Equipos	108.020	-	-	-	-	-
		Equipamiento de telecomunicaciones	10.070	-	-	-	-	-
		CPE		-	-	-	-	-

Tasa Interna de Retorno (TIR)	56,7%					
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	165.402					
Periodo de Recuperación (Años)	0,90					
Periodo Recuperación Descontado (Años)	1,49					

HOJAS TÉCNICAS

TR-6000f Series

All-in-One Advanced AP/PtP/CPE Model

Tranzeo is pleased to announce our TR-6000f Series 2.4 GHz products. These integrated fully functioning radios can be configured as an *Access Point*, a *Point to Point* bridge, or a *Client Adapter (CPE)*.

Overall Features:

Dual Ethernet Ports

This allows you to daisy-chain radios at your installation sites (depending on power requirements). Great for installing peripheral Power over Ethernet devices like weather monitoring or security cameras.

More Robust Routing Features

Tunneling Protocol Support

Includes support for tunneling protocols such as VPN, PPTP, RSA, etc.

Low Power Requirements

Excellent for solar and other alternative power source installations. TR-6000f Series radios require only 7 Watts.

Access Point Features:

Wireless Distribution System (WDS)

WDS allows Access Points to be wirelessly connected to each other while also servicing clients.

Back Panel



Wi-Fi Protected Access (WPA)

WPA improves on the security features of WEP. It includes improved data encryption and user authentication.

WPA and WEP LEDs

Outside LEDs allow you to easily see if WEP or WPA is activated on your Access Point.

Client Adapter (CPE) Features:

Alignment LEDs

Now you can align your client and point to point installations without having to log into the radio. Get visual signal strength at a glance by using this great feature.

Controllable High Gain Output

Radios have +23dBm maximum output, depending on model. Great for long distance client applications. Power can be scaled back for closer installations to avoid noise issues and to meet local regulatory requirements.

Not all channels approved for use in all areas.





TR-6000f Series Specifications

Features					
Standard		802.11b/g*			
Frequency Range		2401 MHz to 2483.5 MHz			
Radio Mode		Access Point / Point to Point / Customer Premise Equipment			
Data Range & Modulation	B-mode	5.5/11 Mbps CCK, 2 Mbps DQPSK, 1 Mbps DBPSK			
	G-mode	48/54 Mbps QAM-64, 24/36 Mbps QAM-16, 12/18 Mbps QPSK, 6/9 Mbps BPSK			
Communication Method		Half-Duplex			
Receiver Sensitivity	B-mode	-85dBm @ 11 Mbps, -90dBm @ 1 Mbps			
	G-mode	-72dBm @ 54 Mbps, -89dBm @ 6 Mbps			
Polarization		Horizontal or Vertical			
Output Power					
TR-6000f / TR-6015f / TR-6019f		+23dBm max			
Antennas					
Model	Type	Wind Load (N)		Beamwidth	
		100 mph	125 mph	Horizontal	Vertical
TR-6000f	N-Connector	105	165	N/A	N/A
TR-6015f	15dBi Panel (Internal)	105	165	20°	33°
TR-6019f	19dBi Panel (Internal)	182	285	15°	16°
Management					
Remote Configuration		Based on IP Address			
Device Management		Windows Utility, Web-Based Management, SNMP (MIB-II and 80211 mib compliant)			
Protocol Supported		TCP/IP			
Security		40 bits and 128 bits WEP encryption, Media Access Control address filter (MAC), WPA			
Ethernet Connector		10/100 base T (Water Tight RJ-45)			
Operating Temperature		-65°C to +60°C			
Warranty		3 Year Depot**			
Dimensions					
TR-6000f / TR-6015f		13" X 10-1/8" (radio only)			
TR-6019f		16" X 14-1/4" (radio only)			
Power Supply					
Standard		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 18V, 1000mA			
Optional		AC Wall Plug Input: 120V 60Hz Output: 24V, 1000mA			

Specifications are subject to change without notice.

Subject to local regulations.

*G-mode available only in radio product built after January 10, 2007.

**3 Year warranties only apply to radio product built after December 1, 2006.



Long Range Wireless Networks



AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge

The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is a high-performance Access Point and Bridge designed for enterprises and outdoor users. It is compatible with IEEE 802.11a/b/g and supports high-speed data transmission up to 54Mb. Housed in a NEMA6/IP67 waterproof casing, AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is designed to withstand any extreme climatic conditions, making it the ideal solution for outdoor applications.

The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series has the ability to operate in 7 different modes and can be used in a wide variety of wireless applications like Point-to-Point, Point-to-Multipoint, Wireless ISP, Hot Spot and Mesh Network applications. The integrated WDS (Wireless Distribution System) feature creates a virtually larger wireless network infrastructure by linking up other access points.



Perfect for applications requiring high bandwidth at a fraction of the cost of T1/E1 leased-line, with the additional advantage of zero monthly recurring cost from the service carrier. Typical usages include bridging satellite offices, corporate LANs, school campus, as well as wireless internet services, at distances up to 31 miles or 50 Km (without amplifier). The Airnet 54Mb Outdoor Bridge High Power also represents the perfect solution for bridging networks that are impossible to connect using wired alternatives, including networks separated by difficult terrains, railroads, or bodies of water.

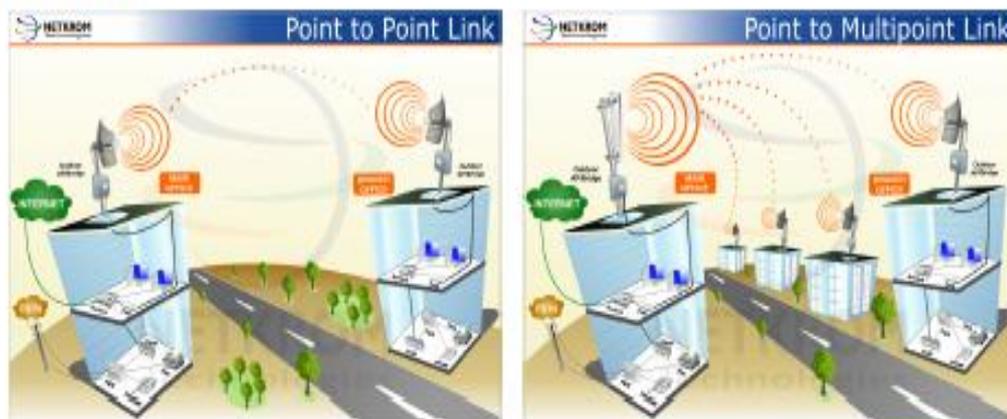
The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is based in Atheros eXtended Range (XR) chipset and provides powerful features such as High Power, higher throughput, Long Range Parameter Settings, high security 64/128/152 WEP and WPA2, DHCP Server, Spanning Tree Protocol, Web-based Configuration and QoS feature which allows media files to be delivered over the network more efficiently.

Designed for outdoor use, the AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is able to draw power through Cat-5 Ethernet cable from our DC injector. This ensures that power is available wherever you need it, without the need of expensive electrical work often associated with outdoor installations.

Features:

- ✗ Outdoor and Waterproof Design
- ✗ Full IEEE 802.11a/b/g compatibility allows Inter-operation among multiple vendors
- ✗ High Power up to 30dBm/1000mW for long distance (up to 31 miles or 50Km) without amplifier
- ✗ High speed data transfer rate up to 54Mbps
- ✗ Multi SSID (up to 16 Virtual APs)
- ✗ WDS - Wireless Distribution System for Mesh applications
- ✗ Long-Range Parameter Settings
- ✗ Power over Ethernet - PoE
- ✗ Supports 64/128/152 WEP, WPA and WPA2
- ✗ SNMP, Web base Management System and Windows-based utility
- ✗ Supports Atheros extended Range (XR) technology
- ✗ Spanning Tree Protocol and DHCP Server
- ✗ Bandwidth control
- ✗ SPI Firewall and packet/URL filtering

Applications:



www.netkrom.com / sales@netkrom.com


General Specifications:

Ethernet Port	Ethernet 10/100Base-TX (RJ-45)
RF Operation Mode	Access Point Client mode Wireless Routing Client Gateway Wireless Adapter Transparent Client Repeater
Data Security	WEP 64/128/152 - bit Mac Address Filtering IEEE 802.1x—TLS, TTLS, PEAP WPA-PSK and WPA-EAP, WPA2 (with AES encryption technique)
Network Advanced Features	IP Routing - static Routing, NAT and Port Forwarding (Wireless Routing Client and Gateway mode only) WDS - Wireless Distribution System PPPoE Client (Wireless Routing Client and Gateway mode only) PPTP for VPNs Network 802.1d Spanning Tree Protocol SNMP support DHCP Server and Client Bandwidth Control VLAN technology Proprietary Long Distance Algorithm for ACK and CTS timeout adjustment support Firewall and Packet/URL Filtering (Wireless Routing Client and Gateway mode only) Load Balancing & Fail-Over Redundancy (Gateway mode only)
Link parameters	Antenna alignment and RSSI Signal levels Site Survey Radio and Ethernet Traffic Statistics
Management	Web and utility Windows based
Antenna Connector	N Female
Power	Power over Ethernet – PoE 802.3af (AC 110–220/DC 48V) with surge protector
Dimensions L x W x H	10" x 7.1" x 2.25" (254 x 180 x 57mm)
Weight	5.2 Lb (2.4 Kg.) include PoE Injector, Mounting Brackets and accessories
Humidity	-10-90%, (Operating)
Temperature	-30-70 degree C (Operating)
Electromagnetic Compatibility	FCC Part 15 class B, CE Mark, ETSI 300 328

Radio Specifications:

Model	Frequency	RF Output Power	Data Rate
AIR-BR500GHP	2.400 ~ 2.497 GHz	26dBm	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2, 1Mbps
AIR-BR500GUHP	Programmable for different country regulations	30dBm	
AIR-BR500AGH	802.11b/g: 2.400 ~ 2.497 GHz	802.11b/g: 23dBm	
	802.11a: 4940 ~ 4990MHz (Public Safety Band) 5.15~5.35 & 5.725~5.850 GHz (US) 5.15~5.35 GHz & 5.47~5.725GHz(Europe) Programmable for different country regulations	802.11a: 23dBm	
AIR-BR500AHP	802.11a: 4940 ~ 4990MHz (Public Safety Band) 5.15~5.35 & 5.725~5.850 GHz (US) 5.15~5.35 GHz & 5.47~5.725GHz(Europe) Programmable for different country regulations	26dBm	



The sB3215 [airPoint™ Nexus TOTAL 241] is a Near Line of Sight (NrlOS), COFDM wireless IP infrastructure solution for deploying large and scalable Radio Access Networks. The sB3215 is built upon the award winning Nexus platform. It operates in the license free ISM 2.4 GHz band and supports both Point-to-Multipoint (PtMP) and Point-to-Point (PtP) wireless broadband applications (Please refer to sB3216 for 5.x GHz operation). Advanced RF interference mitigation, resistance to multi-path delays, and advanced Layer 3 networking features of sB3215 help realize affordable and reliable wireless broadband communication.

In Point-to-Multipoint (PtMP) mode sB3215 can provide as much as 20 Mbps of TCP/IP data throughput, range of up to 15 km and support of up to 128 client devices. The Bandwidth Management, Voice, Data traffic prioritization, QoS, Multicast capability ensures reliable delivery of Voice over IP (VoIP), high definition video and prioritized data traffic, all "converged" over the radio access network. In Point to Point mode sB3215 can support 25 Mbps of TCPIP data throughput, range of up to 40 km.

smartBridges has enhanced the widely available, state-of-the-art COFDM wireless technology to carrier grade robustness. The sB3215 performance can be further enhanced with the smartBridges proprietary technology extensions to derive superior performance. The sB3215 can be customized for specific projects to provide variable channel width, licensed frequency support, noise immunity and data traffic turbo booster.

Application Scenario





The sB3216 [airPoint™ Nexus TOTAL 551] is a Near Line of Sight (NrlOS), COFDM wireless IP infrastructure solution for deploying large and scalable Radio Access Networks. The sB3216 is built upon the award winning Nexus platform. It operates in the license free UNII 5.x GHz bands and supports both Point-to-Point (PtP) and Point-to-Multipoint (PtMP) wireless broadband applications (Please refer to sB3215 for 2.4 GHz operation). Advanced RF interference mitigation, resistance to multi-path delays, and advanced Layer 3 networking features of sB3216 help realize affordable and reliable wireless broadband communication.

In Point-to-Point (PtP) mode sB3216 can provide as much as 25 Mbps of TCP/IP data throughput and range of up to 40 km. The Bandwidth Management, Voice, Data traffic prioritization, QoS, Multicast capability ensures reliable delivery of Voice over IP (VoIP), high definition video and prioritized data traffic, all "converged" over the radio access network.

smartBridges has enhanced the widely available, state-of-the-art COFDM wireless technology to carrier grade robustness. The sB3216 performance can be further enhanced with the smartBridges proprietary technology extensions to derive superior performance. The sB3216 can be customized for specific projects to provide variable channel width, licensed frequency support, noise immunity and data traffic turbo booster.

Application Scenario



RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	License Exempt UHF: 5,150 - 5,250, 5,250 - 5,350, 5,470 - 5,725, 5,725 - 5,875 GHz. Licensed Band operation from 4.8 to 5.9 GHz bands†
Typical Transmit Output Power with Internal Antenna (dBrm)	+38 to +18 @ 6 Mbps, +33 to +16 @ 36 Mbps, +31 to +16 @ 54 Mbps
Typical Receive Sensitivity with Internal Antenna (dBrm)	-105 @ 6 Mbps, -96 @ 36 Mbps, -83 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
Typical Transmit Output Power at the external N Connector (dBrm)	+22 to +4 @ 6 Mbps, +19 to +4 @ 36 Mbps, +17 to +4 @ 54 Mbps
Typical Receive Sensitivity at the external N Connector (dBrm)	-91 @ 6 Mbps, -82 @ 36 Mbps, -69 @ 54 Mbps Self-adapting, depending on the radio modulation
RF Interference Mitigation	TPC/CPS (IEEE 802.11d/h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squish Control), Proprietary Advanced Noise Immunity™
RF Channels	24 non-overlapping channels, 20 MHz channel width, 5/10 or 40 MHz channel width and customized channel plan for up to x non-overlapping channels†
Wireless Modulations	OFDM with BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM Modulation Self-adapting modulation to maintain optimal link performance under different environmental conditions
Media Access Control (MAC) Method	DCF (Hybrid Controlled Channel Access, Enhanced Distributed Channel Access), DCF (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, RTS/CTS)
Data Rates	106†, 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6, 3 Mbps
Wireless Error Correction	FEC, ARQ
Wireless System Gain	Varies with self-adapting radio modulation mode, frequency and channel width selection.
OPERATIONAL PARAMETERS	
Standards Compliance	IEEE 802.11a, d, h, i, Proprietary ad Enhanced Mode
Recommended Max Link Distance	For Point-to-Point Backhaul Links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 46dBrm): 40 km using external 17 dBi Antenna on both radios 2 km using integrated Antenna on both radios For Point-to-Multi-Point Links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 56dBrm): 8 km using external 17 dBi AP Antenna and 15 dBi CPE Antenna 4 km using integrated Antenna and 17 dBi integrated CPE Antenna For Point-to-Multi-Point and Point-to-Point Links (ETSI 5.8 GHz EIRP limit 23 dBrm): 2 km using external 17 dBi AP Antenna and 21 dBi CPE Antenna 1.5 km using 14 dBi integrated Antenna on both radios
Typical Useful Throughput**	Up to 25 Mbps TCP/IP in Point-to-Point mode and 20 Mbps TCP/IP in Point-to-Multi-point mode Up to 30 Mbps UDP in Point-to-Point mode and 25 Mbps UDP in Point-to-Multi-point mode Up to 10 Mbps Multicast in Point-to-Point mode and 5 Mbps Multicast in Point-to-Multi-point mode
Data Throughput Turbo Booster	Throughput booster in Point-to-Point mode†
Packet Processing Capacity (PPS)	Data - TBD, VoIP - TBD and Video - TBD
Maximum Packet Size	1532 bytes
Clients Supported	Up to 128 clients per radio. Multiple VLAN†
NETWORKING FEATURES	
Operation Modes	Fully transparent Bridge and RIPv2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RIPv2
Network Support	DHCP Client, Relay and Client, NTP Client, PPPoE Relay Agent, VLAN and MPLS pass through
Bandwidth Management (SLA)	MAC or IP based bandwidth management for upstream and downstream rates on wireless interface
Traffic Prioritization (QoS)	IEEE 802.11e for voice, video and data traffic gives multimedia traffic capability, Layer 3 CoS priority queues†
SECURITY FEATURES	
Data Security	IEEE 802.11i (WEP 64/128, WPA/WPA2/802.1x/EAP, EAP-FAST, PEAP-MSCHAP/EAP-TLS), 128 bit AES (U.S. Govt. FIPS 197) compatible (Hardware Accelerated) on wireless interface
Client Privacy	Block client to client communication for essential privacy
Wireless Network Access Control	MAC Authentication - Internal ACL and RADIUS, PPPoE Relay Agent
VLAN Support	IEEE802.1Q, Management VLAN and VLAN Pass through, User VLAN and VLAN with 2 IPs for VLAN communication†
MANAGEMENT FEATURES	
Device Management Interface	Web and SNMP based remote management
Remote Network Management	SNMP v2 support, Network Management System
Device Management Utilities	Link test, Remote wireless firmware upgrade, Link Budget calculator, Device Discovery tool, Radio and Ethernet Traffic Statistics, Configurable Syslog reports and SNMP traps
Calendar Function	Time-of-day based service profiles for managed different SLA
High Availability System	Self-monitoring and auto-recovery, WatchGuard with Hardened Unix OS
PHYSICAL, ENVIRONMENTAL AND COMPLIANCE PARAMETERS	
Network Connection	Dual IEEE 802.3 compliant 10/100 BaseT with Auto MDI/MDX, electrical surge protected.
Integrated Antenna	14 dBi 50W/15W antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (Included) (x802343)	Built-in lightning surge protection, Remote radio hardware reset capability, Input: 100V to 240V AC, 47-63 Hz; Output: 48V DC, 0.67A, 32 Watts
Power Consumption	±48V, 200mA (0.5W), with Power over Ethernet (PoE) injector
LED Indicators	Ultra bright LEDs for outdoor viewing of RF and Ethernet activity
Device and Electronic Components	Purpose built for harsh environments; extended temperature range electronics, ESD and electrical overstress protection
Radio Operating Environment	-40°F to +140°F (-40°C to +60°C), 5% to 95% non-condensing humidity; outdoor rated
Enclosure	Outdoor rated UV stabilized plastic (IP65)
Mounting Accessory (Included)	Complete swivel mounting kit for installation on wall or pole
Dimensions and Weight	Shelving: 12" x 12" x 6" (325 x 325 x 152 mm), approx. 7.26 lb (3.3 kg) Unit (without mounting accessory): 11.1" x 11.2" x 2.4" (280 x 285 x 60 mm), approx. 4.45 lb (2.1 kg)
Environmental and Waste Management Compliance	RoHS, WEEE, 100% Recyclable Biodegradable packaging
Certification	USA: FCC 47 CFR Part 15C, Section 15.247, 15.407 - FCC ID: PWR-MXUS1/2; Europe: ETSI 301 880, CEI Marked, WEEE compliant; Canada: RSS 139

* Feature Upgrade Option for special projects. Please consult the sales manager for more details.

† All channels may not be available in your regulatory domain.
** Expected Performance. Subject to RFS and link conditions.



Introducing Teletronics' TT™ Series



TT™5800

High Power 802.11a Bridge

Item# 11-144i (AP Mode)
Item# 11-146i (Bridge Mode)
FCC ID: MFMTT5800

Features

- Ultra High 500mW Output power in OFDM modulation (w/optional M58 amp)
- Web & SNMP based Management EZManager
- Adjustable Transmit (TX) Power
- VLAN Transparent Support
- Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)
- Configurable ACK timeout for long distance
- Turbo-mode for high data rate (optional)
- Ruggedized waterproof and all weather enclosure
- WDS available in AP Mode

Specifications

Standard Compliance:
IEEE 802.11a

Modulation:
OFDM w/BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM Modulation

Frequency Band:
5.725 - 5.850 GHz (US FCC)
5.15 - 5.825 (Available ONLY for OEM, Military & Export Version)

Data Rate:
54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, and 6Mbps

Output Power:
23 dBm (+/- 1.5dB) @ 6/9/12 /18/24 Mbps, 22 dBm @ 36 Mbps, 21 dBm @ 48 Mbps, 18 dBm @ 54 Mbps

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

Fully Transparent Bridge:
Bridge Layer 2 in AP + WDS mode only, Bridge Layer 2.5 in SU mode

Connector:
N-Type Female

Receive Sensitivity:
-90 dBm ≤ 6 Mbps
-72 dBm ≤ 54 Mbps

RF Channels:
Total of 12 Non-Overlapping Ch. (5 Channels: 5.725 - 5.850 GHz)

Data Security:
WPA, WPA2 & 64/128 bit WEP
Data Security, MAC Address Filter, Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)

Management:
Web and SNMP based Management EZManager

Ethernet Connection:
10/100 Base T
Auto MDI/MDX

DC Power Input:
Includes 48VDC Adapter & PoE Injector with surge protection
IEEE 802.3af compliant

Operating Temperature:
-40 °C to + 70 °C

Weight:
5.5 lbs



TT™2400

High Power 250mW 802.11b/g Bridge

Features

- Web & SNMP based Management EZManager
- Adjustable Transmit (TX) Power
- VLAN Transparent Support
- Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)
- Configurable ACK timeout for long distance
- Turbo-mode for high data rate (optional)
- Ruggedized waterproof and all weather enclosure
- WDS available in AP Mode

Item# 11-152i (AP Mode)
Item# 11-153i (Bridge Mode)
FCC ID: MFMTT-2400

Receive Sensitivity:

IEEE 802.11g	IEEE 802.11b
54Mbps: ≤ -72dBm	11Mbps: ≤ -85dBm
48Mbps: ≤ -73dBm	5.5Mbps: ≤ -90dBm
36Mbps: ≤ -77dBm	3Mbps: ≤ -92dBm
24Mbps: ≤ -81dBm	1Mbps: ≤ -95dBm
18Mbps: ≤ -84dBm	
12Mbps: ≤ -86dBm	
9Mbps: ≤ -88dBm	
6Mbps: ≤ -89dBm	

Specifications

Standard Compliance:
IEEE 802.11b/g (54Mbps)

Modulation:
OFDM w/BPSK, QPSK, 16 QAM, 64 QAM Modulation

Frequency Band:
2.4GHz: IEEE
802.11b/g ISM Band

Data Rate:
54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 9, 6, 5.5, and 1 Mbps

Output Power:
IEEE 802.11b: 23dBm (+/- 1.5dB) @ 1/2/5.5/11Mbps, IEEE 802.11g: 20dBm (+/- 1.5dB) @ 54 Mbps, 21dBm (+/- 1.5dB) @ 48 Mbps, 22dBm (+/- 1.5dB) @ 36 Mbps, 23dBm (+/- 1.5dB) @ 6 Mbps

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

Connector:
N-Type Female

Management:
Web and SNMP based Management EZManager

Fully Transparent Bridge:
Bridge Layer 2 in AP + WDS mode only, Bridge Layer 2.5 in SU mode

RF Channels:
Total of 3 Non-Overlapping Channels

Data Security:
WPA, WPA2 & 64/128 bit WEP
Data Security, MAC Address Filter, Intra-BSS Traffic Blocking (Layer 2 Isolation)

Ethernet Connection:
10/100 Base T
Auto MDI/MDX

DC Power Input:
Includes 48VDC Adapter & PoE Injector with surge protection
IEEE 802.3af compliant

Operating Temperature:
-40 °C to + 70 °C

Weight:
5.5 lbs



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 15 dBi Die Cast Mini-Reflector Grid Wireless LAN Antenna - Model: HG2415G

Applications and Features

- Applications:**
- 2.4 GHz ISM Band
 - IEEE 802.11b, 802.11g Wireless LAN
 - IEEE 802.11n (Pre-N, Draft-N, MIMO) Applications
 - WiFi Systems
 - Long-range Directional Applications
 - Point to Point Systems
 - Point to Multi-point Systems
 - Wireless Bridges
 - Backhaul Applications
 - Wireless Video Systems

Features:



- Superior performance
- Die cast aluminum construction
- UV stable light gray powder coat finish
- All weather operation
- 16° beam-width
- 12 inch coax lead
- Easy to assemble
- RoHS Compliant

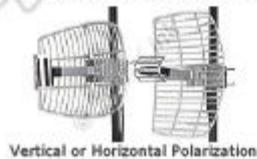


Description

The HyperGain® Directional Mini-Reflector Grid WiFi Antenna provides 15 dBi gain with a 16° horizontal beam-width for directional applications. Its compact design makes it nearly invisible in most installations, and it can be installed for either vertical or horizontal polarization. It is ideally suited for 2.4GHz ISM band applications such as IEEE 802.11b, 802.11g and 802.11n wireless LAN systems.

This antenna's construction features a rust-proof die cast aluminum reflector grid for superior strength and light weight. This antenna's 2-piece reflector grid is simple to assemble and significantly reduces shipping costs. The grid surface is UV powder coated for durability and aesthetics. The open-frame grid design minimizes wind loading.

The HG2415G antenna is supplied with a 60 degree tilt and swivel mast mount kit. This allows installation at various degrees of incline for easy alignment. It can be adjusted up or down from 0° to 60°.



Vertical or Horizontal Polarization



Tilt & Swivel Mast Mount



Innovative Solutions For Wireless Communications

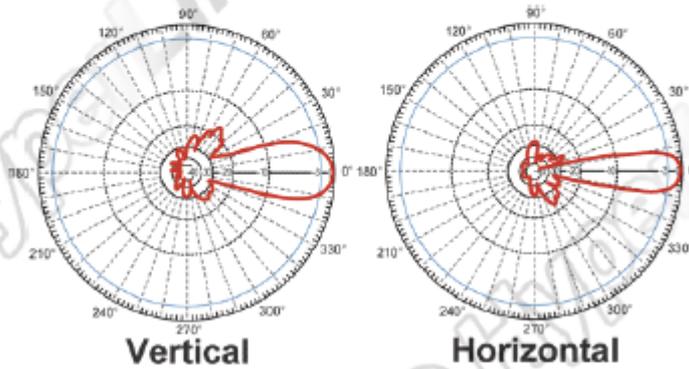
Specifications

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	15 dBi
Horizontal Beam Width	16°
Vertical Beam Width	21°
Polarization	Horizontal or Vertical
Front to Back Ratio	20 dB
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	100 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Lightning Protection	DC Short
Weight	3 lbs. (1.4 kg)
Grid Dimensions	11.8" (300 mm) x 15.7" (400 mm)
Mounting	1.25 - 2 in. (31.8 - 50.8 mm) dia mast max.
Elevation Angle	0 to +15°
Operating Temperature	-40° C to 85° C (-40° F to 185° F)
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

Wind Speed (MPH)	Loading
100	10.0 lb.
120	15.6 lb.

RF Antenna Patterns



Guaranteed Quality



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 24 dBi High Performance Die Cast Reflector Grid Wireless LAN Antenna - Model: HG2424G

Applications and Features

- Applications:**
- 2.4 GHz ISM Band
 - IEEE 802.11b, 802.11g Wireless LAN
 - IEEE 802.11n (Pre-N, Draft-N, MIMO) Applications
 - WiFi Systems
 - Long-range Directional Applications
 - Point to Point Systems
 - Point to Multi-point Systems
 - Wireless Bridges
 - Backhaul Applications
 - Wireless Video Systems

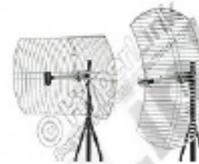
- Features:**
- Superior performance
 - Die Cast aluminum construction
 - UV stable light gray powder coat finish
 - All weather operation
 - 8° beam-width
 - 12 inch coax lead
 - Easy to assemble
 - RoHS Compliant



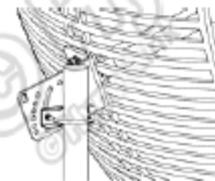
Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2424G High-Performance Reflector Grid Wi-Fi Antenna provides 24 dBi gain with an 8 degree beam-width for long-range highly directional applications. Applications include point to point systems, point to multi-point and wireless bridges in the 2.4GHz ISM band as well as IEEE 802.11b, 802.11g and 802.11n wireless LAN systems. It can be installed for either vertical or horizontal polarization.



Rugged and Weatherproof



This 24dB grid antenna's construction features a rust-proof die cast aluminum reflector grid for superior strength and light weight. This antenna's 2-piece reflector grid is simple to assemble and significantly reduces shipping costs. The grid surface is UV powder coated for durability and aesthetics. The open-frame grid design minimizes wind loading.

The HG2424G antenna is supplied with a 60 degree tilt and swivel mast mount kit. This allows installation at various degrees of incline for easy alignment. It can be adjusted up or down from 0° to 60°.



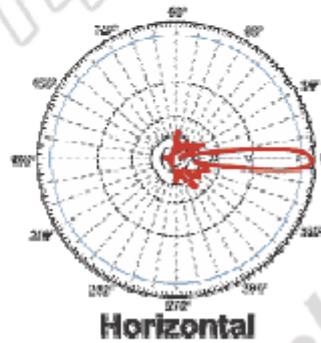
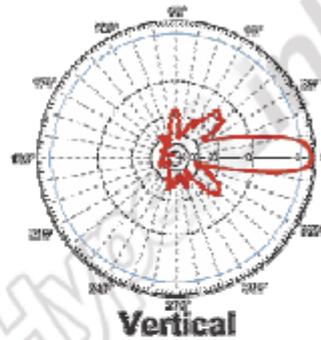
Innovative Solutions For Wireless Communications

Specifications

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	24 dBi
-3 dBi Beam Width	8 degrees
Cross Polarization Rejection	26 dBi
Front to Back Ratio	24 dB
Sidelobe	-20dB Max
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	50 Watts
VSWR	< 1.5:1 avg.
Weight	8 lbs. (3.62 kg)
Grid Dimensions	39.5 in (100 cm) x 23.5 in (60 cm)
Mounting	1.25 - 2 in. (31.8 - 50.8 mm) dia. mast
Elevation Angle	0 to +10 degrees
RoHS Compliant	Yes
Operating Temperature	-40° C to 85° C (-40° F to 185° F)
Lightning Protection	DC Short

Wind Loading Data

Wind Speed (MPH)	Loading (2.1 sq. ft.)
100	80.5 lb.
140	125.5 lb.





Innovative Solutions For Wireless Communications

Specifications

Electrical Specifications

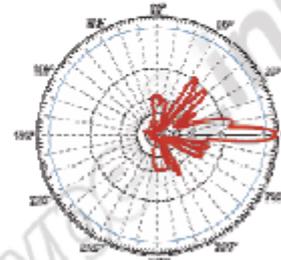
Frequency	2400-2500 MHz
Gain	17 dBi
Horizontal Beam Width	90 degrees
Vertical Beam Width	+/- 6.5°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	250 Watts
VSWR	< 1.3:1 avg.
Connector	N Female
Lightning Protection	DC Short

Mechanical Specifications

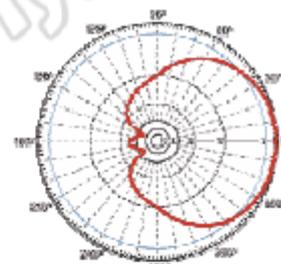
Weight	10 lbs. (4.54 Kg)
Dimensions	39 x 6 x 2.5 inches (99 x 15.3 x 6.4 cm)
Radome Material	UV-Inhibited Polymer
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Mounting	2 inch (5 cm) O.D. pipe max.
Polarization	Vertical
Down-tilt (mech)	0 to 20 degrees (adjustable)
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

Wind Loading	Front Surface	Side Surface
Area	1.63 sq. ft. (.15 sq. meters)	0.68 (.06 sq. meters)
@ 100 MPH (161 KPH)	74 lbs. (33.5 Kg)	35 lbs.(15.8 Kg)



Vertical



Horizontal

Guaranteed Quality



Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 17 dBi 90 Degree Sector Panel Wireless LAN Antenna Model: HG2417P-090

Applications and Features

Applications:

- 2.4 GHz ISM Band
- IEEE 802.11b and 802.11g Wireless LAN
- Bluetooth®
- Public Wireless Hotspot
- WiFi
- Wireless Video Systems
- Wireless Internet Provider "cell" sites

Features:

- Superior performance
- All weather operation
- 90° beam-width
- 20° Down-Tilt Mounting Bracket
- Includes Mast Mounting Hardware
- Integral N-Female Connector
- RoHS Compliant



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2417P-090 Sector Panel WiFi Antenna combines high gain with a wide 90° beam-width. It is a professional quality "cell site" antenna designed primarily for service providers in the 2.4GHz ISM band. Applications include IEEE 802.11b and 802.11g wireless LAN systems.

Rugged and Weatherproof

This antenna features a heavy-duty plastic radome for all-weather operation. The mounting system adjusts from 0 to 20 degrees down-tilt.

Ideal for Wireless Internet "Cell" Sites

This WiFi antenna is an ideal choice for Wireless Internet Provider "cell" sites since the cell size can be easily determined by adjusting the down-tilt angle. Horizontal coverage is a full 90 degrees.





Innovative Solutions For Wireless Communications

2.4 GHz 17 dBi 120 Degree Sector Panel Wireless LAN Antenna Model: HG2417P-120

Applications and Features

Applications:

- 2.4 GHz ISM Band
- IEEE 802.11b and 802.11g Wireless LAN
- Bluetooth®
- Public Wireless Hotspot
- WiFi
- Wireless Video Systems
- Wireless Internet Provider "cell" sites

Features:

- Superior performance
- All weather operation
- 120° beam-width
- 20° Down-Tilt Mounting Bracket
- Includes Mast Mounting Hardware
- Integral N-Female Connector
- RoHS Compliant



Description

Superior Performance

The HyperGain® HG2417P-120 Sector Panel WiFi Antenna combines high gain with a wide 120° beam-width. It is a professional quality "cell site" antenna designed primarily for service providers in the 2.4GHz ISM band. Applications include IEEE 802.11b and 802.11g wireless LAN systems.

Rugged and Weatherproof

This antenna features a heavy-duty plastic radome for all-weather operation. The mounting system adjusts from 0 to 20 degrees down-tilt.

Ideal for Wireless Internet "Cell" Sites

This WiFi antenna is an ideal choice for Wireless Internet Provider "cell" sites since the cell size can be easily determined by adjusting the down-tilt angle. Horizontal coverage is a full 120 degrees.





Innovative Solutions For Wireless Communications

Specifications

Electrical Specifications

Frequency	2400-2500 MHz
Gain	17 dBi
Horizontal Beam Width	120 degrees
Vertical Beam Width	+/- 6.5°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	250 Watts
VSWR	< 1.3:1 avg.
Connector	N Female
Lightning Protection	DC Short

Mechanical Specifications

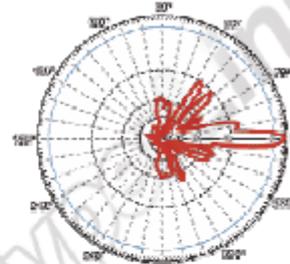
Weight	10 lbs. (4.54 Kg)
Dimensions	39 x 6 x 2.5 inches (99 x 15.3 x 6.4 cm)
Radome Material	UV-Inhibited Polymer
Operating Temperature	-40° C to 85° C (-40° F to 185° F)
Mounting	2 inch (5 cm) O.D. pipe max.
Polarization	Vertical
Downtilt (mech)	0 to 20 degrees (adjustable)
RoHS Compliant	Yes

Wind Loading Data

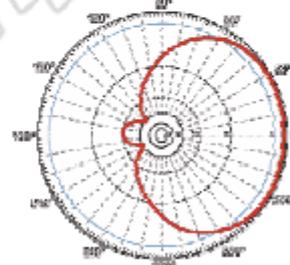
Wind Loading	Front Surface	Side Surface
Area	1.63 sq. ft. (.15 sq. meters)	0.68 (.06 sq. meters)
@ 100 MPH (161 KPH)	74 lbs. (33.5 Kg)	35 lbs.(15.8 Kg)

Guaranteed Quality

This product is backed by Hyperlink's Limited Warranty



Vertical



Horizontal

FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO

El presente proyecto de grado fue entregado en el departamento de Electrica y Electronica, reposando en La Escuela Politecnica del Ejercito Fecha desde el 13 de Febrero del 2009

José Ignacio Estrada
AUTOR

Ing. Gonzalo Olmedo
COORDINADOR DE CARRERA