

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRÓNICA
Y TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERIA

DISEÑO DE UNA RED DE
TELECOMUNICACIONES QUE PERMITA
PROVEER EL SERVICIO DE INTERNET EN
CENTROS EDUCATIVOS UBICADOS EN
ÁREAS RURALES Y URBANO MARGINALES
DEL CANTÓN ANTONIO ANTE – PROVINCIA
DE IMBABURA

BOLÍVAR EDMUNDO CORONEL MENDOZA

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 telecomunicaciones que permita proveer el servicio de Internet en Centros Educativos ubicados en áreas rurales y urbano marginales del Cantón Antonio Ante – Provincia de Imbabura” fue desarrollado en su totalidad por el señor BOLIVAR EDMUNDO CORONEL MENDOZA.

Atentamente

Ing. Fabián Sáenz Enderica
DIRECTOR

Ing. Carlos Romero
CODIRECTOR

RESUMEN

El proyecto “Diseño de una red de telecomunicaciones que permita proveer el servicio de Internet en Centros Educativos ubicados en áreas rurales y urbano marginales del Cantón Antonio Ante – Provincia de Imbabura”, tiene como fin dar el servicio de Internet a diferentes centros educativos como a instituciones inmersas en el proyecto, y así permitir un avance tecnológico como también un desarrollo en sus actividades en estos lugares alejados de nuestra patria.

El Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales (FODETEL) cuyo objetivo consiste en normar la administración, financiamiento, operación y fiscalización de proyectos de interconectividad, sin perjuicio de su condición económica, social o localización geográfica, a precio asequible y con calidad de vida, permitirá que este diseño se lo haga realidad.

Para lograr el objetivo de este proyecto se ha desarrollado el levantamiento de los diferentes puntos a donde se quiere llegar con el servicio, de ahí partir con un análisis de tecnologías al igual que del marco regulatorio para el diseño de la red que logrará interconectar los diferentes centros educativos aprobado dentro de este estudio.

DEDICATORIA

Dedico con humildad estas páginas a mi Dios Todopoderoso, el mismo que ha sido la principal fuerza espiritual para continuar cuando a punto de caer he estado, y ha iluminado mi camino a seguir.

De igual forma a mis padres Bolívar y Blanca por ser el soporte diario y estar a mi lado en todo momento, ayudando a marcar huellas en esta etapa que acaba de terminar y tomar el aliento necesario para lo que en el futuro me espera.

A mis hermanos Paola y Juan Carlos, quienes contribuyen a esforzarme por ser mejor persona y ejemplo a seguir.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Ejército, a la Escuela de Ingeniería Electrónica, a mis distinguidos Maestros, especialmente al Ing. Fabián Sáenz Enderica, Director de esta tesis, quien siempre estuvo dispuesto a compartir sus conocimientos y dedicó valioso tiempo a ello; al Ing. Carlos Romero, Codirector de este trabajo, por su voluntad y ayuda brindada, personas sin las cuales, este trabajo no habría visto la luz

A la FODETEL, Institución que me ofreció toda su ayuda en la entrega de información para la elaboración del presente proyecto, así como también a todos quienes forman parte de la misma; a Taty por su cariño y apoyo y a Ignacio Estrada por compartir gran parte de esta odisea.

Muchas gracias a todos.

PRÓLOGO

El presente proyecto “Diseño de una red de telecomunicaciones que permita proveer el servicio de Internet en Centros Educativos ubicados en áreas rurales y urbano marginales del Cantón Antonio Ante – Provincia de Imbabura”, es un proyecto piloto, que permitirá tener una base para los demás estudios a desarrollarse dentro de nuestro país.

Éste contará con información tecnológica como también de tipo económica, con lo cual se podrá hacer una estimación más acertada de los futuros proyectos que se quisiera emprender.

Con la ayuda que ofrece el Gobierno a estos proyectos será posible llegar a los lugares más apartados del Ecuador, con lo que se beneficiará al desarrollo, crecimiento y producción de estos sitios.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE LA RED.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 TECNOLOGIAS DE ACCESO	6
2.1.1 Enlaces Wi-Fi (<i>Wireless Fidelity</i>)	6
Normatividad.....	11
2.1.2 Enlaces Microondas.....	11
2.1.3 Enlaces usando Tecnología Celular.....	12
2.1.4 Enlaces WiMax (<i>Worldwide Interoperability for Microwave Access</i>)	13
2.1.5 Enlaces Satelitales	16
2.1.6 Enlaces de Fibra Óptica.....	18
2.1.6 Enlaces ADSL (<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>).....	19
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE A USARSE EN EL DISEÑO DE LA RED.....	21
2.2.1 Radio Mobile	21
2.2.2 Descripción del Funcionamiento del Radio Mobile.....	22
2.2.3 Simulación con el software del Radio Mobile	22
CAPITULO III	28
ESTUDIO DE DEMANDA	28
3.1 Información Socio-Económica de las localidades beneficiadas.....	28
3.1.1 Aspectos Geográficos	28
3.1.2 Ubicación Geográfica	29
3.1.3 Límites	29
3.1.4 Población	29
3.1.5 Parroquias Urbanas.....	31
3.1.6 Parroquias Rurales.....	31
3.1.7 Clima	31
3.1.8 Actividad Económica	32
3.1.9 Indicadores Sociales	33

3.2	Requerimientos de servicios	35
3.3	Estudio de Campo.....	36
3.3.1	Selección de las localidades beneficiadas	37
3.3.2	Ubicación geográfica y georeferenciada de las Unidades Educativas Beneficiadas	37
3.4	Infraestructura existente de operadores en la zona de influencia	40
3.4.1	Cerros importantes en el Sector.....	40
CAPITULO IV		41
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		41
4.1	Alternativas tecnológicas posibles para la implementación	41
4.1.1	Tecnología Seleccionada	42
4.2	Estudio de Tráfico	43
4.3	Diseños y Topología de la red LAN, WAN, Red de Transporte.....	45
4.3.1	Arquitectura de red	46
4.3.2	Red LAN	47
4.3.3	Diseño de la red de Transporte	48
4.3.4	Consideraciones previas	48
4.3.5	Definición de los sistemas	49
4.4	Zonas de Influencia	53
4.5	Perfiles de enlaces y selección de rutas	55
4.5.1	Enlace Municipio (Sur)	55
4.5.2	Enlace Municipio (Norte).....	78
4.5.3	Repetidora Colegio Abelardo Moncayo	85
4.5.4	Repetidora Escuela Carlos Julio.....	89
4.5.5	Repetidora Colegio Agropecuario	92
4.5.6	Repetidora Escuela Benjamín Carrión	93
4.5.7	Repetidora Escuela Iomas de Azaya	94
4.5.8	Detalles de los enlaces	97
4.6	Topología de la Red.....	101
4.7	Pérdidas en los Enlaces.....	101
4.7.1	Pérdidas de propagación.....	101
4.7.2	Pérdidas Adicionales	103
4.8	Ganancia de los Sistemas	105
4.9	Seguridad en las redes	106

4.9.1 Firewall.....	106
4.10 Plan de Frecuencias para la red	108
4.11 Direccionamiento IP	108
4.12 Equipamiento de telecomunicaciones para las redes.....	110
4.12.1 Tarjetas de Red	110
4.12.2 Routers.....	110
4.12.3 Bridge	111
4.12.4 Antenas	111
4.11.5 CPE.....	113
CAPITULO V	114
MARCO REGULATORIO	114
Aspectos legales y regulatorios de las telecomunicaciones vigentes en el país.	114
Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales	114
Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha MDBA	116
CAPITULO VI.....	119
ANÁLISIS ECONÓMICO.....	119
6.1 Análisis de costos de las redes y los equipos	119
6.1.1 Costo de Equipos.....	119
6.1.2 Costo de Operación y Mantenimiento	121
6.1.3 Costo de Infraestructura	122
6.1.4 Costo final del proyecto.....	123
6.2 Planes de Sostenibilidad	123
6.2.1 Telecentros	123
6.2.2 Principios básicos para telecentros comunitarios	124
6.2.3 Consolidación de una visión social	124
6.2.4 Formación y Capacitación permanente	125
6.2.5 Alternativa de sostenibilidad económica.....	125
6.2 Flujo efectivo.....	126
CAPITULO VII.....	128
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
7.1 Conclusiones.....	128
7.2 Recomendaciones	129

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
ANEXOS	131
ANEXO 1	131
Indicadores Sociales	131
ANEXO 2	144
Fotografías	144
ANEXO 3	153
Direccionamiento IP	153
ANEXO 4	155
Resumen de equipos	155
ANEXO 5	162
Topología de la Red.....	162
ANEXO 6	164
Plan de Frecuencias de la Red	164
ANEXO 7	166
Flujo de Caja TIR y VAN.....	166
ANEXO 8	171
Hojas Técnicas.....	171

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1. 1 Unidades Educativas y entidades bajo petición.....	4
---	---

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1 Estándares Aprobados de la tecnología Wi-Fi	7
Tabla 2. 2 Estándares de WiMax.....	14
Tabla 2. 3 Frecuencias de las bandas C, Ku y Ka	16
Tabla 2. 4 Clasificación de los satélites.....	17
Tabla 2. 5 Tecnología ADSL con sus variantes y velocidades	20

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1 Coordenadas y altura del Cantón Antonio Ante.....	29
Tabla 3. 2 Sectores de producción del Cantón Antonio Ante	32
Tabla 3. 3 Indicador Social del Incide de la pobreza de consumo	33
Tabla 3. 4 Porcentaje de los servicios básicos del cantón	34
Tabla 3. 5 Indicador Social del Analfabetismo	34
Tabla 3. 6 Indicador Social de la Primaria Completa.....	35
Tabla 3. 7 Indicador Social de la Secundaria Completa.....	35
Tabla 3. 8 Ubicación Geográfica de las Unidades Beneficiadas.....	37
Tabla 3. 9 Número de Pc's y de alumnos	38
Tabla 3. 10 Cerros ubicados cerca del lugar del proyecto.....	40

CAPÍTULO 4

Tabla 4. 1 Cerros ubicados cerca del lugar del proyecto.....	41
Tabla 4. 2 Estándar para el cálculo el ancho de banda.....	43
Tabla 4. 3 Calculo del Ancho de Banda de las Unidades Educativas	43
Tabla 4. 4 Comparación entre redes LAN y WLAN.....	47
Tabla 4. 5 Especificaciones de Equipos para usarse	49
Tabla 4. 6 Escuelas del enlace Municipio Sur.....	55
Tabla 4. 7 Escuelas del enlace Municipio Norte	78
Tabla 4. 8 Enlace Municipio Norte	97
Tabla 4. 9 Escuelas Municipio Sur.....	97

Tabla 4. 10 Enlace Esc. Carlos Julio	99
Tabla 4. 11 Enlace Abelardo Moncayo	100
Tabla 4. 12 Enlace Colegio Agropecuario	100
Tabla 4. 13 Enlace Benjamín Carrión	100
Tabla 4. 14 Enlace Iomas de Azaya	101
Tabla 4. 15 Direccionamiento IP	109

CAPÍTULO 6

Tabla 6. 1 Costo de los Equipos	119
Tabla 6. 2 Costo de los Equipos en las escuelas.....	120
Tabla 6. 3 Costo de los Equipos Extras	120
Tabla 6. 4 Costo total de los Equipos	121
Tabla 6. 5 Costo del servicio de internet	122
Tabla 6. 6 Costo de infraestructura.....	122
Tabla 6. 7 Costo final del proyecto	123

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 Comparación de la tasa de transferencia de los estándares 802.11a y 802.11b	8
Figura 2. 2 Cobertura de la tecnología CDMA450	13
Figura 2. 3 Revestimiento de la fibra óptica.....	18
Figura 2. 4 Mapa mundial creado con Radio Mobile usando los datos de elevación STRM	22
Figura 2. 5 Ventana de Excel al ingresar los datos para ser cargados en Radio Mobile	23
Figura 2. 6 Ingreso de las unidades en Radio Mobile	23
Figura 2. 7 Propiedades de las Redes (Parámetros).....	24
Figura 2. 8 Propiedades de las Redes (Topología)	24
Figura 2. 9 Propiedades de las Redes (Miembros)	25
Figura 2. 10 Propiedades de las Redes (Sistemas)	26
Figura 2. 11 Propiedades de las Redes (Estilo)	27

CAPÍTULO 3

Figura 3. 1 Cantón Antonio Ante	28
Figura 3. 2 Cantón Antonio Ante (Límites)	29
Figura 3. 3 Población de la Provincia de Imbabura.....	30
Figura 3. 4 Población Urbana y Rural del Cantón Antonio Ante.....	30
Figura 3. 5 Población según la identidad étnica	30
Figura 3. 6 Distribución de los habitantes del cantón según su edad	30
Figura 3. 7 División Política del Cantón Antonio Ante	31
Figura 3. 8 Sectores de producción del Cantón Antonio Ante	33

CAPÍTULO 4

Figura 4. 1 Esquema de la red a implementarse	46
Figura 4. 2 Esquema de la red de transporte.....	48
Figura 4. 3 Sistema AP 2.4GHz Sectorial 17dBi	50
Figura 4. 4 Sistema AP/CPE 2.4Ghz Directiva 15dBi	51
Figura 4. 5 Sistema AP/CPE 2.4 Ghz Directiva 24dBi	52

Figura 4. 6 Ubicación de todas las Entidades Beneficiadas (Radio Mobile)	52
Figura 4. 7 Zona de influencia de los enlaces con el Municipio (Radio Mobile)	53
Figura 4. 8 Zona de influencia del enlace Iomas de Azaya (Radio Mobile).....	54
Figura 4. 9 Zona de influencia Total en el cantón Antonio Ante (Radio Mobile)	54
Figura 4. 10 Análisis del enlace Municipio – Esc. Benito Juárez (Radio Link)	56
Figura 4. 11 Análisis del enlace Municipio – Esc. Leonardo Pérez (Radio Link).....	57
Figura 4. 12 Análisis del enlace Municipio – Esc. Dolores Sucre (Radio Link).....	58
Figura 4. 13 Análisis del enlace Municipio – Esc. José Joaquín (Radio Link).....	59
Figura 4. 14 Análisis del enlace Municipio – Colegio Imbabura (Radio Link)	60
Figura 4. 15 Análisis del enlace Municipio – Junta Parroquial (Radio Link).....	61
Figura 4. 16 Análisis del enlace Municipio – Esc. José María (Radio Link).....	62
Figura 4. 17 Análisis del enlace Municipio – Esc. Ciudad de Ibarra (Radio Link)	63
Figura 4. 18 Análisis del enlace Municipio – Esc. Carlos Montufar (Radio Link).....	64
Figura 4. 19 Análisis del enlace Municipio – Esc. Venezuela (Radio Link)	65
Figura 4. 20 Análisis del enlace Municipio – Genioteca (Radio Link).....	66
Figura 4. 21 Análisis del enlace Municipio – Esc. Caldas (Radio Link)	67
Figura 4. 22 Análisis del enlace Municipio – Colegio Antonio Ante (Radio Link).....	68
Figura 4. 23 Análisis del enlace Municipio – Patronato Municipal (Radio Link)	69
Figura 4. 24 Análisis del enlace Municipio – Policarpa Solavarrie (Radio Link).....	70
Figura 4. 25 Análisis del enlace Municipio – Esc. Dos de Marzo (Radio Link).....	71
Figura 4. 26 Análisis del enlace Municipio – Esc. Hno. Miguel (Radio Link).....	72
Figura 4. 27 Análisis del enlace Municipio – Esc. Pedro Manuel (Radio Link).....	73
Figura 4. 28 Análisis del enlace Municipio – Colegio Nacional Nocturno (Radio Link)	74
Figura 4. 29 Análisis del enlace Municipio – Cámara de Producción (Radio Link).....	75
Figura 4. 30 Análisis del enlace Municipio – Gremio de Sastres (Radio Link).....	76
Figura 4. 31 Análisis del enlace Municipio – Hospital (Radio Link).....	77
Figura 4. 32 Enlace Municipio (Sur) (Radio Link)	78
Figura 4. 33 Análisis del enlace Municipio – Esc. Carlos Julio (Radio Link)	79
Figura 4. 34 Análisis del enlace Municipio – Colegio Abelardo Moncayo (Radio Link)	80
Figura 4. 35 Análisis del enlace Municipio – Esc. 24 de Mayo (Radio Link)	81
Figura 4. 36 Análisis del enlace Municipio – Centro Ambuquí (Radio Link)	82
Figura 4. 37 Análisis del enlace Municipio – Ins. Alberto En (Radio Link).....	83

Figura 4. 38 Análisis del enlace Municipio – Esc. Santa Luisa (Radio Link).....	84
Figura 4. 39 Enlace Municipio (Norte) (Radio Link).....	85
Figura 4. 40 Repetidora Colegio Abelardo Moncayo (Radio Mobile).....	85
Figura 4. 41 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Esc. Daniel Pasquel (Radio Link)	86
Figura 4. 42 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Centro Artesanal (Radio Link)	87
Figura 4. 43 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Centro de Cómputo (Radio Link)	88
Figura 4. 44 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Esc. Francisco Ja (Radio Link).....	89
Figura 4. 45 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Centro de Cómputo Ch (Radio Link)	90
Figura 4. 46 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Colegio Agropecuario (Radio Link).....	91
Figura 4. 47 Análisis del enlace Colegio Agropecuario-Esc. Benjamín Carrión (Radio Link)	92
Figura 4. 48 Análisis del enlace Esc. Benjamín Carrión-Esc. Iomas de Azaya (Radio Link)	93
Figura 4. 49 Análisis del enlace Esc. Iomas de Azaya-Esc. Jacinto Coll (Radio Link) ..	94
Figura 4. 50 Análisis del enlace Esc. Iomas de Azaya-Junta Parroquial (Radio Link)..	95
Figura 4. 51 Enlace Cantón Antonio Ante Total (Radio Mobile).....	96
Figura 4. 52 Vista en 3D del Enlace (Radio Link)	96
Figura 4. 53 Zona de Fresnel	102
Figura 4. 54 Sistema Firewall.....	107

GLOSARIO

ACCESS POINT: Dispositivo que hace de puente entre la red cableada y la red inalámbrica. Podemos pensar que es, de alguna manera, la *antena* a la que nos conectaremos.

Ad-Hoc: (Punto a Punto)

o Modo de conexión en una red wireless que define que nuestro equipo (PDA, ordenador portátil o de sobremesa) se conectará directamente a otro equipo, en vez de hacerlo a un Punto de Acceso.

o Ad-Hoc es una forma barata de tener conexión a Internet en un segundo equipo (por ejemplo un portátil) sin necesidad de comprar un Punto de Acceso. Para este uso la configuración se dificulta ya que tenemos que configurar en el ordenador que tiene la conexión a Internet un programa *enrutador* o una conexión compartida.

ADSL: son las siglas de *Asymmetric Digital Subscriber Line* ("Línea de Abonado Digital Asimétrica"). Consiste en una línea digital de alta velocidad, apoyada en el par trenzado de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado. Es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, lo que implica capacidad para transmitir más datos, lo que, a su vez, se traduce en mayor velocidad.

Ancho de Banda: Capacidad máxima de transmisión, que se mide por bits por segundo.

Bridge: Une dos redes de área local cableadas en localizaciones diferentes usando una conexión inalámbrica de alta velocidad. Mantiene una conexión permanente entre las redes cableadas que pueden estar separadas por una carretera, campo, parking o cualquier espacio abierto.

Bps: (Bits por segundo): Unidad de medida que indica los bits por segundo transmitidos por un equipo

DHCP: Tecnología utilizada en redes que permite que los equipos que se conecten a una red (con DHCP activado) auto-configuren los datos dirección IP, máscara de subred, puerta de enlace y servidores DNS, de forma que no haya que introducir estos datos anualmente o por defecto la mayoría de los routers ADSL y los Puntos de Acceso tienen DHCP activado.

E1: Es un formato de transmisión digital; su nombre fue dado por la administración de la (CEPT). Es una implementación de la portadora-E. El formato de la señal E1 lleva datos en una tasa de 2,048 millones de bits por segundo (Mbps) y puede llevar 32 canales de 64 Kbps cada uno.

FDD: Duplexación por división de frecuencia.

Firewall: Un dispositivo que hace que una red o un PC esté más seguro limitando y previniendo accesos del mundo exterior. Una vez que su ordenador está permanentemente conectado a Internet un firewall es esencial.

IEEE: La abreviatura de *Institute of Electrical and Electronic Engineers*,

802.11: Referida a la familia de especificaciones desarrolladas por IEEE para la tecnología inalámbrica de redes de área local. 802.11 especifica un interface “a través del aire” entre un cliente inalámbrico y una estación base o entre 2 clientes inalámbricos. La IEEE aceptó la especificación en 1997.

802.11 a: Una extensión del 802.11 que se aplica a redes locales inalámbricas y que provee hasta 54 Megabits por segundo (54 Mbps) en la banda de 5 GHz.

Una gran diferencia con la normativa 802.11 a es que ésta opera en la banda de frecuencia de 5 GHz con 12 canales separados que no se solapan. Como resultado, puede tener hasta 12 access points definidos para canales diferentes en la misma zona sin que interfieran unos con otros. Con esto se consigue una asignación a los canales de los access points más fácilmente y un incremento significativo en el rendimiento que la red inalámbrica puede proveer en una zona determinada. Además, las interferencias por radiofrecuencia son muchísimas menores por la menor saturación de la banda de 5 GHz.

802.11 b: Es una extensión al 802.11 que se aplica en redes locales inalámbricas que provee 11 Mbps de transmisión (con posibilidades de transmisión a 5.5, 2 y 1 Mbps) en la banda de 2.4 GHz.

802.11 g: 802.11 g es una extensión del estándar 802.11 b. 802.11 g ampliará la transferencia de datos hasta los 54 Mbps en la banda de 2.4 GHz usando tecnología OFDM (orthogonal frequency división multiplexing).

Infraestructura: Modo de conexión en una red wireless que define que nuestro equipo (PDA, portátil u ordenador de sobremesa) se conectará a un Punto de Acceso. El modo de conexión deberá de especificarse en la configuración de nuestro equipo o del accesorio Wi-Fi.

ISM: Internet para servicios médicos.

Nodo: Una red conectada a Internet, con identidad propia a través de una dirección IP de red y generalmente un nombre de dominio.

Puerta de Enlace: (*Gateway*) Es la dirección IP privada de nuestro router.

QoS: Calidad de Servicio, son las tecnologías que garantizan la transmisión de cierta cantidad de datos en un tiempo dado. Calidad de servicio es la capacidad de dar un buen servicio.

RF: significa radiofrecuencia.

SPLITTER: es un dispositivo que divide la señal de teléfono en varias señales, cada una de ellas en una frecuencia distinta. Este dispositivo se utiliza frecuentemente en la instalación de líneas ADSL, donde es necesario que la señal de datos y de voz convivan en la misma línea telefónica.

Transponder: Unidad de recepción y transmisión independientes.

VoIP: Es un grupo de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando un protocolo IP (Internet Protocol).

TDD: Duplexación por división de tiempo.

T1: tasa de transmisión de 1,544 Mbps, es comúnmente usada hoy en día en conexiones de Proveedores de Servicios de Internet (ISP) hacia la Internet.

WEP: (Wired Equivalent Privacy) Es el tipo de encriptación que soporta la tecnología Wi-Fi. Su codificación puede ir de 64 hasta 128 bits.

WIFI: Wi-Fi (Wireless Fidelity) es una de las tecnologías de comunicación inalámbrica (sin cables – wireless) más extendidas.

WPA: Wi-Fi Protected Access es un nuevo estándar diseñado que aparece en escena para optimizar la seguridad de redes inalámbricas. El nuevo estándar, está dirigido a clientes corporativos que quieren optimizar la seguridad. WPA reemplazará el estándar actual (WEP) Wired Equivalent Privacy. WEP utiliza claves fijas de encriptación. WPA utiliza usa el protocolo TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), que genera nuevas claves cada 10 K de datos transmitidos en la red, haciendo la red bastante más segura.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

EL Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL, es el Organismo de regulación y administración de las telecomunicaciones, que integra a todos los ciudadanos que habitan en el país a través de una política que promueve el acceso de por lo menos un servicio de telecomunicación, con lo cual estimula a que todos los actores del sector de las telecomunicaciones desarrollen sus actividades en un escenario de leal competencia y que entreguen sus servicios en condiciones de óptima calidad.

Además adapta el mercado de las telecomunicaciones a las nuevas tendencias de la tecnología, que asegure que el ciudadano ecuatoriano sea beneficiario de estos adelantos.

El CONATEL tiene como misión principal el administrar de manera técnica el espectro radioeléctrico que es un recurso natural, para que todos los operadores del sector de las telecomunicaciones operen en condiciones de máxima eficiencia.

La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones **SENATEL**, es un referente en el sector público, con liderazgo y excelencia en la administración de los recursos, la regulación de telecomunicaciones y el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación y tiene como misión la de ejecutar la política de telecomunicaciones con transparencia, efectividad y eficiencia en beneficio del desarrollo del sector y del país.

El Consejo Nacional de Telecomunicaciones CONATEL expide el Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano

marginales, cuyo objetivo es el normar la administración, financiamiento, operación y fiscalización del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, con la obligación de extender el acceso a un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o localización geográfica, a precio asequible y con calidad de vida.

El FODETEL, en las áreas rurales y urbano marginales, contará con recursos económicos cuyo destino exclusivo será el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones para la prestación del servicio universal.

El FODETEL, promueve la demanda del servicio de carácter social y recibe solicitudes, sugerencias y proposiciones de proyectos específicos por parte de gobiernos seccionales, organismos no gubernamentales, solicitudes de grupos sociales e inversionistas y otros sectores que demuestren interés en proyectos sociales.

Dentro de la planificación de los proyectos del FODETEL a desarrollarse se encuentra la petición realizada por el Gobierno Municipal de Antonio Ante en el oficio 1210 GMAA-A para la implementación de la Red de Interconectividad de los Centros Educativos del Cantón, ubicados en las parroquias: San Roque, Natabuela, Chaltura, Andrade Marín, Atuntaqui e Imbaya.

Por tanto los objetivos que se plantean para el presente proyecto son los siguientes:

General

- Diseñar la red de acceso comunitario para proveer de Internet a 40 centros educativos ubicados en áreas rurales y urbano marginales del Cantón Antonio Ante, en las parroquias de: San Roque, Natabuela, Chaltura, Andrade Marín, Atuntaqui e Imbaya en la Provincia de Imbabura y contribuir con el desarrollo de las tecnologías de Información y Comunicación TIC.

Específicos

- Efectuar un estudio para determinar la solución tecnológica a ser usada en el presente proyecto;

- Realizar un estudio de tráfico así como el dimensionamiento de las redes que se van a conectar al Internet;
- Analizar los costos del proyecto a implementarse, para determinar su factibilidad;
- Desarrollar un análisis de las diferentes cotizaciones de equipos necesarios;
- Incentivar el uso de las tecnologías de la información por medio del Internet, colaborando así con el desarrollo de los sectores de interés comunitario del cantón.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Las telecomunicaciones son una oportunidad para superar la enorme brecha que divide al mundo entre países ricos y pobres. El vertiginoso avance tecnológico que se presenta alrededor de la información y de los sistemas de apropiación y distribución del conocimiento, es un factor potencialmente ventajoso para quienes están capacitados para aprovechar sus cualidades, pero al mismo tiempo, supone un grave riesgo de estancamiento y retroceso en el camino del desarrollo colectivo, para aquellos que no logran explotarlas.

El Municipio del Cantón Antonio Ante, consciente de la importancia del desarrollo tecnológico en la educación de la población, se encuentra empeñado en que los centros educativos del sector tengan acceso a la información actualizada de los diferentes campos del conocimiento.

Como un aporte para satisfacer esta necesidad de información que permita la inserción de la población estudiantil del cantón en el mundo contemporáneo moderno, se ha decidido la implementación de una Red de Interconectividad de los centros educativos del Cantón Antonio Ante, con el propósito de dotarles de acceso gratuito a la red mundial de Internet.

Este proyecto se enmarca dentro de la política del Gobierno Nacional y de su responsabilidad social, coadyuvando al cumplimiento del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones para el período 2007 -2012; y, al Plan de Servicio Universal.

Considerando los objetivos y principios del Plan de Servicio Universal y en razón de los elevados costos del servicio de Internet por parte de la Empresa Privada, el Estado Ecuatoriano en su afán de servicio a los sectores más vulnerables del país como es la población estudiantil de las áreas rurales de nuestra Patria y en esta ocasión del Cantón Antonio Ante Provincia de Imbabura, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones a través de la Dirección de Gestión del FODETEL plantea el presente proyecto piloto de desarrollo de una red educativa con acceso a Internet en 40 unidades educativas del cantón, beneficiando a un total de 3000 alumnos y 160 docentes.

Las escuelas que entrarían dentro del análisis para la factibilidad de ser parte de este proyecto, las mismas que fueron enviadas por parte del Gobierno local, son las siguientes:

Tabla 1. 1 Unidades Educativas y entidades bajo petición

UNIDADES EDUCATIVAS Y ENTIDADES BENEFICIADAS			
	Parroquia San Roque	22	Cámara de Comercio
1	Escuela Benito Juárez	23	Hospital
2	Escuela Leonardo Pérez	24	Municipio
3	Escuela Dolores Sucre		Parroquia Andrade Marín
4	Escuela José Joaquín de Olmedo	25	Escuela Venezuela
5	Colegio Imbabura/Junta Parroquial San Roque	26	Genioteca
6	Junta Parroquial San Roque	27	Escuela Caldas/Centro Artesanal
7	Escuela José María Pérez	28	Colegio Antonio Ante
8	Escuela Ciudad de Ibarra		Parroquia Natabuela
	Parroquia Atuntaqui	29	Escuela Daniel Pasquel
9	Patronato Municipal	30	Centro Artesanal Taller San José
10	Colegio Abelardo Moncayo	31	Centro de Cómputo
11	Escuela 24 de Mayo	32	Escuela Carlos Montúfar
12	Centro A. Ambuqui /Escuela Pacha		Parroquia Chaltura
13	Instituto Alberto Enríquez	33	Colegio Agropecuario Chaltura
14	Escuela Santa Luisa	34	Centro de Cómputo Chaltura
15	Policarpa Salavarieta/ Julio M. Aguinaga	35	Escuela Carlos Julio Arosemena
16	Escuela Dos de Marzo	36	Escuela Francisco Javier Salazar

UNIDADES EDUCATIVAS Y ENTIDADES BENEFICIADAS			
17	Escuela Hno. Miguel La Salle		Parroquia Imbaya
18	Escuela Pedro Manuel Zumárraga	37	Escuela Benjamín Carrión
19	Colegio Nacional Nocturno Atuntaqui	38	Escuela Jacinto Collaguazo
20	Cámara de la Producción	39	Junta Parroquial
21	Gremio de Sastres y Modistas FIAPAA	40	lomas de Azaya

1.3 DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS DE LA RED

La red a implementarse interconectará al Municipio del cantón Antonio Ante con los diferentes centros educativos, como instituciones que han sido consideradas para formar parte de este proyecto. Se contratará un canal dedicado de acceso a Internet con un ancho de banda que estará de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los centros educativos (en función del número de computadoras con que cuente). Esta conexión de Internet llegará al Municipio de Antonio Ante, desde donde se distribuirá el servicio a los diferentes centros educativos a través de la red a diseñarse.

Adicionalmente, en el nodo implementado en el Municipio, se instalarán equipos que permitan la administración y control tanto de la red de acceso como de la distribución del servicio de Internet.

Una vez implementada la red de distribución antes descrita, se puede aprovechar la misma para cursar a través de ella información de datos, audio y video mediante utilitarios multimedia disponibles en forma gratuita. Esto permitirá establecer entre los centros educativos y el Municipio, una verdadera red de telecomunicaciones.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 TECNOLOGIAS DE ACCESO

Para poder cumplir con los objetivos planteados se debe de realizar un análisis de las distintas tecnologías existentes, para así encontrar las ventajas y desventajas de cada una de ellas con el fin de llegar al diseño de la red de telecomunicaciones con la mejor opción.

Dentro de las alternativas tenemos:

- Enlaces inalámbricos Wi-Fi
 - Enlaces de Espectro Ensanchado, Spread Spectrum
 - Enlaces OFDM
- Enlaces Microondas
- Enlaces usando Tecnología Celular
 - CDMA450
- Enlaces WiMax
- Enlaces Satelitales
- Enlaces de Fibra Óptica
- Enlaces ADSL

2.1.1 Enlaces Wi-Fi (*Wireless Fidelity*)

La característica de todo enlace o comunicación inalámbrica es que no se utiliza un medio de propagación físico alguno, esto quiere decir que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión. En ese sentido, los dispositivos

físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, como por ejemplo: Antenas, Laptops, PDAs, Teléfonos Celulares, etc¹.

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir, entre dispositivos.

Wi-Fi como tecnología inalámbrica es una de las más usadas ya que presenta muchos beneficios en cuanto a la implementación de las redes de área local (LAN) como en las redes de área extendida (WMAN-WWAN).

Existen varios tipos de Wi-Fi, cada uno de ellos basados en un estándar IEEE 802.11 aprobado según la evolución de esta tecnología.

Tabla 2. 1 Estándares Aprobados de la tecnología Wi-Fi

Estándar	Velocidad de Transmisión	Banda de Frecuencias
802.11^a	54Mbps	5GHz
802.11b	1Mbps	2.4GHz
802.11b	2Mbps	2.4GHz
802.11b	5.5Mbps	2.4GHz
802.11b	11Mbps	2.4GHz
802.11g	54Mbps	2.4GHz

En la actualidad existe ya un nuevo estándar IEEE 802.11a, que también se lo llama el Wi-Fi5, ya que trabaja en la banda de 5GHz, donde se puede trabajar un poco más libre, porque lo hace en canales relativamente más limpios, debiendo anotarse que en razón de haberse habilitado recientemente esta banda, aún no existen otras tecnologías trabajando con la misma, por lo que no ocurren mayores interferencias, claro está que por trabajar a mayor frecuencia tiene una disminución en lo que es su alcance.

¹ Gralla (2007). *Como Funcionan Las Redes Inalámbricas*. Fuente primaria.

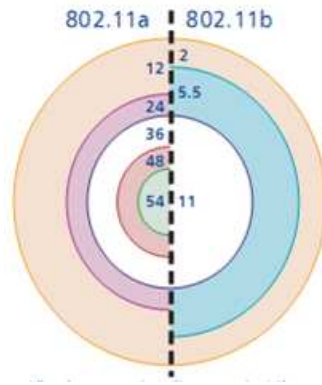


Figura 2. 1 Comparación de la tasa de transferencia de los estándares 802.11a y 802.11b ²

Los enlaces Wi-Fi presentan muchas ventajas y desventajas:

Ventajas

- La comodidad que ofrecen estas redes ya que solo se necesita estar dentro de un cierto rango para poder ser beneficiado de una red de este tipo;
- El costo de la infraestructura, ya que una vez configuradas estas redes permiten el acceso a múltiples ordenadores sin ningún problema, cosa que no pasa con los sistemas que necesitan un medio guiado;
- La utilización de bandas no licenciadas ISM³ de 2.4 Ghz y 5.8 Ghz;
- Velocidad de transferencia elevada;
- Gran ancho de banda y a bajo costo;
- Nivel de consumo de potencia no elevado;
- Fácil instalación y configuración;
- La compatibilidad que existen de los diferentes dispositivos con la tecnología Wi-Fi, por lo cual en cualquier parte del mundo los podremos utilizar.

Desventajas

- Pérdida de velocidad en comparación a una conexión con medios guiados (cables), debido a las interferencias y pérdidas de señal que el ambiente puede acarrear;
- Requiere línea de vista;
- La inseguridad en la red.

² Fuente: [www.monografias.com/estandares WIFI/](http://www.monografias.com/estandares/WIFI/)

³ ISM.- Industrial Científica Médica

Wi-Fi fue en un inicio diseñada para redes locales, la mayor dificultad reside en su aplicación para las largas distancias.

Capa Física

La capa física no tiene ningún elemento que limite el alcance de las comunicaciones Wi-Fi en términos de distancia, sino que es el balance de enlace. Los límites físicos de distancia alcanzable con Wi-Fi dependerán, por lo tanto, de los siguientes parámetros.

- La máxima potencia que podamos transmitir (PIRE);
- Las pérdidas de propagación;
- La sensibilidad de recepción;
- La mínima relación señal-ruido que estemos dispuestos a aceptar como suficiente.

El propio estándar determina que los límites de potencia que se puede transmitir dependen de la legislación que determina la banda de frecuencia ISM para cada región geográfica.

Además, hay algunos aspectos de la capa física que deben ser tomados en cuenta para obtener una mayor estabilidad en el enlace:

Velocidad

El protocolo IEEE802.11 recoge distintas velocidades según el modo de funcionamiento: 1, 2, 5.5 y 11 Mbps para 802b; 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 baja. Esta potencia, llamada sensibilidad, obliga a usar velocidades bajas si se quieren lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad.

La diferencia en la sensibilidad del receptor entre 1 y 11 Mbps, 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 2.4GHz 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.

Fenómenos Meteorológicos

En las zonas rurales es frecuente encontrar condiciones meteorológicas adversas, aunque tradicionalmente se suele decir que las lluvias influyen a partir de los 10GHz, cuando los enlaces son muy largos una pequeña atenuación en dB/Km acaba siendo importante.

Polarización

El mejor comportamiento se da con polarización vertical, por las condiciones atmosféricas y el terreno puede producir una cierta despolarización, con lo cual la recepción de la señal empeora y su atenuación aumenta.

Interferencias

Aquí en este tipo de proyectos para zonas rurales suelen producirse varias clases de interferencias por su topografía.

Capa MAC

Es patente que existan otras restricciones en cuanto a las capas, por ejemplo unas explícitas de distancia ya que los resultados lo demuestran y además porque la capa MAC tiene multitud de tiempos constantes definidos que tienen diferente efecto en función de la distancia que haya entre estaciones.

Normatividad

802.11

El protocolo IEEE 802.11 o WI-FI es un estándar de protocolo de comunicaciones del IEEE que define el uso de los dos niveles más bajos de la arquitectura OSI (capas física y de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una WLAN. En general, los protocolos de la rama 802.x definen la tecnología de redes de área local.

La familia 802.11 actualmente incluye seis técnicas de transmisión por modulación que todas utilizan los mismos protocolos. El estándar original de este protocolo es de 1997, era el IEEE 802.11, tenía velocidades de 1 hasta 2 Mbps y trabajaba en la banda de frecuencia de 2,4GHz. En la actualidad no se fabrican productos sobre este estándar.

El término IEEE 802.11 se utiliza también para referirse a este protocolo al que ahora se conoce como "802.11legacy." La siguiente modificación apareció en 1999 y es designada como IEEE 802.11b, esta especificación tenía velocidades de 5 hasta 11 Mbps, también trabajaba en la frecuencia de 2,4GHz. También se realizó una especificación sobre una frecuencia de 5Ghz que alcanzaba los 54 Mbps, era la 802.11a y resultaba incompatible con los productos de la b y por motivos técnicos casi no se desarrollaron productos. Posteriormente se incorporó un estándar a esa velocidad y compatible con el b que recibiría el nombre de 802.11g. Después de esta se llegó a 802.11i estándar de seguridad para redes Wi-Fi aprobado a mediados de 2004. En el se define al protocolo de encriptación WPA2 basado en el algoritmo AES.

En la actualidad la mayoría de productos son de la especificación b y de la g. El siguiente paso se dará con la norma 802.11n que sube el límite teórico hasta los 600 Mbps. Actualmente ya existen varios productos que cumplen un primer borrador del estándar N con un máximo de 300 Mbps (80-100 estables).

2.1.2 Enlaces Microondas

En los enlaces microondas se utilizan antenas parabólicas con un diámetro aproximado de unos tres metros, tienen una cobertura de kilómetros, pero con el inconveniente de que el emisor y el receptor deben estar perfectamente alineados; por

eso, se acostumbra a utilizar en enlaces punto a punto en distancias cortas. En este caso, la atenuación producida por la lluvia es más importante ya que se opera a una frecuencia más elevada. Las microondas comprenden las frecuencias desde 1 hasta 300 GHz.

Las microondas deben tener un camino recto y definido. Cualquier obstrucción, inclusive una lluvia fuerte, granizo o nieve puede degradar o eliminar completamente la señal.

Este tipo de enlaces son un tanto costosos, por lo que generalmente no es usado con mucha frecuencia. Mediante este tipo de enlace se puede transmitir información de audio y video.

2.1.3 Enlaces usando Tecnología Celular

CDMA 450

Esta tecnología se la considera una de las más ideales para las soluciones en las zonas rurales, la misma que está basada o fundamentada en la tecnología CDMA 2000 pero en los 450MHz, teniendo como ventaja la utilización de una sola estación base, la cual sin ningún obstáculo en su trayectoria podría alcanzar a cubrir hasta 80 Km. Además, esta solución es ideal para zonas rurales porque el espectro está libre, algo que no sucede en las grandes ciudades donde está siendo intensamente utilizado por diferentes servicios y tipos de terminales

Como se sabe CDMA2000 es usado por la telefonía móvil, CDMA450 se desarrolla para tener una forma de llevar comunicaciones inalámbricas de banda ancha a las zonas rurales, con lo cual CDMA450 se basaría en la topología de CDMA2000.

Esta tecnología es capaz de ofrecer la transmisión de voz, datos e internet a muy grandes velocidades. En el siguiente gráfico podemos ver que la cobertura de CDMA450 es mucho más extensa que otras por trabajar en frecuencias menores.

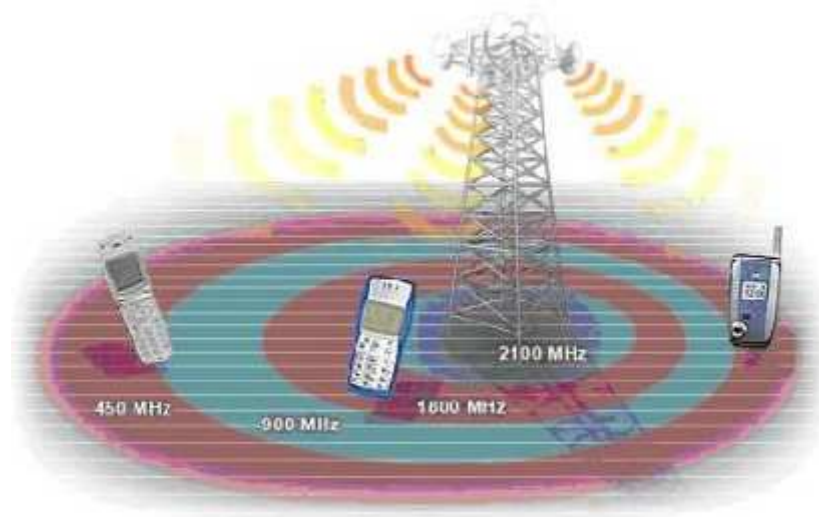


Figura 2. 2 Cobertura de la tecnología CDMA450⁴

Por todas las ventajas de esta tecnología ya existen muchos países interesados en brindar estos servicios por medio de los enlaces CDMA 450, pero existe un factor por el cual se restringiría un poco el uso de esta tecnología y es el costo tanto de los equipos como de los derechos para el uso de las bandas.

Entre las principales características podemos mencionar las siguientes:

- Alta calidad de voz;
- Alta velocidad de acceso de datos;
- CDMA450 sólo requiere una pequeña cantidad de espectro (1,25 MHz), una consideración importante para los operadores NMT450 que tienen reservado de 4 a 5 MHz;
- CDMA450 permite un crecimiento gradual.

2.1.4 Enlaces WiMax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*)

Esta tecnología también está basada en los enlaces por medios no guiados, la que tiene como objetivo proporcionar accesos más concurrentes en áreas de hasta 50-60 km de radio y a velocidades de hasta 70 Mbps, utilizando tecnología que no requiere visión directa con las estaciones base. Este nuevo estándar es compatible con otros anteriores, como el de Wi-Fi (IEEE 802.11).

⁴Fuente: <http://www.tele-semana.com/archivo/Download.php>

Tabla 2. 2 Estándares de WiMax

Estándar	Fecha de Publicación	Descripción
802.16	2002	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz. Necesita línea de visión directa. Capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio.
802.16a	Abril del 2003	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz. Cuenta con sistemas NLOS y LOS. Posee protocolo PTP y PTMP.
802.16c	Enero del 2003	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda d 10-66 GHz.
802.16d	Junio del 2004 (última versión del estándar)	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMax Forum. Aprobado como 802.16-2004.
802.16e	Diciembre del 2005	Extensión del 802.16. Incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portables del estilo a notebooks.

WiMax nace en si como una especificación para redes metropolitanas inalámbricas (WMAN) de banda ancha, que es en donde más se ve orientado su uso como tecnología.

Se considera que WiMax es válido para topologías punto a multipunto y opcionalmente, para redes en malla, y no requiere línea de visión directa. Emplea las bandas de 3,5GHz y 10,5GHZ, válidas internacionalmente, y las de 2,4GHz y 5,725-5,825GHz que son de uso común y no requieren disponer de licencia alguna.

Esta tecnología utiliza la modulación OFDM con 256 portadoras por lo cual se podría lograr velocidades muy altas, en lugar de las 64 que lo hace Wi-Fi.

Soporta varios cientos de usuarios por canal, con un gran ancho de banda, lo cual permite la transmisión de varios servicios ofreciendo una calidad de servicio (QoS) en 802.16x, con lo cual se beneficia por ejemplo a ciertas aplicaciones como voz sobre IP (VoIP), datos y vídeo.

En cuanto a seguridad, incluye medidas para la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos mediante los algoritmos Triple DES(128 bits) y RSA (1.024 bits).

Como evolución se pensó para las primeras versiones de WiMax, que estarían consideradas para comunicaciones punto a punto o punto a multipunto, típicas de los radioenlaces por microondas. Las próximas ofrecerán total movilidad, por lo que competirán con las redes celulares ya que soportan también modos FDD⁵ y TDD⁶, lo cual facilita notablemente su interoperabilidad con estos sistemas celulares o inalámbricos.

Es así que los primeros productos que están empezando a salir en el mercado se enfocan a proporcionar un enlace de alta velocidad para conexión a las redes fijas públicas o para establecer enlaces punto a punto.

Uno de los campos de trabajo que se puede considerar para esta tecnología son las grandes empresas, ya que el costo puede ser hasta 10 veces menor que en el caso de emplear un enlace E1 o T1. En cuanto a lo residencial se estaría pensando muy a futuro el uso de la misma.

Una de las aplicaciones más importantes estaría en ofrecer servicios a zonas rurales de difícil acceso, a las que no llegan las redes cableadas. Es una tecnología muy adecuada para establecer radioenlaces, dado su gran alcance y alta capacidad y como se ve a un costo muy competitivo frente a otras alternativas.

La instalación de estaciones base WiMax es sencilla y económica, utilizando un hardware que llega a ser estándar.

En resumen podemos mencionar ciertas ventajas de esta tecnología:

- Define una capa MAC que soporta múltiples especificaciones físicas (PHY);
- Mayor productividad a rangos más distantes (hasta 50 km);
- Alcanzan velocidades a los 50 km de 40 Mbps;
- Mejor Tasa de bits;
- Anchos de banda flexibles que permiten usar espectros licenciados y exentos de licencia;
- Los equipos WiMax-CertifiedFF⁷ permiten a los operadores comprar dispositivos de más de un vendedor

⁵ FDD.- Duplexación por División de Frecuencia

⁶ TDD.- Duplexación por División de Tiempo

⁷ WiMax-CertifiedFF.- Certificación de Compatibilidad

2.1.5 Enlaces Satelitales

Estos enlaces usan como medio de transmisión satélites artificiales localizados en órbita alrededor de la tierra. En este tipo de redes los enrutadores tienen una antena por medio de la cual pueden enviar y recibir datos o cualquier información a ser transmitida.

Satélites ubicados hasta 36.000 kilómetros encima de la tierra son los encargados de retransmitir la mayor parte de nuestra programación televisiva. Cada satélite está compuesto de "transponders"⁸.

Existen las siguientes bandas con sus respectivas frecuencias, así como su principal problema:

Tabla 2. 3 Frecuencias de las bandas C, Ku y Ka

Banda	Frecuencias	Enlace descendente	Enlace Ascendente	Problemas
C	4-6(GHz)	3.7-4.2(GHz)	5.925-6.425(GHz)	Interferencia terrestre
Ku	11-14(GHz)	11.7-12.2(GHz)	14.0-14.5(GHz)	Lluvia
Ka	20-30(GHz)	17.7-21.7(GHz)	27.5-30.5(GHz)	Lluvia Costo del equipo

La tecnología de acceso VSAT (Very Small Apertura Terminal), ha sido creada para poder interconectar terminales remotos con bases de datos centralizados, pero de una manera veloz y eficiente.

Por medio de esta tecnología se puede transmitir a lugares muy remotos y de difícil acceso los diferentes servicios a brindar a través de esta red.

Otra propiedad importante de los satélites es que por su naturaleza son medios de difusión. No cuesta más mandar un mensaje a miles de estaciones dentro del alcance de un transpondedor que mandarlo a una sola. En algunas aplicaciones, esta propiedad es muy útil, aún cuando la difusión se puede simular mediante líneas punto a punto, la difusión por satélite puede ser mucho más económica. Por otro lado, desde el punto de vista de la seguridad y confidencialidad, los satélites tienen muchas debilidades ya que todos pueden oír todo. El cifrado es esencial cuando se requiere seguridad.

⁸ Transponders.- Unidades de recepción y transmisión independientes

Los satélites también tienen la propiedad de que el costo de transmitir un mensaje es independiente de la distancia recorrida. Una llamada al otro lado del océano no cuesta más en cuanto a servicio que una llamada al otro lado de la calle. Los satélites tienen también tasas de errores y se pueden instalar en forma casi instantánea, una consideración importante para la comunicación militar.

Existen algunas clases de satélites entre ellos los siguientes:

Tabla 2. 4 Clasificación de los satélites

Satélite	Distancia de la tierra (Km)	Característica
LEO	160-2000	Proporcionan principalmente datos geológicos y climáticos
MEO	10000	Se usan para transmisiones de telefonía y televisión
GEO	36000	No es recomendable para transmisiones de internet

Dentro de los principales beneficios que nos dan los enlaces satelitales podríamos mencionar los siguientes:

- Las transmisiones son realizadas a altas velocidades en GHz;
- Lograr una comunicación a través de esta red con todo el mundo, intercambiando datos e información;
- Interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente;
- Videoconferencias de alta calidad para tele-reuniones para los proveedores de servicio Internet (ISP);
- Acceso a alta velocidad a los grandes nodos de Internet;
- Difusión con una cobertura instantánea para grandes áreas y así aprovechar estos medios;
- Rompen las distancias por su gran cobertura;
- La conexión a nivel mundial puede beneficiar a sistemas comerciales, financieros, industriales y empresariales y representan oportunidades especiales para trabajos a nivel multinacional, dado que una sola estación central puede controlar cientos y hasta miles de pequeñas estaciones;

- Los servicios a ofrecer por este medio son innumerables ya que se podrían transmitir datos, internet, voz, aplicaciones en lo que sería el monitoreo de distintas aplicaciones industriales, localizadores personales, automotriz, así como la emisión a alta velocidad de música y video.

Así como presenta muchos beneficios, también se tiene puntos en contra como es el precio de instalación, así como el de los equipos necesarios para esta tecnología, también tenemos que mencionar las distintas interferencias que pueden ocasionarse, por lo cual se limita su uso a grandes empresas y países.

Esta tecnología generalmente se la considera en los casos donde no existe un fácil acceso y la inversión se retribuye a corto o largo plazo.

2.1.6 Enlaces de Fibra Óptica

Dentro de los enlaces con medios guiados tenemos la fibra óptica, que para muchos es una de las tecnologías que en el futuro será muy usada por las telecomunicaciones. Estas redes tienen como medio de transmisión a la luz, la misma que viaja a 300.000 km por segundo; un simple cable de fibra óptica puede teóricamente transportar trillones de bits de información cada segundo.

El grosor de una fibra óptica es muy delgado es así que se lo puede comparar a la de un cabello humano. La fibra se encuentra cubierta por algunas capas que en si sirven para su protección como para mejorar la reflexión de la luz; dentro de cada envoltura pueden encontrarse varios cables de fibra.

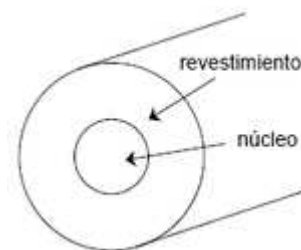


Figura 2. 3 Revestimiento de la fibra óptica

Se puede mencionar algunas ventajas de esta tecnología:

- Mayor capacidad en la transmisión de información;
- Posee muy poca atenuación;

- Virtualmente inmune a todo tipo de interferencia;
- No tiene problemas de fuga de información ni causa interferencia a otras señales.
- No la afectan las variaciones de temperatura;
- Es extremadamente pequeño;
- No se deteriora en clima adverso ni en agua;
- Tiene un bajo costo;
- Alta confiabilidad, las fibras no se corroen ni se rompen en la humedad o salitre, como sucede con los alambres de cobre;
- Tienen un peso liviano ya que no están basados en conductores de metal, los cables de fibra óptica son más livianos y mucho más fáciles de transportar e instalar.

2.1.6 Enlaces ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)

ADSL es un tipo de línea DSL. Consiste en una transmisión de datos digital, apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.⁹

ADSL es una tecnología de acceso a Internet de banda ancha, la misma que tiene capacidad de transmitir más datos en un mismo tiempo sin ningún retardo considerable, y para que se lo pueda lograr es mediante una modulación de las señales de datos en una banda de frecuencias más alta que la utilizada en las conversaciones telefónicas convencionales (300-3.800 Hz), función que realiza el Router ADSL.

La instalación de un splitter en estas conexiones es muy importante ya que es un filtro por medio del cual se evita distorsiones en las señales transmitidas, con lo cual se separa la señal telefónica convencional de las señales moduladas de la conexión mediante ADSL.

Dentro de las conexiones ADSL las capacidades de subida y bajada no son iguales, por lo que toma el nombre de asimétricas, generalmente la capacidad de bajada (*descarga*) es mayor que la de subida.

⁹ Fuente. <http://es.wikipedia.org/>

Por el avance que ha tenido esta tecnología se sabe que en ciertos países desarrollados ya cuentan con algunas variantes como ADSL2 y ADSL+ con capacidad de suministro de televisión y video de alta calidad, es por esto que existe más competitividad entre las empresas telefónicas y de cable.

Tabla 2. 5 Tecnología ADSL con sus variantes y velocidades

Nombre común	Bajada max.	Subida max.
ADSL	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ADSL (G.DMT)	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ADSL over POTS	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ADSL over ISDN	12 Mbit/s	1.8 Mbit/s
ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ADSL2	12 Mbit/s	3.5 Mbit/s
RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
splitterless ADSL2	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ADSL2+M	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s

En una línea ADSL se establecen tres canales de comunicación:

- Envío de datos;
- Recepción de datos;
- Servicio telefónico normal.

Como en toda tecnología tenemos ciertas ventajas y desventajas que se analiza a continuación:

Ventajas:

- Facilidad de usar dos servicios al mismo tiempo, la telefonía y el internet, ya que se instala el splitter y se separa la voz y datos;
- Usa una infraestructura existente, es decir la de la red telefónica;
- Garantiza un ancho de banda dedicado a cada usuario;
- Ofrece una velocidad de conexión mucho mayor que la obtenida mediante marcación telefónica a Internet;
- La posibilidad de dar más servicios como televisión y video en alta definición.

Desventajas:

- A mayor distancia se produce ruido y atenuación por lo cual no se garantiza un buen servicio, el límite considerable son 10km
- Debido al cuidado que requieren estas líneas, el servicio no es económico en países con pocas o malas infraestructuras
- Se requiere una línea telefónica para su funcionamiento, sin la cual no se podría dar estos servicios en lugares rurales.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE A USARSE EN EL DISEÑO DE LA RED

2.2.1 Radio Mobile

Radio Mobile es un programa de simulación de radiopropagación gratuito desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas de radio, simular radioenlaces y presentar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones que puede ser tanto fija como móvil.

Este programa de simulación usa mapas con datos digitales de elevación del terreno, coordenadas geográficas junto con los datos de las estaciones de radiocomunicación, que desarrollan modelos de propagación de radio, para obtener los niveles de señal en distintos puntos de un trayecto, utilizable para el cálculo y diseño de Radioenlaces o bien la cobertura sobre una zona determinada para el análisis y la planificación de comunicaciones móviles en entornos rurales.

El dato de la elevación es muy importante ya que se pueden obtener mapas virtuales en relieve y darse cuenta del medio donde se van a hacer los distintos proyectos a simularse, además de esta opción se tienen vuelos entre enlaces, dibujos de las distintas grillas, las curvas de nivel, cobertura de los enlaces, etc.

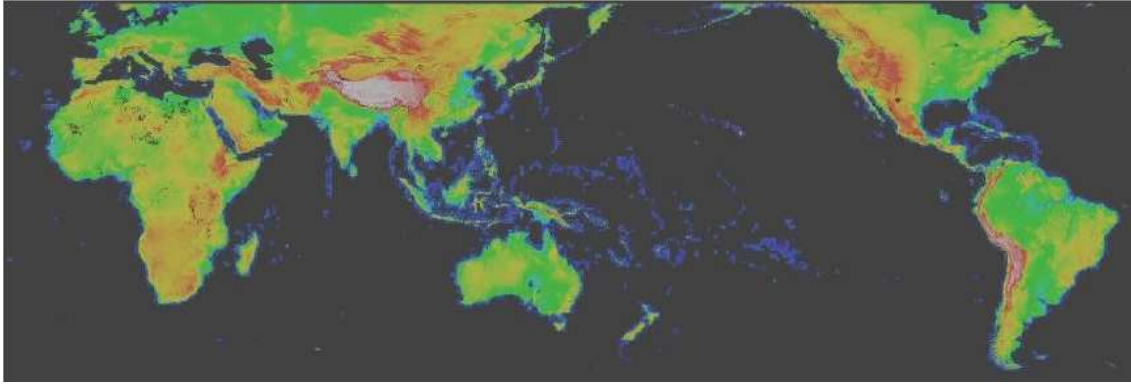


Figura 2. 4 Mapa mundial creado con Radio Mobile usando los datos de elevación STRM¹⁰

Este programa es muy útil ya que nos permite trabajar con datos reales de los distintos equipos a usarse en la implementación y lograr una simulación lo más exacta de las diferentes atenuaciones y comportamiento de los mismos.

2.2.2 Descripción del Funcionamiento del Radio Mobile

El funcionamiento o principio básico del Radio Mobile es el Modelo de Terreno Irregular (ITM), el mismo que es un modelo que está basado en la Teoría Electromagnética y análisis de la geografía del terreno, teniendo así datos para poder simular sistemas de comunicación con sus atenuaciones y diversos parámetros como resultado de la simulación.

Como todo programa tiene sus restricciones de operación, en este caso es válido para un rango de frecuencias de 20 MHz a 20 GHz y distancias entre 1 y 2000 km. Es por esto que gracias al uso de los datos proporcionados por SRTM se puede capturar varias imágenes a distancia diferente.

2.2.3 Simulación con el software del Radio Mobile

Para realizar las simulaciones en este software se debe de tener ciertos datos, como también seguir algunos pasos para lograr el resultado deseado.

Para empezar la simulación se realizó en una hoja de Excel, en donde se ingresó los siguientes parámetros:

¹⁰ <http://www.sector14.net/curt/srtm>

	A	B	C	D	E	F	G
1	Unit name	Enabled	Latitude(θ)	Longitude(θ)	Elevation(m)	Icon	Forecolor

Figura 2. 5 Ventana de Excel al ingresar los datos para ser cargados en Radio Mobile

Con todas las unidades que pertenecen al proyecto se guarda como archivo con extensión .txt, luego se ingresa al programa Radio Mobile donde se procede en la pestaña de propiedades de las unidades a cargar el archivo antes guardado obteniendo lo siguiente:

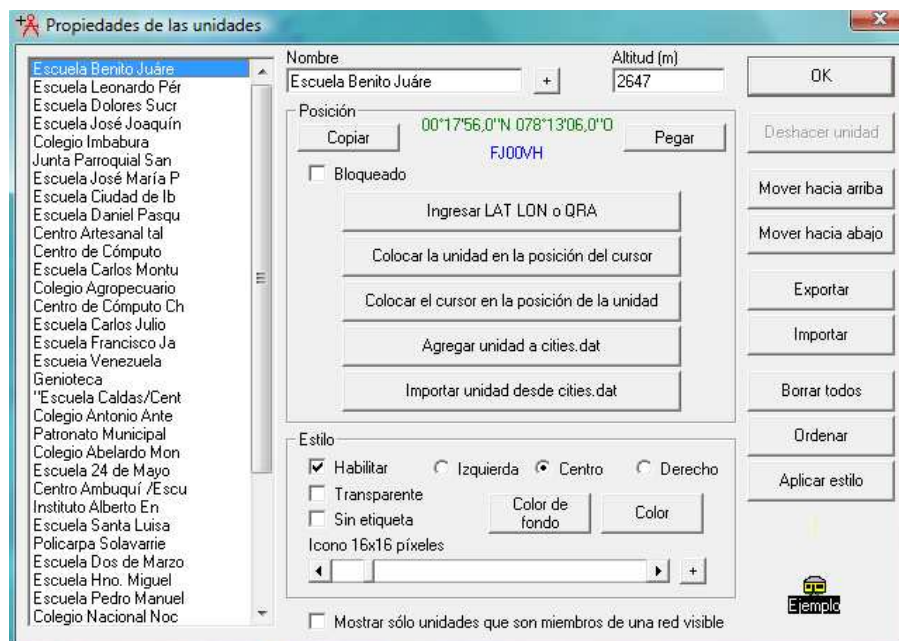


Figura 2. 6 Ingreso de las unidades en Radio Mobile

Una vez cargado con todas las unidades beneficiadas se procede a ingresar a la pestaña de propiedades de redes en donde tenemos más opciones para realizar la configuración antes de la simulación.

Parámetros

Es la primera pestaña donde tenemos que definir el nombre de la red, la frecuencia mínima y máxima, así como también el clima, el modo estadístico y la pérdida adicional. En este menú se debe de tener mucho cuidado con las frecuencias ya que de éstas depende casi toda la simulación.

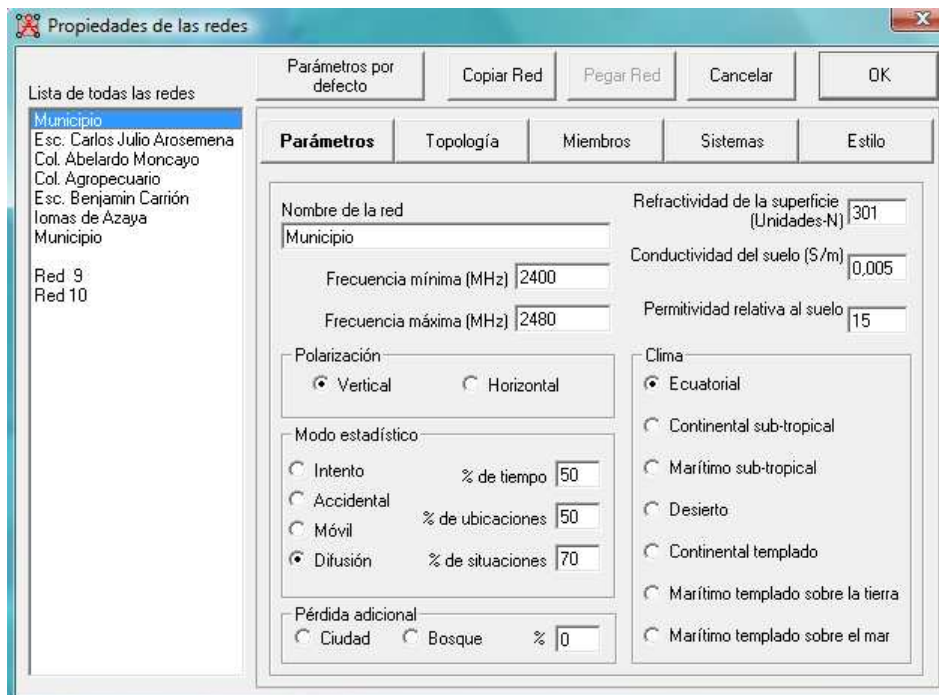


Figura 2. 7 Propiedades de las Redes (Parámetros)

Topología

Aquí se debe elegir en cual de las redes de datos se va a trabajar, las mismas que pueden ser tres.

- Red de datos (Controlador/Subordinado/Repetidor);
- Red de datos, Topología Estrella (Master/Esclavo);
- Red de datos, cluster (Nodo/Terminal).

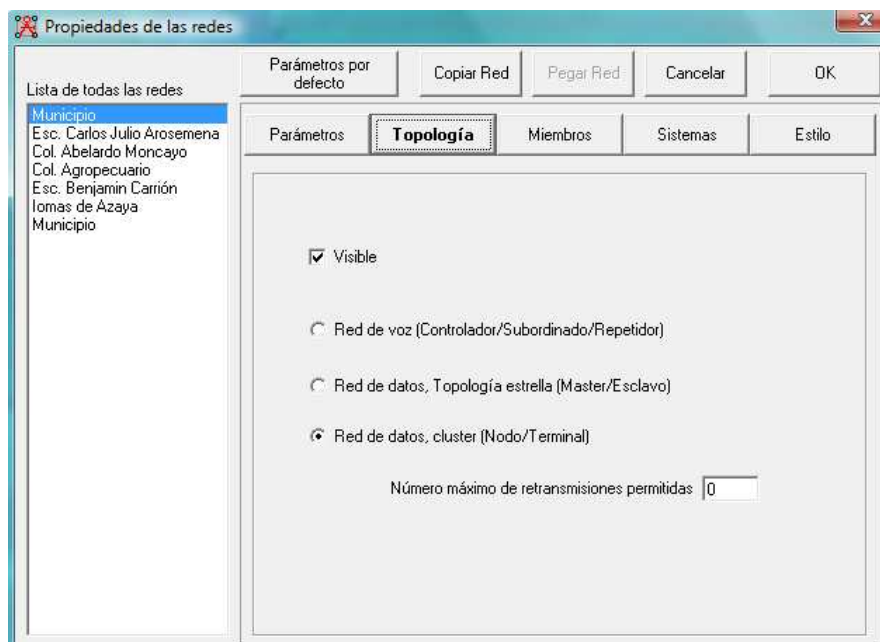


Figura 2. 8 Propiedades de las Redes (Topología)

Miembros

Aquí se debe de seleccionar de acuerdo con el diseño las diferentes unidades que entran en el enlace, también se señala el rol de la escuela o entidad beneficiada y el sistema que la misma va a usar, gracias a esta opción se puede ver el patrón, el mismo que ayudará al diseño final de la red.

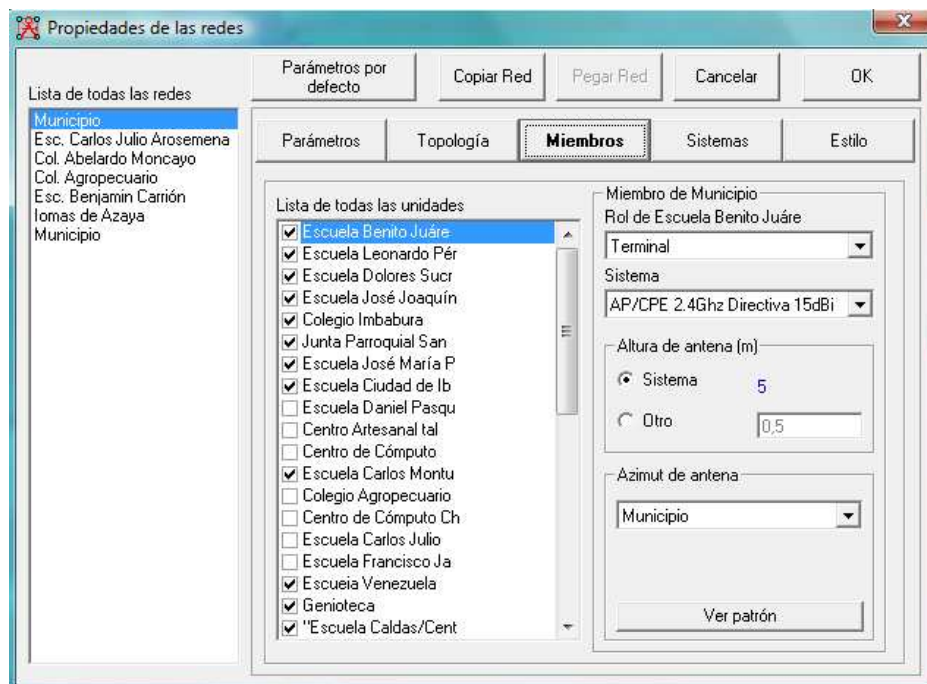


Figura 2. 9 Propiedades de las Redes (Miembros)

Sistemas

Ésta es una de las opciones más importantes dentro del diseño de esta red, ya que aquí se define parámetros puntuales y específicos de cada uno de los sistemas a usarse, como también las diferentes características primordiales dentro de este tipo de enlaces como es:

- Nombre del sistema;
- Potencia del Transmisor (Watt);
- Umbral del Receptor (μ V);
- Pérdida de la Línea (dB);
- Tipo de Antena;
- Ganancia de Antena (dBi);
- Altura de Antena (m);

- Pérdida adicional cable (dB/m).

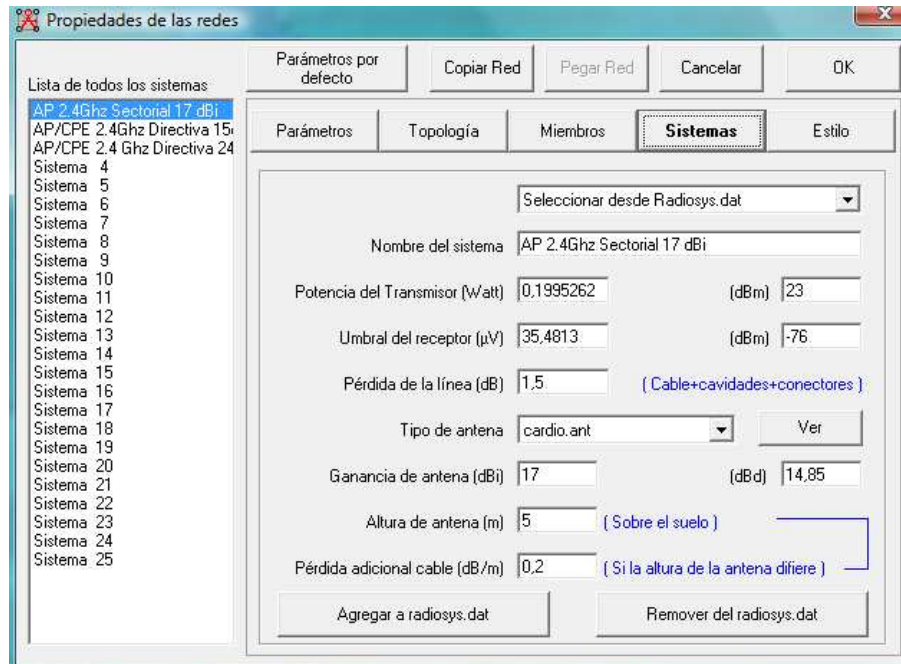


Figura 2. 10 Propiedades de las Redes (Sistemas)

Estilo

Este parámetro sirve en la simulación del sistema para observar si el enlace cumple o no con las especificaciones antes configuradas, por ejemplo para que el enlace cumpla con el mejor de los casos debe de ser mayor o igual el margen de desvanecimiento a 20 dB y así aparece señalado el enlace con una línea verde, si es mayor igual a 10 dB con una línea amarilla y siendo menor con una línea roja, en la misma que no existiría enlace.

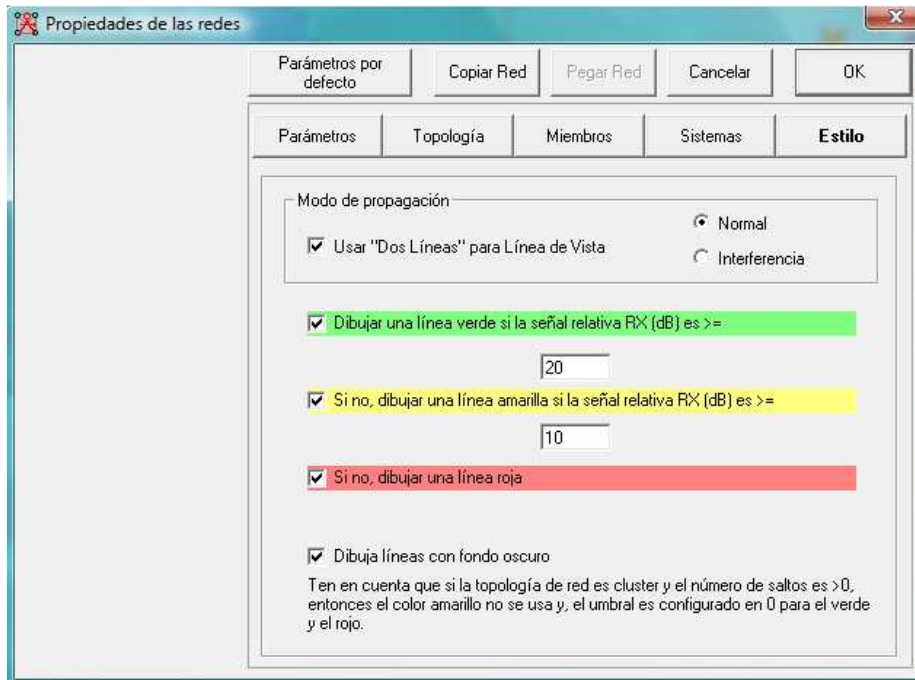


Figura 2. 11 Propiedades de las Redes (Estilo)

Luego de efectuar todas las configuraciones necesarias se procede a realizar la simulación, con la cual se comprueba el buen funcionamiento de la red, esto se lo verá más adelante en el capítulo de diseño de la red.

CAPITULO 3

ESTUDIO DE DEMANDA

3.1 Información Socio-Económica de las localidades beneficiadas

El presente proyecto será implementado para beneficio del Cantón Antonio Ante y sus diferentes parroquias, para ello es necesario tener una idea general de los aspectos principales en los que se ve inmerso este cantón y en si la provincia de Imbabura.

3.1.1 Aspectos Geográficos

Antonio Ante es el cantón más pequeño de la provincia, goza de un clima agradable y posee tierras fértiles, aptas para el cultivo de cereales y legumbres por lo que se le considera "*El granero de Imbabura*". Es aquí donde los incas en sus tiempos tomaban sus descansos.

El Cantón Antonio Ante se encuentra en el centro de la Provincia de Imbabura a 120 Km. al norte de la Capital del Ecuador, Quito.

El Cantón es el de menor extensión territorial con 79km², que significan el 1.8% de la Provincia, pero su población representa el 10.5% de Imbabura. Antonio Ante fue fundado como cantón el 2 de marzo de 1938. Por su geografía variada tenemos que Antonio Ante posee una altitud media de 2360 m.s.n.m.

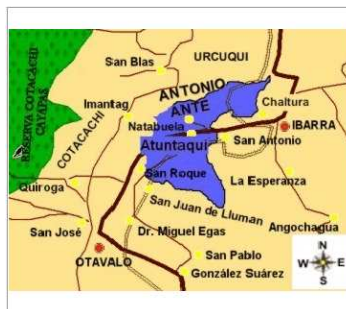


Figura 3. 1 Cantón Antonio Ante¹¹

¹¹ Fuente: <http://www.viajandox.com/antonioante.htm>

3.1.2 Ubicación Geográfica

Coordenadas:

Tabla 3. 1 Coordenadas y altura del Cantón Antonio Ante

Longitud	Latitud	Altura
-78,2187	0,3328333	2360

3.1.3 Límites

Norte: Por el cantón Urcuquí.

Este: Con el cantón Ibarra

Sur: Con el cantón Otavalo.

Oeste: Con el cantón Cotacachi.



Figura 3. 2 Cantón Antonio Ante (Límites)¹²

3.1.4 Población

El número de habitantes que tiene el cantón es de 36.147, divididos en parroquias rurales y urbanas de la siguiente manera:

¹² Fuente: www.google.com.ec/search?hl=es&q=ubicacion+geografica+del+canton+antonio+ante&meta

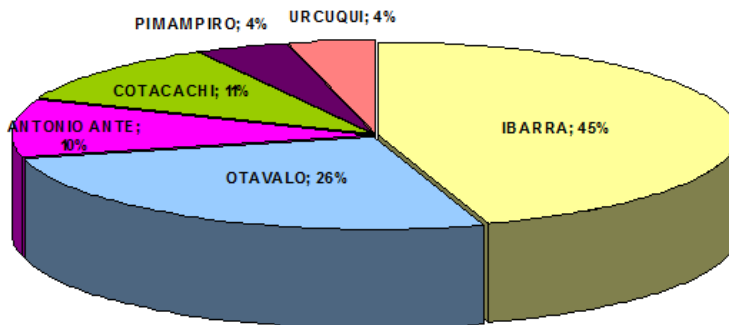


Figura 3. 3 Población de la Provincia de Imbabura

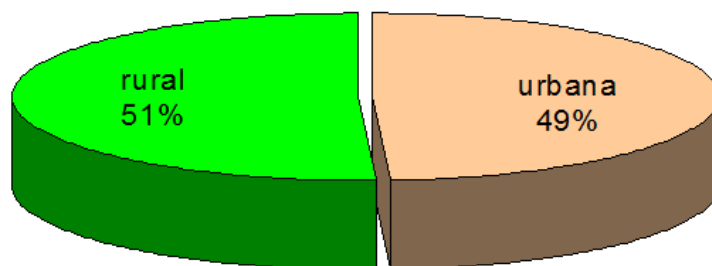


Figura 3. 4 Población Urbana y Rural del Cantón Antonio Ante

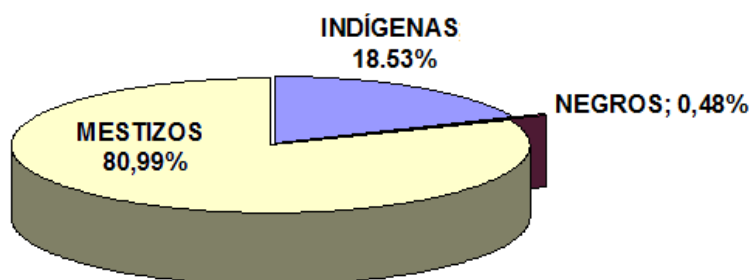


Figura 3. 5 Población según la identidad étnica

Y en el siguiente gráfico podemos ver la distribución de los habitantes dependiendo de la edad que tienen:

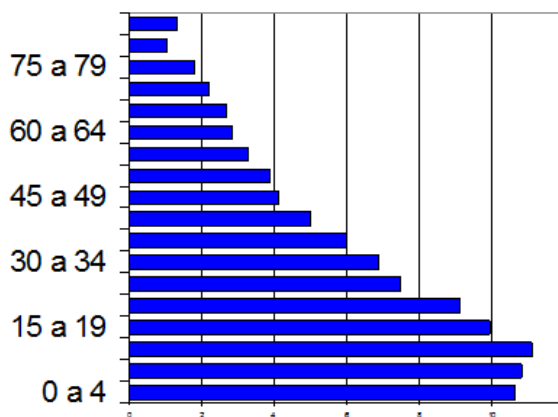


Figura 3. 6 Distribución de los habitantes del cantón según su edad

3.1.5 Parroquias Urbanas

- Atuntaqui
- Andrade Marín

3.1.6 Parroquias Rurales

- Imbaya
- Natabuela
- San Roque
- Chaltura

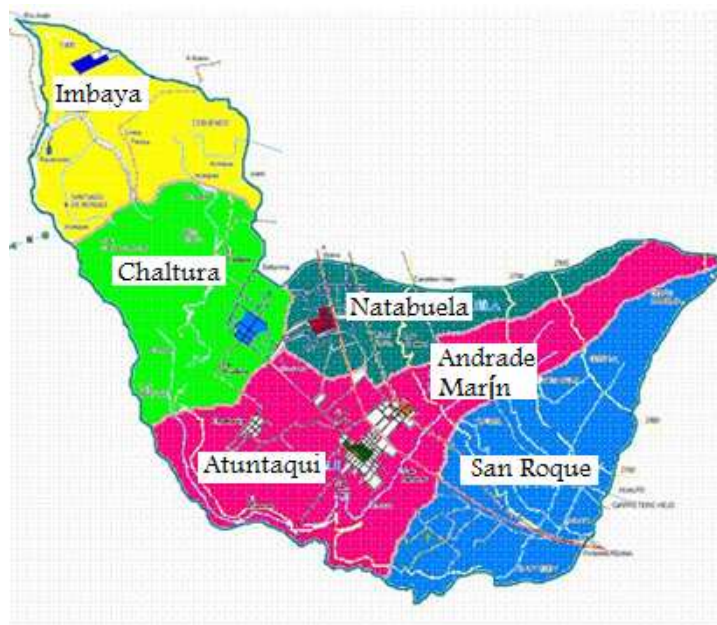


Figura 3. 7 División Política del Cantón Antonio Ante

3.1.7 Clima

En esta parte de la provincia de Imbabura impera el clima templado con temperatura promedio de 16° C; en el año se notan dos estaciones bien marcadas las cuales son:

- **Invierno:** Noviembre-Febrero
- **Verano:** Marzo-Octubre

3.1.8 Actividad Económica

Según los últimos censos y encuestas este cantón es el que posee una de las más bajas tasas de desempleo en el país, con el 4%, con lo cual se logra una economía más justa para todos los habitantes de este sector y por lo tanto un mayor desarrollo.

En esta parte de nuestro país la población se dedica a la industria textil, que ofrece una variada producción de tejidos, ropa confeccionada en algodón de hermosos diseños y colores, las cuales se comercializan a precios cómodos, convirtiéndola en una ciudad progresista y económicamente activa, por lo que actualmente se la considera como el centro industrial de la moda.

La gran producción de caña de azúcar permite la existencia de la tradicional “molienda”, industria casera productora de: “panela”, “aguardiente”, el típico “otavalillo” y las deliciosas “melcochas”, son razones suficientes para hacer de Antonio Ante un verdadero atractivo turístico para propios y extraños.

Otro de los campos donde los habitantes ofrecen un desarrollo económico es en el campo artesanal, agroindustrial, industrial, comercial y artístico.

La producción en porcentajes en dicho cantón se define de la siguiente manera:

Tabla 3. 2 Sectores de producción del Cantón Antonio Ante

Sectores de Producción	Número de Personas	Porcentaje (%)
Agrícola	2812	19.81
Manufactura	3803	26.79
Comercio	2149	15.14
Servicios	2065	14.59

Gráficamente lo podemos ver de la siguiente manera.

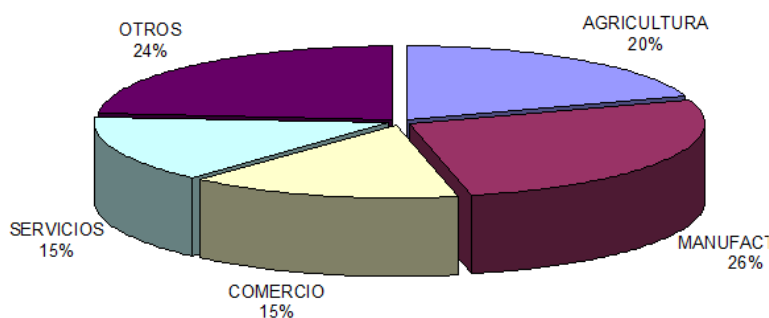


Figura 3. 8 Sectores de producción del Cantón Antonio Ante

3.1.9 Indicadores Sociales

El porcentaje de pobreza en este cantón es del 48.5% de la población total. Y en la parte rural llega al 52,3%.

Tabla 3. 3 Indicador Social del Incide de la pobreza de consumo¹³

Parroquias	Incidencia de la pobreza de consumo	Medida (%)
Urbanas		
Atuntaqui	36.3	%
Andrade Marín	38.5	%
Rurales		
Imbaya	50.5	%
Natabuela	45.1	%
San Roque	51.3	%
Chaltura	52.0	%

Viendo este indicativo nos podemos dar cuenta la incidencia directa que tiene sobre los principales servicios básicos. Dentro de este grupo también se encuentra el de las telecomunicaciones, puesto que se afecta al desarrollo de las distintas tecnologías o servicios que se quisiera dar.

A pesar de estas cifras es uno de los cantones que posee un gran porcentaje en lo que son los servicios, lo cual se puede observar en la tabla 3.4.

¹³ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

Tabla 3. 4 Porcentaje de los servicios básicos del cantón

Servicio	Porcentaje (%)
Agua Potable	80.77
Alcantarillado	56.80
Energía Eléctrica	98.00
Teléfonos	40.00
Recolección de basura	70.00

El índice de pobreza crece cada día, por lo que mucha gente es privada de estos servicios, no pudiendo desarrollarse en el ámbito productivo y al mismo tiempo se provoca un retraso en otros campos como es el educativo, el mismo que interesa analizar, en razón de que el presente proyecto trata de la carencia del servicio de internet, lo que provoca un atraso para los niños en los distintos centros educativos.

La pobreza se la evidencia más en los menores, quienes no pueden asistir a ninguna entidad educativa, provocando en muchos casos la mendicidad infantil, aspecto que perjudica notablemente a los distintos cantones de nuestro país.

En las tablas (*Tabla 3.5; Tabla 3,6; Tabla 3.7*) se observa un análisis del ámbito educativo del cantón.

Tabla 3. 5 Indicador Social del Analfabetismo¹⁴

Parroquias	Analfabetismo	Medida (%)
<i>Urbanas</i>		
Atuntaqui	6.6	%
Andrade Marín	6.9	%
<i>Rurales</i>		
Imbaya		%
Natabuela	7.0	%
San Roque	8.3	%
Chaltura	9.4	%

¹⁴ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

Tabla 3. 6 Indicador Social de la Primaria Completa¹⁵

Parroquias	Primaria Completa	Medida (%)
<i>Urbanas</i>		
Atuntaqui	63.4	%
Andrade Marín	50.1	%
<i>Rurales</i>		
Imbaya		%
Natabuela	61.8	%
San Roque	57.8	%
Chaltura	55.3	%

Tabla 3. 7 Indicador Social de la Secundaria Completa¹⁶

Parroquias	Secundaria Completa	Medida (%)
<i>Urbanas</i>		
Atuntaqui	19.8	%
Andrade Marín	17.0	%
<i>Rurales</i>		
Imbaya		%
Natabuela	16.9	%
San Roque	13.9	%
Chaltura	14.8	%

3.2 Requerimientos de servicios

Según el análisis socio económico del Cantón Antonio Ante, sus habitantes son personas con deseos de superarse y hacer producir y desarrollar a su cantón.

Existen muchas personas del sector que tienen una visión de emprender en diferentes empresas y a su vez con las herramientas de la tecnología poder expandir sus mercados y obtener mayores ganancias.

¹⁵ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

¹⁶ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

Por su ubicación geográfica y la topografía del sector no ha tenido la atención necesaria para ser beneficiado con este tipo de proyectos de interconexión.

El sector se ha venido beneficiando únicamente con infraestructura celular que en cierto modo ha sido ya un gran avance en el campo tecnológico y de comunicación, con esto se logra ayudar a la comunicación entre los habitantes del sector.

Como se podrá ver los distintos indicadores sociales del SIISE¹⁷ en el ANEXO 1 no existe un gran porcentaje de analfabetismo comparado con otros sectores similares, lo cual ayudaría a que este proyecto tenga mayor acogida y muchos más beneficios a corto y largo plazo.

Las personas del sector tienen una gran perspectiva de negocio, lo que permitiría dar buen uso a este servicio.

3.3 Estudio de Campo

Como parte fundamental del proyecto se tiene el estudio de campo, el cual nos servirá para cumplir con muchas partes del mismo, logrando así obtener mucha información vital para el éxito de la red.

Entre las actividades del FODETEL (Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones), para el desarrollo de dicho proyecto se planificó el viaje hacia el cantón y sus diferentes parroquias, obteniendo la siguiente información:

- Levantamiento de la ubicación geográfica de cada una de las entidades beneficiadas, es decir las coordenadas;
- Levantamiento de la infraestructura existente en el sector, tanto de las escuelas como de ciertos repetidores de las distintas operadoras ubicadas en ese sector;
- Información sobre el número de beneficiados tanto alumnos como profesores;
- Información de responsables y directores de las distintas entidades a formar parte del proyecto.

¹⁷ SIISE Sistema integrado de Indicadores del Ecuador

En los ANEXOS 2 se podrá observar las distintas fotografías de las unidades y entidades beneficiadas en el presente proyecto.

3.3.1 Selección de las localidades beneficiadas

Luego de la visita de campo se procedió a la descripción de cada una de las localidades visitadas, teniendo en cuenta que son centros educativos públicos, así como entidades como la biblioteca, Municipio, cámaras de comercio y de producción y hospital del cantón Antonio Ante, adecuadas con centros de cómputo conectadas en una red de área local.

En la visita se pudo observar la infraestructura que existe en cada escuela o entidad que se encuentra dentro de este proyecto, tomando en cuenta si posee energía eléctrica así como también las coordenadas de cada uno de los puntos.

3.3.2 Ubicación geográfica y georeferenciada de las Unidades Educativas Beneficiadas

Tabla con las diferentes coordenadas de las unidades educativas.

Tabla 3. 8 Ubicación Geográfica de las Unidades Beneficiadas

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	Latitud (S)	Longitud (W)	Elevación
Escuela Benito Juárez	0,2988889	-78,21833	2647
Escuela Leonardo Pérez	0,2886111	-78,21722	2743
Escuela Dolores Sucre	0,3022222	-78,23278	2485
Escuela José Joaquín de Olmedo	0,3034167	-78,23306	2471
Colegio Imbabura	0,3041667	-78,2325	2477
Junta Parroquial San Roque	0,3004445	-78,23306	2489
Escuela José María Pérez	0,3173889	-78,23058	2399
Escuela Ciudad de Ibarra	0,2926944	-78,23702	2512
Escuela Daniel Pasquel	0,3398611	-78,19389	2459
Centro Artesanal Taller San José	0,3393889	-78,19428	2426
Centro de Cómputo	0,3390278	-78,19312	2422
Escuela Carlos Montufar	0,3253889	-78,19564	2491
Colegio Agropecuario Chaltura	0,3556111	-78,18723	2371
Centro de Cómputo Chaltura	0,3547778	-78,19583	2364
Escuela Carlos Julio Arosemena	0,352	-78,21436	2413

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	Latitud (S)	Longitud (W)	Elevación
Escuela Francisco Javier Salazar	0,3524722	-78,19253	2360
Escuela Venezuela	0,3133056	-78,20272	2566
Genioteca	0,3268889	-78,20747	2461
Escuela Caldas/Centro Artesanal/Escuela Teodoro Wolf	0,3246945	-78,2093	2466
Colegio Antonio Ante	0,3241111	-78,21344	2459
Patronato Municipal	0,3305	-78,21875	2436
Colegio Abelardo Moncayo	0,3393889	-78,20675	2416
Escuela 24 de Mayo	0,3351111	-78,21689	2406
Centro Ambuquí /Escuela Pacha	0,3381389	-78,2245	2390
Instituto Alberto Enríquez	0,3345	-78,22272	2385
Escuela Santa Luisa	0,3326667	-78,2197	2372
Policarpa Solavarieta/ Julio Aguinaga	0,3311111	-78,21839	2383
Escuela Dos de Marzo	0,3278889	-78,2208	2410
Escuela Hno. Miguel La Salle	0,3284445	-78,21555	2422
Escuela Pedro Manuel Zumárraga	0,3288889	-78,21474	2437
Colegio Nacional Nocturno Atuntaqui	0,3318611	-78,21444	2422
Cámara de la Producción	0,3316111	-78,21767	2421
Gremio de Sastres y Modistas	0,3326944	-78,21622	2416
Cámara de Comercio	0,3324444	-78,21574	2427
Hospital	0,3305833	-78,2153	2424
Municipio	0,3328333	-78,2187	2412
Escuela Benjamín Carrión	0,3841111	-78,16067	2023
Escuela Jacinto Collaguazo	0,367	-78,15025	2109
Junta Parroquial	0,3688056	-78,15105	2095
Iomas de Azaya	0,3780556	-78,13189	2366

Otra información que se pudo recolectar en el estudio de campo fue el número de computadoras existentes, el número de alumnos y de profesores.

Tabla 3. 9 Número de Pc's y de alumnos

NOMBRE DE LA UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NUMERO DE PC'S
Escuela Benito Juárez	112	5
Escuela Leonardo Pérez	24	3
Escuela Dolores Sucre	194	3
Escuela José Joaquín de Olmedo	110	2

NOMBRE DE LA UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NUMERO DE PC'S
Colegio Imbabura/Junta Parroquial San Roque	415	10
Junta Parroquial San Roque	332	8
Escuela José María Pérez	16	3
Escuela Ciudad de Ibarra	124	5
Patronato Municipal	10	3
Col Abelardo Moncayo	334	9
Escuela 24 de Mayo	321	6
Centro A. Ambuqui /Escuela Pacha	45	4
Instituto Alberto Enríquez	98	4
Escuela Santa Luisa	53	3
Policarpa Salavarieta/ Julio M. Aguinaga	111	3
Escuela Dos de Marzo	143	2
Escuela Hno. Miguel La Salle	145	6
Escuela Pedro Manuel Zumárraga	120	5
Colegio Nacional Nocturno Atuntaqui	35	2
Cámara de la Producción	13	2
Gremio de Sastres y Modistas FIAPAA	15	2
Cámara de Comercio	21	3
Hospital	28	3
Municipio	45	2
Escuela Venezuela	48	3
Genoteca	29	1
Escuela Caldas/Centro Artesanal	130	6
Colegio Antonio Ante	170	4
Escuela Daniel Pasquel	92	3
Centra Artesanal Taller San José	53	2
Centro de Cómputo	81	3
Escuela Carlos Montúfar	170	5
Colegio Agropecuario Chaltura	328	10
Centro de Cómputo Chaltura	80	4
Escuela Carlos Julio Arosemena	70	3
Escuela Francisco Javier Salazar	39	3
Escuela Benjamín Carrión	13	1
Escuela Jacinto Collaguazo	63	3
Junta Parroquial	33	2
Iomas de Azaya	240	3

3.4 Infraestructura existente de operadores en la zona de influencia

Se sabe que en el Cantón Antonio Ante no existe el servicio de internet en los centros educativos, a más de ciertas conexiones que son para locales comerciales que son dadas por los distintos ISP's existentes en el Ecuador, como por ejemplo Ecuonet, Puntonet y la telefónica Porta, con lo cual sería muy factible la realización y desarrollo del presente proyecto.

3.4.1 Cerros importantes en el Sector

Los principales son:

Tabla 3. 10 Cerros ubicados cerca del lugar del proyecto

Cerros	Localización	Provincia
De Jahuapamba	Ibarra	Imbabura
Loma San Eloy	Urcuquí	Imbabura
Irugincho	Ibarra	Imbabura

Para que sea importante un cerro y considerado como un lugar donde se pueda poner una repetidora o nodo debe de cumplir con muchas características entre ellas las siguientes:

- Facilidad de acceso hasta la cima;
- Infraestructura necesaria para la implementación;
- Una gran proyección para línea de vista para los diferentes enlaces;
- Tener los distintos servicios (Energía Eléctrica).

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Alternativas tecnológicas posibles para la implementación

El objeto de la presente red es cubrir todas las escuelas aprobadas en este proyecto, para lo cual en el capítulo 2 se realizó una descripción de las diferentes tecnologías existentes y que podrían ser la solución más óptima en este diseño.

Luego del análisis de todas ellas se elaboró una tabla donde constan las principales características de todas las tecnologías y así lograr escoger la más adecuada.

Tabla 4. 1 Cerros ubicados cerca del lugar del proyecto

Tecnología	Características					
	Cobertura (Km)	Velocidad (Mbps)	Precio	Licencia	Ventajas	Desventajas
Wi-Fi	10 a 40	11 a 54	Bajo	No	Velocidad y Precio	Necesita línea de vista
WiMax	40 a 70 Km	75 a 100	Alto	Si/No	Velocidad, QoS y Alcance	Alto precio de los equipos
CDMA450	80	2	Alto	Si	Alcance	Requiere contrato de concesión de frecuencias
Redes Cableadas	1 a 10	1 a 1000	Alto	No	Velocidad	No apto para terreno irregular, distancias cortas
VSAT	Total	2 a 34	Alto/Medio	Si/No	Alcance Mundial	Precio extremadamente elevado para implementar, se debe alquilar el servicio

Luego de analizar la tabla precedente, así como lo señalado en el capítulo 2 se puede decidir por una tecnología.

4.1.1 Tecnología Seleccionada

Como tecnología seleccionada para el presente proyecto se escogió a la inalámbrica Wi-Fi ya que tiene más puntos a favor para desarrollarse como la mejor opción.

Se consideró también como una buena opción la CDMA 450, ya que los precios de los equipos son bajos y lo más importante que cubre mayor distancia que Wi-Fi, sin embargo se presenta la desventaja en el precio de concesión de la banda 450MHz, lo cual no beneficia en nada a este tipo de proyecto.

Otra de las tecnologías que también se analizaba como solución es el WiMax, pero por su reciente aparición existen ciertos puntos en contra, como es el precio tanto de los equipos como de su concesión, por lo cual no procede su aplicación.

El Wi-Fi para este tipo de proyectos es conveniente ya que se toma en cuenta tanto el costo de implementación como el de mantenimiento y ese es otro de los puntos a favor de esta tecnología, puesto que luego de la instalación se tendría que pagar solo el servicio por el internet que se da a las diferentes escuelas o entidades, tomando en cuenta que el proyecto es para una localidad que se ha encontrado descuidada de las autoridades encargadas de dar este tipo de servicios, por lo que se tendría que proponer ciertas alternativas en la parte de financiamiento y sostenibilidad luego que se termine la ayuda del Gobierno central, lo que se verá en el capítulo 6.

Otro factor para que se escoja esta tecnología es la capacidad de interconectar puntos separados por algunos kilómetros sin perder la señal y transfiriendo datos sin ningún problema.

La única desventaja que tiene el Wi-Fi es que debe de tener línea de vista, por lo que existiría algunas escuelas donde se llegaría a través de repetidoras. En la actualidad para solucionar en cierto modo las interferencias o distancias muy largas existen algunos tipos de antenas, arquitecturas de red que pueden ayudar a un mejor enlace.

4.2 Estudio de Tráfico

Este es uno de los análisis más importantes en lo que se trata al diseño de la red, ya que aquí se define el ancho de banda que es necesario dar a cada escuela o entidad, para que cumpla con sus necesidades, tomando en cuenta el número de computadoras existentes y el número de alumnos, para este cálculo existe una tabla estándar la cual se la utilizará para hacer el análisis de cada una de ellas, luego de realizar la respectiva relación se obtendrá el ancho de banda y las computadoras extras que se necesitarían para un buen funcionamiento y aprovechamiento de este servicio.

La siguiente tabla es aprobada por la FODETEL y por el Fondo de Solidaridad debido a factores antes estudiados.

Para el cálculo final del ancho de banda necesario debemos mencionar que la compartición será de 8 a 1.

Tabla 4. 2 Estándar para el cálculo el ancho de banda

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

Con esta tabla se procede al cálculo en cada una de las escuelas para determinar su ancho de banda, así como el total para todo el proyecto.

Tabla 4. 3 Cálculo del Ancho de Banda de las Unidades Educativas

NOMBRE DE LA UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NUMERO DE PC'S	ANCHO DE BANDA (kbps)	PC'S ADICIONALES
Escuela Benito Juárez	112	5	128	5
Escuela Leonardo Pérez	24	3	128	0
Escuela Dolores Sucre	194	3	128	7

NOMBRE DE LA UNIDAD EDUCATIVA	NUMERO DE ALUMNOS BENEFICIADOS	NUMERO DE PC'S	ANCHO DE BANDA (kbps)	PC'S ADICIONALES
Escuela José Joaquín de Olmedo	110	2	128	8
Colegio Imbabura/Junta Parroquial San Roque	415	10	256	5
Junta Parroquial San Roque	332	8	256	7
Escuela José María Pérez	16	3	128	0
Escuela Ciudad de Ibarra	124	5	128	5
Patronato Municipal	10	3	128	0
Col Abelardo Moncayo	334	9	256	6
Escuela 24 de Mayo	321	6	256	9
Centro A. Ambuqui /Escuela Pacha	45	4	128	0
Instituto Alberto Enríquez	98	4	128	0
Escuela Santa Luisa	53	3	128	0
Policarpa Salavarrieta/ Julio M. Aguinaga	111	3	128	7
Escuela Dos de Marzo	143	2	128	8
Escuela Hno. Miguel La Salle	145	6	128	4
Escuela Pedro Manuel Zumárraga	120	5	128	5
Colegio Nacional Nocturno Atuntaqui	35	2	128	1
Cámara de la Producción	13	2	128	0
Gremio de Sastres y Modistas FIAPAA	15	2	128	0
Cámara de Comercio	21	3	128	0
Hospital	28	3	128	0
Municipio	45	2	128	1
Escuela Venezuela	48	3	128	0
Genioteca	29	1	128	1
Escuela Caldas/Centro Artesanal	130	6	128	4
Colegio Antonio Ante	170	4	128	6
Escuela Daniel Pasquel	92	3	128	0
Centra Artesanal Taller San José	53	2	128	1
Centro de Cómputo	81	3	128	0
Escuela Carlos Montúfar	170	5	128	5
Colegio Agropecuario Chaltura	328	10	256	5
Centro de Cómputo Chaltura	80	4	128	0
Escuela Carlos Julio Arosemena	70	3	128	0
Escuela Francisco Javier Salazar	39	3	128	0
Escuela Benjamín Carrión	13	1	128	1
Escuela Jacinto Collaguazo	63	3	128	0
Junta Parroquial	33	2	128	1
lomas de Azaya	240	3	128	7
SUMATORIA DE ANCHO DE BANDA			5760	109
NUMERO TOTAL DE PC'S ADICIONALES				

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

$$AB_Total = 5760[Kbps]$$

$$Compartición \Rightarrow 8:1$$

$$AB_Total_Requerido = 5760/8[Kbps]$$

$$AB_Total_Requerido = 720[Kbps]$$

$$AB_a_Contratar \approx 1Mbps$$

4.3 Diseños y Topología de la red LAN, WAN, Red de Transporte.

La red a implementarse interconectará al Municipio del Cantón Antonio Ante con las diferentes escuelas e instituciones beneficiadas en el presente proyecto, siendo el Municipio el nodo principal, para el cual será contratado un canal dedicado de acceso a Internet según los requerimientos de cada una de las escuelas.

El nodo de concentración del servicio de Internet estará ubicado en el edificio del Municipio de Antonio Ante, debido a los recursos logísticos disponibles para un adecuado control, operación y administración de este sistema de distribución de servicio de Internet a los centros educativos e instituciones

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 software de monitoreo (Basado en SNMP) con lo que se logrará una adecuada administración y control del sistema a implementar.

Luego de realizar algunos análisis se obtuvo varias opciones en lo relacionado al diseño de la red, para lo cual al inicio se consideró salir del Municipio hacia el cerro Irugincho y el cual sea el punto de acceso central y de ahí salir hacia todas las entidades beneficiadas, esta solución cubriría muchas de las escuelas e instituciones pero por algunas distancias y ciertas interrupciones se tuvo que realizar algunos cambios en el diseño.

Es así que se realiza otro diseño, esta vez teniendo ciertos enlaces Punto-Punto y Punto-Multipunto con el objetivo de tener mayor cobertura y cubrir todas las escuelas y

entidades. Considerando todo lo anterior se obtuvo un diseño con 5 repetidoras lo cual se explicará más adelante.

4.3.1 Arquitectura de red

Las configuraciones o arquitecturas de red que pueden generarse con las WLAN, son diversas debido a que el estándar IEEE802.11, es capaz de soportar diferentes configuraciones en función de cómo sean los equipos y requerimientos de cada sistema. Así la complejidad, la capacidad y la exigencia de servicio determinan el tipo de arquitectura a tomar. Las configuraciones típicas son de tres clases:

- Para establecer *redes "ad-hoc"*, redes cerradas donde un grupo de terminales próximos se comunican entre sí sin acceso a redes externas.
- Como redes de *acceso inalámbricas con infraestructura de red*, donde los terminales se comunican con un punto de acceso a través del cual pueden acceder a redes externas.
- Enlace entre varias WLAN o WMAN, interconectando LAN's o WLAN's distantes

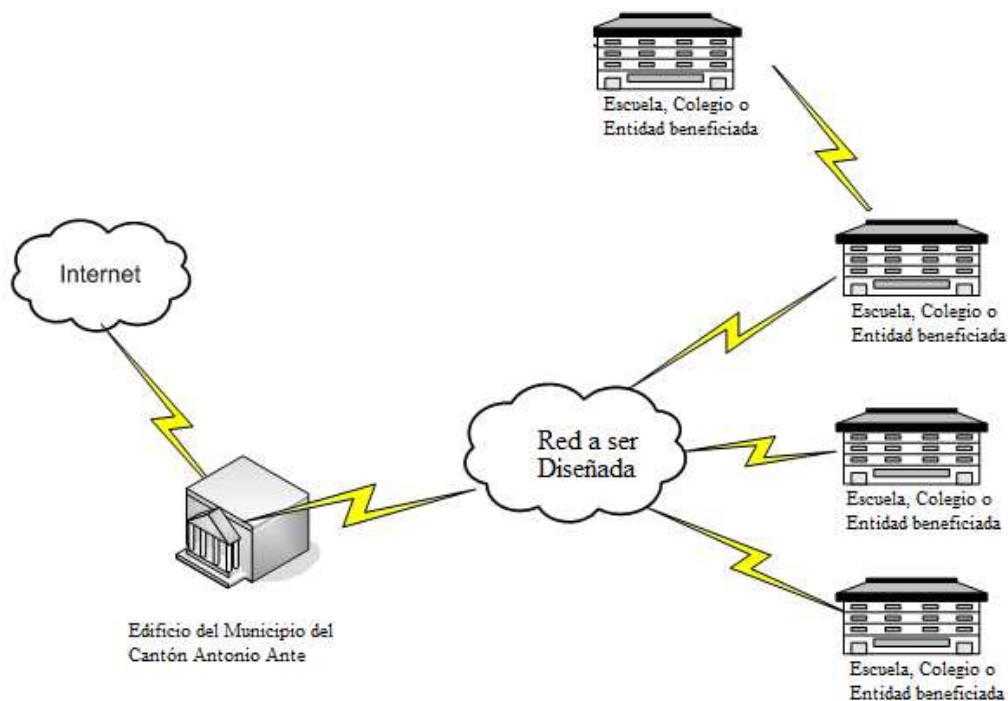


Figura 4. 1 Esquema de la red a implementarse

4.3.2 Red LAN

Para el diseño de la red LAN se tiene dos opciones las LAN y las WLAN

LAN

Existiendo varios tipos de redes LAN se sabe que algunas de ellas brindan una gran velocidad llegando hasta los 10Gbps. Para la unión de la red WAN y la LAN tenemos el uso de un Router, los mismos que facilitan la comunicación entre equipos de otras instituciones y el acceso a internet. Por ser redes cableadas se ahorra mucho en lo que son las tarjetas de red ya que toda computadora de mesa o portátil las poseen.

WLAN

Estas redes son Wi-Fi, teniendo muchos beneficios como el de tener mayor flexibilidad y comodidad en la implementación de las mismas, pero en lo que se trata de costos aumenta un porcentaje, ya que tenemos que tomar en cuenta que en este proyecto se trata de escuelas donde existen computadoras de escritorio, las cuales no poseen tarjeta inalámbrica y requeriríamos adquirirlas para que funcione esta red, lo que incrementaría su costo total de infraestructura. Para lo conexión de estas redes se usan los Router wireless los mismos que tienen ya puertos Ethernet lo cual ahorraría el uso de un switch adicional.

Cada una tiene sus ventajas y desventajas que las analizaremos en la siguiente tabla:

Tabla 4. 4 Comparación entre redes LAN y WLAN

Red	Ventajas	Desventajas
LAN	Los computadores poseen tarjeta Ethernet Seguridad en la red Velocidades de transmisión muy rápidas	Costo de Mantenimiento Dificultad en la instalación

Red	Ventajas	Desventajas
WLAN	Bajos costo de mantenimiento Facilidad de instalación	Seguridad vulnerable

4.3.3 Diseño de la red de Transporte

Para el diseño de la red de transporte se realizó el análisis de la mejor opción para así llegar a todas las entidades a dar el servicio.

Aquí se consideró trabajar con la banda de 2.4GHz, partiendo desde el acceso a internet ubicado en el Municipio, llegando a todas las escuelas con 5 repetidoras como se ve en el siguiente gráfico.

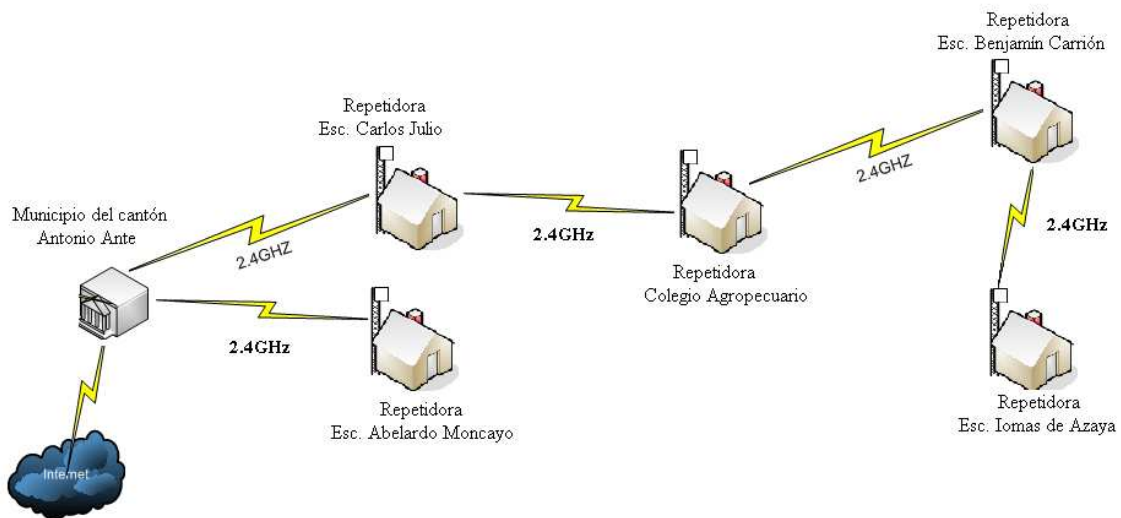


Figura 4. 2 Esquema de la red de transporte

4.3.4 Consideraciones previas

Para diseñar la red y tomar en cuenta los parámetros adecuados de los equipos a usarse, se revisaron especificaciones de varias opciones posibles para la implementación, así:

Tabla 4. 5 Especificaciones de Equipos a usarse

Netkrom	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Transmisión [dBm]	Velocidad de Transmisión	Sensibilidad del Receptor
AIR-BR500GHP	2.400 - 2.497	26	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2,1	-92dBm@1Mbps, -70dBm@54Mbps
AIR-BR500GUHP		30		
AIR-BR500AGH		23		
AIR-BR500GAHP	26	5.15 - 5.35 & 5.725 - 5.850		

SmartBridges	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Transmisión [dBm]	Velocidad de Transmisión	Sensibilidad del Receptor
SB32115	2.400 - 2.485	24-abr	54, 48, 36, 24, 18, 12, 6	-91dBm@6Mbps, - 74Mbps@54Mbps (Con Antena Externa)
SB32116	5.15 - 5.35 & 5.725 - 5.850	22 - 17		

Teletronics	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Transmisión [dBm]	Velocidad de Transmisión	Sensibilidad del Receptor
TT2400	2.4	23	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2,1	-95dBm@1Mbps, -72Mbps@54Mbps
TT5800	5.15 - 5.825 & 5.725 - 5.850	23		

Tranzeo	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Transmisión [dBm]	Velocidad de Transmisión	Sensibilidad del Receptor
TR-600f	2.401 - 2.483	23	54, 48, 36, 24, 18, 12, 11, 5.5, 2,1	-76Mbps@54Mbps
TR5Plus	5.170 - 5805	23		

4.3.5 Definición de los sistemas

Luego de ver las características de los equipos, se procede a definir los diferentes sistemas para el diseño de la red, los mismos que serán ingresados en Radio Mobile para su respectiva simulación.

Tenemos el primer sistema que es AP 2.4GHz Sectorial 17dBi, el mismo que se usará para los enlaces que saldrán desde el Municipio en los dos AP ubicados ahí, como en los demás enlaces sectoriales.

A continuación se presenta los parámetros del sistema

- Ganancia del transmisor: 23dBm
- Umbral del receptor: -76dBm
- Pérdida de la línea: 1.5
- Tipo de Antena: Cardio
- Ganancia de la Antena: 17dBi
- Altura de la Antena: 5m
- Pérdida Adicional del Cable: 0.2

Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
Seleccionar desde Radiosys.dat				
Nombre del sistema: AP 2.4Ghz Sectorial 17 dBi				
Potencia del Transmisor (Watt)	0,1995262	(dBm)	23	
Umbral del receptor (µV)	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)	5		(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. 3 Sistema AP 2.4GHz Sectorial 17dBi

Aquí tenemos el segundo sistema AP/CPE 2.4Ghz Directiva 15dBi que nos sirve para enlazarnos con las antenas sectoriales, con las que estarían en casi todas las escuelas.

A continuación se presentan los parámetros del sistema:

- Ganancia del transmisor: 23dBm
- Umbral del receptor: -76dBm
- Pérdida de la línea: 1.5
- Tipo de Antena: Parabólica
- Ganancia de la Antena: 15dBi

- Altura de la Antena: 5m
- Pérdida Adicional del Cable: 0.2

Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
Seleccionar desde Radiosys.dat				
Nombre del sistema	AP/CPE 2.4Ghz Directiva 15dBi			
Potencia del Transmisor (Watt)	0,1995262	(dBm)	23	
Umbral del receptor (μV)	35,4813	(dBm)	-76	
Pérdida de la línea (dB)	1,5	(Cable+cavidades+conectores)		
Tipo de antena	parabolic.ant	Ver		
Ganancia de antena (dBi)	15	(dBd)	12,85	
Altura de antena (m)	5	(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 AP/CPE 2.4Ghz Directiva 15dBi

Y por ultimo tendríamos el tercer sistema que es el AP/CPE 2.4Ghz Directiva 24dBi, el cual nos serviría para enlaces punto a punto como en el caso de los enlaces:

- Escuela Carlos Julio – Escuela Benjamín Carrión
- Escuela Benjamín Carrión – Iomas de Azaya

A continuación se presenta los parámetros del sistema:

- Ganancia del transmisor: 23dBm
- Umbral del receptor: -76dBm
- Pérdida de la línea: 1.5
- Tipo de Antena: Parabólica
- Ganancia de la Antena: 24dBi
- Altura de la Antena: 5m
- Pérdida Adicional del Cable: 0.2

Parámetros	Topología	Miembros	Sistemas	Estilo
<div style="text-align: right;"> <input type="button" value="Seleccionar desde Radiosys.dat"/> </div>				
Nombre del sistema	AP/CPE 2.4 Ghz Directiva 24dBi			
Potencia del Transmisor (Watt)	0,1995262	(dBm)	23	
Umbral del receptor (µV)	35,4813	(dBm)	-76	
Pérdida de la línea (dB)	1,5	(Cable+cavidades+conectores)		
Tipo de antena	parabolic.ant	<input type="button" value="Ver"/>		
Ganancia de antena (dBi)	24	(dBd)	21,85	
Altura de antena (m)	5	(Sobre el suelo)		
Pérdida adicional cable (dB/m)	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. 5 Sistema AP/CPE 2.4 Ghz Directiva 24dBi

Hecha ya toda esta configuración se procede a simular, primero obteniendo la ubicación de todas las localidades ya en el mapa, como se lo indica en la siguiente figura.

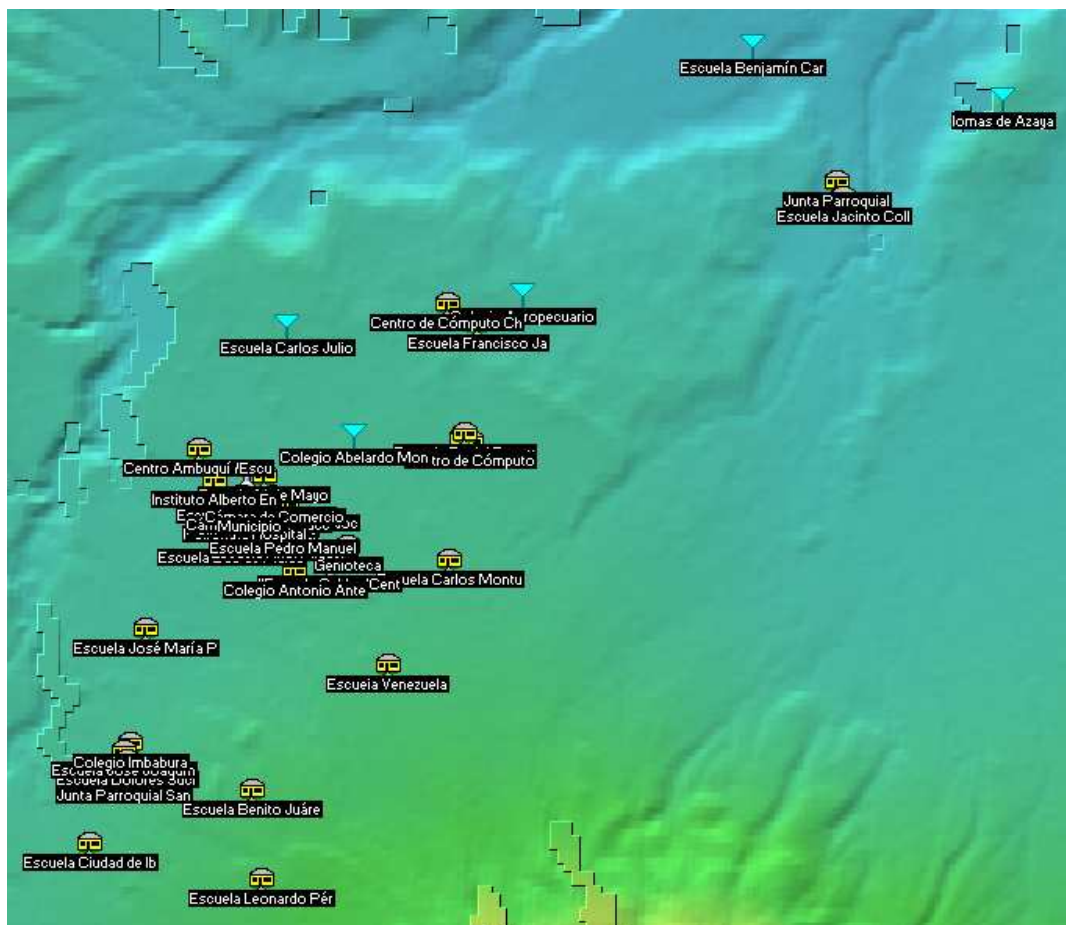


Figura 4. 6 Ubicación de todas las Entidades Beneficiadas (Radio Mobile)

4.4 Zonas de Influencia

Mediante el software Radio Mobile podemos tener la opción de realizar esta simulación de las zonas de cobertura.

Como se puede observar en la figura 4.9 tenemos una gran zona de influencia por lo que se concluye que se cubre al 80% del cantón Antonio Ante, esto es muy beneficioso para el sector ya que luego se puede realizar otros enlaces teniendo ya esta infraestructura, con lo cual se impulsaría al desarrollo del cantón y de zonas aledañas.

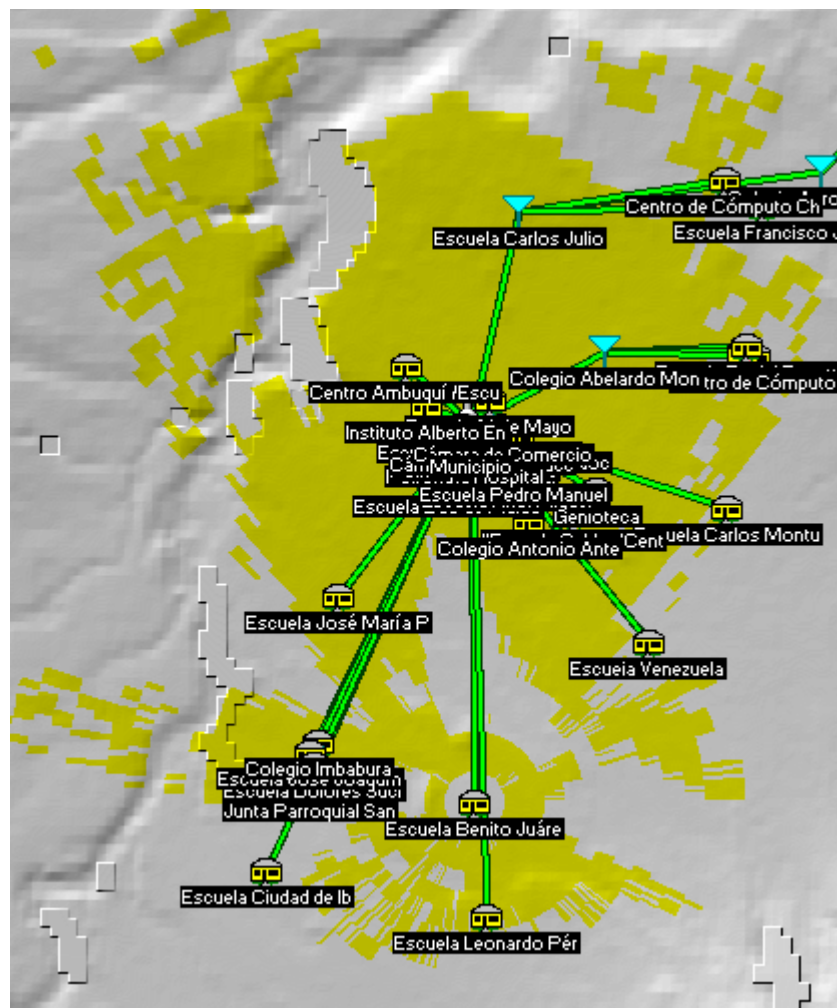


Figura 4. 7 Zona de influencia de los enlaces con el Municipio (Radio Mobile)

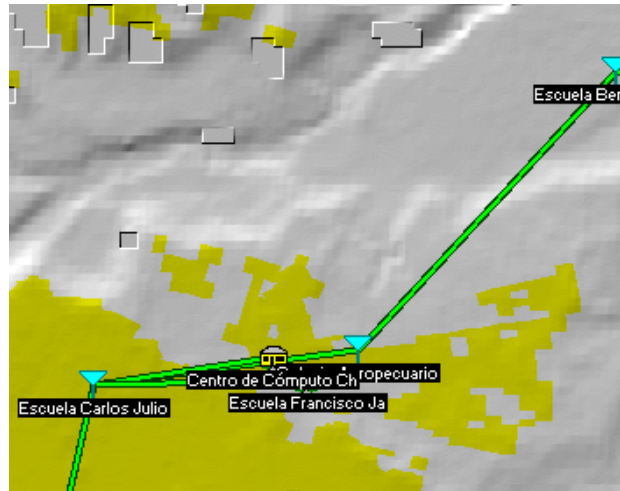


Figura 4.7. Zona de influencia del enlace Escuela Carlos Julio (Radio Mobile)



Figura 4.8 Zona de influencia del enlace Iomas de Azaya (Radio Mobile)

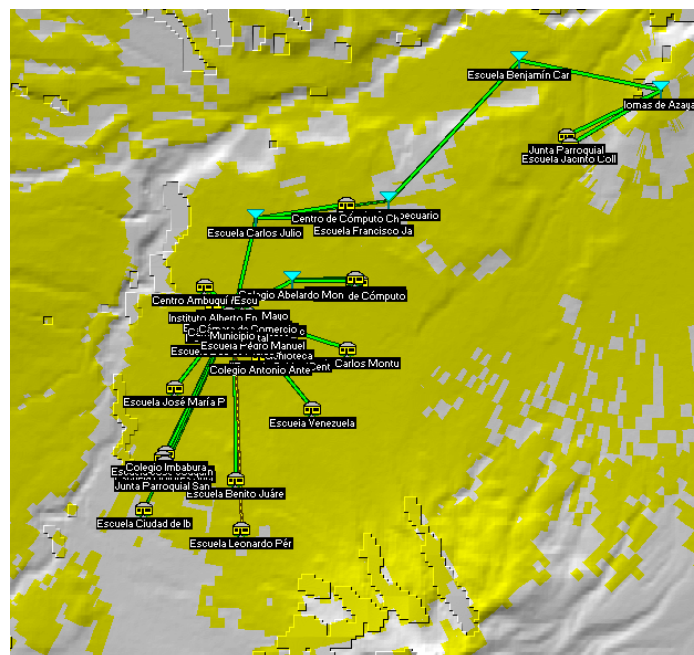


Figura 4.9 Zona de influencia Total en el cantón Antonio Ante (Radio Mobile)

4.5 Perfiles de enlaces y selección de rutas

4.5.1 Enlace Municipio (Sur)

Las escuelas beneficiadas por este enlace son las siguientes:

Tabla 4. 6 Escuelas del enlace Municipio Sur

Enlace Municipio Sur	Latitud	Longitud
Escuela Benito Juárez	0,2988889	-78,21833
Escuela Leonardo Pérez	0,2886111	-78,21722
Escuela Dolores Sucre	0,3022222	-78,23278
Escuela José Joaquín de Olmedo	0,3034167	-78,23306
Colegio Imbabura	0,3041667	-78,2325
Junta Parroquial San Roque	0,3004445	-78,23306
Escuela José María Pérez	0,3173889	-78,23058
Escuela Ciudad de Ibarra	0,2926944	-78,23702
Patronato Municipal	0,3398611	-78,19389
Policarpa Salavarieta/ Julio M. Aguinaga	0,352	-78,21436
Escuela Dos de Marzo	0,3524722	-78,19253
Escuela Hno. Miguel La Salle	0,3133056	-78,20272
Escuela Pedro Manuel Zumárraga	0,3268889	-78,20747
Colegio Nacional Nocturno Atuntaqui	0,3246945	-78,2093
Cámara de la Producción	0,3241111	-78,21344
Gremio de Sastres y Modistas FIAPAA	0,3305	-78,21875
Cámara de Comercio	0,3393889	-78,20675
Hospital	0,3351111	-78,21689
Municipio	0,3381389	-78,2245
Escuela Venezuela	0,3345	-78,22272
Genioteca	0,3326667	-78,2197
Escuela Caldas/Centro Artesanal	0,3311111	-78,21839
Colegio Antonio Ante	0,3278889	-78,2208
Escuela Carlos Montúfar	0,3316111	-78,21767

Municipio – Escuela Leonardo Pérez (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Leonardo Pérez

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

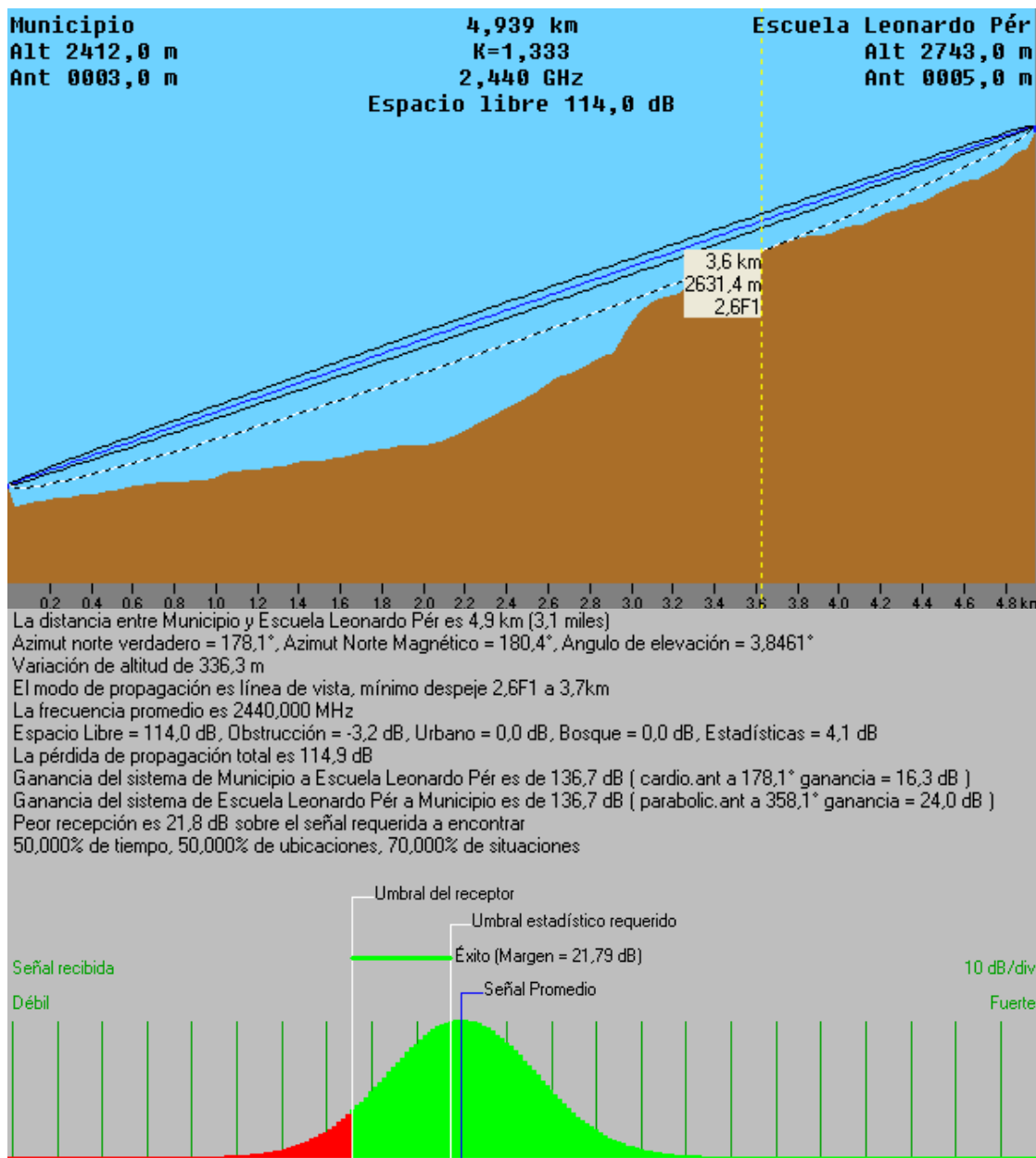


Figura 4. 11 Análisis del enlace Municipio – Esc. Leonardo Pérez (Radio Link)

Municipio – Escuela Dolores Sucre (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Directiva 27dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Dolores Sucre

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

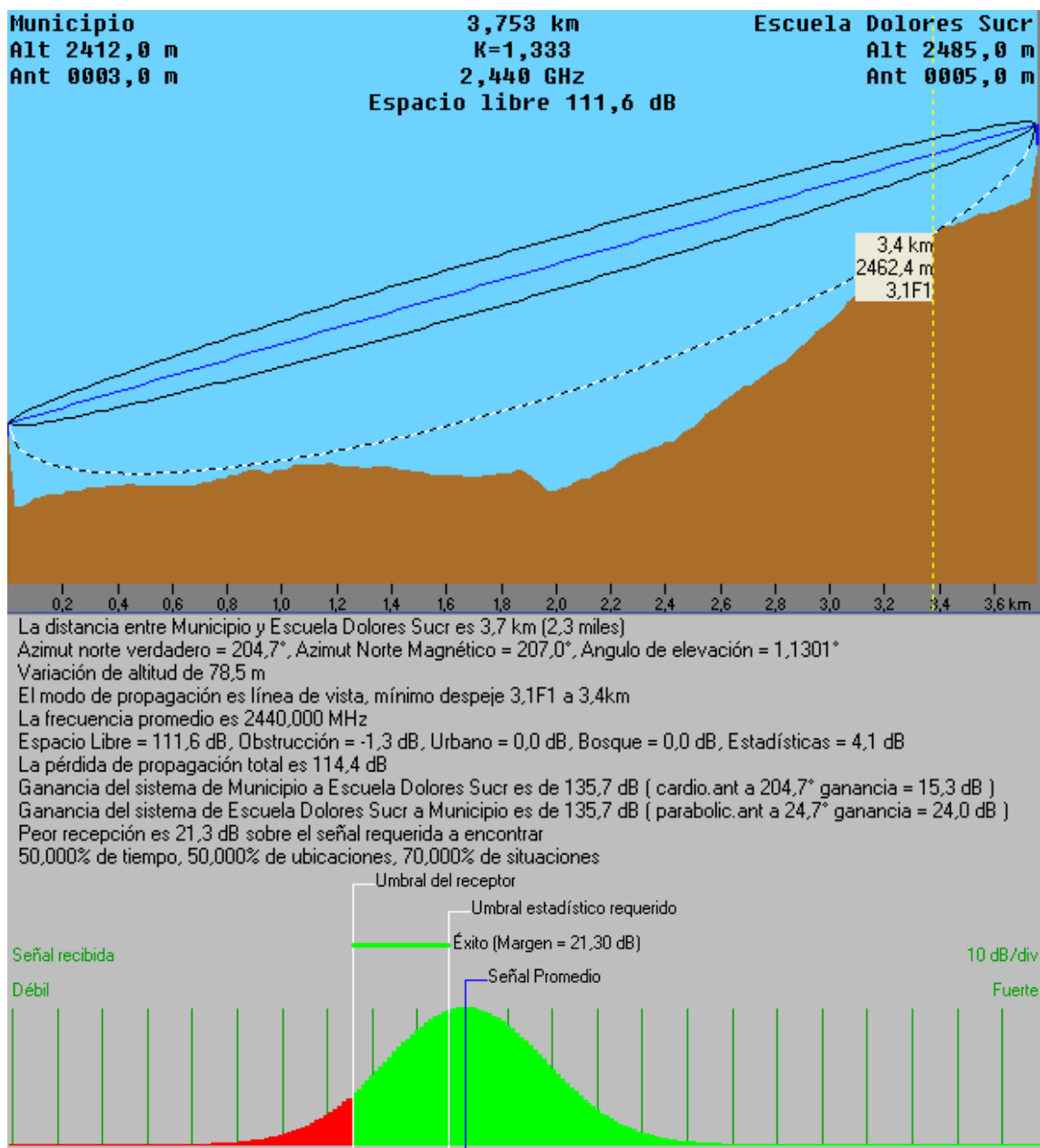


Figura 4. 12 Análisis del enlace Municipio – Esc. Dolores Sucre (Radio Link)

Municipio – Colegio Imbabura (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Colegio Imbabura

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

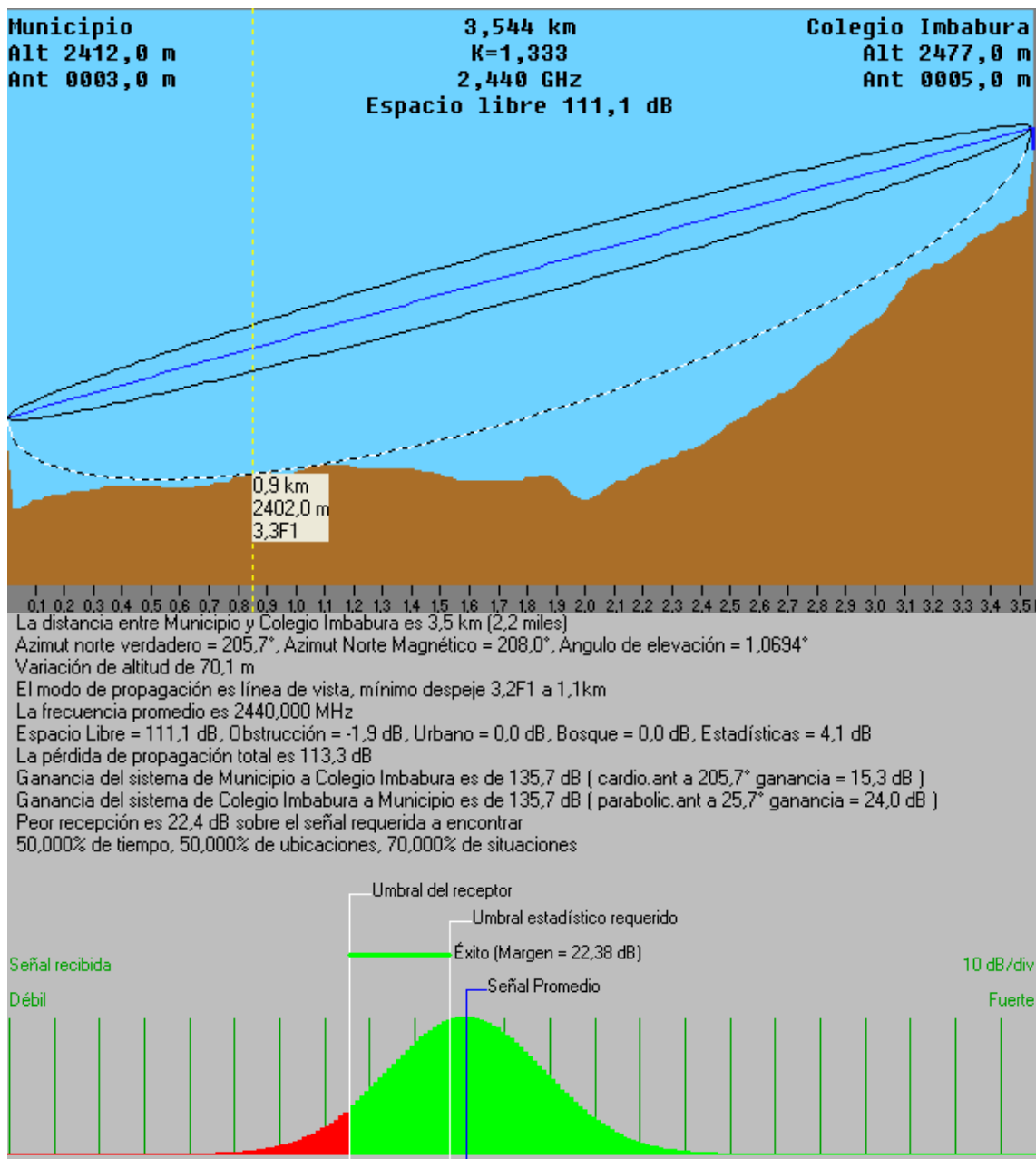


Figura 4. 14 Análisis del enlace Municipio – Colegio Imbabura (Radio Link)

Municipio – Junta Parroquial San José (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Junta Parroquial San José

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

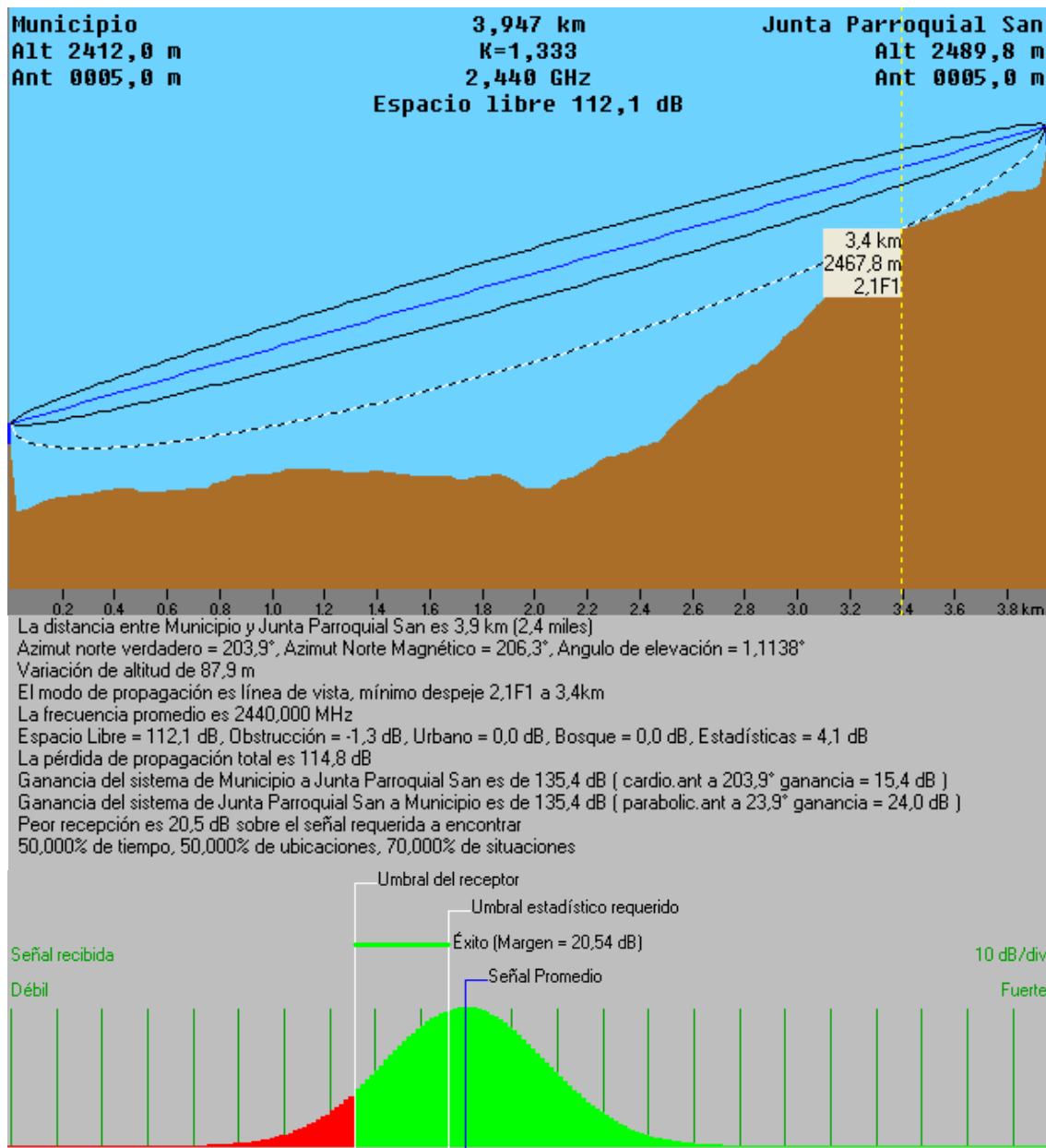


Figura 4. 15 Análisis del enlace Municipio – Junta Parroquial (Radio Link)

Municipio – Escuela Venezuela (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Venezuela

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

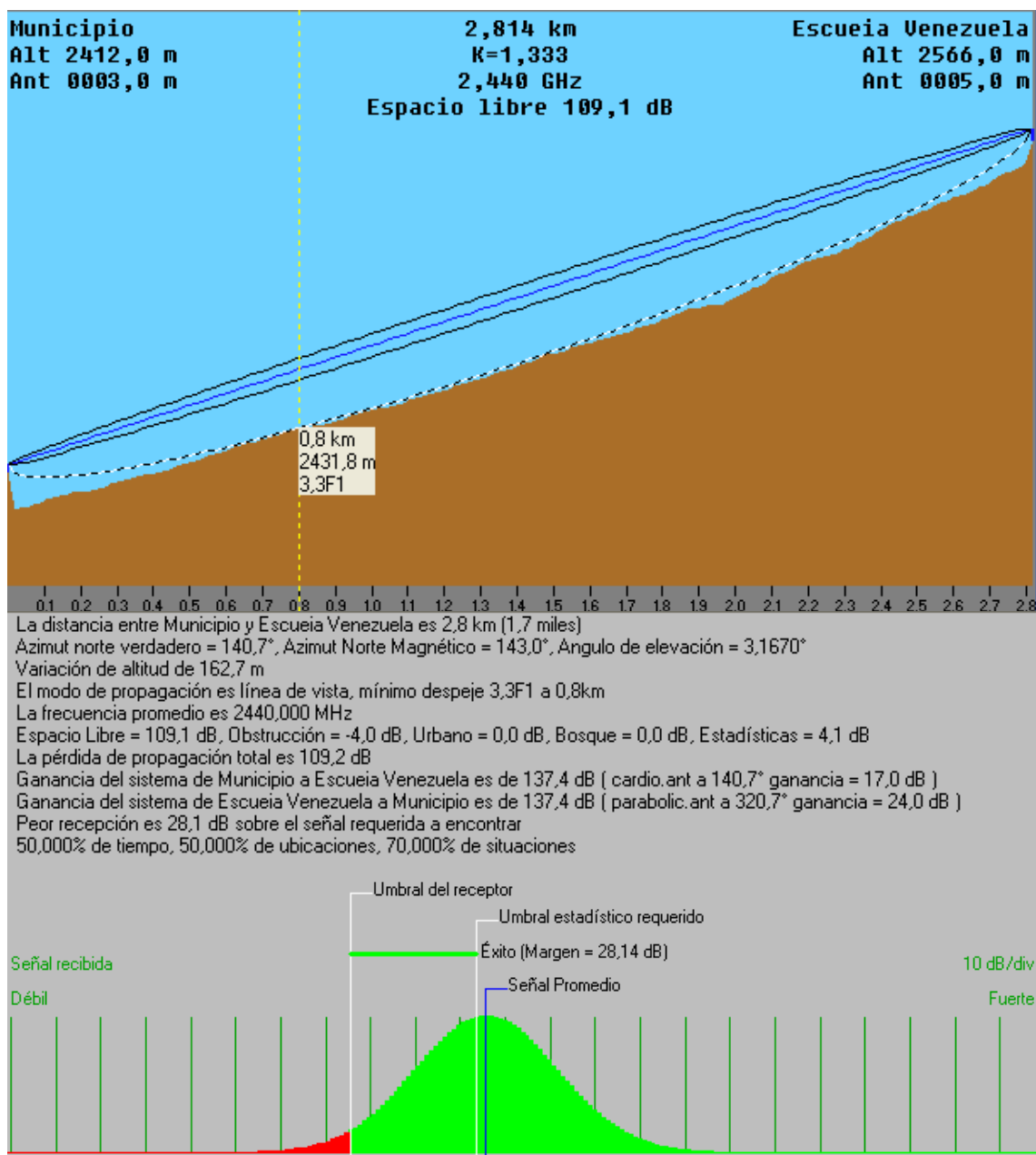


Figura 4. 19 Análisis del enlace Municipio – Esc. Venezuela (Radio Link)

Municipio – Genioteca (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Genioteca

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

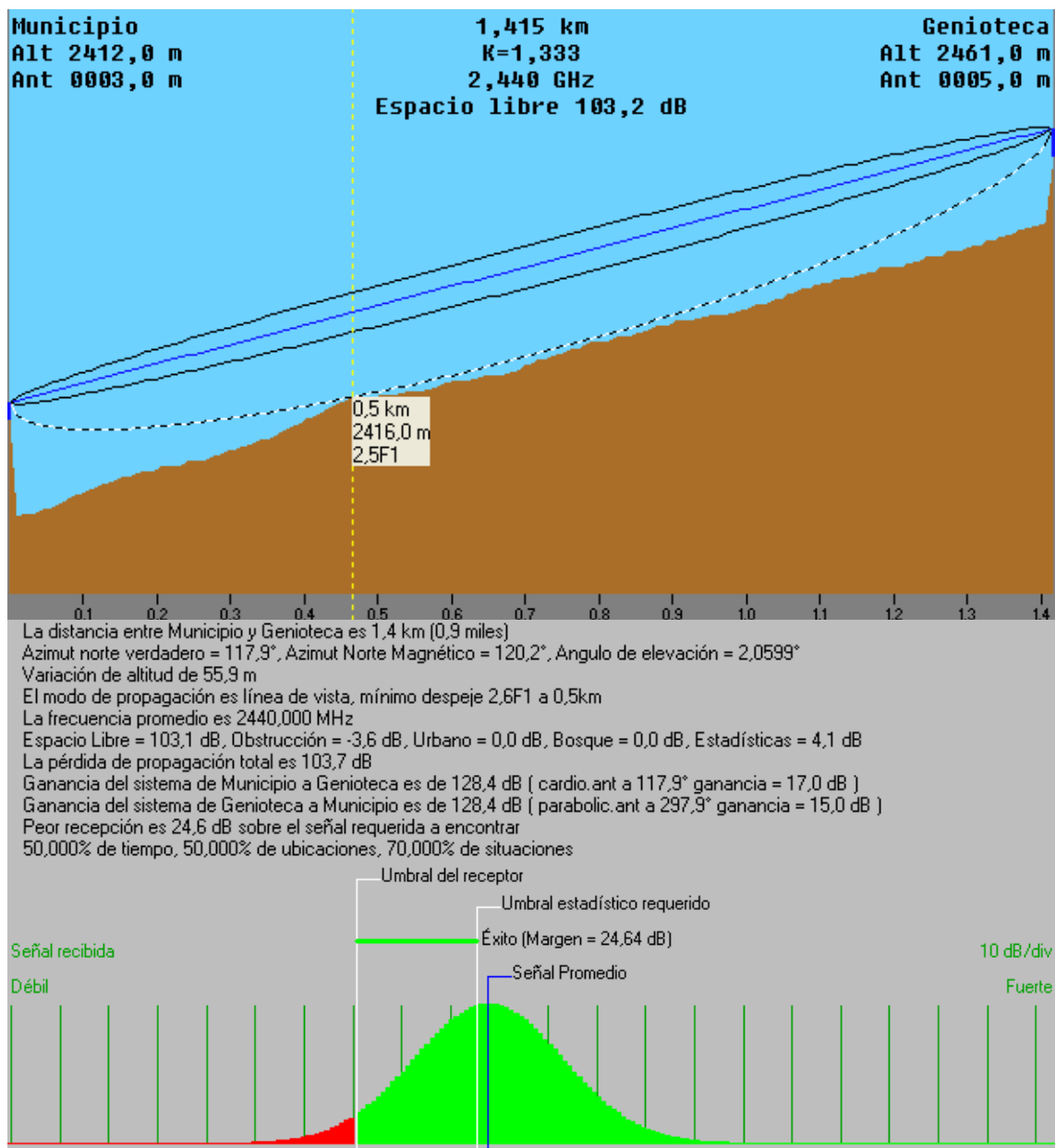


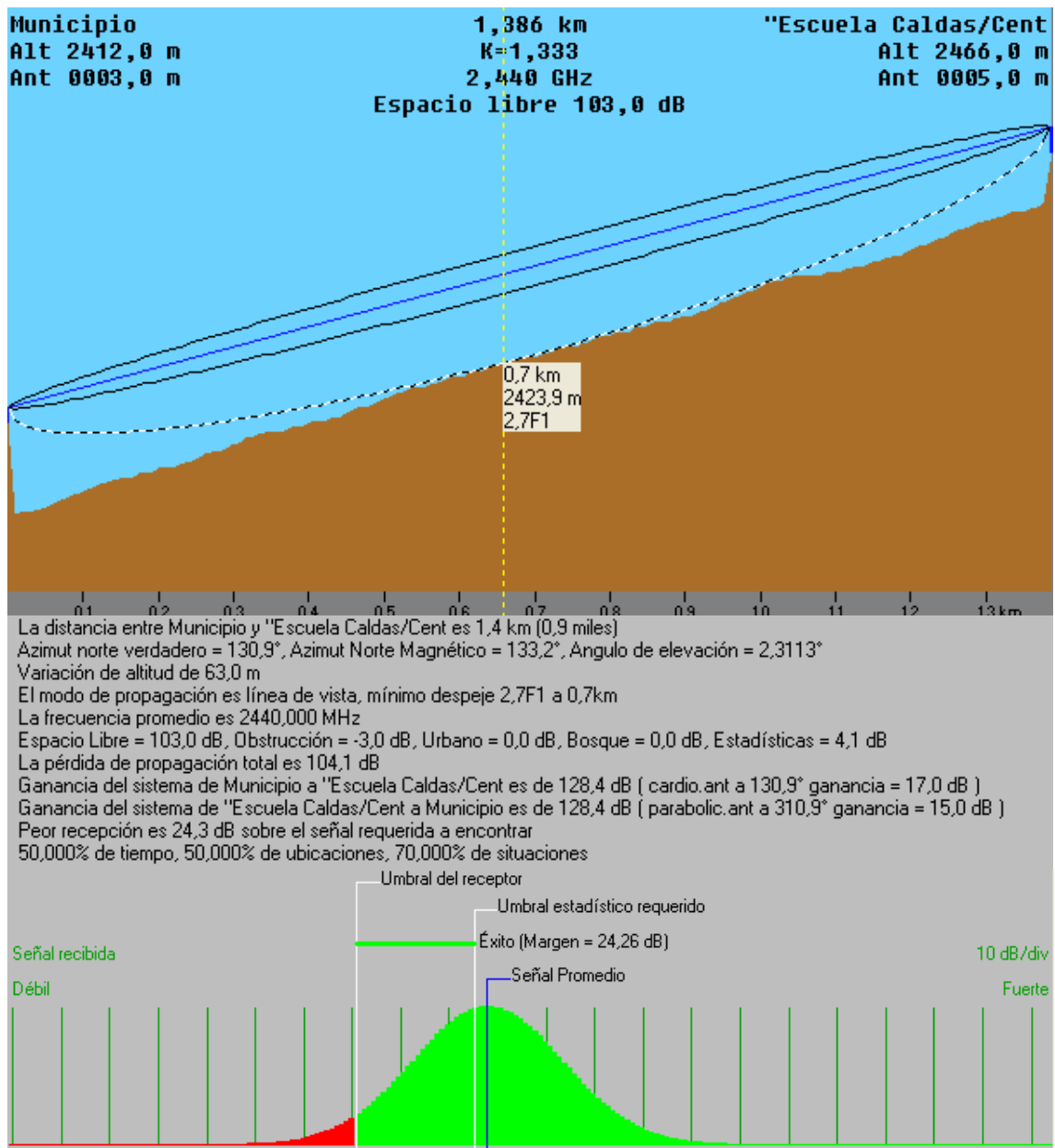
Figura 4. 20 Análisis del enlace Municipio – Genioteca (Radio Link)

Municipio – Escuela Caldas (PMP)**Equipos****Municipio**

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Caldas

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

**Figura 4. 21 Análisis del enlace Municipio – Esc. Caldas (Radio Link)**

Municipio – Colegio Antonio Ante (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Colegio Antonio Ante

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

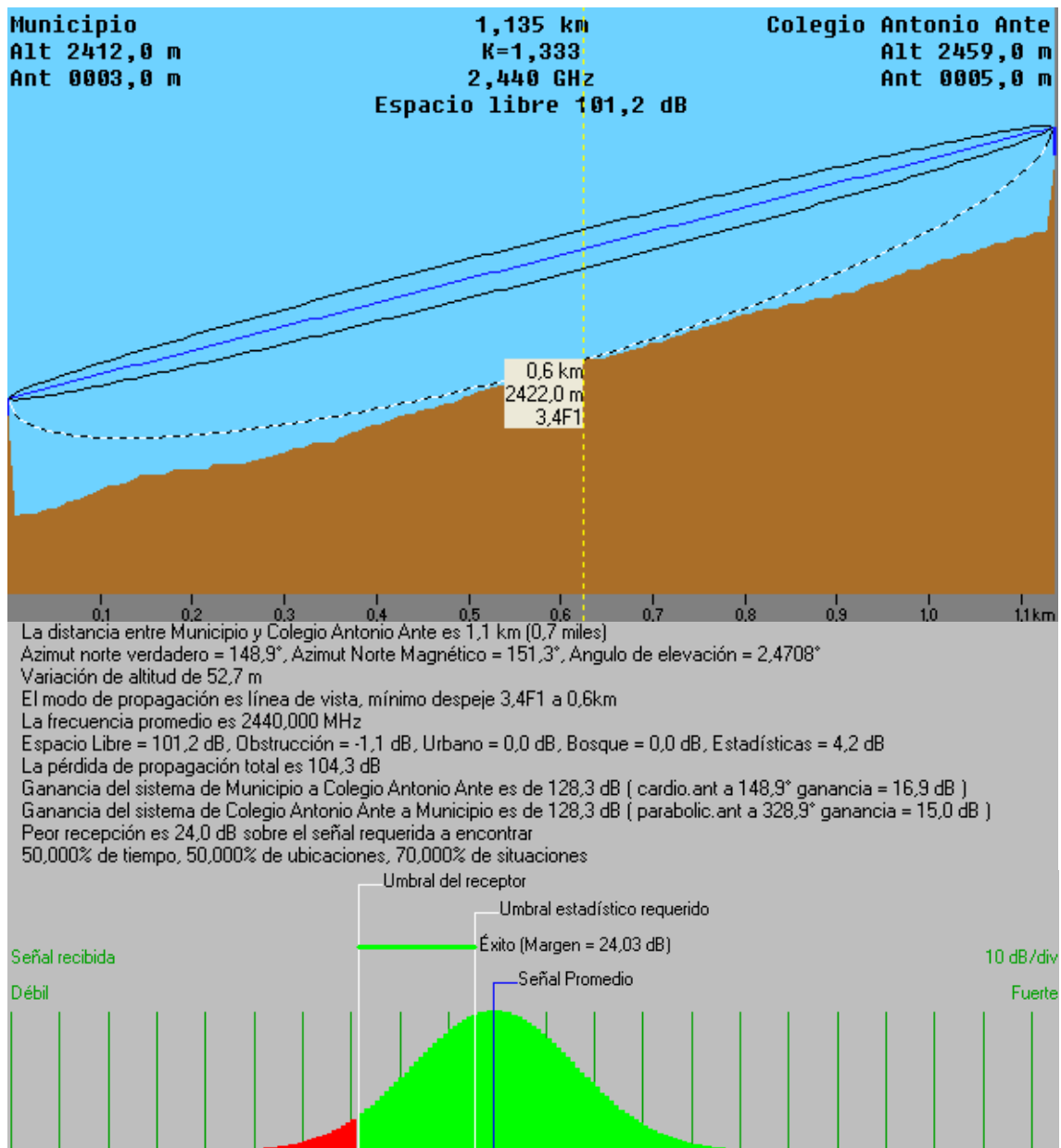


Figura 4. 22 Análisis del enlace Municipio – Colegio Antonio Ante (Radio Link)

Municipio – Patronato Municipal (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Patronato Municipal

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

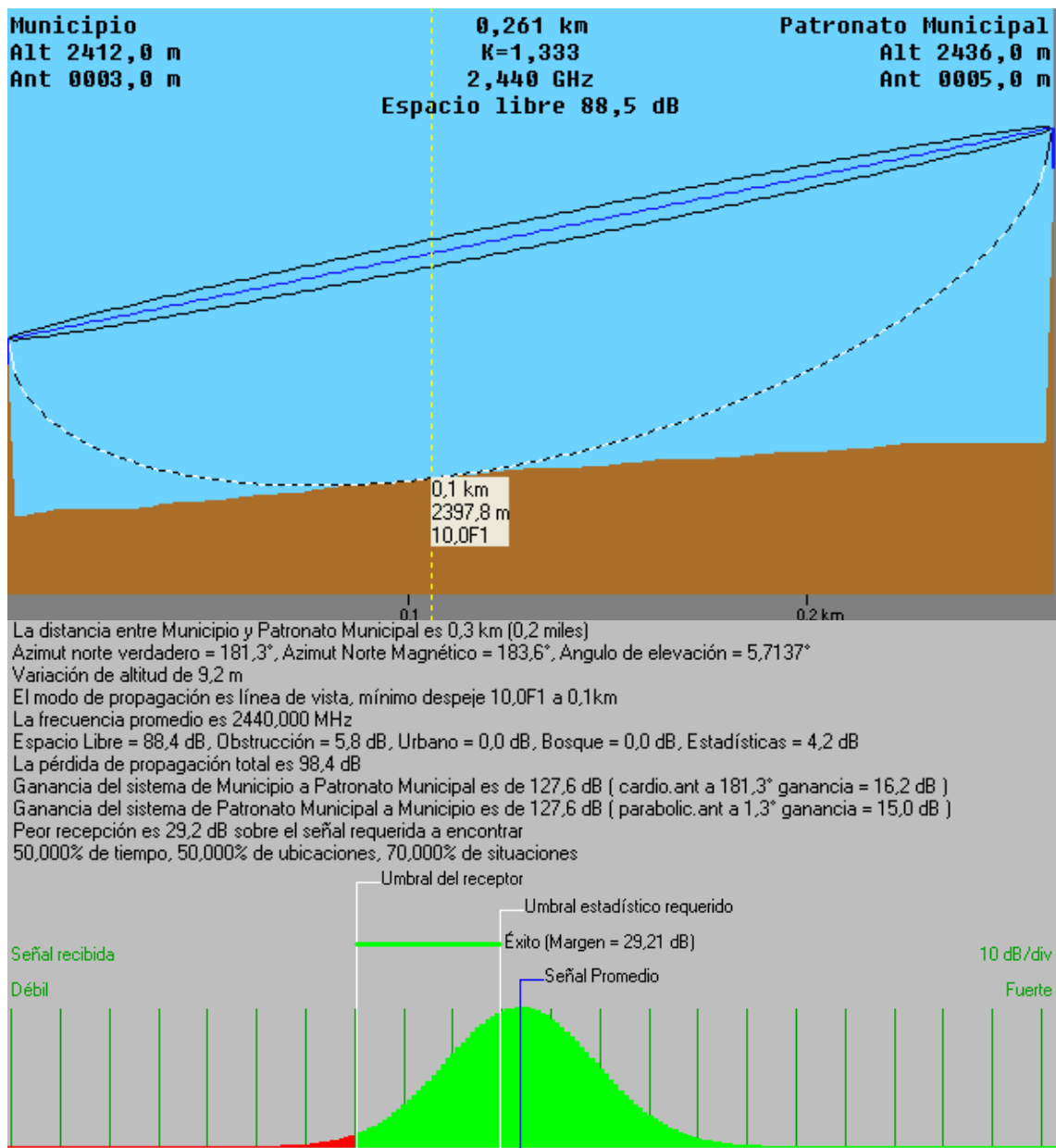


Figura 4. 23 Análisis del enlace Municipio – Patronato Municipal (Radio Link)

Municipio – Policarpa Solavarrie (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Policarpa Solavarrie

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

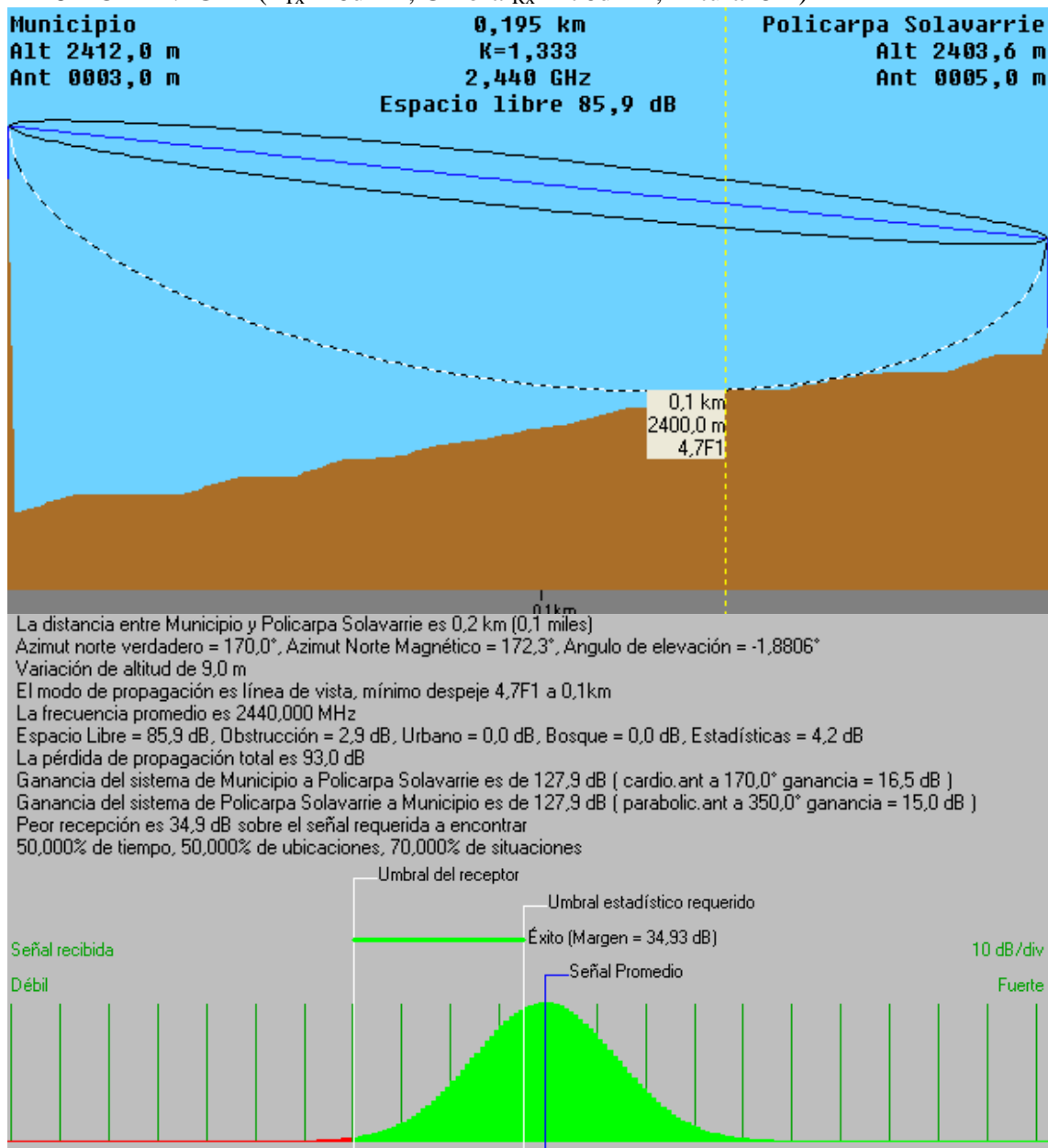


Figura 4. 24 Análisis del enlace Municipio – Policarpa Solavarrie (Radio Link)

Municipio – Escuela 2 de Marzo (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela 2 de Marzo

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

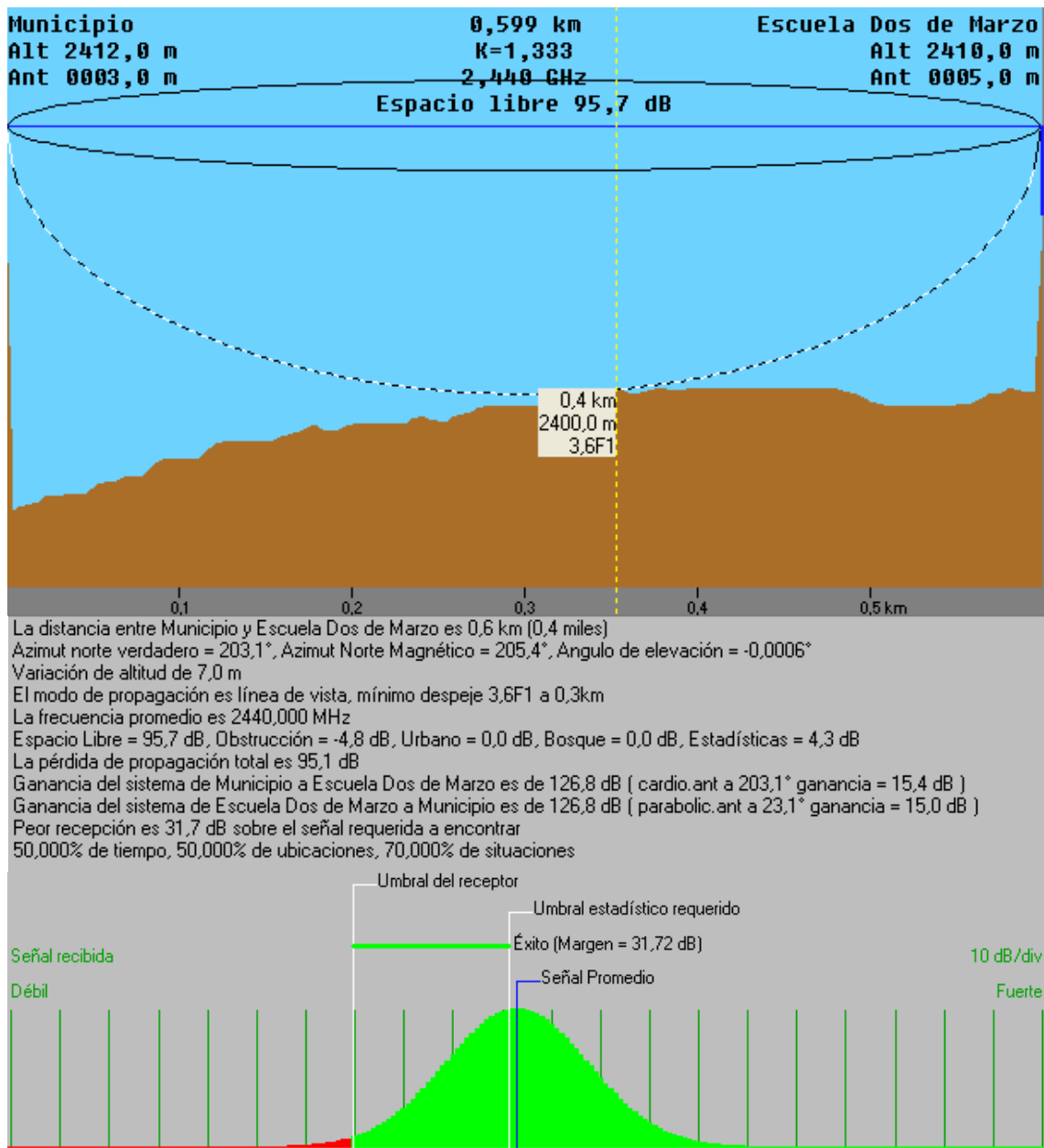


Figura 4. 25 Análisis del enlace Municipio – Esc. Dos de Marzo (Radio Link)

Municipio – Escuela Hermano Miguel (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP (P_{Tx}=26dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=3m)

Escuela Hermano Miguel

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz (P_{Tx}=26dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=5m)

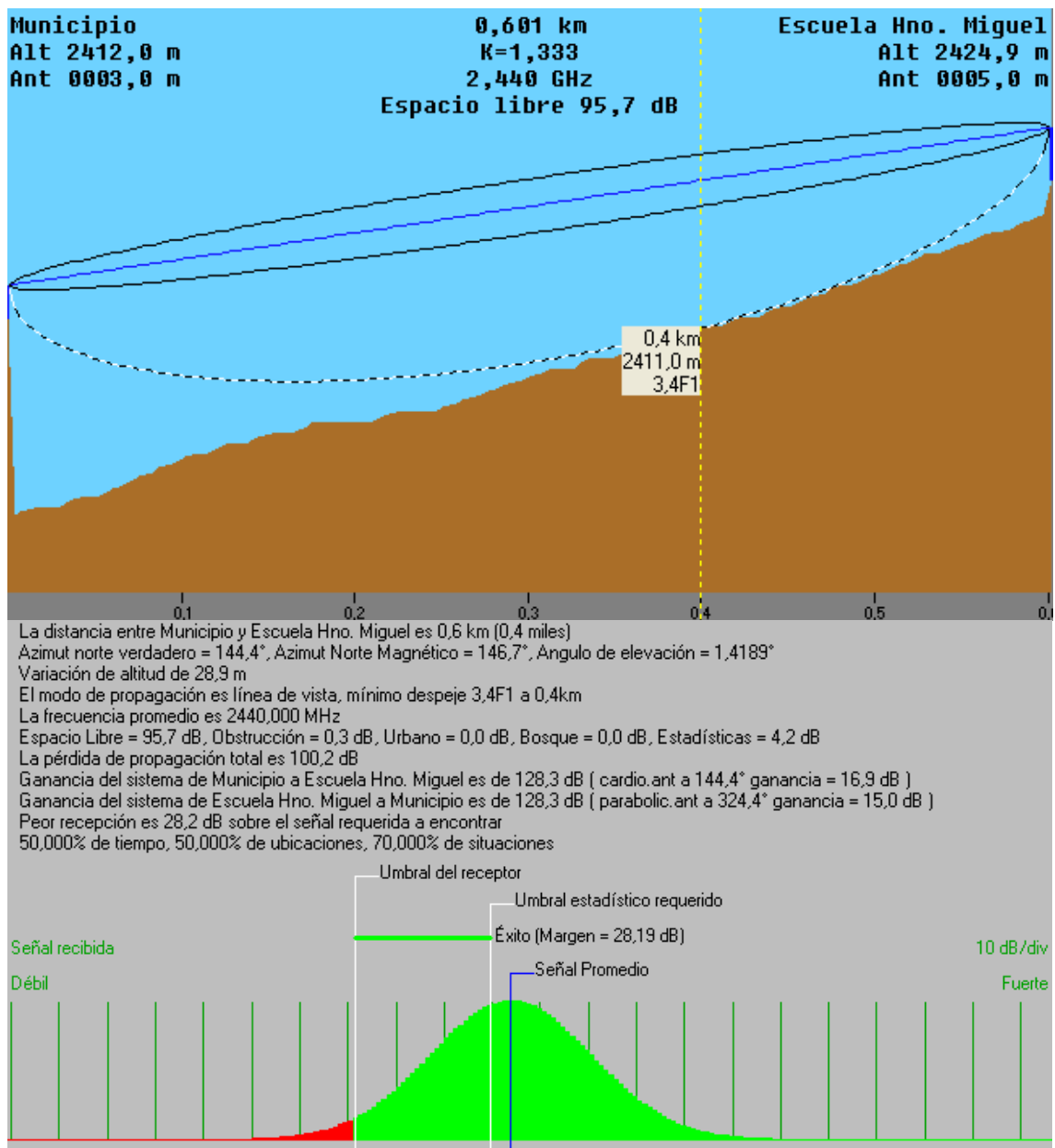


Figura 4. 26 Análisis del enlace Municipio – Esc. Hno. Miguel (Radio Link)

Municipio – Escuela Pedro Manuel (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Pedro Manuel

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

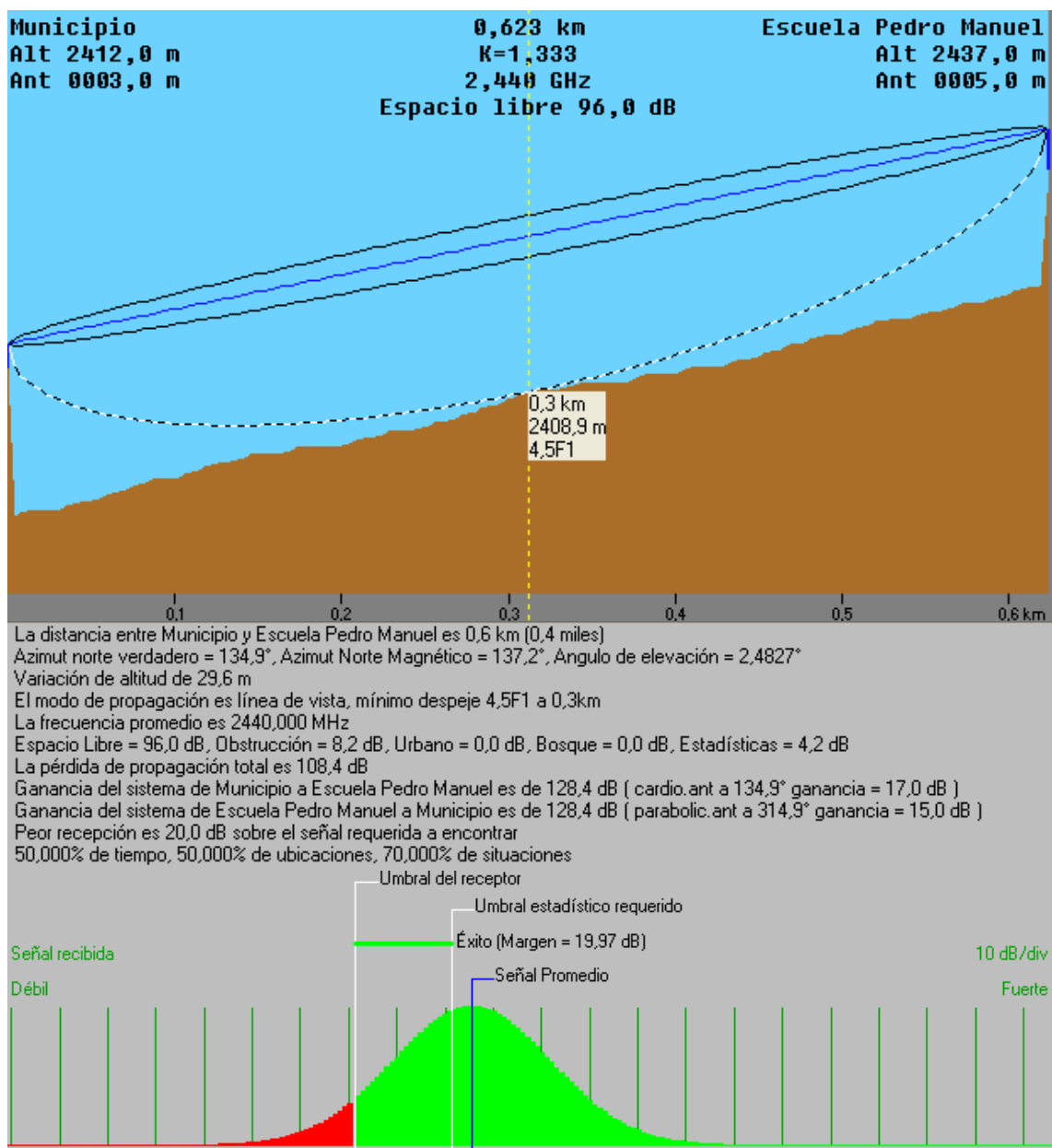


Figura 4. 27 Análisis del enlace Municipio – Esc. Pedro Manuel (Radio Link)

Municipio – Colegio Nacional Nocturno (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Colegio Nacional Nocturno

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

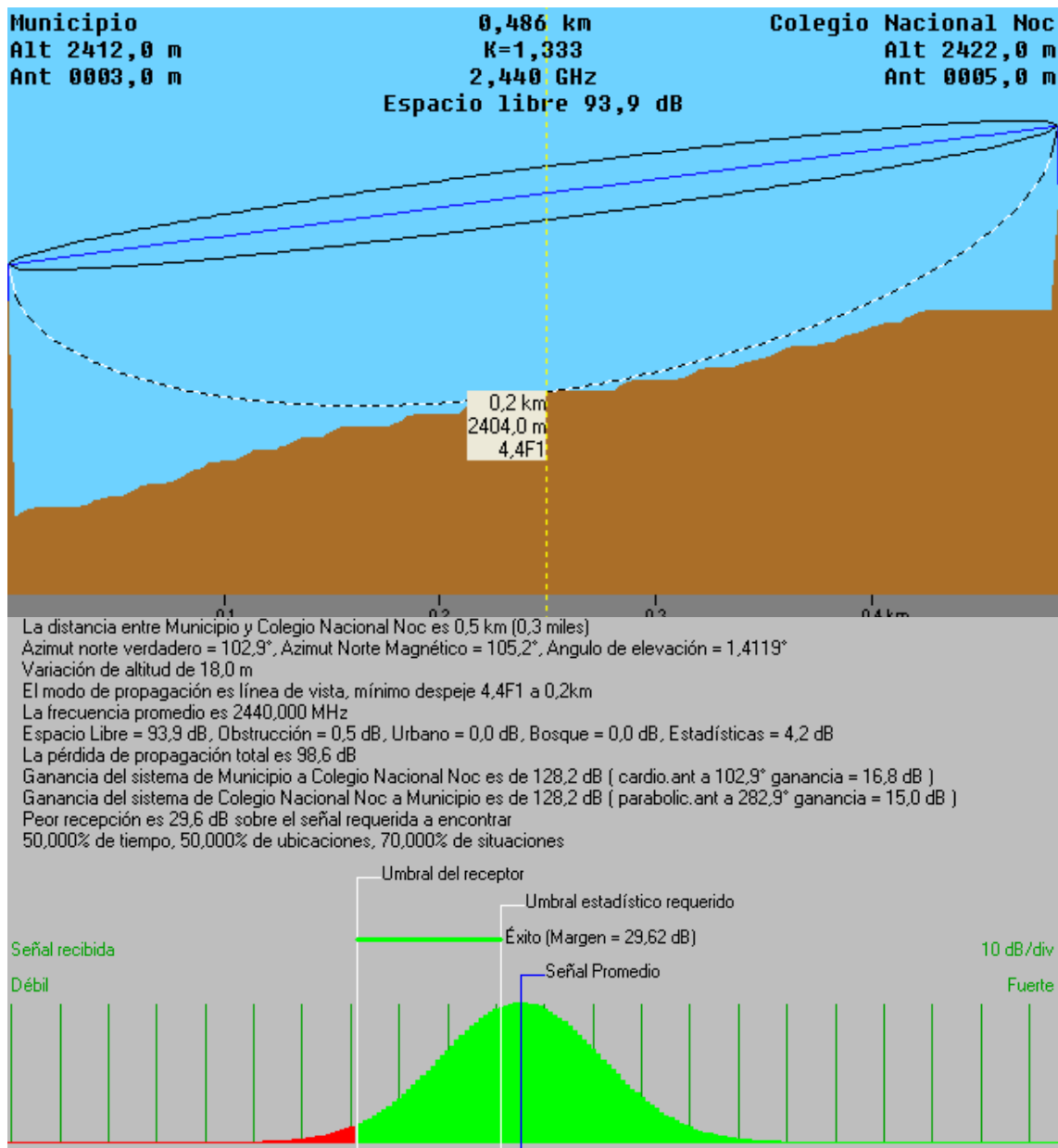


Figura 4. 28 Análisis del enlace Municipio – Colegio Nacional Nocturno (Radio Link)

Municipio – Cámara de Producción (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Cámara de Producción

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

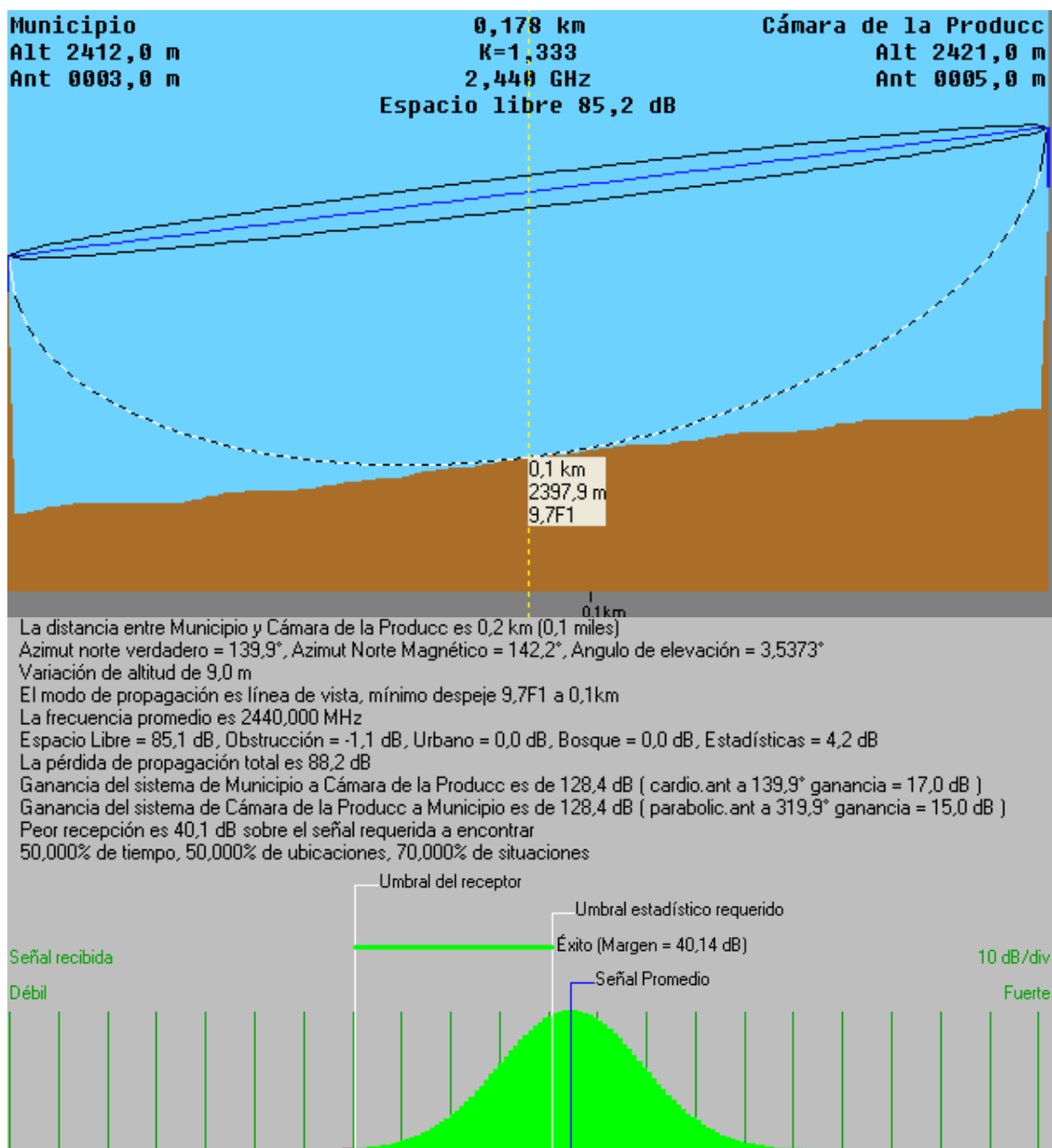


Figura 4. 29 Análisis del enlace Municipio – Cámara de Producción (Radio Link)

Municipio – Gremio de Sastres (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP (P_{Tx}=26dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=3m)

Gremio de Sastres

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz (P_{Tx}=26dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=5m)

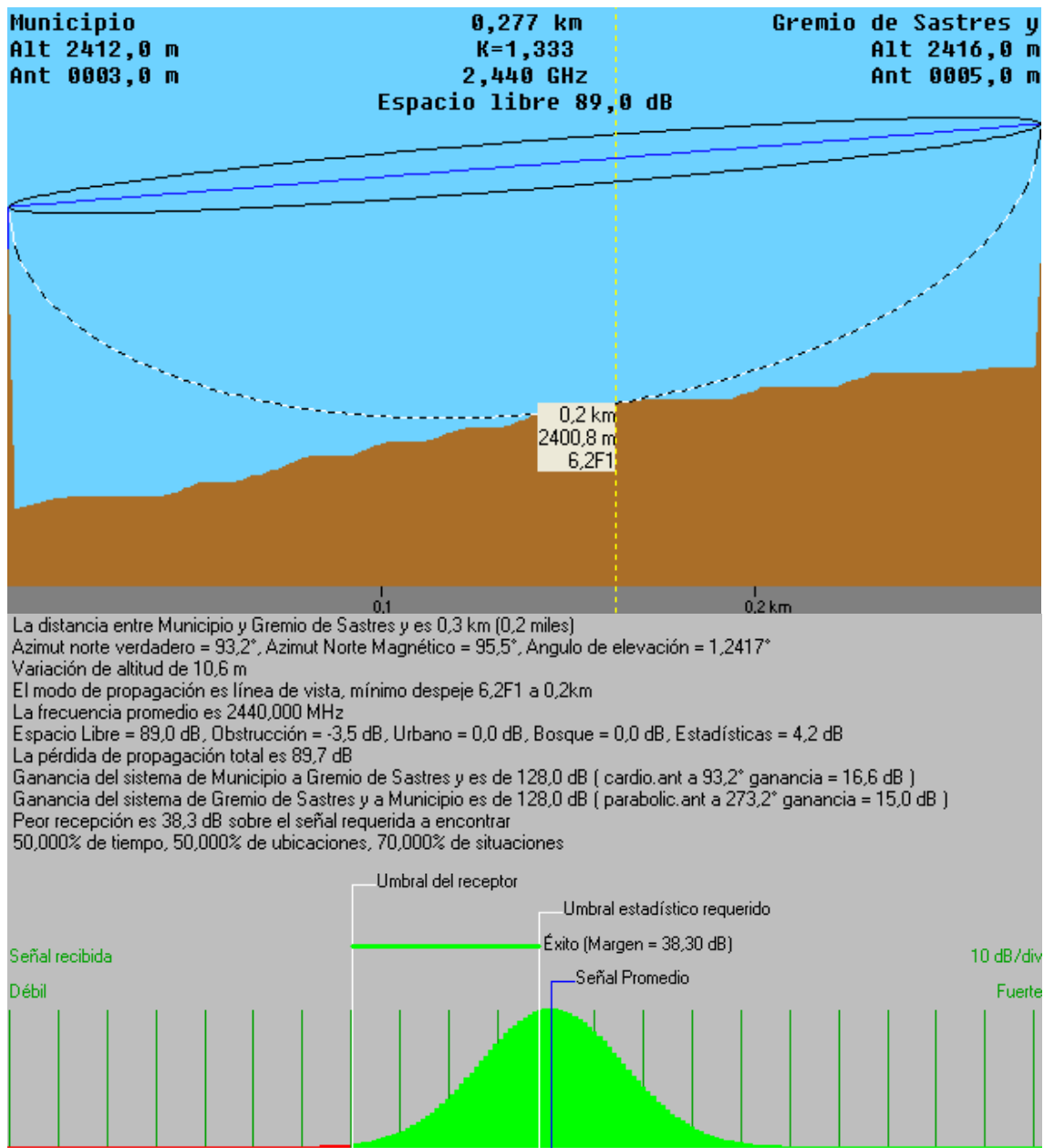


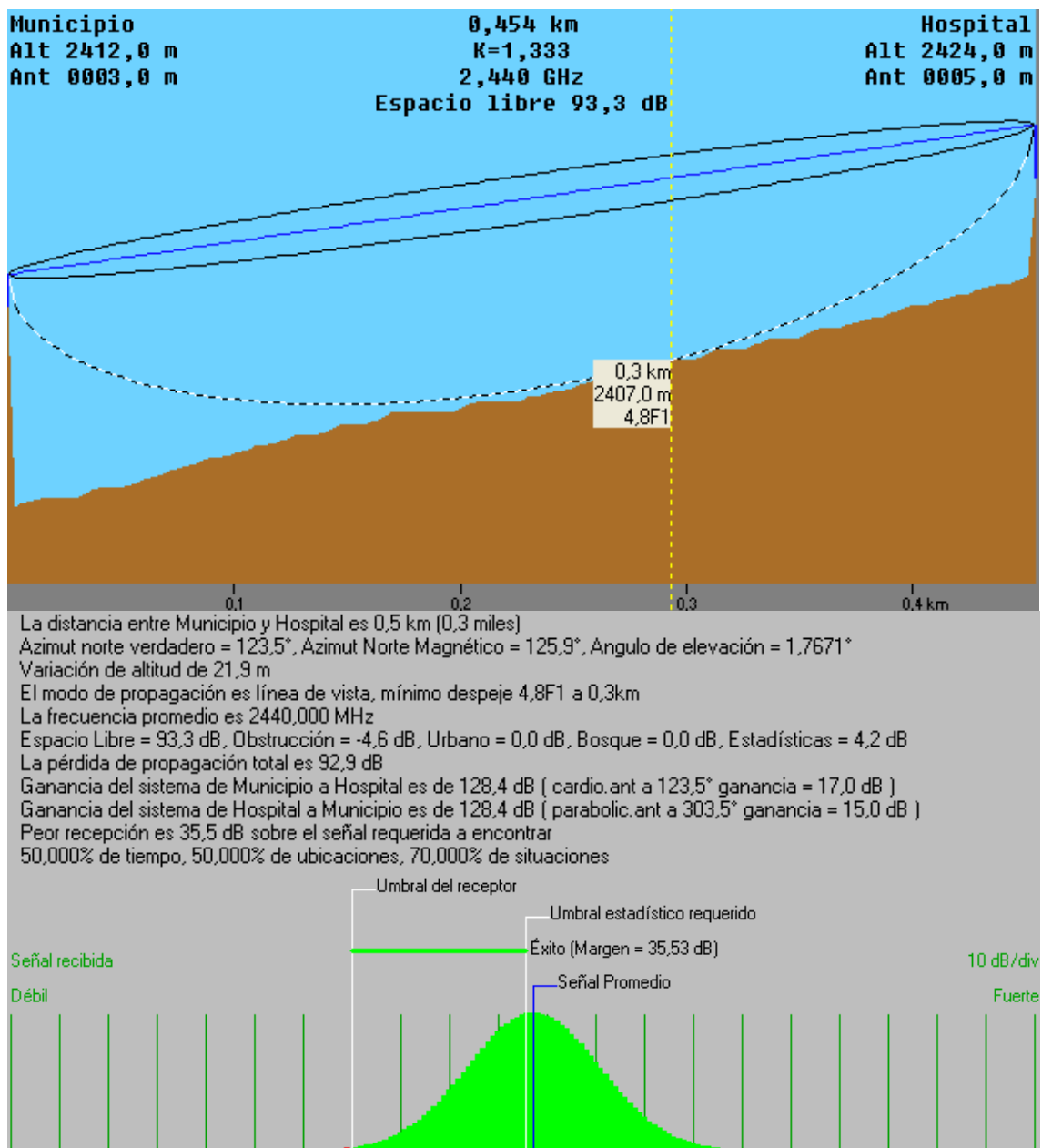
Figura 4. 30 Análisis del enlace Municipio – Gremio de Sastres (Radio Link)

Municipio – Hospital (PMP)**Equipos****Municipio**

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Hospital

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

**Figura 4. 31 Análisis del enlace Municipio – Hospital (Radio Link)**

En la siguiente figura podemos ver todas las unidades pertenecientes a esta primera fase con su cobertura y una referencia de distancia desde el nodo central que en este caso es el Municipio.

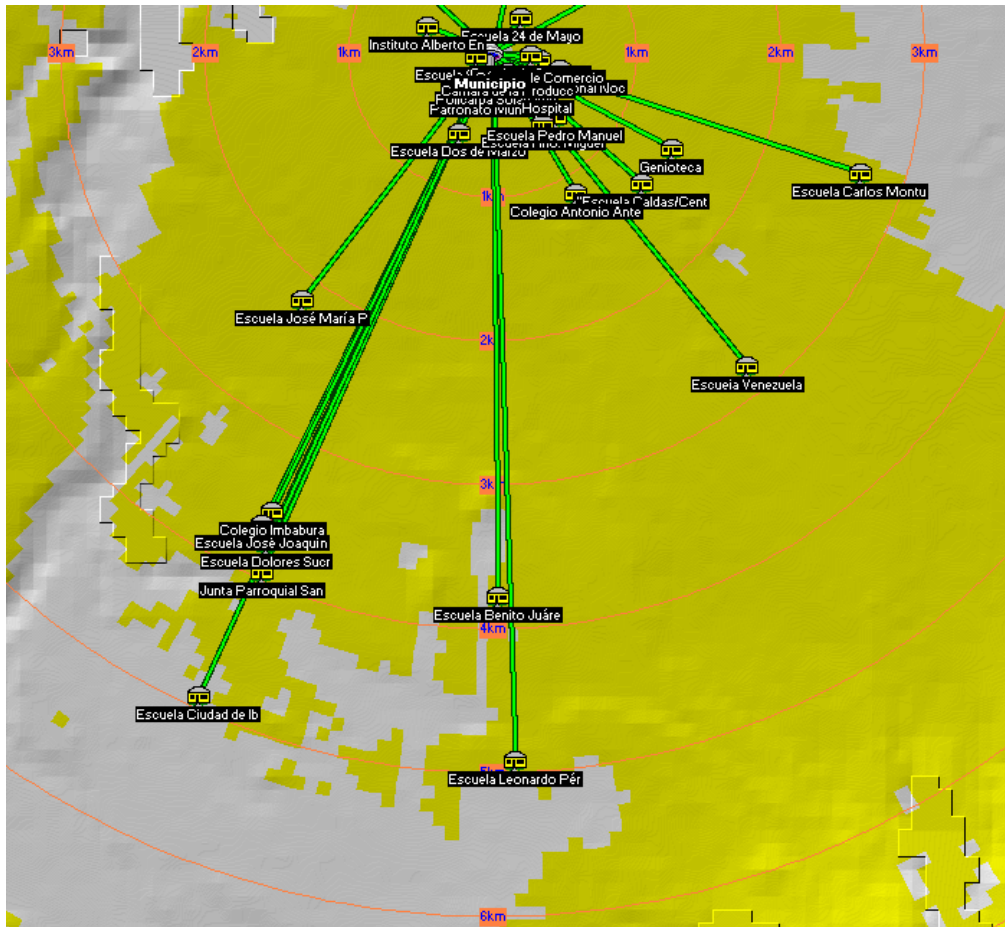


Figura 4. 32 Enlace Municipio (Sur) (Radio Link)

4.5.2 Enlace Municipio (Norte)

Las unidades que forman parte de este enlace son las siguientes:

Tabla 4. 7 Escuelas del enlace Municipio Norte

Enlace Municipio Norte	Latitud	Longitud
Col Abelardo Moncayo	0,3394	-78,19428
Escuela 24 de Mayo	0,339	-78,19312
Centro A. Ambuqui /Escuela Pacha	0,3254	-78,19564
Instituto Alberto Enríquez	0,3556	-78,18723
Escuela Santa Luisa	0,3548	-78,19583
Escuela Carlos Julio Arosemena	0,3306	-78,2153

Municipio – Escuela Carlos Julio (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Carlos Julio

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

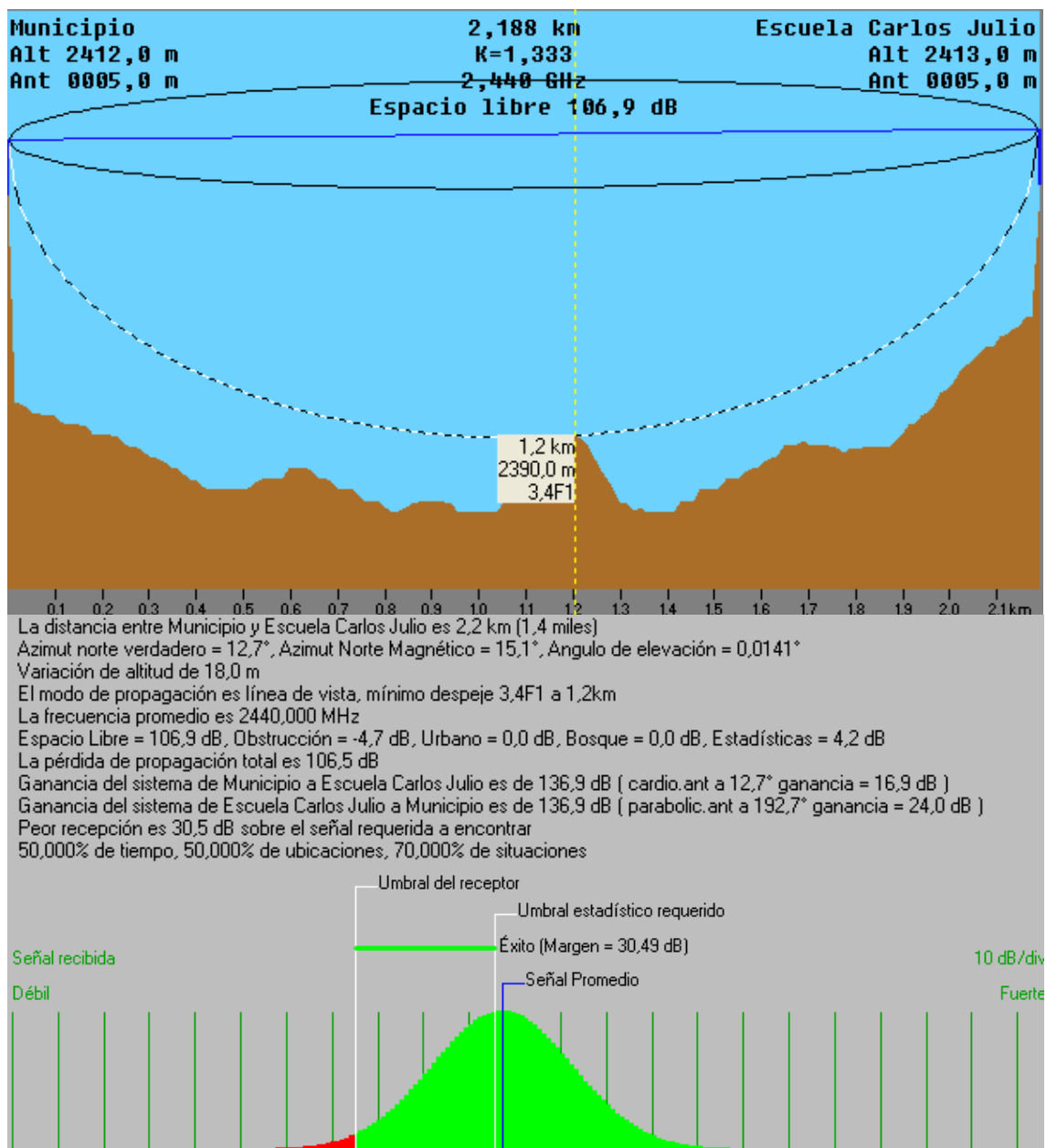


Figura 4. 33 Análisis del enlace Municipio – Esc. Carlos Julio (Radio Link)

Municipio – Colegio Abelardo Moncayo (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Colegio Abelardo Moncayo

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

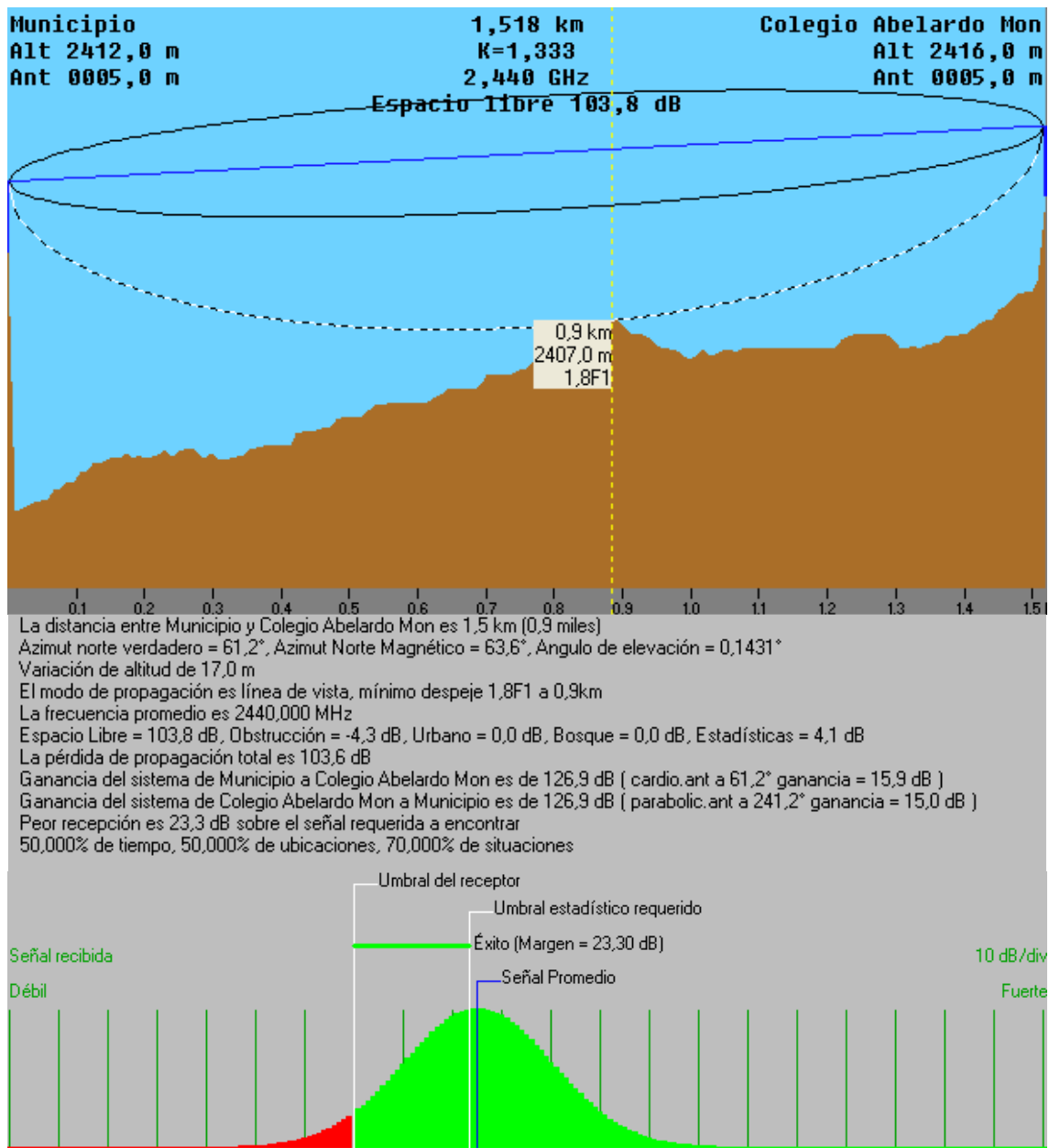


Figura 4. 34 Análisis del enlace Municipio – Colegio Abelardo Moncayo (Radio Link)

Municipio – Escuela 24 de Mayo (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela 24 de Mayo

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

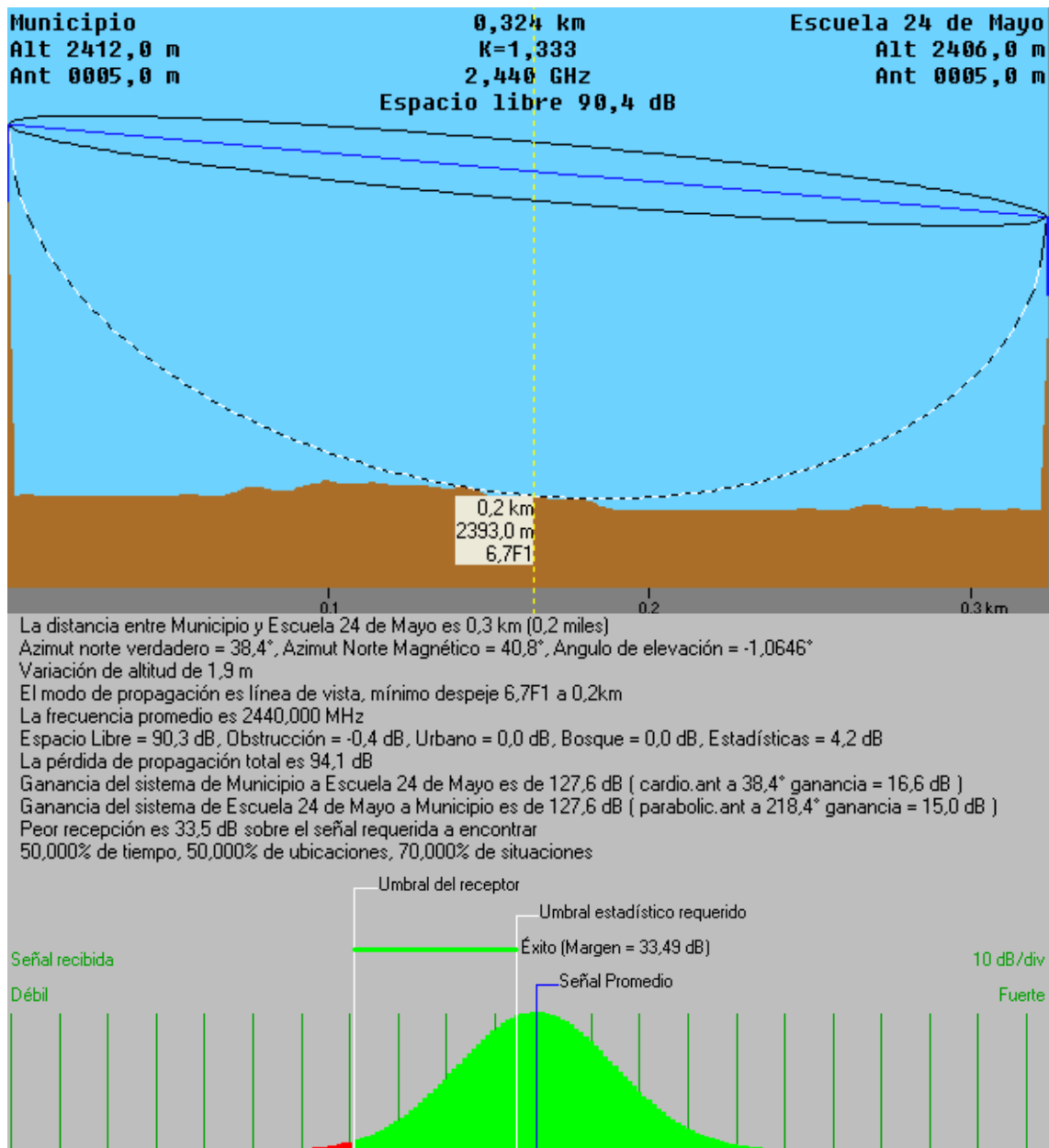


Figura 4. 35 Análisis del enlace Municipio – Esc. 24 de Mayo (Radio Link)

Municipio – Centro Ambuquí (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Centro Ambuquí

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

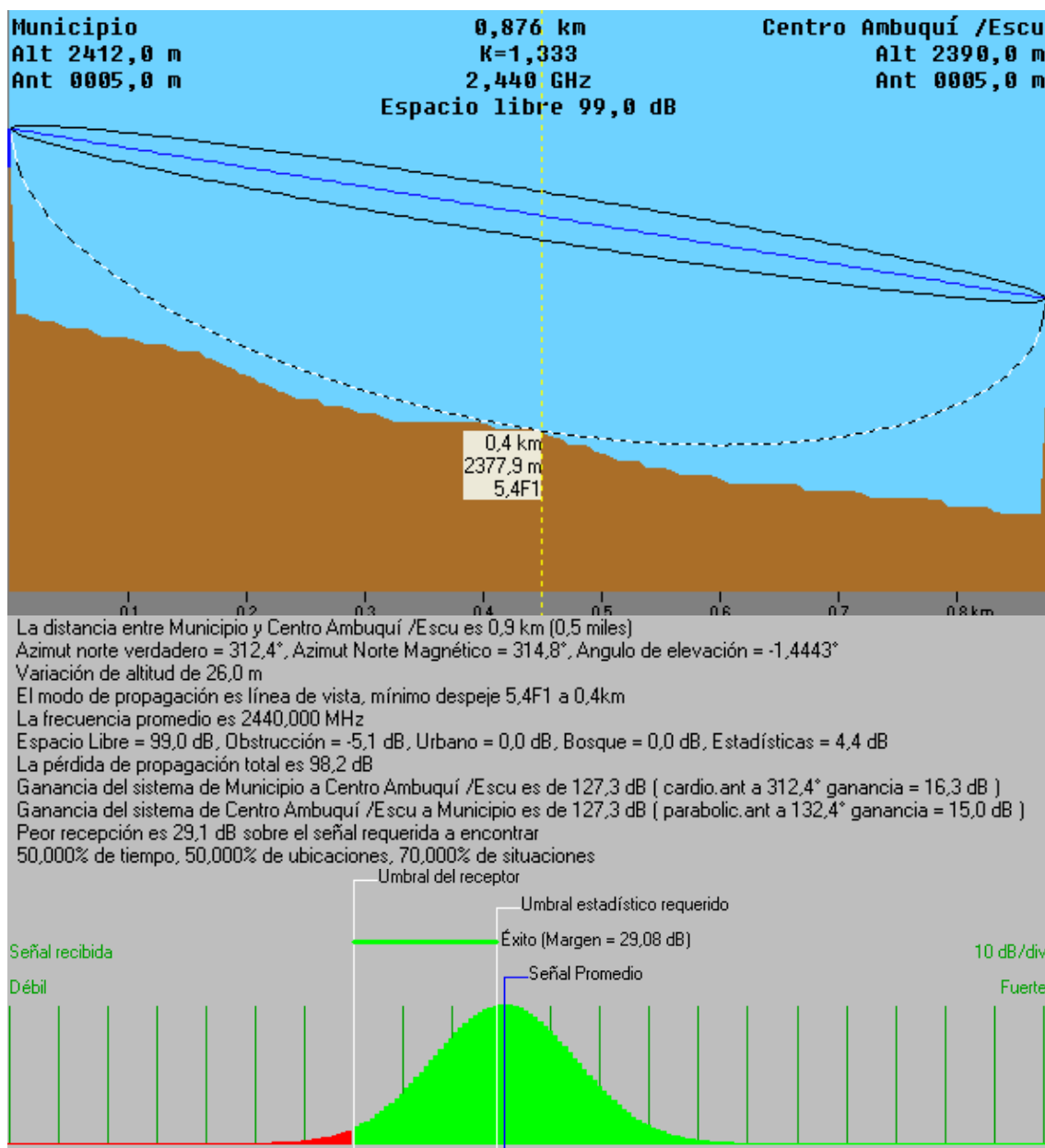


Figura 4. 36 Análisis del enlace Municipio – Centro Ambuquí (Radio Link)

Municipio – Instituto Alberto E. (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Instituto Alberto E.

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

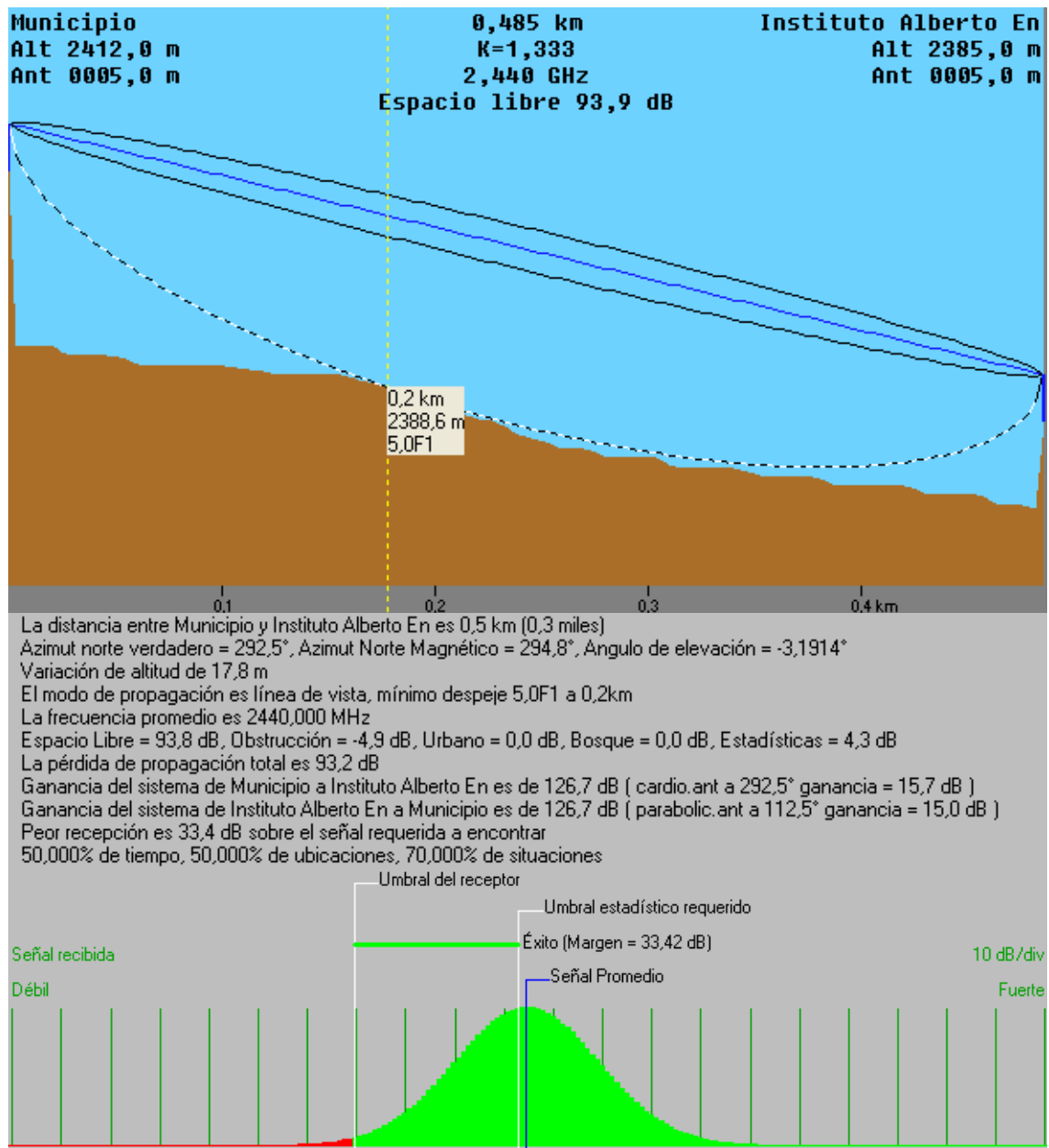


Figura 4. 37 Análisis del enlace Municipio – Ins. Alberto En (Radio Link)

Municipio – Escuela Santa Luisa (PMP)

Equipos

Municipio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=3\text{m}$)

Escuela Santa Luisa

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

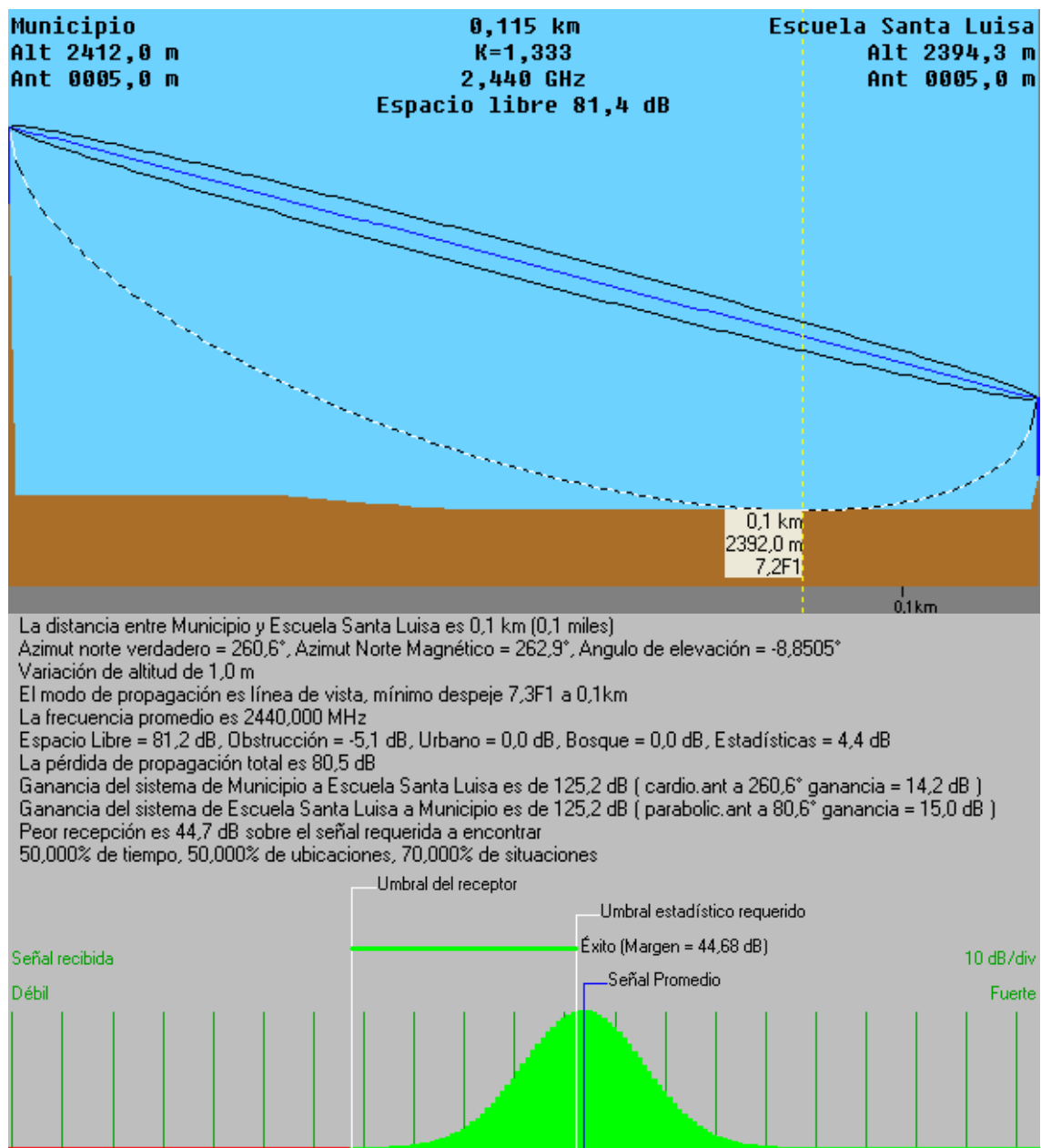


Figura 4. 38 Análisis del enlace Municipio – Esc. Santa Luisa (Radio Link)

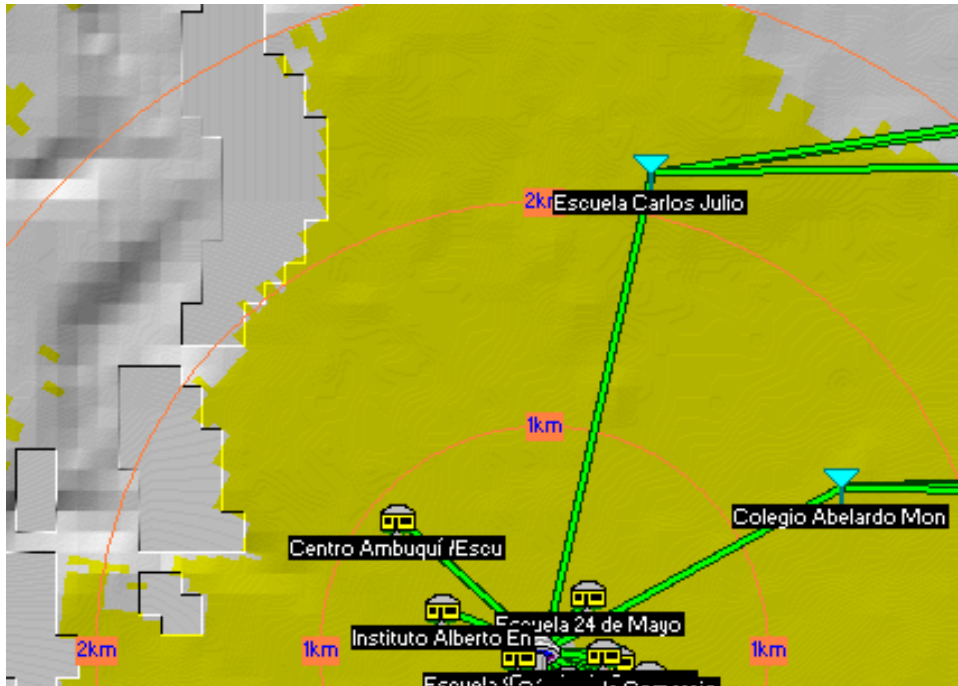


Figura 4. 39 Enlace Municipio (Norte) (Radio Link)

4.5.3 Repetidora Colegio Abelardo Moncayo

Una vez que se ha llegado hasta el Colegio Abelardo Moncayo, éste punto nos sirve como repetidora para otras escuelas como lo vamos a ver en la figura

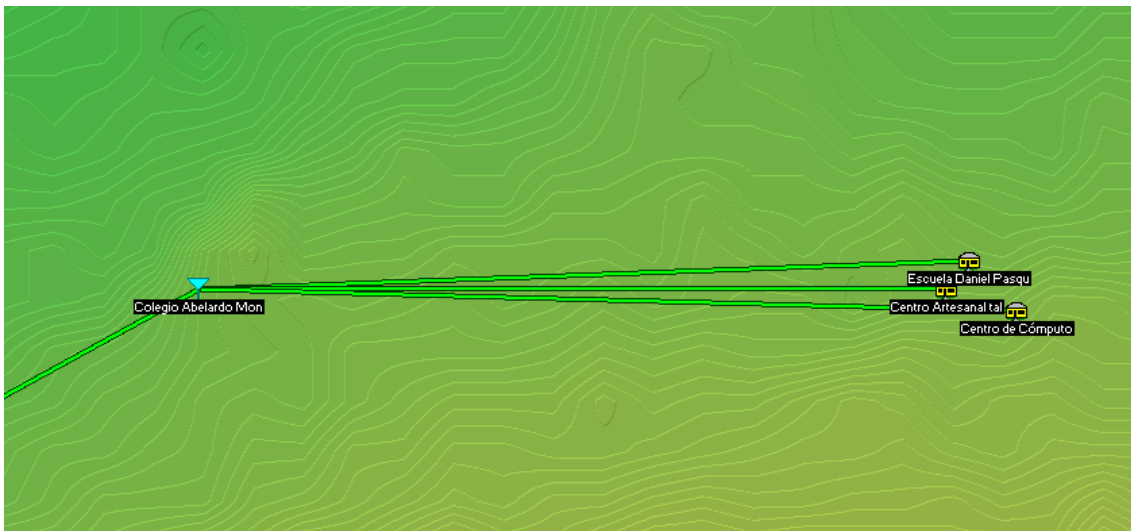


Figura 4. 40 Repetidora Colegio Abelardo Moncayo (Radio Mobile)

A continuación se detalla los enlaces y sus características.

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo – Escuela Daniel Pasquel (PMP)

Equipos

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Escuela Daniel Pasquel

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

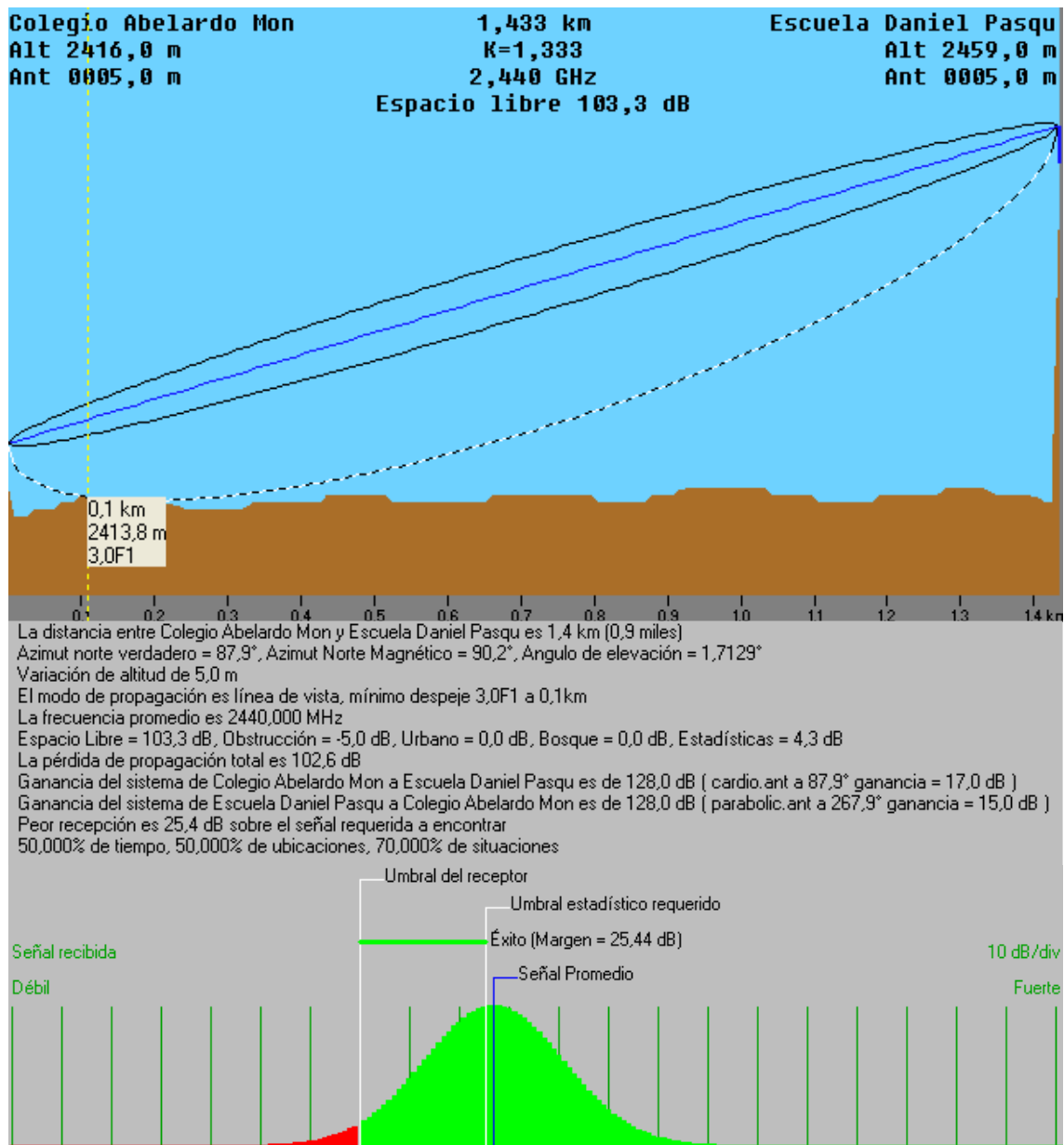


Figura 4. 41 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Esc. Daniel Pasquel (Radio Link)

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo – Centro Artesanal (PMP)

Equipos

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Centro Artesanal

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

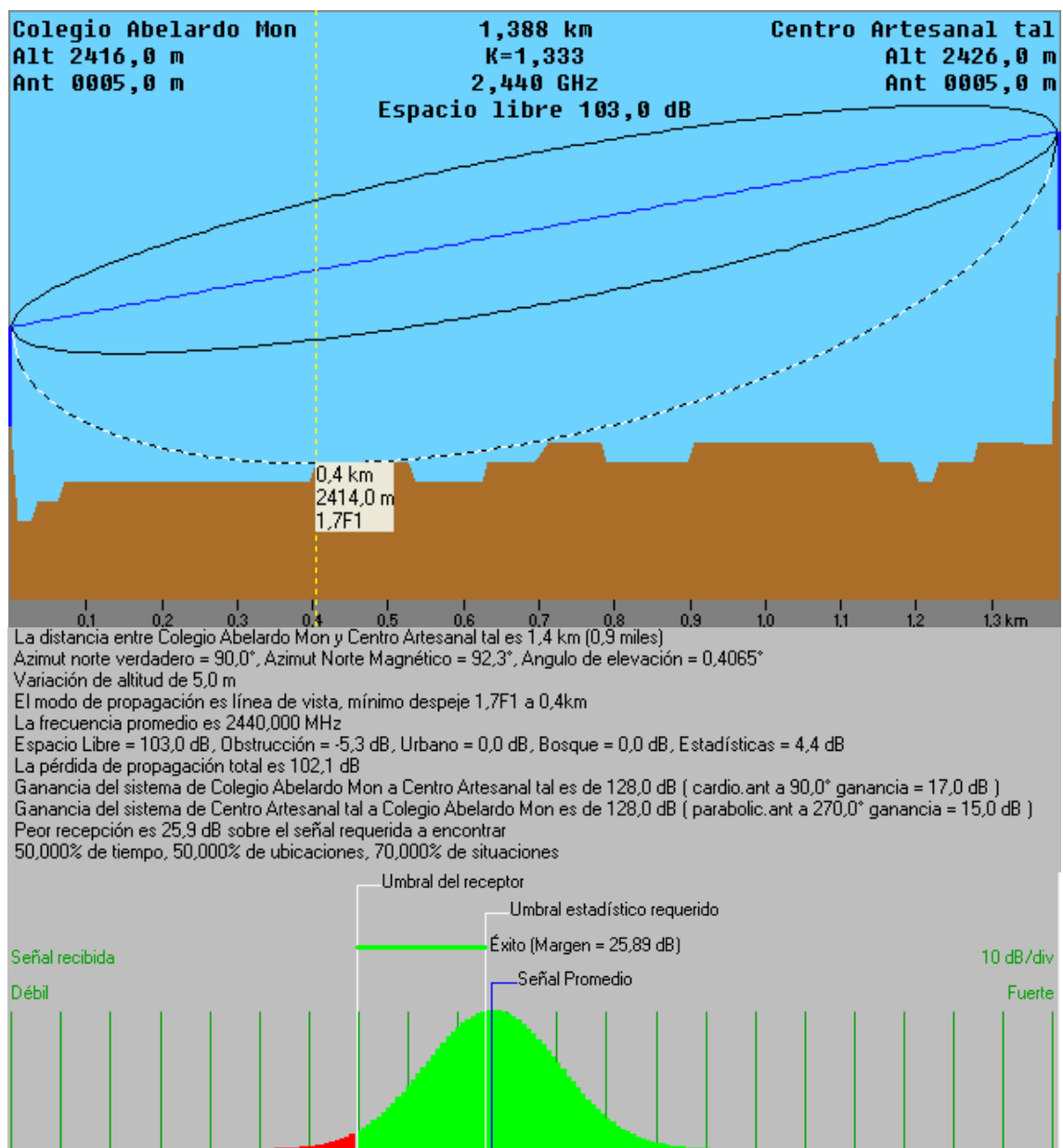


Figura 4. 42 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Centro Artesanal (Radio Link)

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo – Centro de Cómputo (PMP) **Equipos**

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Centro de Cómputo

- Antena Directiva 15dBi
- CPE 2.4GHZ ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

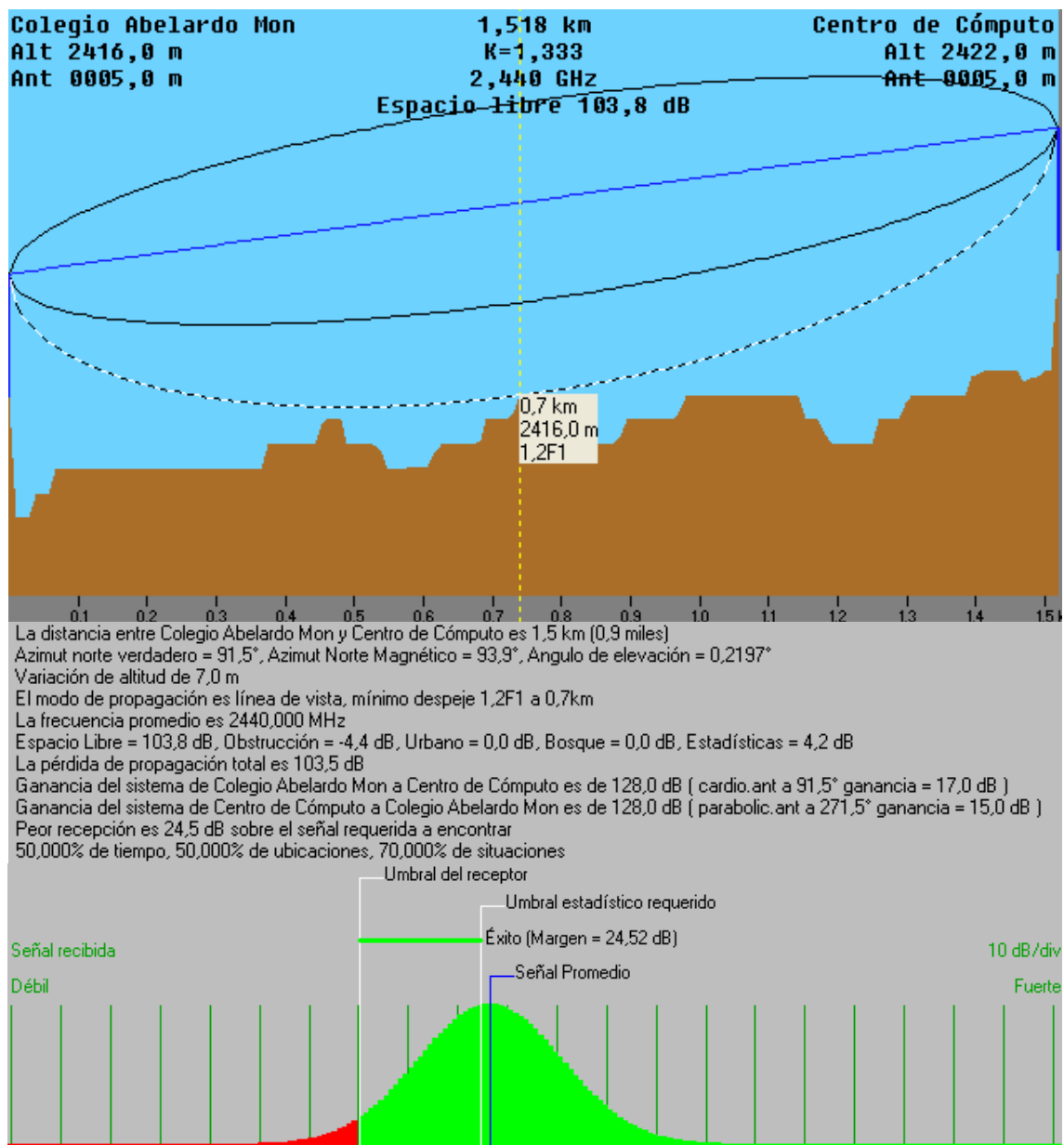


Figura 4. 43 Análisis del enlace Col. Abelardo Moncayo – Centro de Cómputo (Radio Link)

4.5.4 Repetidora Escuela Carlos Julio

Repetidora Escuela Carlos Julio –Escuela Francisco Jarrín (PMP)

Equipos

Repetidora Escuela Carlos Julio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Escuela Francisco Jarrín

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

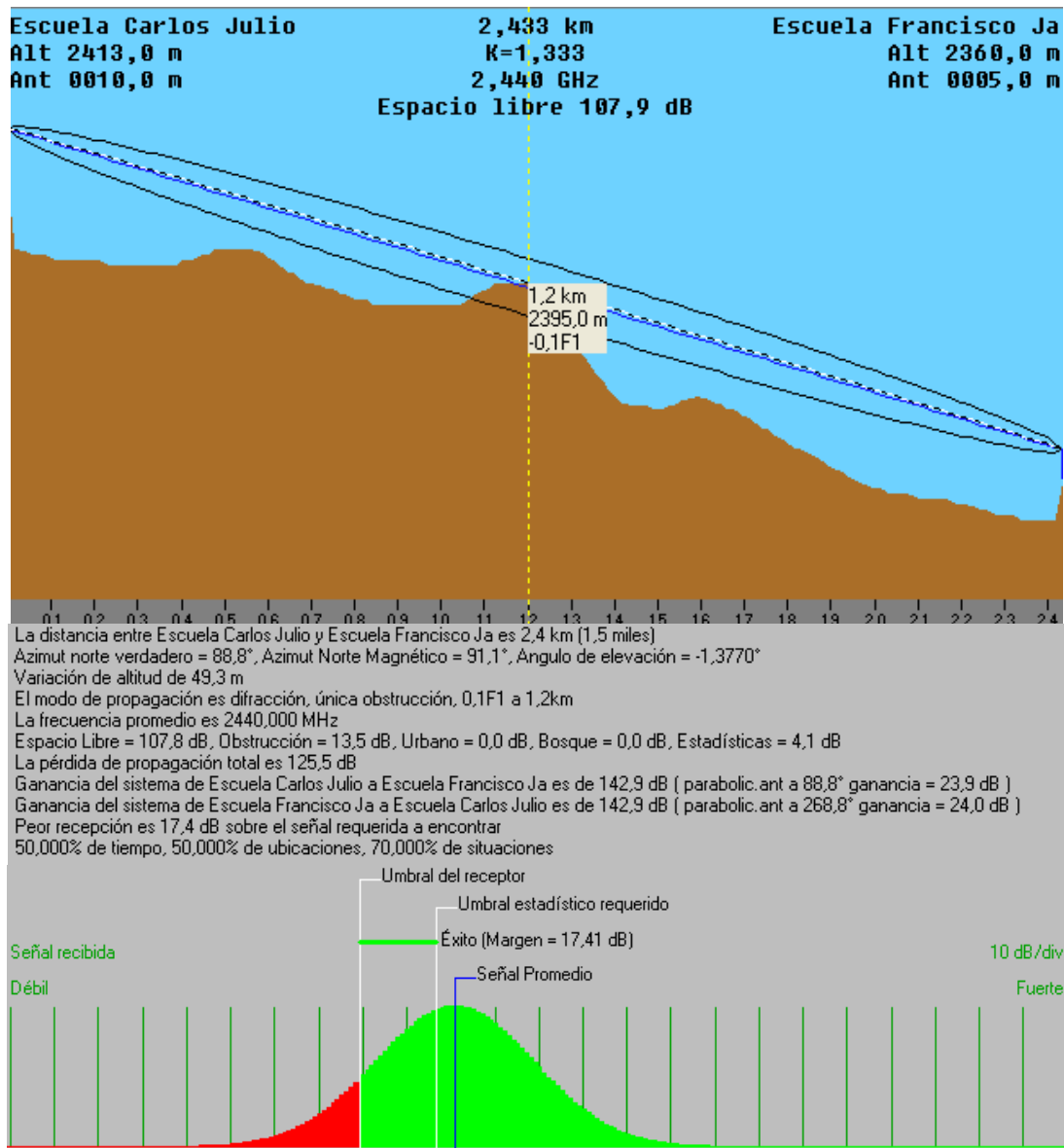


Figura 4. 44 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Esc. Francisco Ja (Radio Link)

Repetidora Escuela Carlos Julio –Centro de Cómputo (PMP)

Equipos

Repetidora Escuela Carlos Julio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Centro de Cómputo

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{TX}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

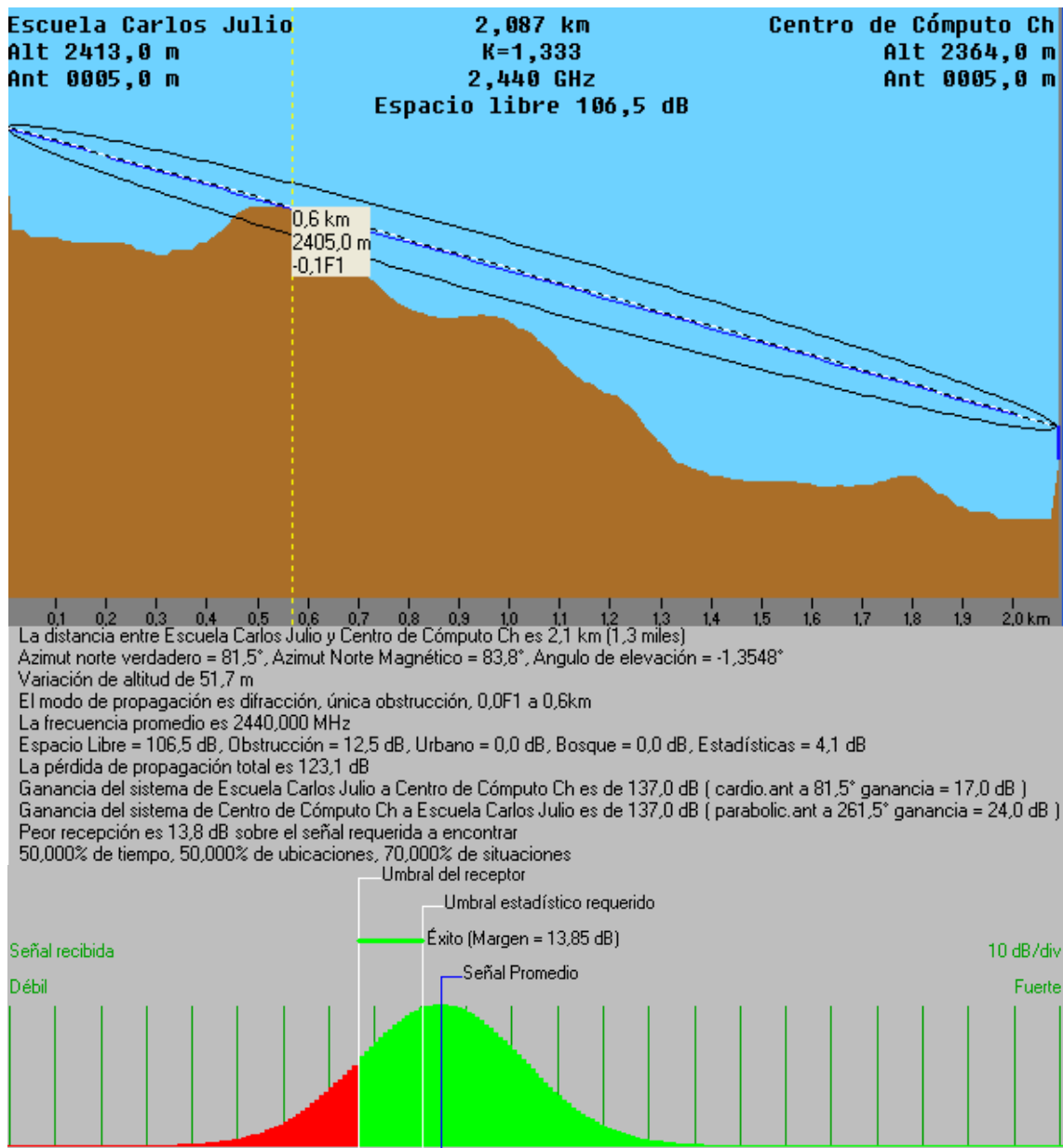


Figura 4. 45 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Centro de Cómputo Ch (Radio Link)

Repetidora Escuela Carlos Julio –Colegio Agropecuario (PMP)

Equipos

Repetidora Escuela Carlos Julio

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Colegio Agropecuario

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

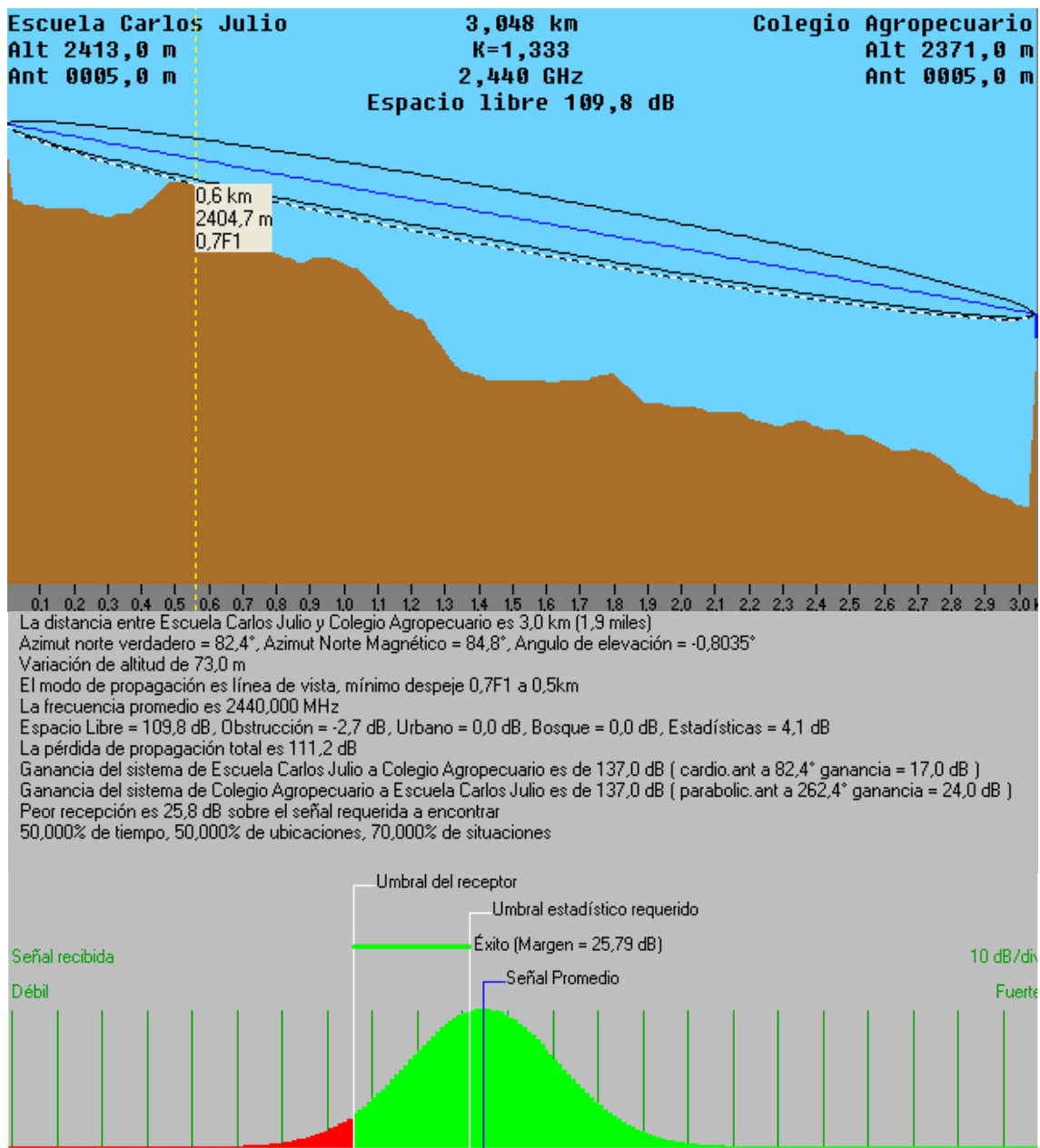


Figura 4. 46 Análisis del enlace Esc. Carlos Julio-Colegio Agropecuario (Radio Link)

4.5.5 Repetidora Colegio Agropecuario

Repetidora Colegio Agropecuario –Escuela Benjamín Carrión (PTP¹⁹)

Equipos

Repetidora Colegio Agropecuario

- Antena Directiva 24dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Escuela Benjamín Carrión

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

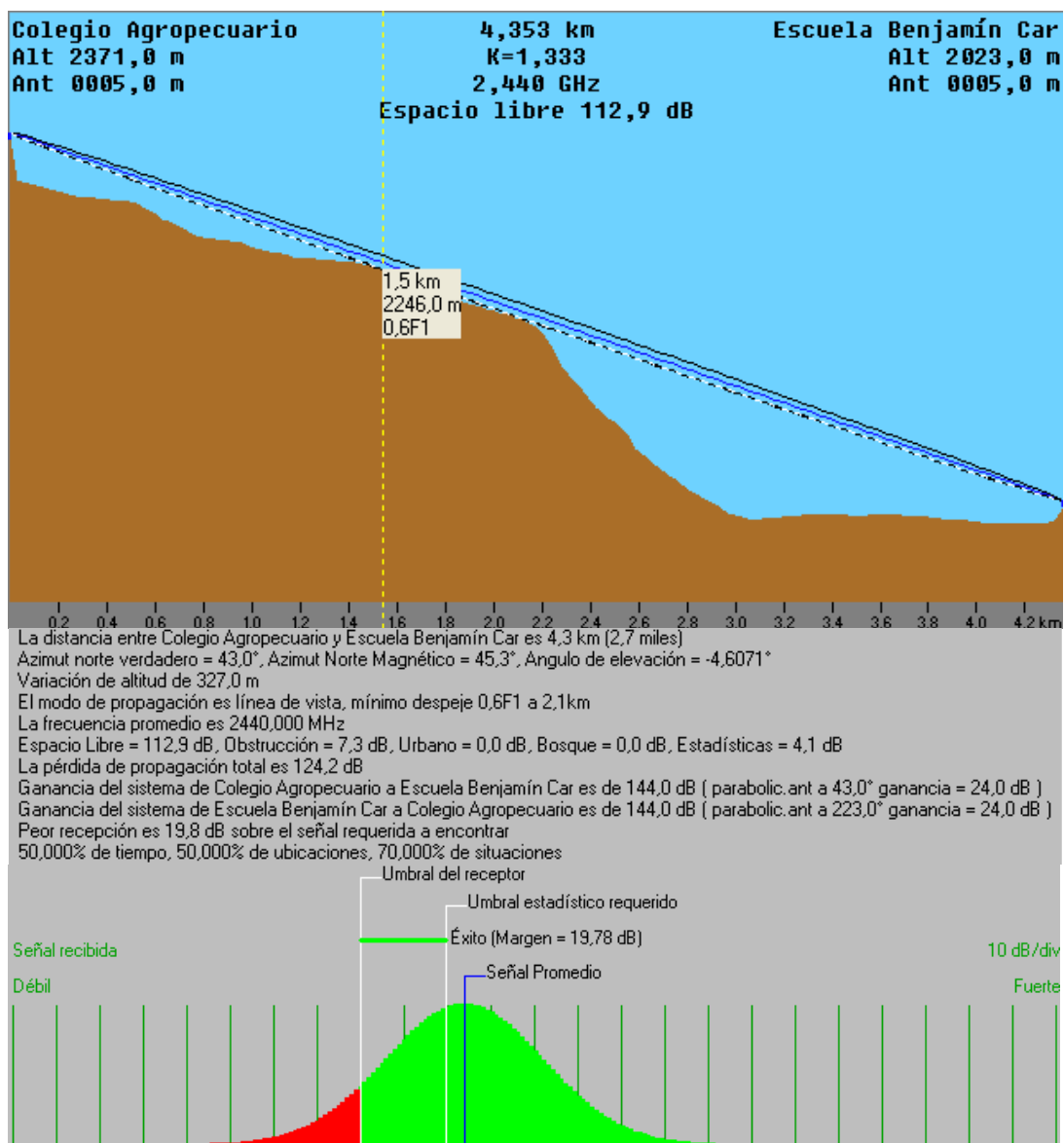


Figura 4. 47 Análisis del enlace Colegio Agropecuario-Esc. Benjamín Carrión (Radio Link)

¹⁹ PTP: Enlace Punto a Punto

4.5.6 Repetidora Escuela Benjamín Carrión

Repetidora Escuela Benjamín Carrión (PTP)

Equipos

Repetidora Escuela Benjamín Carrión

- o Antena Directiva 24dBi
- o AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Escuela Iomas de Azaya

- o Antena Directiva 24dBi
- o CPE 2.4GHZ ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

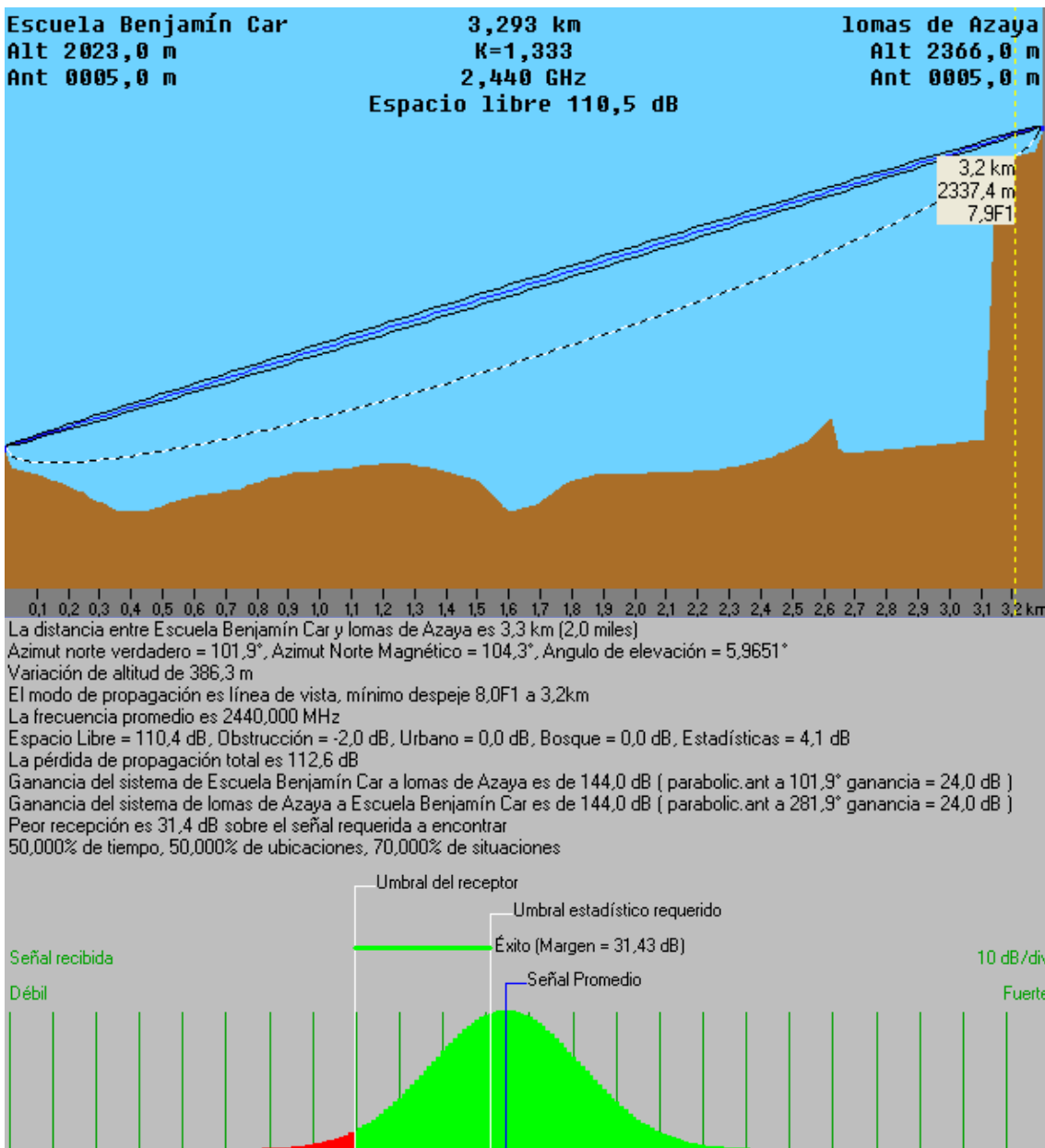


Figura 4. 48 Análisis del enlace Esc. Benjamín Carrión-Esc. Iomas de Azaya (Radio Link)

4.5.7 Repetidora Escuela Iomas de Azaya

Repetidora Escuela Iomas de Azaya –Escuela Jacinto Coll (PMP)

Equipos

Repetidora Escuela Iomas de Azaya

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Escuela Jacinto Coll

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

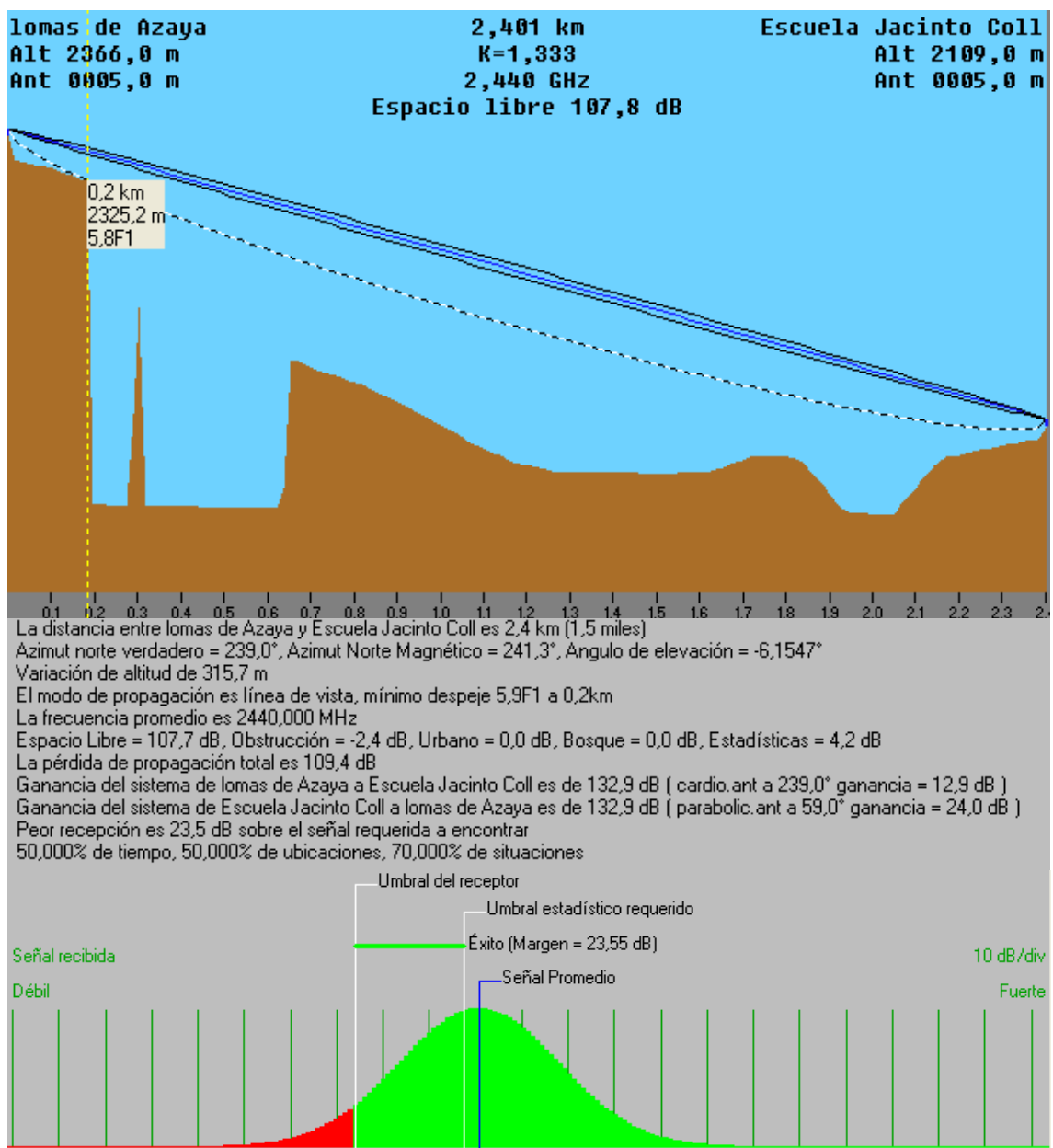


Figura 4. 49 Análisis del enlace Esc. Iomas de Azaya-Esc. Jacinto Coll (Radio Link)

Repetidora Escuela Iomas de Azaya – Junta Parroquial (PMP)

Equipos

Repetidora Escuela Iomas de Azaya

- Antena Sectorial 120° 17dBi
- AP ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

Junta Parroquial

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=26\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=5\text{m}$)

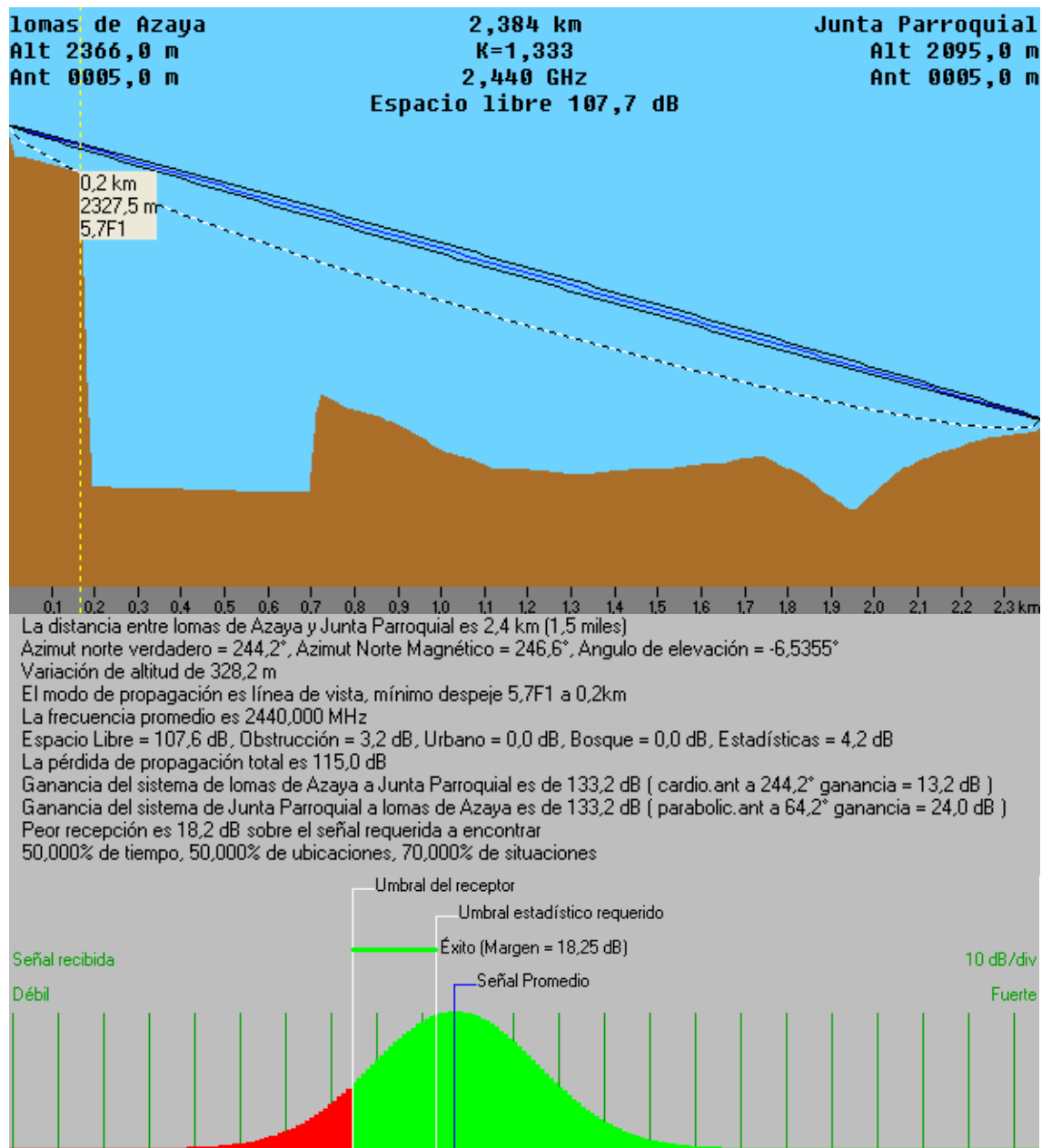


Figura 4. 50 Análisis del enlace Esc. Iomas de Azaya-Junta Parroquial (Radio Link)

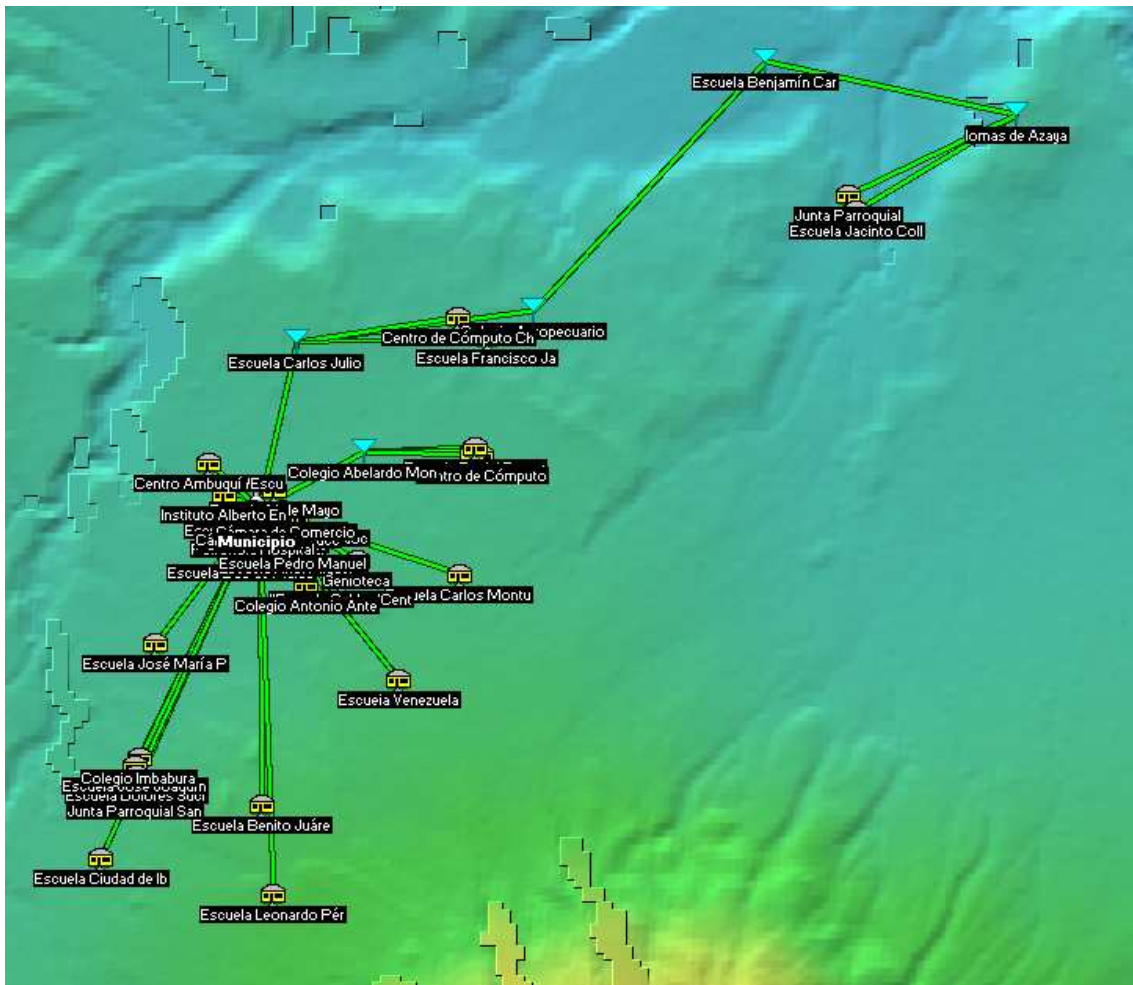


Figura 4. 51 Enlace Cantón Antonio Ante Total (Radio Mobile)



Figura 4. 52 Vista en 3D del Enlace (Radio Link)

4.5.8 Detalles de los enlaces

Tabla 4. 8 Enlace Municipio Norte

Enlace Municipio (Norte)					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
1	Nodo Central Municipio	Esc. Carlos Julio	P-MP	2400-2440	5
2	Nodo Central Municipio	Col. Abelardo Moncayo	P-MP	2400-2440	5
3	Nodo Central Municipio	Esc. 24 de mayo	P-MP	2400-2440	5
4	Nodo Central Municipio	Centro Ambuquí	P-MP	2400-2440	5
5	Nodo Central Municipio	Inst. Alberto E.	P-MP	2400-2440	5
6	Nodo Central Municipio	Esc. Santa Luisa	P-MP	2400-2440	5

Tabla 4. 9 Escuelas Municipio Sur

Enlace Municipio (Sur)					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
7	Nodo Central Municipio	Esc. Benito Juárez	P-MP	2400-2440	5
8	Nodo Central Municipio	Esc. Leonardo Pérez	P-MP	2400-2440	5
9	Nodo Central Municipio	Esc. Dolores Sucre	P-MP	2400-2440	5
10	Nodo Central Municipio	Esc. José Joaquín	P-MP	2400-2440	5

Enlace Municipio (Sur)					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
11	Nodo Central Municipio	Col. Imbabura	P-MP	2400-2440	5
12	Nodo Central Municipio	Junta Parroquial San José	P-MP	2400-2440	5
13	Nodo Central Municipio	Esc. José María	P-MP	2400-2440	5
14	Nodo Central Municipio	Esc. Ciudad de Ibarra	P-MP	2400-2440	5
15	Nodo Central Municipio	Esc. Carlos Mon	P-MP	2400-2440	5
16	Nodo Central Municipio	Esc. Venezuela	P-MP	2400-2440	5
17	Nodo Central Municipio	Genioteca	P-MP	2400-2440	5
18	Nodo Central Municipio	Escuela Caldas	P-MP	2400-2440	5
19	Nodo Central Municipio	Col. Antonio Ante	P-MP	2400-2440	5
20	Nodo Central Municipio	Patronato Municipal	P-MP	2400-2440	5
21	Nodo Central Municipio	Policarpa Solavarrie	P-MP	2400-2440	5
22	Nodo Central Municipio	Esc. 2 de Marzo	P-MP	2400-2440	5
23	Nodo Central Municipio	Esc. Hno. Miguel	P-MP	2400-2440	5

Enlace Municipio (Sur)					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
24	Nodo Central Municipio	Esc. Pedro Manuel	P-MP	2400-2440	5
25	Nodo Central Municipio	Col. Nocturno Nacional	P-MP	2400-2440	5
26	Nodo Central Municipio	Cámara de la Producción	P-MP	2400-2440	5
27	Nodo Central Municipio	Gremio de Sastres	P-MP	2400-2440	5
28	Nodo Central Municipio	Cámara de Comercio	P-MP	2400-2440	5
29	Nodo Central Municipio	Hospital	P-MP	2400-2440	5

Tabla 4. 10 Enlace Esc. Carlos Julio

Repetidora Esc. Carlos Julio					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
30	Repetidora Esc. Carlos Julio	Esc. Francisco Jarrín	P-MP	2400-2440	5
31	Repetidora Esc. Carlos Julio	Centro de Cómputo	P-MP	2400-2440	5
32	Repetidora Esc. Carlos Julio	Colegio Agropecuario	P-MP	2400-2440	5

Tabla 4. 11 Enlace Abelardo Moncayo

Repetidora Colegio Abelardo Moncayo					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
33	Repetidora Col. Abelardo Moncayo	Esc. Daniel Pasquel	P-MP	2400-2440	5
34	Repetidora Col. Abelardo Moncayo	Centro Artesanal	P-MP	2400-2440	5
35	Repetidora Col. Abelardo Moncayo	Centro de Cómputo	P-MP	2400-2440	5

Tabla 4. 12 Enlace Colegio Agropecuario

Repetidora Colegio Agropecuario					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
36	Repetidora Colegio Agropecuario	Esc. Benjamín Carrión	P-P	2400-2440	5

Tabla 4. 13 Enlace Benjamín Carrión

Repetidora Esc. Benjamín Carrión					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
37	Repetidora Esc. Benjamín Carrión	Esc. Iomas de Azaya	P-P	2400-2440	5

Tabla 4. 14 Enlace Iomas de Azaya

Repetidora Esc. Iomas de Azaya					
No.	Punto de Acceso	Estación Final	Tipo de Sistema	Frecuencia (MHz)	Altura de la Torre
		Nombre			
38	Repetidora Esc. Iomas de Azaya	Esc. Jacinto Coll	P-MP	2400-2440	5
39	Repetidora Esc. Iomas de Azaya	Junta Parroquial	P-MP	2400-2440	5

4.6 Topología de la Red

Luego de establecer todas las rutas y diseño tanto de la red de transporte y de acceso, obtenemos la topología de la red, que en este diseño se trata de una estrella extendida, la misma que se la podrá ver en el ANEXO 6

4.7 Pérdidas en los Enlaces

En los diferentes enlaces vamos a encontrar dentro del diseño que considerar parámetros como son las pérdidas y las ganancias, tomando en cuenta que estos son de carácter teórico, siendo así que en la práctica influyen otros aspectos.

4.7.1 Pérdidas de propagación

Pérdidas en espacio libre

Se trata de las pérdidas de propagación que sufre la señal radioeléctrica en condiciones de espacio libre, sin ningún obstáculo en el camino, es decir, visión directa entre las antenas. En esta magnitud no suelen incluirse otras pérdidas adicionales debidas a lluvia, absorción atmosférica, etc.

Estas pérdidas están relacionadas directamente con la distancia del radioenlace y la frecuencia de funcionamiento mediante la siguiente expresión:

$$L_{\text{bas}}(\text{dB}) = 92,44 + 20 \log_{10} f(\text{GHz}) + 20 \log_{10} d(\text{km}) \quad (\text{Fórmula de Friis})$$

Pérdidas en la zona de Fresnel

Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc, y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°.

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta emisor y receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180°, adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360°, y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.²⁰

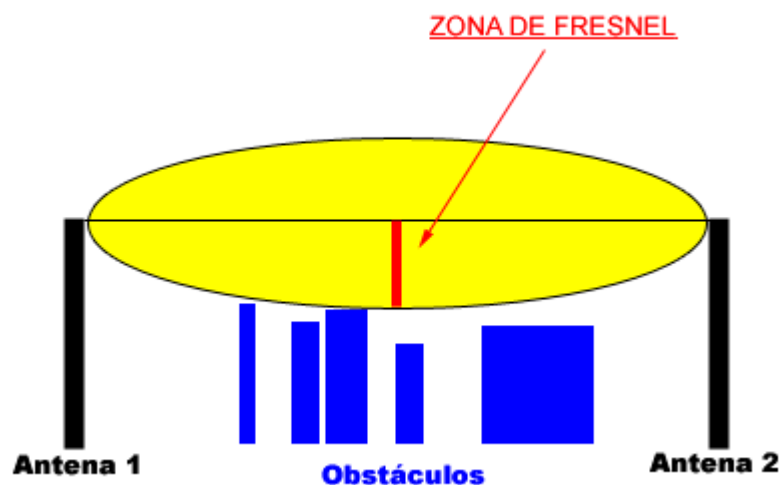


Figura 4. 53 Zona de Fresnel²¹

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%. Para el caso de radiocomunicaciones depende del valor de K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K = 4/3$ la primera zona de Fresnel debe estar despejada al 100% mientras que para un estudio con $K = 2/3$ se debe tener despejado el 60% de la primera zona de Fresnel.

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

²⁰ Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_Fresnel

²¹ Fuente: <http://www.zero13wireless.net/foro/showthread.php?t=309>

$$r_n = 547.723 \sqrt{\frac{d_1 d_2}{fd}}$$

Donde:

r_n = radio de la enésima zona de Fresnel.

d_1 = distancia desde el transmisor al objeto en km.

d_2 = distancia desde el objeto al receptor en km.

d = distancia total del enlace en km.

f = frecuencia en MHz.

4.7.2 Pérdidas Adicionales

Aquí se incluyen todas aquellas pérdidas adicionales que sufren las señales radioeléctricas durante su propagación y que no pueden atribuirse al término de pérdidas básicas en espacio libre. De este modo, se tienen pérdidas por absorción atmosférica e hidrometeoros como por ejemplo:

- Lluvia
- Nieve
- Niebla

Así como también fenómenos de difracción

- Obstrucción parcial o total del haz radioeléctrico
- Reflexiones

Lluvia

Las ondas electromagnéticas que se propagan a través de lluvia sufren de una atenuación debida a la absorción de potencia que se produce en un medio dieléctrico con pérdidas como es el agua, adicionalmente se producen pérdidas debido a la dispersión de la energía del haz que provocan las gotas de lluvia.

La fórmula que relaciona la atenuación específica con parámetros como la tasa de lluvia, la frecuencia o temperatura es la que se muestra a continuación:

$$\text{Atenuación Específica} \left(\frac{\text{dB}}{\text{Km}} \right) = k * R^\alpha$$

Niebla

En esta pérdida la niebla está constituida de gotas de agua por lo cual la atenuación producida por la niebla utiliza la misma ecuación que para la atenuación producida por lluvia, la diferencia es que las gotas de agua de la niebla se encuentran suspendidas y poseen radios muy pequeños, entre 0.01 y 0.05mm.

Las atenuaciones producidas varían según la concentración, típicamente 0.032g/m³. Para casos de niebla muy densa la concentración es de 1g/ m³ y para una frecuencia de 100GHz la atenuación producida es aproximadamente de 1dB/Km. Por lo tanto para frecuencias en el orden de los 2 a 5GHz la atenuación producida por niebla es casi despreciable para lo cual solo será necesario tener un buen margen de desvanecimiento para compensar los efectos de la niebla.

Hielo y Nieve

Esta atenuación por hielo o nieve es mucho menor que la atenuación por lluvia, esto se debe a que cuando el agua se solidifica produce cambios significativos a la constante dieléctrica. En el caso del hielo la constante dieléctrica compleja tiene un valor real de 3.17 y la parte imaginaria es muy pequeña y casi no depende de la frecuencia, este valor de la parte imaginaria indica que los cristales de hielo producen muy poca atenuación.

Cuando los cristales de hielo se mezclan con agua en estado líquido la atenuación resulta ser mayor que la de la lluvia, por ejemplo para una precipitación de 5mm/h de nieve con lluvia y en una frecuencia de 35GHz la atenuación es aproximadamente de 2dB/Km y para nieve seca es 0.02dB/Km.

Vegetación

La vegetación como árboles y arbustos existentes a lo largo del enlace representan un factor muy importante para la degradación de frecuencias de microonda, en especial si estos interfieren con la línea de vista del enlace llegando a obstruir completamente la

señal si se trata de vegetación muy densa. Por esto es importante elevar las antenas para que la línea de vista no se vea afectada por la vegetación.

Además la vegetación produce una multitud de pequeñas ondas dispersadas que se suman mediante un proceso Gaussiano cuya amplitud sigue una distribución de Rayleigh. Si a la suma de estas ondas dispersadas se añade la contribución del rayo directo, entonces la estadística de la amplitud de la señal se modela por medio de una distribución de Nakagami-Rice. La adición de estas ondas dispersadas se la puede considerar como pérdidas por múltiples trayectorias.

4.8 Ganancia de los Sistemas

Es la diferencia entre la potencia nominal de salida de un transmisor y la potencia mínima de entrada requerida por un receptor o sensibilidad del receptor. Para que se pueda establecer un radio enlace la ganancia del sistema debe ser mayor o igual a la suma de todas las ganancias y pérdidas de una señal a lo largo de su camino desde el transmisor hasta el receptor. La ganancia del sistema se utiliza para estimar la confiabilidad del mismo para determinados parámetros del sistema.

$$G_s = P_t - C_{\text{mínima}} \geq F_m + L_e + L_f + L_b - A_t - A_r$$

En donde: G_s = Ganancia del sistema (dB)

P_t = Potencia de salida del transmisor (dBm)

$C_{\text{mínima}}$ = Potencia mínima de entrada o sensibilidad (dBm)

A_t = Ganancia de la antena transmisora (dBi)

A_r = Ganancia de la antena receptora (dBi)

L_e = Pérdidas en espacio libre (dB)

L_f = Pérdidas del alimentador de guías de onda (dB) entre la red de distribución y su antena respectiva

L_b = Pérdida total de acoplamiento o ramificación (dB) en los circuladores, filtros y red de distribución

F_m = Margen de desvanecimiento para una determinada confiabilidad

Ya que la ganancia del sistema representa la pérdida neta, los valores de pérdidas tienen signo positivo y los valores de ganancia tienen signo negativo.

4.9 Seguridad en las redes

La seguridad en las redes hoy en día ha sido el principal tema a tratar cuando una organización desea conectar su red privada al Internet. Sin tomar en cuenta el tipo de negocios, se ha incrementado el número de usuarios de redes privadas por la demanda del acceso a los servicios de Internet tal es el caso del World Wide Web (WWW), Internet Mail (e-mail), Telnet, y File Transfer Protocol (FTP). Adicionalmente los corporativos buscan las ventajas que ofrecen las paginas en el WWW y los servidores FTP de acceso público en el Internet.

Los administradores de red tienen que incrementar todo lo concerniente a la seguridad de sus sistemas, debido a que se expone la organización privada de sus datos así como la infraestructura de sus redes a los Expertos de Internet (*Internet Crakers*).

4.9.1 Firewall

Un Firewall en Internet es un sistema o grupo de sistemas que impone una política de seguridad entre la organización de red privada y el Internet. El firewall determina cual de los servicios de red puede ser accesado dentro de ésta por los que están fuera, es decir quien puede entrar para utilizar los recursos de red pertenecientes a la organización.

Para que un firewall sea efectivo, todo tráfico de información a través del Internet deberá pasar a través del mismo donde podrá ser inspeccionada. El firewall podrá únicamente autorizar el paso del tráfico y el mismo podrá ser inmune a la penetración. Desafortunadamente, este sistema no puede ofrecer protección alguna, una vez que el agresor lo traspasa o permanece entorno a éste.

El firewall es parte de una política de seguridad completa que crea un perímetro de defensa diseñada para proteger las fuentes de información.

Beneficios de un Firewall en Internet

Los firewalls en Internet administran los accesos posibles del Internet a la red privada. Sin un firewall, cada uno de los servidores propios del sistema se exponen al ataque de otros servidores en el Internet. Esto significa que la seguridad en la red privada depende de la "Dureza" con que cada uno de los servidores cuenta.

El firewall permite al administrador de la red definir un "*choke point*" (envudo), manteniendo al margen los usuarios no-autorizados (hackers, vándalos, y espías) fuera de la red, prohibiendo potencialmente la entrada o salida al vulnerar los servicios de la red y proporcionar la protección para varios tipos de ataques posibles. Uno de los beneficios clave de un firewall en Internet es que ayuda a simplificar los trabajos de administración, una vez que se consolida la seguridad en el sistema firewall, es mejor que distribuirla en cada uno de los servidores que integran nuestra red privada.



Figura 4. 54 Sistema Firewall

Limitaciones de un Firewall

Un firewall no puede protegerse contra aquellos ataques que se efectúen fuera de su punto de operación.

Costo del Firewall

Un simple paquete de filtrado firewall puede tener un costo mínimo ya que la organización necesita un ruteador conectado al Internet, y dicho paquete ya está incluido como estándar del equipo. Un sistema comercial de firewall provee un

incremento mas a la seguridad pero su costo puede ser de \$32,000 hasta \$240,000 dependiendo de la complejidad y el número de sistemas protegidos.

4.10 Plan de Frecuencias para la red

Dentro del diseño se toma en cuenta el plan de frecuencias para los puntos de acceso a la red como también de la red de transporte, ya que es muy importante para que no exista ninguna interferencia entre canales.

Los canales no coincidentes que poseemos son los CH1, CH6 y CH11, con los cuales se procedió a realizar el gráfico que podemos ver en el ANEXO 7, el cual se lo detalla a continuación.

En la red de transporte:

- | | |
|---|------|
| ○ Municipio – Esc. Carlos Julio | CH1 |
| ○ Municipio – Col. Abelardo Moncayo | CH11 |
| ○ Esc. Carlos Julio – Col. Agropecuario | CH6 |
| ○ Col. Agropecuario – Esc. Benjamín Carrión | CH1 |
| ○ Esc. Benjamín Carrión – Esc. Iomas de Azaya | CH11 |

En la red de acceso:

- | | |
|----------------------------|------|
| ○ Municipio | CH6 |
| ○ Esc. Carlos Julio | CH11 |
| ○ Colegio Abelardo Moncayo | CH1 |
| ○ Escuela Iomas de Azaya | CH6 |

Con lo cual se garantizaría que no va a existir conflictos entre canales.

4.11 Direccionamiento IP

Una dirección IP es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo dentro de una red que utilice el protocolo IP, que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI. La dirección IP se

puede cambiar de acuerdo al criterio de diseño que se tenga. En el ANEXO 4 podremos ver el respectivo direccionamiento para el proyecto Antonio Ante

Tabla 4. 15 Direccionamiento IP

TABLA DE DIRECCIONAMIENTOS	
LOCALIDAD	DIRECCION IP
RED AP MUNICIPIO 0°	192.168.20.0
Gateway	192.168.20.1
Centros Educativos	
Esc. Carlos Julio	192.168.20.4
Col. Abelardo Moncayo	192.168.20.5
Esc. 24 de Mayo	192.168.20.6
Centro Ambuqui	192.168.20.7
Instituto Alberto E.	192.168.20.8
Esc. Santa Luisa	192.168.20.9
RED AP MUNICIPIO 130°	192.168.21.0
Gateway	192.168.21.1
Centros Educativos	
Esc. Benito Juárez	192.168.21.2
Esc. Leonardo Pérez	192.168.21.3
Esc. Dolores Sucre	192.168.21.4
Esc. José Joaquín	192.168.21.5
Col. Imbabura	192.168.21.6
Junta Parroquial San José	192.168.21.7
Esc. José María	192.168.21.8
Esc. Ciudad de Ibarra	192.168.21.9
Esc. Carlos Mon	192.168.21.10
Esc. Venezuela	192.168.21.11
Genioteca	192.168.21.12
Escuela Caldas	192.168.21.13
Col. Antonio Ante	192.168.21.14
Patronato Municipal	192.168.21.15
Policarpia Solavarrie	192.168.21.16
Esc. 2 de Marzo	192.168.21.17
Esc. Hno. Miguel	192.168.21.18
Esc. Pedro Manuel	192.168.21.19
Col. Nocturno Nacional	192.168.21.20
Cámara de la Producción	192.168.21.21
Gremio de Sastres	192.168.21.22
Cámara de Comercio	192.168.21.23
Hospital	192.168.21.24
RED ESCUELA CARLOS JULIO	192.168.22.0
Gateway	192.168.22.1
Centros Educativos	
Esc. Francisco Jarrín	192.168.22.2

TABLA DE DIRECCIONAMIENTOS	
LOCALIDAD	DIRECCION IP
Centro de Cómputo	192.168.22.3
Colegio Agropecuario	192.168.22.4
RED ABELARDO MONCAYO	192.168.26.0
Gateway	192.168.26.1
Centros Educativos	
Esc. Daniel Pasquel	192.168.26.2
Centro Artesanal	192.168.26.3
Centro de Cómputo	192.168.26.4
RED IOMAS DE AZAYA	192.168.25.0
Gateway	192.168.25.1
Centros Educativos	
Esc. Jacinto Coll	192.168.25.2
Junta Parroquial	192.168.25.3

4.12 Equipamiento de telecomunicaciones para las redes

Dentro de los componentes de la red tenemos varios equipos que forman parte de la misma, los cuales se detallan a continuación:

4.12.1 Tarjetas de Red

Estas tarjetas permiten conectar a un terminal con la red, en el caso de las portátiles ahora ya vienen integrados y en las de escritorio se tendría que instalar. Actualmente vienen en diferentes variedades dependiendo de la norma a la cual se ajusten, usualmente son 802.11a, 802.11b y 802.11g. Las más populares son la 802.11b que transmite a 11 Mbps con una distancia teórica de 100 metros y la 802.11g que transmite a 54Mbps.

4.12.2 Routers

Ruteador o encaminador es un dispositivo de hardware para interconexión de red de ordenadores que opera en la capa tres (nivel de red). Este dispositivo permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

Los enrutadores se implementan también como puertas de acceso, usándose normalmente en casas y oficinas pequeñas. Es correcto utilizar el término enrutador en este caso, ya que estos dispositivos unen dos redes (una red de área local con Internet).

4.12.3 Bridge

Un **punte** o **bridge** es un dispositivo de interconexión de redes de ordenadores que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI. Este interconecta dos segmentos de red (o divide una red en segmentos) haciendo el pasaje de datos de una red hacia otra, con base en la dirección física de destino de cada paquete.

Un *bridge* conecta dos segmentos de red como una sola red usando el mismo protocolo de establecimiento de red.

4.12.4 Antenas

Una **antena** es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma voltajes en ondas electromagnéticas y una receptora realiza la función inversa. En el caso que las antenas estén conectadas por medio de guía ondas, esta función de transformación se realiza en el propio emisor o receptor.

Existe una gran diversidad de tipos de antena, dependiendo del uso a que van a ser destinadas.

Parámetros de una antena

Diagrama de radiación (Patrón de radiación)

Es la representación gráfica de las características de radiación de una antena. Es habitual representar el módulo del campo eléctrico o la densidad de potencia radiada, aunque también se pueden encontrar diagramas de polarización o de fase.

Ancho de banda

Es el margen de frecuencias en el cual los parámetros de la antena cumplen unas determinadas características. Se puede definir un ancho de banda de impedancia, de polarización, de ganancia o de otros parámetros.

Directividad

Es la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección de máxima radiación, a una cierta distancia r y la potencia total radiada dividida por el área de la esfera de radio r . La directividad se puede calcular a partir del diagrama de radiación. La ganancia de una antena es igual a la directividad multiplicada por la eficiencia.

Ganancia

Es la relación entre la densidad de potencia radiada en la dirección del máximo a una distancia r y la potencia total entregada a la antena dividida por el área de una esfera de radio r . La eficiencia de una antena es la relación entre la ganancia y la directividad. Dicha relación, coincide con la relación entre la potencia total radiada y la potencia entregada a la antena.

En este diseño se usarán tres tipos de antenas una sectorial de 120° y ganancia de 17dBi y directivas de 15dBi y 24dBi, las cuales serán usadas según el caso dentro de la red Comunal.

Antenas Sectoriales

Son la mezcla de las antenas direccionales y las omnidireccionales. Las antenas sectoriales emiten un haz más amplio que una direccional pero no tan amplio como una omnidireccional. La intensidad (alcance) de la antena sectorial es mayor que la omnidireccional pero algo menor que la direccional. Siguiendo con el ejemplo de la luz, una antena sectorial sería como un foco de gran apertura, es decir, con un haz de luz más ancho de lo normal.

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

Antenas directivas

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Una antena direccional actúa de forma parecida a un foco que emite un haz concreto y estrecho pero de forma intensa (más alcance).

Las antenas Direccionales envían la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se escucha nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores.

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

4.11.5 CPE

El **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.

Por lo general los CPE están compuestos por un *Router* y un *Modem* que permite adecuar la señal al medio de transmisión que se esté utilizando.

Vale recalcar que existen varios CPE para cada tecnología, ya que cada uno tiene diferentes características.

En el ANEXO 5 se detalla el equipamiento de cada una de las escuelas beneficiadas en este proyecto.

CAPITULO V

MARCO REGULATORIO

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

En el Ecuador existen reglas y normas que tratan acerca de la implementación de redes WAN y redes comunales en el país, estas leyes dependen del tipo de tecnología a utilizarse. CONATEL es la Institución que se encarga de crear estas normas y a su vez regular su uso y las frecuencias de operación a través de la SENATEL (Secretaria Nacional de Telecomunicaciones), y la SUPTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) que es la encargada de su control y supervisión.

Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas

Rurales y Urbano Marginales

La Secretaria Nacional de Telecomunicaciones es la encargada de la administración del FODETEL por medio de la Dirección de Gestión del FODETEL. En los proyectos a mas de los recursos que el FODETEL use para la planificación y desarrollo de los mismos, debe valerse de los recursos propios del SENATEL, es por esto que dentro de los fondos de la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones se debe incluir un rubro financiero, el mismo que debe cubrir lo necesario para el cumplimiento y gestión técnica de los proyectos, establecidos en el Plan Operativo Anual, POA/ FODETEL que será parte del POA / SENATEL.

En el artículo 3 del Reglamento del FODETEL para el Desarrollo de la Telecomunicaciones en áreas Rurales y Urbano Marginales, especifica que el

FODETEL, contará con recursos económicos para la implementación de planes, programas y proyectos, que estén dirigidos 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 y que de esta manera se contribuya a la revolución de la sociedad hacia una basada en la información y el conocimiento.

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

a) Financiar 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 y fiscalizar los mismos, contribuyendo así al Desarrollo Universal.

b) Aumentar el número de personas que tengan accesos a los servicios de Telecomunicaciones a fin de favorecer la integración nacional, y la prestación de los servicios de educación, salud, seguridad territorial, seguridad ciudadana y emergencias.

c) Priorizar las áreas rurales y urbano marginales que no se encuentren servidas o tengan un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones.

d) Promover la participación del sector privado.

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.

f) Coadyuvar en el fortalecimiento, estructuración, ejecución y evaluación del Plan de Servicio Universal, Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones.

En el Reglamento también se menciona, que se consideran prioritarios los proyectos que desarrollen las Instituciones públicas del Estado, Gobierno Seccionales, en especial las que mejoren o fortalezcan a los sistemas de educación, salud y seguridad.

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.

Se considerará como parte del área urbano marginal a aquella que no disponga de los servicios definidos en el Plan de Servicio Universal o en que estos se consideren insuficientes.

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 tele educación, 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.

Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha MDBA

Esta norma fue creada para regular y controlar los sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Espectro Ensanchado o Modulación Digital de Banda Ancha y cumplan con las características antes descritas para estos sistemas.

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 han 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, éste 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

ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se realizará el análisis de costos para saber si este proyecto es factible, ya que es un proyecto piloto que va a ser financiado por el gobierno central pero por un periodo de 5 años, con lo que se planteará un plan de sostenibilidad para que así luego de este período los habitantes del sector continúen con este servicio.

Para este estudio se contó con varias cotizaciones de equipos y servicio proporcionados por la FODETEL.

6.1 Análisis de costos de las redes y los equipos

6.1.1 Costo de Equipos

Aquí se detallará el costo individual como el total de la adquisición de los equipos.

Tabla 6. 1 Costo de los Equipos

Costos de Equipos			
Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
AP 2.4 GHZ	5	\$ 700	\$ 3.500
CPE 2.4GHz	38	\$ 800	\$ 30.400
Antena Direccional 24dBi (2.4GHz)	18	\$ 130	\$ 2.340
Antena Direccional 15dBi (2.4GHz)	21	\$ 100	\$ 2.100
Antena Sectorial 17dBi (2.4GHz)	5	\$ 330	\$ 1.650
UPS's	40	\$ 70	\$ 2.800
TOTAL			\$ 42.790

Tabla 6. 2 Costo de los Equipos en las escuelas

Costos de Equipos de las Escuelas			
Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
AP Wireless	40	\$ 80	\$ 1.200
Tarjetas Inalámbricas	263	\$ 30	\$ 7.890
Computadoras	109	\$ 700	\$ 76.300
Impresora Multifunción	44	\$ 60	\$ 2.640
TOTAL			\$ 88.030

Este valor se logró con la visita de campo que se hizo al sector, habiéndose logrado obtener información sobre el número de computadoras, de estudiantes, que nos sirvió a su vez para calcular tanto el ancho de banda como las computadoras restantes en cada escuela.

Como proyecto a desarrollarse se tiene pensado en un futuro entregar las distintas pizarras electrónicas y los retroproyectores a cada institución, ya que son herramientas que ayudarían al fortalecimiento de este proyecto.

Tabla 6. 3 Costo de los Equipos Extras

Costos de Equipos Extra			
Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Extensiones	40	\$ 10	\$ 400
Tomacorrientes	40	\$ 20	\$ 800
Breakers	40	\$ 40	\$ 1.600
Servidor para el nodo central	1	\$ 5.000	\$ 5.000
Sistemas de tierra AP	5	\$ 500	\$ 2.500

Costos de Equipos Extra			
Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Sistemas de tierra CPE	42	\$ 200	\$ 8.400
TOTAL			\$ 18.700

Tabla 6. 4 Costo total de los Equipos

COSTO TOTAL DE EQUIPOS	
Costos de Equipos	\$ 42.790
Costos de Equipos de las Escuelas	\$ 88.030
Costos de Equipos Extra	\$ 18.700
TOTAL	\$ 149.520

6.1.2 Costo de Operación y Mantenimiento

En este comprende los valores que se tiene que pagar mensualmente durante el tiempo que el proyecto se mantenga en funcionamiento, donde entran los siguientes valores:

- Servicio de Internet
- Costos de operación
- Costos de mantenimiento

Una vez realizados los cálculos para el análisis del ancho de banda se llegó a determinar que para satisfacer a todas la unidades educativas era necesario contratar un canal dedicado de 1048 Mbps, el mismo que tiene un costo de \$750, además se tendría que calcular este pago dentro de los 5 años que la FODETEL estaría a cargo de los pagos de los distintos gastos.

Tabla 6. 5 Costo del servicio de internet

Internet		
Servicio	Pago Mensual	Pago en los 5 Años
Canal dedicado 1048Mbps	\$ 750	\$ 45.000
Instalación	\$ 500	\$ 500
TOTAL		\$ 45.500

Dentro de lo que son costos de operación se toma en cuenta el del alquiler del espectro radioeléctrico el cual es de \$5400.

Para calcular el precio del mantenimiento se saca el 1% de la inversión de equipamiento esto es:

$$\text{Costo de mantenimiento} = \$138.620 * 0.01 * 60 \text{ meses (5 años)} = \$6931$$

Para obtener el precio total de operación y mantenimiento se suman los valores del servicio de internet, mantenimiento y del alquiler del espectro radioeléctrico.

6.1.3 Costo de Infraestructura

Tabla 6. 6 Costo de infraestructura

Costo de infraestructura	
Infraestructura	Costo por año
Alquiler del espacio en la torre	\$ 12.000
Costo del sistema de pararrayos	\$ 40.000
Costo de la planta AC	\$ 2.000
TOTAL	\$ 54.000

6.1.4 Costo final del proyecto

Sumamos todos los costos parciales antes encontrados.

Tabla 6. 7 Costo final del proyecto

Costo final del Proyecto	
Costo total de Equipos	\$ 149.520
Costo de infraestructura	\$ 54.000
Costo de operación y mantenimiento	\$ 57.831
TOTAL	\$ 261.351

6.2 Planes de Sostenibilidad

Este tipo de proyectos tiene el auspicio del gobierno central ya que financia su implementación y su mantenimiento en este caso de 5 años, por lo cual se tienen que buscar alternativas para que se pueda continuar con el servicio y a partir de éste un desarrollo de la comunidad.

6.2.1 Telecentros

Dentro de las opciones para que el proyecto pueda seguir con su funcionamiento es de hacer o crear telecentros con la infraestructura a instalarse.

Los telecentros comunitarios son una herramienta poderosa para apoyar el desarrollo con el uso de las tecnologías digitales y fortalecer la inclusión digital.

Existen muchos tipos de telecentros, desde los más básicos, que nacen desde la gestión propia de una comunidad y en los que no existe una buena conectividad al internet. También los centros tecnológicos multipropósito en los que se combinan diversas tecnologías digitales avanzadas con conectividad de banda ancha a los servicios de internet.

Existen ya algunas experiencias de telecentros que operan en escuelas, casas de cultura, gobiernos locales, cámaras de comercio, entre otras. De aquí que se pueden crear pequeñas empresas con la base de la conectividad, es así que en muchos de los casos se desarrollan los distintos ciber-cafés, los mismos que son centros de acceso público a tecnologías digitales que tienen el fin de generar una ganancia para sus propietarios.

Con frecuencia estos locales ofrecen servicios de computación, conectividad y comidas, por lo que toman el nombre de ciber-café.

En el presente proyecto se podrían hacer los telecentros en las mismas escuelas o entidades beneficiadas, ya que se contaría con la infraestructura técnica para su buen funcionamiento, pero para esto haría falta mucho de la colaboración de toda la comunidad para de alguna manera ponerse de acuerdo para sacar adelante esta idea.

6.2.2 Principios básicos para telecentros comunitarios

Participación de la ciudadanía

La participación ciudadana es el elemento más importante para el éxito y la sostenibilidad del telecentro. Promover la participación ciudadana en el diseño, montaje si es el caso y mejoramiento continuo con el tiempo ayudaría a que la comunidad se adueñaría de este telecentro en beneficio de toda la comunidad.

6.2.3 Consolidación de una visión social

Más que un asunto de conectividad, los telecentros ofrecen una oportunidad de acceso, uso y apropiación de tecnologías digitales para solucionar problemas y contribuir al desarrollo humano integral.

El punto de partida más importante en estos telecentros no viene a ser ni la instalación de equipos y conexiones sino la organización comunitaria para la solución de sus problemas específicos, los cuales pueden cambiar de un contexto a otro.

La mejor manera de anclar los telecentros en una visión social es planearlos e instalarlos de manera que se integren a otros espacios y actividades de comunicación que funcionen bien en la comunidad. Los sitios más frecuentes suelen ser: Radios comunitarias, bibliotecas, casa de la cultura, organizaciones comunitarias y escuelas como es el presente proyecto.

6.2.4 Formación y Capacitación permanente

Lo primordial de los telecentros, como muchas otras experiencias de comunicación popular y comunitaria es la capacitación de operadores y usuarios para sacar el mejor provecho a este tipo de proyectos. Sin capacitación tanto el telecentro como el proyecto en sí no tendría ningún futuro a seguir creciendo y beneficiando a la comunidad de Antonio ante.

Dentro de los campos que podría beneficiarse la comunidad con la creación de los telecentros tenemos:

- Empleo y microempresa;
- Salud;
- Educación;
- Fortalecimiento de la autoestima;
- Organización comunitaria;
- Planificación urbana;
- Fortalecimiento de grupos marginados;
- Descentralización e incidencia política;
- Información y conocimiento;
- Comunicación y cultura.

6.2.5 Alternativa de sostenibilidad económica.

Un buen plan de gestión, con conocimiento del mercado, economía de recursos y capacitación de generación de ingresos es muy importante para la operación de los telecentros.

Pero como sucede con las escuelas o los hospitales públicos, no siempre se puede esperar que los telecentros comunitarios generen suficientes ingresos para asegurar su viabilidad económica.

Como servicio social, el financiamiento de las actividades de un telecentro puede ser asumida como parte del presupuesto de otros sectores sociales (Educación-Salud-Cultura) para garantizar la continuidad de su misión de desarrollo.

Como otra opción tendríamos que plantear un financiamiento de ciertas instituciones tanto públicas como privadas y así poder seguir con el crecimiento de la región basada en este proyecto de interconectividad.

6.2 Flujo efectivo

El análisis del flujo efectivo tiene que ver con las variables del TIR y del VAN, que luego serán explicados cada uno, en esta parte del análisis económico se ve si el proyecto es viable o no, que tan rentable podría ser en caso de su implementación.

Se realiza la comparación de los ingresos con los egresos lo cual se presentará en el ANEXO 8, donde solo nos daría una visión más clara, ya que por ser éste un proyecto de carácter social no se tendrá ninguna retribución económica.

A continuación veremos que significa el TIR y el VAN para luego hacer un análisis con los resultados obtenidos en el flujo de caja.

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es aquella tasa que hace que el valor actual neto sea igual a cero.

VAN: Valor Actual Neto

La regla para realizar una inversión o no utilizando la TIR es la siguiente:

Cuando la TIR es mayor que la tasa de interés, el rendimiento que obtendría el inversionista realizando la inversión es mayor que el que obtendría en la mejor inversión alternativa, por lo tanto, conviene realizar la inversión.

Si la TIR es menor que la tasa de interés, el proyecto debe rechazarse.

En el presente proyecto se pudo observar los siguientes valores:

TIR: 54.8%

VAN: 165.526

Que son valores que nos permiten decir que si es viable el proyecto teniendo en cuenta que es financiado por el gobierno y que al no ser así ninguna población rural podría pagar y sacar adelante este tipo de proyectos.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se pudo realizar el presente diseño de interconectividad para el Cantón Antonio Ante, con lo cual se verá beneficiado el sector y así poder lograr un desarrollo social y económico a través de este proyecto.

Mediante la colaboración del Gobierno estos proyectos se pueden realizar, puesto que el costo de su instalación y mantenimiento son altos y ninguna población rural lo podría cubrir, por lo que se destaca la labor del gobierno y en especial del FODETEL, ya que es una institución que está velando por que cada día se llegue a un feliz término en la implementación de los diferentes diseños.

Con la tecnología escogida como la mejor opción que fue Wi-Fi se logró que todas las escuelas solicitantes puedan entrar a la lista de beneficiados, ya que se cubrió todas las zonas aprovechando las ventajas de esta tecnología entre ellas su cobertura y bajo costo.

Dentro del diseño de la red se pudo observar la importancia de trabajar con los parámetros adecuados ya que la mínima variación se la veía reflejada en la simulación del enlace, así como también el tener en cuenta las características de los equipos que existen en el mercado para este tipo de redes.

El permitir que estas comunidades puedan tener acceso a esta herramienta como el internet nos traerá grandes resultados a mediano o largo plazo, ya que el desarrollo de

la comunidad irá creciendo cada día, al igual que el nivel de conocimientos de todos sus habitantes.

El cantón Antonio Ante se ha caracterizado por ser emprendedor en los diferentes negocios como por ejemplo en la ropa, con esta herramienta podrán hacerse conocer como empresarios textiles tanto nacional como internacionalmente y buscar nuevas formas de crecimiento.

La infraestructura existente en la zona ayuda y facilita a que se realicen más proyectos de ayuda social beneficiando cada día a más personas y sectores de nuestro país.

7.2 Recomendaciones

Dentro de las consideraciones de diseño se debe de tener muy en cuenta el plan de frecuencias, logrando así que no exista interferencia en las diferentes transmisiones dentro de la red.

Se debe de optimizar en el diseño y tratar de realizar lo más óptimo posible para que así el proyecto sea rentable y viable.

En lo que tiene que ver a la seguridad se puede trabajar con proxy dentro de las redes WLAN que se encuentran en cada una de las escuelas.

Se tiene que establecer un plan de sustentabilidad, ya que son proyectos de ayuda social financiados por el Gobierno y así poder dar un buen uso para beneficio de todo el cantón. Para esto la comunidad tiene que buscar la ayuda internacional como por ejemplo a las ONG's, así como también a empresas privadas dentro de nuestro país.

Desarrollar cursos de capacitación en las diferentes parroquias del cantón, para que así sea un proyecto bien explotado con miras a nuevas aplicaciones para el futuro como por ejemplo que sirva como plataforma para tele-educación, transmisiones VoIp, etc, teniendo nuevas miras de crecimiento del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] V. Erceg, K. Hari, et al., "Channel models for fixed wireless applications," tech. rep., IEEE, Jan.2001
- [2] Carter, Todd W, "Wireless all-in-on desk reference for dummies"
- [3] H.Suzuki, "A statistical model for urban radio propagation," IEEE Trans Commun., COM-25, Jul. 1977.
- [4] J.D.Parsons, "The mobile radio propagation channel", John Wiley and Sons Ltd., 2nd edition, 2000.
- [5] T.Rappaport "Wireless communications, principles and practice", Prentice Hall, 2002.
- [6] <http://www.sourcecan.com>
- [7] L.Ahumada, R.Feick, R.Valenzuela, C.Morales, "Measurements and characterization of the temporal behavior of fixed wireless links," IEEE Trans on Veh. Tech., vol. 54, no.6, Nov. 2005
- [8] H.Boelcskei, "Fundamental tradeoffs in MIMO wireless systems," in Proc. IEEE 6th Circuits and Systems Symposium on Emerging Technologies: Frontiers of Mobile and Wireless Communication, 2004.
- [9] T.K. Sarkar, et al., "A survey of various propagation models for mobile communication" IEEE Ant. and Prop. Mag., Vol.45, No.3, Jun 2003.

ANEXOS

ANEXO 1

Indicadores Sociales

Sector / Indicador	Medida	Atuntaqui
EDUCACIÓN - POBLACIÓN		
Analfabetismo	%(15 años y más)	6,6
Analfabetismo – hombres	%(15 años y más)	5
Analfabetismo – mujeres	%(15 años y más)	8
Analfabetismo funcional	%(15 años y más)	21,8
Analfabetismo funcional – hombres	%(15 años y más)	18,6
Analfabetismo funcional – mujeres	%(15 años y más)	24,7
Escolaridad	Años de estudio	6,9
Escolaridad – hombres	Años de estudio	7,4
Escolaridad – mujeres	Años de estudio	6,6
Primaria completa	%(12 años y más)	63,4
Primaria completa – hombres	%(12 años y más)	66,9
Primaria completa – mujeres	%(12 años y más)	60,3
Secundaria completa	%(18 años y más)	19,8
Secundaria completa – hombres	%(18 años y más)	21,7
Secundaria completa – mujeres	%(18 años y más)	18,2
Instrucción superior	%(24 años y más)	16
Instrucción superior – hombres	%(24 años y más)	18,3
Instrucción superior – mujeres	%(24 años y más)	13,8
EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa bruta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	104,3
Tasa bruta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	103,8
Tasa bruta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	104,9
Tasa bruta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	122,9
Tasa bruta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	123
Tasa bruta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	122,7
Tasa bruta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	63,7
Tasa bruta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	64,4
Tasa bruta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	62,9
Tasa bruta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	19,3
Tasa bruta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	20,5
Tasa bruta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	18,2
Tasa neta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	81,8

Sector / Indicador	Medida	Atuntaqui
Tasa neta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	81,9
Tasa neta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	81,7
Tasa neta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	87,5
Tasa neta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	86,6
Tasa neta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	88,5
Tasa neta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	45,2
Tasa neta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	46,1
Tasa neta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	44,3
Tasa neta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	10,7
Tasa neta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	10,4
Tasa neta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	11
Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	82,1
Tasa de escolarización 5 a 14 años - hombres	Porcentaje	82,4
Tasa de escolarización 5 a 14 años - mujeres	Porcentaje	81,8
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	87,9
Tasa de escolarización 6 a 11 años - hombres	Porcentaje	87
Tasa de escolarización 6 a 11 años - mujeres	Porcentaje	88,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	64,2
Tasa de escolarización 12 a 17 años - hombres	Porcentaje	65,5
Tasa de escolarización 12 a 17 años - mujeres	Porcentaje	63
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	26,9
Tasa de escolarización 18 a 24 años - hombres	Porcentaje	27,4
Tasa de escolarización 18 a 24 años - mujeres	Porcentaje	26,5
SALUD DE LA NIÑEZ		
Tasa de mortalidad infantil (método directo)	Tasa por 1.000 nacidos vivos	33
EMPLEO - OFERTA LABORAL		
Población en edad de trabajar (PET)	Número	14.668
Población económicamente activa (PEA)	Número	8.011
Tasa bruta de participación laboral	Porcentaje	41,7
Tasa global de participación laboral	Porcentaje	54,6
TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE		
Niños/as que trabajan y no estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	12,5
Niños/as que no trabajan ni estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	14

Sector / Indicador	Medida	Atuntaqui
Niños/as que no trabajan y sí estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	71,5
Niños/as que trabajan y estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	2
VIVIENDA		
Viviendas	Número	4.764
Hogares	Número	4.795
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	82,2
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	85,7
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	72,2
Red de alcantarillado	%(viviendas)	83,9
Servicio eléctrico	%(viviendas)	94,2
Servicio telefónico	%(viviendas)	29,4
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	81,4
Déficit de servicios residenciales básicos	%(viviendas)	33,2
Vivienda propia	%(hogares)	72,5
Hacinamiento	%(hogares)	20,5
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	76,7
Ducha exclusiva	%(hogares)	69,6
Cuarto de cocina	%(hogares)	88,2
Uso de gas o electricidad para cocinar	%(hogares)	93,3
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	92,5
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	6,4
POBREZA		
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	36,3
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	13,9
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	45,3
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	19,2
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	15,1
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	21,3
Personas en hogares con alta dependencia económica	%(población total)	3,1
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	9,3

Sector / Indicador	Medida	Atuntaqui
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	24,4
PROGRAMAS SOCIALES - BIENESTAR SOCIAL		
Bono de Desarrollo Humano – madres	Número	1.208
Bono de Desarrollo Humano - tercera edad	Número	722
Bono de Desarrollo Humano - discapacitados	Número	22
Bono de Desarrollo Humano - todos los beneficiarios	Número	1.952
POBLACIÓN - DINÁMICA DEMOGRÁFICA		
Población (habitantes)	Número	19.216
Población – hombres	Número	9.254
Población – mujeres	Número	9.962
Población - menores a 1 año	Número	316
Población - 1 a 9 años	Número	3.445
Población - 10 a 14 años	Número	2.023
Población - 15 a 29 años	Número	5.193
Población - 30 a 49 años	Número	4.437
Población - 50 a 64 años	Número	1.930
Población - de 65 y más años	Número	1.872
Población afroecuatoriana	Número	321
Población indígena	Número	900
Población mestiza	Número	16.918
Población Blanca	Número	1.069
Índice de feminidad	%(mujeres c/100 hombres)	107,7
Proporción de mujeres	%(población total)	51,8

Sector / Indicador	Medida	Chaltura
EDUCACIÓN - POBLACIÓN		
Analfabetismo	%(15 años y más)	9,4
Analfabetismo – hombres	%(15 años y más)	6,6
Analfabetismo – mujeres	%(15 años y más)	12,1
Analfabetismo funcional	%(15 años y más)	23,3
Analfabetismo funcional – hombres	%(15 años y más)	20,9
Analfabetismo funcional – mujeres	%(15 años y más)	25,6
Escolaridad	Años de estudio	5,9
Escolaridad – hombres	Años de estudio	6,4
Escolaridad – mujeres	Años de estudio	5,5
Primaria completa	%(12 años y más)	55,3
Primaria completa – hombres	%(12 años y más)	57,6
Primaria completa – mujeres	%(12 años y más)	53,4
Secundaria completa	%(18 años y más)	14,8
Secundaria completa – hombres	%(18 años y más)	15,5
Secundaria completa – mujeres	%(18 años y más)	14,1
Instrucción superior	%(24 años y más)	10,6
Instrucción superior – hombres	%(24 años y más)	12,5
Instrucción superior – mujeres	%(24 años y más)	8,7
EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa bruta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	108
Tasa bruta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	107,9
Tasa bruta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	108,1
Tasa bruta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	121,5
Tasa bruta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	117,9
Tasa bruta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	125,3
Tasa bruta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	63,5
Tasa bruta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	65,3
Tasa bruta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	61,9
Tasa bruta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	18,2
Tasa bruta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	19,3
Tasa bruta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	17,4
Tasa neta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	85,4

Sector / Indicador	Medida	Chaltura
Tasa neta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	84,8
Tasa neta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	85,9
Tasa neta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	92,5
Tasa neta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	92,1
Tasa neta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	92,9
Tasa neta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	47,4
Tasa neta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	49,3
Tasa neta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	45,7
Tasa neta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	10,4
Tasa neta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	6,7
Tasa neta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	12,9
Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	85,4
Tasa de escolarización 5 a 14 años - hombres	Porcentaje	84,8
Tasa de escolarización 5 a 14 años - mujeres	Porcentaje	85,9
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	92,5
Tasa de escolarización 6 a 11 años - hombres	Porcentaje	92,1
Tasa de escolarización 6 a 11 años - mujeres	Porcentaje	92,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	63,8
Tasa de escolarización 12 a 17 años - hombres	Porcentaje	62,7
Tasa de escolarización 12 a 17 años - mujeres	Porcentaje	64,7
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	23,2
Tasa de escolarización 18 a 24 años - hombres	Porcentaje	22,2
Tasa de escolarización 18 a 24 años - mujeres	Porcentaje	23,9
SALUD DE LA NIÑEZ		
Tasa de mortalidad infantil (método directo)	Tasa por 1.000 nacidos vivos	0
EMPLEO - OFERTA LABORAL		
Población en edad de trabajar (PET)	Número	2.124
Población económicamente activa (PEA)	Número	1.072
Tasa bruta de participación laboral	Porcentaje	37,8
Tasa global de participación laboral	Porcentaje	50,5
TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE		
Niños/as que trabajan y no estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	11,9
Niños/as que no trabajan ni estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	11,2

Sector / Indicador	Medida	Chaltura
Niños/as que no trabajan y sí estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	75,2
Niños/as que trabajan y estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	1,8
VIVIENDA		
Viviendas	Número	696
Hogares	Número	699
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	84,9
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	79,7
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	58,2
Red de alcantarillado	%(viviendas)	46,4
Servicio eléctrico	%(viviendas)	94,7
Servicio telefónico	%(viviendas)	28,7
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	54,3
Déficit de servicios residenciales básicos	%(viviendas)	65,4
Vivienda propia	%(hogares)	78,4
Hacinamiento	%(hogares)	25
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	55,5
Ducha exclusiva	%(hogares)	59,5
Cuarto de cocina	%(hogares)	88,2
Uso de gas o electricidad para cocinar	%(hogares)	88,3
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	87,9
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	11,1
POBREZA		
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	52,9
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	21,8
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	62,8
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	28,4
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	19,1
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	43,7
Personas en hogares con alta dependencia económica	%(población total)	4,3
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	5,8

Sector / Indicador	Medida	Chaltura
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	30,5
PROGRAMAS SOCIALES - BIENESTAR SOCIAL		
Bono de Desarrollo Humano – madres	Número	205
Bono de Desarrollo Humano - tercera edad	Número	80
Bono de Desarrollo Humano - discapacitados	Número	3
Bono de Desarrollo Humano - todos los beneficiarios	Número	288
POBLACIÓN - DINÁMICA DEMOGRÁFICA		
Población (habitantes)	Número	2.840
Población – hombres	Número	1.381
Población – mujeres	Número	1.459
Población - menores a 1 año	Número	47
Población - 1 a 9 años	Número	534
Población - 10 a 14 años	Número	292
Población - 15 a 29 años	Número	741
Población - 30 a 49 años	Número	639
Población - 50 a 64 años	Número	280
Población - de 65 y más años	Número	307
Población afroecuatoriana	Número	37
Población indígena	Número	212
Población mestiza	Número	2.364
Población Blanca	Número	223
Índice de feminidad	%(mujeres c/100 hombres)	105,7
Proporción de mujeres	%(población total)	51,4

Sector / Indicador	Medida	Natabuela
EDUCACIÓN - POBLACIÓN		
Analfabetismo	%(15 años y más)	7
Analfabetismo – hombres	%(15 años y más)	5,1
Analfabetismo – mujeres	%(15 años y más)	8,8
Analfabetismo funcional	%(15 años y más)	20,7
Analfabetismo funcional – hombres	%(15 años y más)	17,1
Analfabetismo funcional – mujeres	%(15 años y más)	24,2
Escolaridad	Años de estudio	6,6
Escolaridad – hombres	Años de estudio	7
Escolaridad – mujeres	Años de estudio	6,2
Primaria completa	%(12 años y más)	61,8
Primaria completa – hombres	%(12 años y más)	64,8
Primaria completa – mujeres	%(12 años y más)	59
Secundaria completa	%(18 años y más)	16,9
Secundaria completa – hombres	%(18 años y más)	17,7
Secundaria completa – mujeres	%(18 años y más)	16,1
Instrucción superior	%(24 años y más)	13,7
Instrucción superior – hombres	%(24 años y más)	15,1
Instrucción superior – mujeres	%(24 años y más)	12,4
EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa bruta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	107,9
Tasa bruta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	107,1
Tasa bruta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	108,6
Tasa bruta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	123,8
Tasa bruta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	122,2
Tasa bruta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	125,5
Tasa bruta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	64,7
Tasa bruta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	64,7
Tasa bruta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	64,7
Tasa bruta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	20,9
Tasa bruta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	20,4
Tasa bruta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	21,3
Tasa neta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	85,9

Sector / Indicador	Medida	Natabuela
Tasa neta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	85,1
Tasa neta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	86,7
Tasa neta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	92,7
Tasa neta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	92,3
Tasa neta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	93
Tasa neta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	47,4
Tasa neta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	45,1
Tasa neta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	49,8
Tasa neta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	11,4
Tasa neta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	11,2
Tasa neta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	11,7
Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	86
Tasa de escolarización 5 a 14 años - hombres	Porcentaje	85,1
Tasa de escolarización 5 a 14 años - mujeres	Porcentaje	87
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	93,2
Tasa de escolarización 6 a 11 años - hombres	Porcentaje	92,9
Tasa de escolarización 6 a 11 años - mujeres	Porcentaje	93,6
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	66,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años - hombres	Porcentaje	64,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años - mujeres	Porcentaje	68,8
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	26,5
Tasa de escolarización 18 a 24 años - hombres	Porcentaje	28,8
Tasa de escolarización 18 a 24 años - mujeres	Porcentaje	24,4
SALUD DE LA NIÑEZ		
Tasa de mortalidad infantil (método directo)	Tasa por 1.000 nacidos vivos	4,3
EMPLEO - OFERTA LABORAL		
Población en edad de trabajar (PET)	Número	10.412
Población económicamente activa (PEA)	Número	5.550
Tasa bruta de participación laboral	Porcentaje	39,7
Tasa global de participación laboral	Porcentaje	53,3
TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE		
Niños/as que trabajan y no estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	10,9
Niños/as que no trabajan ni estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	10,8

Sector / Indicador	Medida	Natabuela
Niños/as que no trabajan y sí estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	76,1
Niños/as que trabajan y estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	2,2
VIVIENDA		
Viviendas	Número	3.434
Hogares	Número	3.447
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	74
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	80,5
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	61,3
Red de alcantarillado	%(viviendas)	55,2
Servicio eléctrico	%(viviendas)	94,7
Servicio telefónico	%(viviendas)	16,7
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	63,6
Déficit de servicios residenciales básicos	%(viviendas)	58,6
Vivienda propia	%(hogares)	72,4
Hacinamiento	%(hogares)	24,6
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	58,4
Ducha exclusiva	%(hogares)	59,7
Cuarto de cocina	%(hogares)	87,2
Uso de gas o electricidad para cocinar	%(hogares)	92,2
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	91,6
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	7,6
POBREZA		
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	45,1
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	18,1
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	56,6
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	27,2
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	18,9
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	37,3
Personas en hogares con alta dependencia económica	%(población total)	2,6
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	6,5

Sector / Indicador	Medida	Natabuela
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	29,3
PROGRAMAS SOCIALES - BIENESTAR SOCIAL		
Bono de Desarrollo Humano – madres	Número	1.059
Bono de Desarrollo Humano - tercera edad	Número	347
Bono de Desarrollo Humano - discapacitados	Número	14
Bono de Desarrollo Humano - todos los beneficiarios	Número	1.420
POBLACIÓN - DINÁMICA DEMOGRÁFICA		
Población (habitantes)	Número	13.987
Población – hombres	Número	6.917
Población – mujeres	Número	7.070
Población - menores a 1 año	Número	266
Población - 1 a 9 años	Número	2.694
Población - 10 a 14 años	Número	1.528
Población - 15 a 29 años	Número	3.697
Población - 30 a 49 años	Número	3.198
Población - 50 a 64 años	Número	1.467
Población - de 65 y más años	Número	1.137
Población afroecuatoriana	Número	390
Población indígena	Número	560
Población mestiza	Número	12.077
Población Blanca	Número	943
Índice de feminidad	%(mujeres c/100 hombres)	102,2
Proporción de mujeres	%(población total)	50,6

ANEXO 2
Fotografías









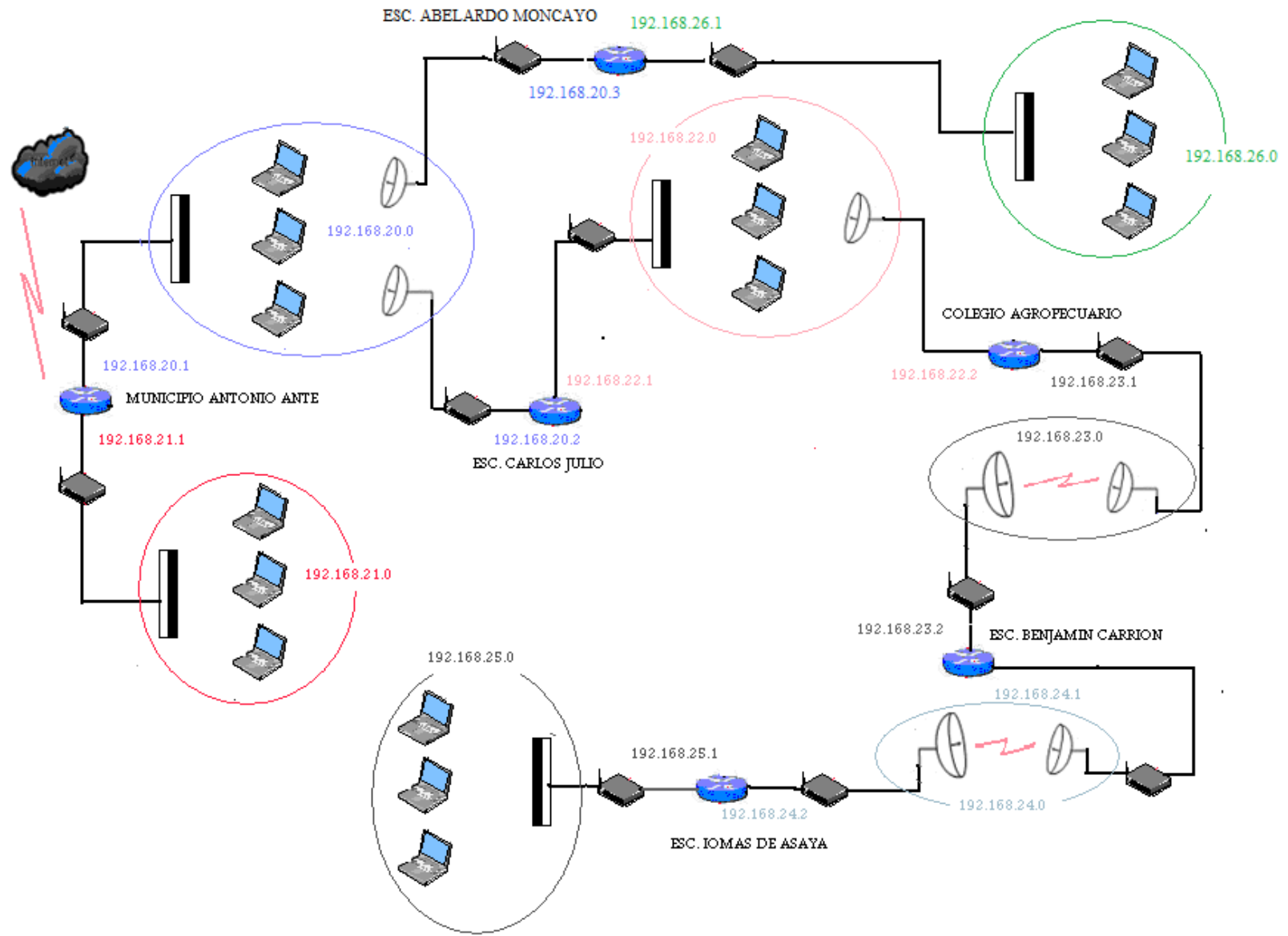








ANEXO 3
Direccionamiento IP



ANEXO 4
Resumen de equipos

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
Municipio	2	1			2	1	
Esc. Carlos Julio	1	1	1		1		1
Col. Abelardo Moncayo	1	1		1	1		1
Esc. 24 de mayo		1		1			1
Centro Ambuquí		1		1			1
Inst. Alberto E.		1		1			1
Esc. Santa Luisa		1		1			1
Esc. Benito Juarez		1	1				1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
Esc. Leonardo Pérez		1	1				1
Esc. Dolores Sucre		1	1				1
Esc. José Joaquín		1	1				1
Col. Imbabura		1	1				1
Junta Parroquial San José		1	1				1
Esc. José María		1	1				1
Esc. Ciudad de Ibarra		1	1				1
Esc. Carlos Mon		1	1				1

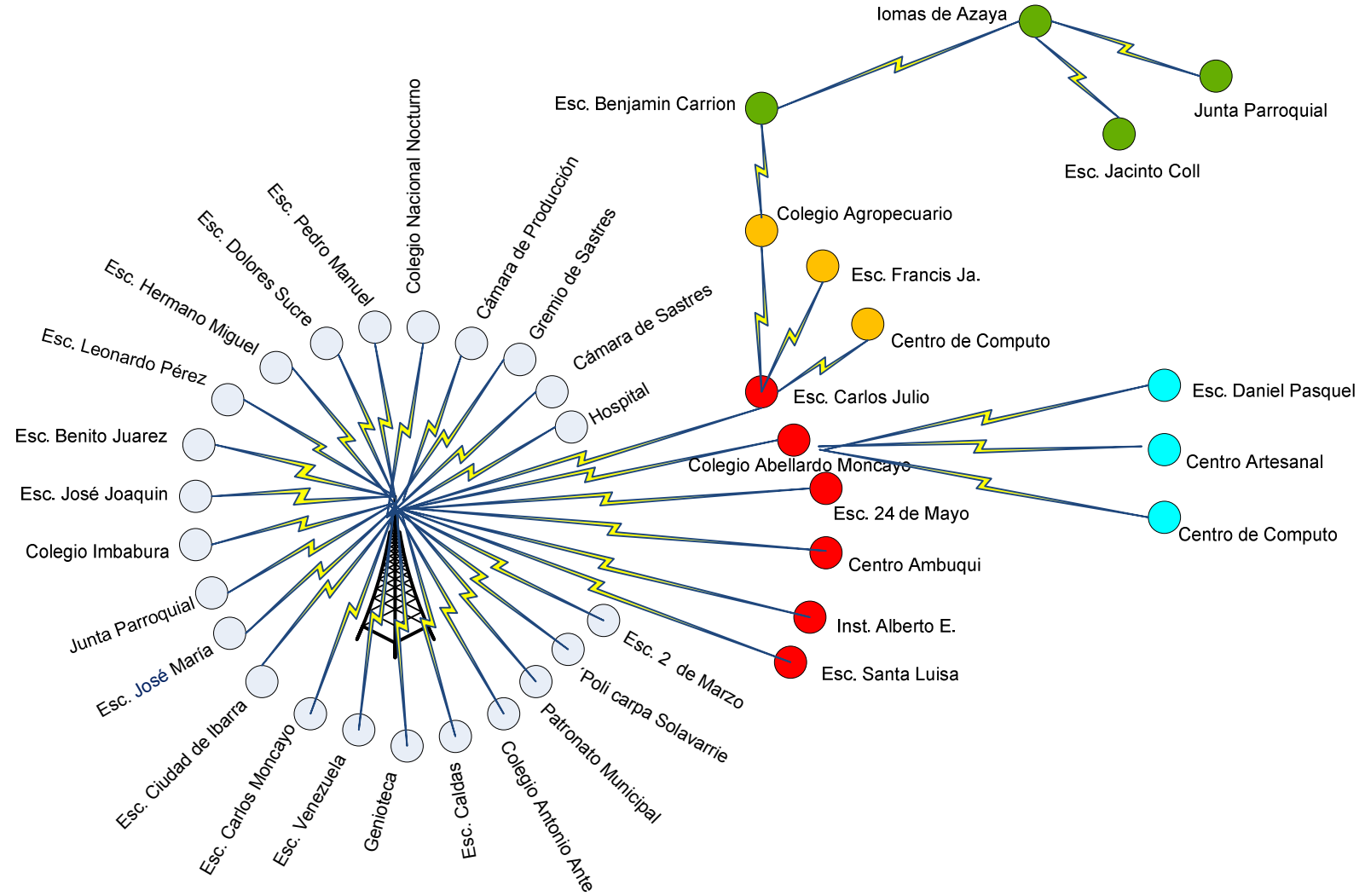
ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
Esc. Venezuela		1	1				1
Genioteca		1		1			1
Escuela Caldas		1		1			1
Col. Antonio Ante		1		1			1
Patronato Municipal		1		1			1
Policarpa Solavarrie		1		1			1
Esc. 2 de Marzo		1		1			1
Esc. Hno. Miguel		1		1			1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
Esc. Pedro Manuel		1		1			1
Col. Nocturno Nacional		1		1			1
Cámara de la Producción		1		1			1
Gremio de Sastres		1		1			1
Cámara de Comercio		1		1			1
Hospital		1		1			1
Esc. Francisco Jarrìn		1	1				1
Centro de Cómputo		1	1				1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
Colegio Agropecuario		1	1				1
Esc. Daniel Pasquel		1		1			1
Centro Artesanal		1		1			1
Centro de Cómputo		1		1			1
Esc. Banjamín Carrrión			1				1
Esc. Iomas de Azaya	1		1		1		1
Esc. Jacinto Coll		1	1				1
Junta Parroquial		1	1				1

ORGANIZACIÓN / CENTRO EDUCATIVO	AP	CPE	Antena	Antena	Antena	Torre	Mástil
	2.4GHz	2.4GHz	Direccional 24dBi (2.4 GHz)	Direccional 15dBi (2.4 GHz)	Sectorial 17dBi (120°, 2.4GHz)	10m	5m
TOTAL	5	38	18	21	5	1	39

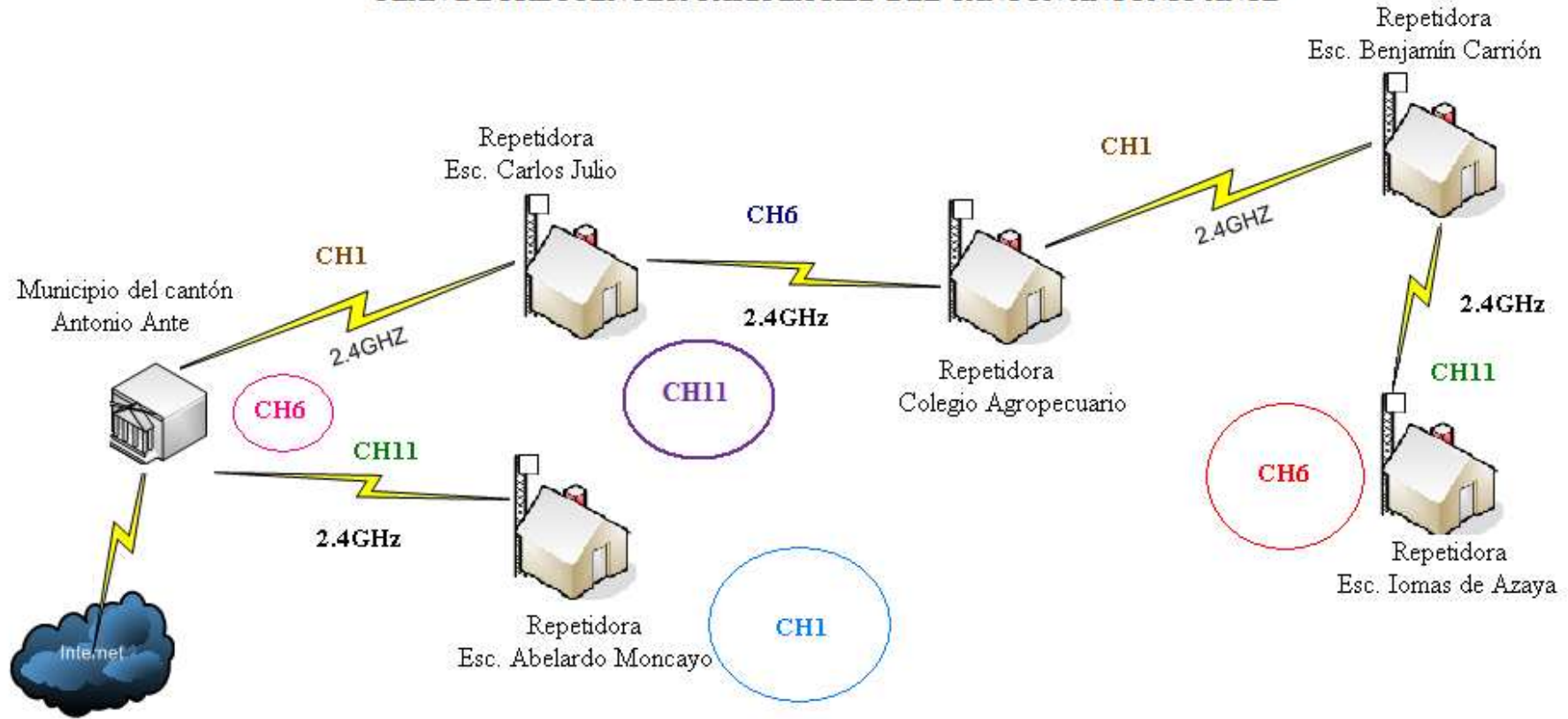
ANEXO 5
Topología de la Red



ANEXO 6

Plan de Frecuencias de la Red

PLAN DE FRECUENCIAS PARA LA RED DEL CANTÓN ANTONIO ANTE



ANEXO 7

Flujo de Caja 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 ANTONIO ANTE

UNIDADES EDUCATIVAS CANTON ANTONIO ANTE SERVICIO DE INTERNET Y OTROS		ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE UNIDADES EDUCATIVAS CANTON ANTONIO ANTE					
		0	1	2	3	4	5
		2009	2010	2011	2012	2013	2014
1 Ingresos			314.400	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			222.000				
			-	-	-	-	-
2 Costos			120.560	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			-	-	-	-	-
			7.860	2.541	2.795	3.075	3.382
2,50% Mantenimiento			-	-	-	-	-
			7.860	2.541	2.795	3.075	3.382
MARGEN OPERACIONAL BRUTO			193.840	41.780	51.457	62.098	73.801
Otros Gastos			-	-	-	-	-

		3.144	1.016	1.118	1.230	1.353
		-	-	-	-	-
	1% ADMINISTRACIÓN	3.144	1.016	1.118	1.230	1.353
3	Gastos no desembolsables	33.985	33.985	33.985	33.985	33.985
	Depreciación equipos	33.985,34	33.985	33.985	33.985	33.985
	MARGEN OPER. ANTES DE IMPUESTOS	224.681	74.749	84.324	94.854	106.433
4	Cálculo de Tasas e Impuestos	60.984	22.751	25.193	27.878	30.831
	0% Licencia	3.690	3.690	3.690	3.690	3.690
	25% Impuesto a la Renta	56.170	18.687	21.081	23.713	26.608
	0,5% SuperIntendencia de Compañías	1.123	374	422	474	532
	MARGEN OPER. DESPUES DE IMPUESTOS	285.665	97.500	109.517	122.731	137.264
		-	-	-	-	-
5	Ajuste por Gastos no desembolsables	33.985	33.985	33.985	33.985	33.985
	Depreciación por equipamiento	33.985	33.985	33.985	33.985	33.985
		-	-	-	-	-
6	Costos y Beneficios no afectos a Impuestos	242.307	9.000	-	-	-
	Inversiones	180.227	9.000	-	-	-
	Equipos	169.927	-			

Equipamiento de telecomunicaciones	10.070	-				
CPE	30.800	-				
Torres y Pararrayos	40.000	-				
		-				
AP Indoor	560					
Tarjetas inalámbricas	1.786					
Infraestructura civil	7.611	-				
Computadoras	76.300	-				
Extensiones eléctricas	400	-				
Otras instalaciones	2.400	2.300				
Servicio						
Ancho de Banda contratado	6.000	6.700				
Instalación de última milla	400	-				
Servidor más software	8.000	-				
Valor Residual Inversión	62.080	-	-	-	-	-
Infraestructura	62.080					

Total	Valores en USD	-	260.680	63.515	75.531	88.746	103.278
		242.307					

Tasa de descuento para actualización 17,4%

Tasa Interna de Retorno (TIR)	54,8%
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	165.526
Periodo de Recuperación (Años)	0,93
Periodo Recuperación Descontado (Años)	1,59

ANEXO 8
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.

19473 Fraser Way, Pitt Meadows, BC, Canada V3Y 2V4
T: 604.460.6002 • F: 604.460.6005 • Toll Free: 1.866.872.6936 • Website: www.tranzeo.com
© Tranzeo Wireless Technologies. All rights reserved. E & OE.





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 Rate & 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.



NETKROM
Technologies



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.



Applications:

Point to Point Link



Point to Multipoint Link



www.netkrom.com / sales@netkrom.com



sB3215

Intelligent Wireless Platform

unwiring our world™



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 TCP/IP 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





sB3216

airPoint
Nexus TOTAL 551

unwiring our world™



Intelligent Wireless Platform

The sB3216 [airPoint™ Nexus TOTAL 551] is a Near Line of Sight (NtLOS), 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



The diagram illustrates an application scenario for the sB3216. At the center is an 'sB3216 Integrated Antenna' tower. A '5x GHz PtP Link' connects it to a 'Tethered Baseband' unit. The tower also provides 'PtMP' service to various locations: 'Flowers' (represented by a house icon), 'MDU/MTU' (represented by a server rack icon), 'Pay Phones' (represented by a phone icon), and 'Houses' (represented by a house icon). A legend at the top right identifies the antenna models: 'airPoint Nexus TOTAL 551 (sB3216V)' and 'airPoint Nexus TOTAL 551 (sB3416)'.

RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	Licensed Exempt UNII: 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)	+35 to +15 @ 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
RF Interference Mitigation	TPC/DFS (IEEE 802.11d/h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squelch Control), Proprietary Advanced Noise Annulary***
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	COFDM with BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM Modulation Self-adapting modulation to maintain optimal link performance under different environmental conditions
Media Access Control (MAC) Method	HCF (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, 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 40dBrm]: 40 km using external 17 dBi Antenna on both sides 2 km using integrated Antenna on both sides For Point-to-Multi-Point Links [FCC 5.8 GHz EIRP limit 36dBrm]: 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 sides
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 RPo2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RPo2
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 82915° antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (included) (8023K3)	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	±45V, 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 overvoltage protection
Radio Operating Environment	-49°F to +142°F (-49°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" (328 x 328 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: PWS NEXUS1/2; Europe: ETSI 301 885, 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 RFP and link conditions.



**HyperLink
Technologies**



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



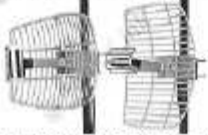


Description

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

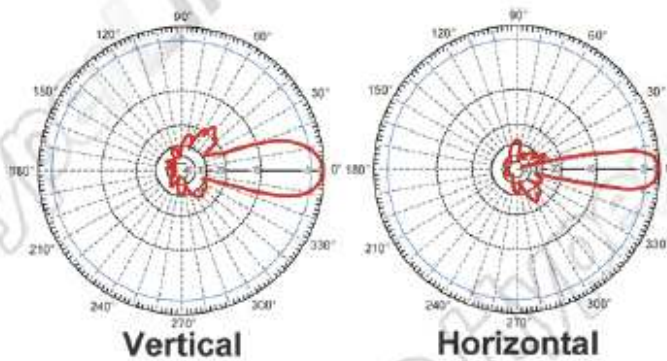
Specifications

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

Specifications

Electrical Specifications

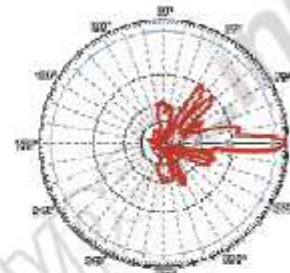
Frequency	2400-2500 MHz
Gain	17 dBi
Horizontal Beam Width	120 degrees
Vertical Beam Width	+/- 6.5°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	250 Watts
VSWR	< 1.3:1 avg.
Connector	N Female
Lightning Protection	DC Short

Mechanical Specifications

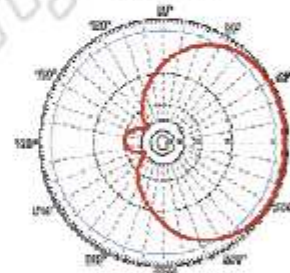
Weight	10 lbs. (4.54 Kg)
Dimensions	39 x 6 x 2.5 inches (99 x 15.3 x 6.4 cm)
Radome Material	UV-Inhibited Polymer
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Mounting	2 inch (5 cm) O.D. pipe max.
Polarization	Vertical
Downtilt (mech)	0 to 20 degrees (adjustable)
RoHS Compliant	Yes

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)




Vertical




Horizontal

Guaranteed Quality

This product is backed by Hyperlink's Limited Warranty



**HyperLink
Technologies**



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

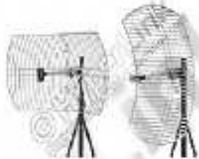
Superior Performance

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°.





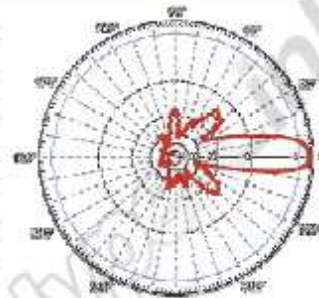
Innovative Solutions For Wireless Communications

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 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.



Vertical



Horizontal



Innovative Solutions For Wireless Communications

Specifications

Electrical Specifications

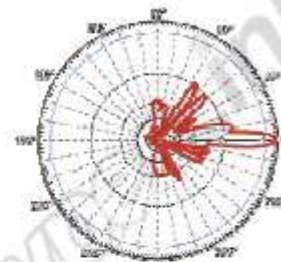
Frequency	2400-2500 MHz
Gain	17 dBi
Horizontal Beam Width	90 degrees
Vertical Beam Width	+/- 6.5°
Impedance	50 Ohm
Max. Input Power	250 Watts
VSWR	< 1.3:1 avg.
Connector	N Female
Lightning Protection	DC Short

Mechanical Specifications

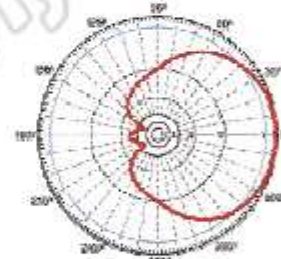
Weight	10 lbs. (4.54 Kg)
Dimensions	39 x 6 x 2.5 inches (99 x 15.3 x 6.4 cm)
Radome Material	UV-Inhibited Polymer
Operating Temperature	-40° C to to 85° C (-40° F to 185° F)
Mounting	2 inch (5 cm) O.D. pipe max.
Polarization	Vertical
Down-tilt (mech)	0 to 20 degrees (adjustable)
RoHS Compliant	Yes

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.



Top Bracket

Bottom Bracket



**HyperLink
Technologies**



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 HyperGale® 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.



Top Bracket



Bottom Bracket



FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO

El presente proyecto de grado fue entregado al Departamento de Eléctrica y Electrónica, reposando en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, 19 de febrero de 2009.

MSC. Ing. Gonzalo Olmedo.

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

Bolívar Edmundo Coronel Mendoza

Autor