

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 PARA LOS
CIBERNARIOS DEL DISTRITO
METROPOLITANO DE QUITO Y ANALISIS
DE SOSTENIBILIDAD

TATIANA ELIZABETH OÑA BRIONES

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 PARA LOS CIBERNARIOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO Y ANALISIS DE SOSTENIBILIDAD” fue desarrollado en su totalidad por la señorita TATIANA ELIZABETH OÑA BRIONES.

Atentamente

Ing. Carlos Romero
DIRECTOR

Ing. Fabián Sáenz Enderica
CODIRECTOR

RESUMEN

El actual proyecto de grado, propone el estudio y el diseño de una red de Telecomunicaciones que permita el acceso a Internet a 17 Cibernarios del Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha.

Los cibernarios son centro de capacitación donde los usuarios pueden acceder a la tecnología de la información y de la comunicación, como un mecanismo de acceso y transparencia de la información Pública.

El FODETEL, a través de su Plan de Servicio Universal, incorpora en sus objetivos la implementación de proyectos orientados a la educación y conjuntamente con el Municipio del Cantón Quito auspician dicho proyecto de conectividad, denominado Quito Digital, el cual es parte del modelo de gobierno electrónico que está implementando la Alcaldía Metropolitana cuya finalidad primordial es acercar a los ciudadanos de la capital a las tecnologías de la información y comunicación.

El estudio y diseño comprende el reconocimiento del terreno y levantamiento de información del mismo, así como el análisis de las posibles tecnologías aplicables para finalmente llegar al diseño de la red óptima de telecomunicaciones que permitirá el acceso a Internet a dichas entidades.

La red diseñada se encuentra dentro del marco regulatorio de las telecomunicaciones que rigen en nuestro país actualmente, el ente regulador para el caso es la Secretaria Nacional de Telecomunicaciones.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, a mi padre Dario, mi ejemplo de lucha y constancia, a mi madre Amanda, mi fiel compañera y amiga. A mis hermanas Ximena y Victoria, quienes son mi inspiración para ser cada día mejor.

A mis tíos, Eve y Aquiles; a Bolo por su apoyo incondicional y cariño, y a mis dos viejitas favoritas, quienes desde algún lugar sé, están disfrutando este triunfo. Que no es mío, sino compartido. Los amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios, quien me ha permitido concluir una etapa más de vida y me ha dado las fuerzas necesarias para no desfallecer ante los obstáculos que se me han presentado.

Al Ing. Fabián Sáenz por la oportunidad de haberme permitido realizar dicho proyecto para la distinguida institución que él dirige, FODETEL, y poner a disposición todas las herramientas posibles para la culminación del mismo, como su tiempo, sus conocimientos y el aporte de sus funcionarios. Al Ing. Carlos Romero por su guía en la elaboración de este estudio, y aportes claves en la parte final de dicho proyecto. A ambos, por ser más que mis guías, mis amigos.

A mi familia entera y a mis amigos, quienes forman parte de mi vida y quienes comparten conmigo mi dicha.

PRÓLOGO

El Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano-Marginales (FODETEL) tiene como uno de sus objetivos principales la disminución de la brecha digital; una de las formas para lograrlo es democratizar el acceso a la información y a una educación de calidad a través de las TIC.

El uso de Telecentros y Cibernarios a la comunidad permite crear una cultura del uso de las TIC`s en la comunidad educativa y social, permitiendo que la población goce de herramientas como el Internet a pesar de la falta de recursos económicos y más bien hagan de la tecnología su herramienta diaria y estén a la par de las nuevas tendencias tecnológicas, se familiaricen con la tecnología y puedan hacer de ella una herramienta diaria que facilite sus labores, por ejemplo que el municipio llegue a sus hogares sin la necesidad de hacer largas filas para realizar sus trámites.

El presente proyecto plantea el diseño de una Red para dar el servicio de Internet a 17 Cibernarios del Cantón Quito, provincia de Pichincha, a su vez se plantea un análisis de las tecnologías más apropiadas para ser utilizadas en la implantación de la Red y estudia la factibilidad económica del proyecto; cumpliendo así los 4 ejes de acción del FODETEL (provisión de equipos informáticos, servicio de Internet, capacitación, contenidos y planes de sostenibilidad).

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	3
1.3 Software de Simulación.....	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEORICO	7
2.1 Planes de Servicio Universal	7
2.1.1 Marco Legal.....	8
2.1.2 Definición de Servicio Universal	11
2.1.3 Conjunto de servicios que constituyen el Servicio Universal de Telecomunicaciones	12
2.1.4 Situación Actual de los Servicios de Telecomunicaciones	12
2.1.5 Objetivo del Plan de Servicio Universal	16
2.1.6 Principios generales	16
2.1.7 Estrategias.....	17
2.1.8 Programas y Proyectos de PSU	18
2.1.9 Metas del plan.....	23
2.1.10 Costos y Financiamiento del Plan Universal.....	23
2.2 Tecnologías de Acceso	24
2.2.1 Par de Cobre (xDSL)	25
2.2.2 Redes Híbridas de Fibra Óptica y Cable (HFC).....	31
2.2.3 Acceso por satélite.....	33
2.2.4 Enlaces con tecnología celular CDMA 450	37
2.2.5 Tecnología WiFi.....	39
2.2.6 Tecnología de acceso vía microonda.....	58
2.2.7 Tecnología WiMax	61
2.2.8 Tecnología Wibro	63
2.3 Proyecto Quito Digital.....	66
2.3.1 Componentes	66
2.3.2 Propósito General de Proyecto	67

2.3.3	Montaje y Gestión	68
2.4	Cibernarios	69
2.5	Capacitación Informática.....	70
4.5.1	Introducción.....	70
4.5.1	Infopedagogía e Informática Educativa.....	70
CAPÍTULO III		76
ESTUDIOS DE DEMANDA		76
3.1	Información socio-económica de las localidades Beneficiarias	76
3.1.1	Aspectos Geográficos	76
3.1.2	Aspectos Sociales	77
3.1.3	Ubicación Geográfica	77
3.1.4	Limites	78
3.1.5	Población	78
3.1.6	División política del Distrito Metropolitano de Quito	79
3.1.7	Parroquias Urbanas ciudad de Quito	80
3.1.8	Parroquias Rurales ciudad de Quito	81
3.1.9	Actividad económica	81
3.1.10	Indicadores Sociales	83
3.2	Requerimientos de Servicios	85
3.3	Estudio de Campo.....	86
3.4	Ubicación Geográfica y Geo-referenciada de los Cibernarios	88
3.5	Infraestructura de Operadoras de Telecomunicaciones existente en la Zona de Influencia	89
CAPÍTULO IV		91
DISEÑO DE LA SOLUCION.....		91
4.1	Posibles Soluciones Tecnológicas para la Implementación, escenarios propuestos.....	91
4.1.1.	Selección de la Solución de diseño.....	93
4.2	Selección de la Tecnología a usarse	93
4.2.1	Tecnología Seleccionada	94
4.3	Estudio de tráfico.....	96
4.4	Diseños y Topologías de la Red LAN, WAN, Red de transporte, ultima milla y Backbone Central	98
4.4.1	Diseño de la Red de Transporte.....	98

4.4.2	Diseño de la Red Wan, backbone y última milla	99
4.4.3	Diseño de la Red Lan.....	107
4.5	Perfiles de enlaces y selección de las rutas	108
4.5.1	Enlace San Juan hacia el Norte (PMP).....	108
4.5.2	Repetidora Capacitación Norte (PTP)	111
4.5.3	Repetidora Cerro 2 (PTP)	112
4.5.4	Repetidora Comité del Pueblo (PMP)	113
4.5.5	Repetidor Cerro 1 (PTP).....	117
4.5.6	ICAM hacia el sur (PMP).....	121
4.5.7	Repetidor Centro de Capacitación CEDA (PTP)	125
4.5.8	Repetidor Cerro 3 (PMP).....	126
4.6	Dimensionamiento de las redes, anchos de banda, velocidades de transmisión, cálculos realizados.	129
4.6.1	Direccionamiento IP	129
4.6.2	Análisis del Ancho de Banda.....	131
4.6.3	Segmento del espectro radio eléctrico a utilizar	139
4.6.4	Plan de frecuencias de la Red diseñada	139
4.7	Seguridad	140
4.7.1	Firewall.....	141
4.7.2	Encriptación.....	142
4.7.3	Otras consideraciones	143
4.8	Equipos de telecomunicaciones para las redes	144
4.8.1	Requerimientos de Equipos	146
CAPÍTULO V		148
MARCO REGULATORIO		148
5.1	Aspectos legales y regulatorios de las Telecomunicaciones vigentes en el país	148
5.1.1.	Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales.....	149
5.1.2.	Norma Para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha MDBA.....	152
CAPÍTULO VI.....		155
ANÁLISIS ECONOMICO.....		155
6.1	Análisis de los costos de las redes y equipamiento	155
6.1.1	Costo de Equipos	155

6.1.2 Costo de Infraestructura	157
6.2 Costo total de la Inversión, Operación y mantenimiento.	157
6.1.2 Costo Final del Proyecto	158
6.3 Análisis de sensibilidad económica.....	159
6.4 Plan de sostenibilidad	160
6.2.1 Telecentros.....	160
6.2.2 Principios básicos para telecentros comunitarios	161
6.2.3 Consolidación de una visión social	161
6.2.4 Formación y Capacitación permanente	161
6.2.5 Alternativa de sostenibilidad económica.....	162
CAPÍTULO VII.....	163
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
7.1 Conclusiones.....	163
7.2 Recomendaciones	164
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	166
ANEXOS	167
ANEXO 1	168
Información de los Cibernarios del Distrito Metropolitano de Quito	168
ANEXO 2	172
Indicadores Sociales	172
ANEXO 3	177
Tabla comparativa de Tecnologías de Acceso	177
ANEXO 4	180
Estudio de Campo (Fotos)	180
ANEXO 5	186
Direccionamiento IP	186
ANEXO 6	188
Tabla de equipamiento.....	188
ANEXO 7	190
Tabla de TIR y VAN	190
ANEXO 8	193
Hojas Técnicas.....	193
ANEXO 9	204
Cotizaciones	204

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 1

Tabla 1. 1 Cibernarios beneficiados	2
---	---

CAPÍTULO 2

Tabla 2. 1 Cuadro de metas del Plan de Servicio Universal.....	23
Tabla 2. 2 Tabla comparativa de tecnologías ADSL.....	28
Tabla 2. 3 Máxima Potencia Transmisible en 2.4GHz por Regiones.....	40
Tabla 2. 4 Canales en las bandas 2,4GHz y 5.8GHz	49
Tabla 2. 5 Evolución de los Estándares de WiMax.....	62

CAPÍTULO 3

Tabla 3. 1 Información Cantón Quito.....	76
Tabla 3. 2 Coordenadas y altura del Cantón Quito	77
Tabla 3. 3 Grupos ocupacionales Cantón Quito	81
Tabla 3. 4 Ramas de actividad del Cantón Quito	82
Tabla 3. 5 Indicador Social de Analfabetismo	83
Tabla 3. 6 Nivel de Instrucción en el Cantón Quito	83
Tabla 3. 7 Indicador Social del Incide de la pobreza.....	83
Tabla 3. 8 Porcentaje de los servicios básicos del cantón	84
Tabla 3. 9 Indicador Social de la Educación	85
Tabla 3. 10 Ubicación Geográfica, coordenadas de los Cibernarios.....	87
Tabla 3. 11 Número de Computadoras existentes y Responsable de la entidad	87
Tabla 3. 12 Cerros e Infraestructura existente de operadoras en la zona de Influencia .	89

CAPÍTULO 4

Tabla 4. 1 Cuadro comparativo de las Tecnologías de acceso	93
Tabla 4. 3 Estándar para el cálculo de Ancho de Banda	96
Tabla 4. 4 Cálculo del Ancho de Banda de los Cibernarios	96
Tabla 4. 5 Especificaciones de Equipos para Enlaces	100
Tabla 4. 6 Ubicación Geográfica de los Cerros	103
Tabla 4. 7 Comparación entre redes LAN y WLAN.....	108
Tabla 4. 8 Direccionamiento IP de la red	130
Tabla 4. 9 Aplicaciones más Frecuentes y Tamaño en Bytes	132
Tabla 4. 10 Número de switches de 8 puertos	144
Tabla 4. 11 Tarjetas de Red Inalámbricas Requeridas	145
Tabla 4. 12 Enrutadores Inalámbricos Requeridos.....	146

CAPITULO 6

Tabla 6. 1 Costo de equipos	155
Tabla 6. 2 Costos de equipamiento de red interna.....	156
Tabla 6. 3 Costo de equipos extras	156
Tabla 6. 4 Costo Total de Equipos	157
Tabla 6. 5 Costo de Infraestructura	157
Tabla 6. 6 Costo del Servicio de Internet	158
Tabla 6. 7 Costos de Operación y Mantenimiento	158
Tabla 6. 8 Costo total del Proyecto.....	158
Tabla 6. 9 Cálculo del TIR y VAN.....	159

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2. 1 Densidad de telefonía fija a nivel nacional	13
Figura 2. 2 Densidad telefónica por provincias	13
Figura 2. 3 Distribución de las líneas instaladas	14
Figura 2. 4 densidad telefónica móvil en el Ecuador	14
Figura 2. 5 Crecimiento de abonados telefonía móvil.....	15
Figura 2. 6 Distribución del mercado de Telefonía Móvil por operadora.....	15
Figura 2. 7 Estructura de un Telecentro Comunitario Polivalente	22
Figura 2. 8 Elementos red ADSL	29
Figura 2. 9 Esquema de Arquitectura de red detallado.....	30
Figura 2. 10 Revestimiento de fibra óptica.....	32
Figura 2. 11 Red satelital unidireccional	35
Figura 2. 12 Esquema Red satelital Híbrida	35
Figura 2. 13 Esquema de red satelital bidireccional.....	36
Figura 2. 14 Cobertura CDMA 450.....	38
Figura 2. 15 Topología Bus o Barra	42
Figura 2. 16. Topología Estrella	42
Figura 2. 17. Topología Línea o Multiconcentrador	42
Figura 2. 18. Topología Árbol.....	43
Figura 2. 19. Topología Anillo	43
Figura 2. 20. Topología Malla y Malla Parcial.....	44
Figura 2. 21 Tranzeo 5Plus.....	51
Figura 2. 22. Diagrama de Radiación	53
Figura 2. 23. Diagrama de Radiación Tridimensional.....	53
Figura 2. 24. Diagrama de Radiación Bidimensional.....	54
Figura 2. 25. Ancho del Haz.....	54

Figura 2. 26. Antena Directiva	55
Figura 2. 27. Antena Omnidireccional	55
Figura 2. 28. Antena Sectorial	56
Figura 2. 29. Comparativa entre Antenas	58
Figura 2. 30 Funcionamiento básico de un sistema microonda.....	58
Figura 2. 31 Etapas de comunicación sistema microonda.....	59
Figura 2. 32 Arquitectura de Movilidad 802.16e	65
Figura 2. 33 Aplicaciones de movilidad 802.16e	65
Figura 2. 34 Estructura de Montaje Proyecto Quito Digital.....	68
Figura 2. 35 Esquema de la Info-pedagogía	71
Figura 2. 36 Modelo de Integración de la computadora al aprendizaje	74

CAPÍTULO 3

Figura 3. 1 Ubicación Geográfica Cantón Quito.....	78
Figura 3. 2 Población Urbana y Rural del Cantón Quito	79
Figura 3. 3 Distribución de los habitantes del cantón según su edad	79
Figura 3. 4 Zonas Distritales del Cantón Quito	80
Figura 3. 5 Parroquias Urbanas Ciudad de Quito	80
Figura 3. 6 Ubicación Geográfica de las Entidades Beneficiarias (Radio Mobile).....	89

CAPÍTULO 4

Figura 4. 1 Diagrama funcional de la Red construida	92
Figura 4. 2 Diagrama funcional de la Red rentada	92
Figura 4. 3 Topología de la Red Propuesta	98
Figura 4. 4 Esquema de la Red de transporte	99
Figura 4. 5 Sistema AP/CPE 5.8GHz Directiva 22 dBi (Radio Mobile).....	101
Figura 4. 6 Sistema AP/CPE (PTP) 5.8 GHz Directiva 24 dBi (Radio Mobile).....	101
Figura 4. 7 Sistema AP/CPE (PTP) 5.8 GHz Directiva 29 dBi (Radio Mobile).....	102
Figura 4. 8 Redes consideradas en el Diseño (Radio Mobile)	102
Figura 4. 9 Ubicación Cerro 1 (Google Earth)	103
Figura 4. 10 Ubicación Cerro 2 (Google Earth)	104
Figura 4. 11 Ubicación Cerro 3 (Google Earth)	104

Figura 4. 12 Diseño Final de la Red (Radio Mobile)	105
Figura 4. 13 Subred Norte - Nodo principal San Juan (Radio Mobile).....	106
Figura 4. 14 Subred Sur - Nodo principal ICAM (Radio Mobile)	106
Figura 4. 15 Diseño de la Red en 3D (Radio Mobile).....	107
Figura 4. 16 Enlace San Juan - FEUE (Radio Link)	109
Figura 4. 17 Enlace San Juan - La Mariscal	110
Figura 4. 18 Enlace San Juan - Centro de Capacitación Norte (Radio Link).....	111
Figura 4. 19 Enlace Centro de Capacitación Norte - Cerro 2 (Radio Link)	112
Figura 4. 20 Enlace Cerro 2 – Centro de Capacitación Comité del Pueblo (Radio Link)	113
Figura 4. 21 Enlace Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Cibernario Calderón (Radio Link)	114
Figura 4. 22 Enlace Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Centro Abdón Calderón (Radio Link).....	115
Figura 4. 23 Enlace Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Biblioteca (Radio Link)	116
Figura 4. 24 Enlace Comité del Pueblo - Cerro 1.....	117
Figura 4. 25 Línea de Vista Centro Capacitación Norte - La Delicia (Radio Link).....	118
Figura 4. 26 Línea de vista Cerro2 - Cibernario La Delicia (Radio Link)	118
Figura 4. 27 Línea de vista Comité del Pueblo - Cibernario La Delicia (Radio Link).	119
Figura 4. 28 Línea de vista Cibernario Calderón - Cibernario La Delicia (Radio Link)	119
Figura 4. 29 Enlace Cerro 1 - La Delicia (Radio Link).....	120
Figura 4. 30 Enlace ICAM – Centro Cultural Metropolitano (Radio Link).....	121
Figura 4. 31 Enlace ICAM - Centro Cultural Guambrateca (Radio Link)	122
Figura 4. 32 Enlace ICAM - Factoría del Conocimiento (Radio Link).....	123
Figura 4. 33 Enlace Factoría del Conocimiento - CEDA (Radio Link)	124
Figura 4. 34 Enlace CEDA - Cerro 3 (Radio Link).....	125
Figura 4. 35 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Conocoto (Radio Link).....	126
Figura 4. 36 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Alangasi (Radio Link)	127
Figura 4. 37 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Ilaló (Radio Link)	128
Figura 4. 38 Plan de Frecuencias de la Red.....	140
Figura 4. 39 Trucos de hackers para atacar redes inalámbricas	141

GLOSARIO

ATM, De las siglas en inglés de *Asynchronous Transfer Mode*, Modo de Transferencia Asíncrona, es una tecnología de telecomunicación desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión para servicios y aplicaciones.

BER *Bit Error Rate*.

Duplex, es utilizado en las telecomunicaciones para definir a un sistema que es capaz de mantener una comunicación bidireccional, enviando y recibiendo mensajes de forma simultánea; *Full Duplex*, permite canales de envío y recepción simultáneos y *Half Duplex*, permite transmitir en los dos sentidos, pero no de forma simultánea.

ftp, De las siglas en inglés de *File Transfer Protocol*, es un protocolo de red para la transferencia de archivos entre sistemas conectados a una red TCP, basado en la arquitectura cliente-servidor. Desde un equipo cliente se puede conectar a un servidor para descargar archivos desde él o para enviarle archivos, independientemente del sistema operativo utilizado en cada equipo.

FTTH, Fibra hasta el Hogar.

MHz, Abreviatura de Mega Hertz; $1 \text{ Mega Hertz} = 10^6 \text{ Hertz}$; el Hertz es la unidad de medida de la frecuencia, número de eventos ocurridos por segundo.

Modulación, El conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos.

PBX, De las siglas en inglés de *Private Branch Exchange*, Central Secundaria Privada, es cualquier central telefónica conectada directamente a la red pública de teléfono por medio de líneas troncales para gestionar, además de las llamadas internas, las entrantes y/o salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Este dispositivo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo privado a su denominación.

PON, De las siglas en inglés de *Passive Optical Network*, (APON – ATM *Passive Optical Network*), red óptica pasiva, permite eliminar todos los componentes activos existentes entre el servidor y el cliente introduciendo en su lugar componentes ópticos pasivos (divisores ópticos pasivos) para guiar el tráfico por la red, cuyo elemento principal es el dispositivo divisor óptico (conocido como splitter). La utilización de estos sistemas pasivos reduce considerablemente los costes y son utilizados en las redes FTTH.

PMP, De las siglas en inglés de *Point to Multi Point*, referido a enlaces Punto a Multipunto.

PTP, De las siglas en inglés de *Point to Point*, referido a enlaces Punto a Punto.

QoS, De las siglas en Inglés de *Quality of Service*, 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.

RDSI, Red Digital de Servicios Integrados, o ISDN en Inglés, los equipos terminales de la RDSI se comunican con la RTC a través de señales digitales en lugar de analógicas. Estas líneas de acceso utilizan velocidades de 128kbps en el acceso básico y de hasta 2Mbps en el acceso primario.

RTC, Red Telefónica Conmutada, o Red Telefónica Básica (RTB), es el servicio constituido por todos los medios de transmisión y conmutación necesarios que permiten enlazar a voluntad dos equipos terminales mediante un circuito físico que se establece específicamente para la comunicación y que desaparece una vez que se ha completado la misma. Se trata por tanto, de una red de telecomunicaciones conmutada.

TCP, De las siglas en inglés de *Transmisión Control Protocol*, en español Protocolo de Control de Transmisión, es uno de los protocolos fundamentales en Internet. Muchos programas dentro de una red de datos compuesta por computadoras pueden usar TCP para crear conexiones entre ellos a través de las cuales puede enviarse un flujo de datos. El protocolo garantiza que los datos serán entregados en su destino sin errores y en el mismo orden en que se transmitieron. También proporciona un mecanismo para distinguir distintas aplicaciones dentro de una misma máquina, a través del concepto de puerto.

Throughput, Es el volumen de trabajo o de información que fluye a través de un sistema. Así también se le llama al volumen de información que fluye en las redes de datos. Particularmente significativo en almacenamiento de información y sistemas de recuperación de información, en los cuales el rendimiento es medido en unidades como accesos por hora.

UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones, en Inglés ITU, es el organismo especializado de las Naciones Unidas encargado de regular las telecomunicaciones, a nivel internacional, entre las distintas administraciones y empresas operadoras.

WiFi, *Wireless Fidelity*, Es un nombre comercial desarrollado por un grupo de comercio industrial llamado WI-FI Alliance que describe los productos para redes de área local inalámbricas basados en los estándares 802.11 simplemente para que tenga un nombre mas accesible para los usuarios.

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: Dúplexación 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 interfase “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 Megas bits 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 muchísimos 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.

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.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el Ecuador, las funciones de administración y regulación de los servicios de telecomunicaciones, son ejercidas a nombre del estado por el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL; el cual a su vez lo hace ante la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). Las políticas establecidas por dicho organismo son ejecutadas por la SENATEL (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones), encargada también de la administración de espectro radioeléctrico.

Dado que la constitución pública del Ecuador establece como una responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos, entre ellos las comunicaciones, se delegó al CONATEL, la creación del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones, **FODETEL**.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones a través del Fondo de Desarrollo de las Telecomunicaciones, desarrolla diferentes proyectos sociales de Telecomunicaciones, en concordancia al objetivo del Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones 2007-2012 y el plan nacional de conectividad, el cual es proveer programas y proyectos de inversión para incrementar la infraestructura de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que contribuyan al desarrollo social y económico, asegurando que las soluciones se enmarquen dentro de las normativas y estándares justos, equitativos y solidarios.

El FODETEL maneja 4 ejes de acción los cuales son: provisión de equipos informáticos, servicio de Internet, capacitación, contenidos y planes de sostenibilidad;

todos destinados a lograr que la brecha digital disminuya ; para lo cual cuenta con un rubro financiero establecido en el Plan Operativo Anual, POA/ FODETEL que es parte del POA / SENATEL; el mismo que debe cubrir lo necesario para el cumplimiento y gestión técnica de los proyectos, priorizando las áreas rurales y urbano marginales que no se encuentren servidas o que tengan un bajo índice de penetración de servicios de telecomunicaciones

El FODETEL, a través de su Plan de Servicio Universal, incorpora en sus objetivos la implementación de proyectos orientados a la educación cuyo objetivo es lograr que la gran mayoría de las escuelas, colegios y bibliotecas de todo el territorio nacional puedan incorporarse a las TIC.

El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito tiene un proyecto denominado Quito Digital, el cual es parte del modelo de gobierno electrónico que está implementando la Alcaldía Metropolitana y busca acercar a los ciudadanos de la capital a las tecnologías de la información y comunicación, como un mecanismo de acceso y transparencia a la información municipal. Para alcanzar esta meta, uno de los componentes principales del proyecto es la implantación de centros públicos de capacitación y de uso de estas tecnologías para la ciudadanía en general (Cibernarios).

El FODETEL, bajo convenio con el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, establece que participarán conjuntamente; brindando la conectividad de los centros previamente mencionados, así como desarrollando el plan de sostenibilidad del servicio; en miras a la continuidad del mismo, una vez concluido el periodo en el cual el FODETEL asume los costos de provisión.

Las entidades beneficiadas en el proyecto serán los centros enlistados a continuación:

Tabla 1. 1 Cibernarios beneficiados

TIPO DE CIBERNARIO	NOMBRE	PARROQUIA
Biblioteca	Calderón	Calderón
Biblioteca	Llano Grande	Llano Grande

TIPO DE CIBERNARIO	NOMBRE	PARROQUIA
Cibernario	Calderón	Carapungo
Cibernario	Calderón	Carapungo
Centro Cultural	Metropolitano	San Roque
Centro de Capacitación	ICAM	San Roque
Centro de Capacitación	CEDA Villaflores	La Magdalena
Cibernario	La Delicia	Cotocollao
Centro cultural	Conocoto	Conocoto
Centro cultural	Ilaló	La Merced
Centro cultural	Alangasí	Alangasí
Centro de Capacitación	Norte	Iñaquito
Centro de Capacitación	La Mariscal	Santa Prisca
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	Comité del pueblo
Centro de Capacitación	San Juan	
Centro de Capacitación	Guambrateca	San Marcos
Cibernario	Factoría del Conocimiento	San Sebastián
Cibernario	FEUE	La Gasca

1.2 Justificación e importancia

La importancia de las telecomunicaciones como motor de la Sociedad de la Información es indiscutible. Las tecnologías de las telecomunicaciones tienen implicaciones revolucionarias en las relaciones entre las empresas y en la vida cotidiana del ciudadano. Y ello con un ritmo de cambio nunca antes conocido. Todo esto multiplica la importancia de la investigación y el desarrollo en este sector.

Las ciudades, organizaciones e individuos se interrelacionan y compiten a escala global, y hacerlo hoy eficientemente implica la incorporación social de las TIC en diferentes niveles, a nivel de la administración pública para mejorar la gestión y atención a los ciudadanos, a nivel del sistema educativo para que los niños y jóvenes tengan acceso a su conocimiento y uso y a nivel de los ciudadanos en general para que integren en su trabajo y hogares estas herramientas.

Una de las formas de lograrlo es democratizar el acceso a la información y a una educación de calidad a través de las TIC, al ampliar el uso de Telecentros y Cibernarios a la comunidad circundante y así crear una cultura del uso de estas herramientas en la comunidad educativa y social.

El Cibernario es un espacio para que la gente se capacite y acceda a las nuevas herramientas tecnológicas como la Internet, a fin de que las utilicen para su actividad diaria, sin que la falta de recursos económicos representa una gran imposibilidad y así se integre al distrito a una sociedad moderna, democrática y equitativa; priorizando la inclusión en la cultura digital de todos los sectores sociales para crear las capacidades y condiciones que eleven su calidad de vida; disminuyendo la brecha digital, al familiarizar a todo el mundo con tecnología de punta y así promover el desarrollo competitivo y sustentable de sus habitantes, organizaciones y empresas.

Es por esto que el actual proyecto es de vital importancia para alcanzar dichos objetivos, ya que la conectividad de los Cibernarios proporcionara a los usuarios la facilidad de acceder a la información por medio del Internet ya que en nuestro país los costos del servicio son elevados, y sumados a la poca capacidad adquisitiva de los ciudadanos, imposibilitan que un gran porcentaje no cuente con el servicio. Además harán ciudadanos estén a la par de las nuevas tendencias tecnológicas, se familiaricen con la tecnología y puedan hacer de ella una herramienta diaria que facilite sus labores, por ejemplo que el municipio llegue a sus hogares sin la necesidad de hacer largas filas para realizar sus trámites, y gocen de servicios que son de carácter cotidiano en países de primer mundo.

Es así que los objetivos para el siguiente proyecto son los siguientes:

Objetivo General:

- Realizar el estudio y diseño una red de telecomunicaciones para la dotación de servicios de Internet en 19 centros comunitarios ubicados en el Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha.

Objetivos Específicos:

- Realizar el estudio de campo, necesario para el levantamiento de información topográfica de las entidades seleccionadas para el presente proyecto.
- Estudiar las posibles soluciones tecnológicas para implementar la red de telecomunicaciones requerida, y determinar cual de ellas será la que cumpla con los requerimientos y satisfaga las necesidades establecidas.
- Investigar el Marco Regulatorio, vigente, en nuestro país para que el diseño a realizarse cumpla con las leyes que rigen a las telecomunicaciones en el Ecuador.
- Diseñar y Dimensionar la red para obtener resultados óptimos de cobertura y desempeño de la misma.
- Simular la red diseñada, usando el software Radio Mobile, el cual fue designado y es de uso por el FODETEL.
- Realizar un análisis de costos y factibilidad de implementación, junto con análisis de sensibilidad económica.
- Establecer el plan de sostenibilidad para permitir la vigencia del proyecto en el tiempo.

1.3 Software de Simulación

Para la realización del diseño de la red y su simulación El software a utilizarse es Radio Mobile el cual es un programa que permite la planificación integral de una red, línea de vista, y cálculos de alcance basados en datos del terreno y ángulos de alineación de antena tanto en vertical como en horizontal. El programa ahora corre bajo Windows solamente, pero se puede utilizar en Linux mediante un emulador, y es usado por mucha gente que trabaja con redes inalámbricas como herramienta de planificación/soporte.

Usa datos de elevación provenientes de diversas fuentes en formato HGT, DTED, GLOBE, SRTM30, GTOPO y los obtiene directamente de estos repositorios. También los combina con otros mapas disponibles en la red.

Una fuente popular es el repositorio de la NASA SRTM (*Shuttle Radio Topology Mission*) de datos de elevación (*free elevation data*) que cubre el planeta completo a una resolución de 90m.

Los calculadores en línea y las hojas de cálculo son herramientas valiosas que apoyan al trabajo con presupuestos de enlace.

El programa Google Earth es también muy útil para planificar enlaces. Este indica distancias, rumbos y características del terreno, y nos permite examinarlo desde varias perspectivas.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Planes de Servicio Universal

El servicio Universal esta conceptualizado como el derecho de toda persona a acceder por lo menos a un servicio básico de telecomunicaciones. En el Ecuador éste es uno de los principales objetivos del Estado; proveer de servicios públicos de telecomunicaciones, ya sea de manera directa o por delegación a empresas privadas, por cualquiera de las formas legalmente reconocidas.

Es bien conocido, que la ausencia de las telecomunicaciones no permite el desarrollo armónico de los pueblos, especialmente en aquellos mas apartados del territorio nacional, caracterizados como áreas rurales, que presentan una escasa cobertura de los servicios de telecomunicaciones dificultando su nivel de vida y desarrollo económico, razones que llevan al Estado a priorizar estos sectores , y han llevado a que se planteen soluciones de acceso Universal a través de acceso comunitario centrado en una distancia razonable, tomando en cuenta que las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y en general las telecomunicaciones constituyen un pilar primordial en el desarrollo económico y social de un país.

El acceso universal está ligado a la disponibilidad del servicio básico de las telecomunicaciones, constituyéndose en un importante paso para alcanzar cobertura geográfica, lo que se ajusta más bien a las decisiones de política que tiene que darse en el contexto de los países en desarrollo, en los que los índices de penetración son bajos, entre los cuales está el Ecuador.

Mientras que en los países desarrollados las telecomunicaciones cobran cada día mayor importancia, la brecha digital entre estas naciones y las menos desarrolladas cada vez es más grande. Evidentemente esta situación no obedece a la falta de demanda en los países menos desarrollados sino más bien a la diferencia de las políticas públicas de desarrollo en las telecomunicaciones.

A pesar que en el Ecuador el servicio de telecomunicaciones fue largo tiempo monopolizado por el Estado, desde principios del dos mil, en nuestro país se ha puesto en marcha una serie de reformas estructurales orientadas a sentar las bases que permitieran un crecimiento económico sostenido.

Como parte de esta restructuración de apertura del mercado a la libre competencia, se creó el FODETEL¹, con la finalidad exclusiva de financiar proyectos que permitan dotar de servicios básicos de telecomunicaciones al área rural y urbano marginal.

2.1.1 Marco Legal

La Constitución Política del Ecuador establece en su artículo 249 que “Será responsabilidad del Estado, la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de naturaleza similar. Podrá prestarlos directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas, mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria o cualquier otra forma contractual, de acuerdo con la ley. Las condiciones contractuales acordadas no podrán modificarse unilateralmente por leyes u otras disposiciones.

El Estado garantizará que los servicios públicos, prestados bajo su control y regulación, respondan a principios de eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad; y velará para que sus precios o tarifas sean equitativos.”

¹ Fondo para el Desarrollo de Telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales

En tal razón, el desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones cobró especial importancia en la política de gobierno a partir del 2001, año en que se dictaron una serie de medidas orientadas a impulsar su expansión. Entre ellas destaca la promulgación mediante Decreto Ejecutivo No. 1790 el Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones, publicada en el Registro Oficial 404 el 4 de septiembre del 2001.

El Artículo 22 del Reglamento General a la Ley, dispone que la implementación de los proyectos del servicio universal en áreas rurales y urbano-marginales, que no hayan sido contemplados en los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL, serán financiada con recursos provenientes del FODETEL.

El Artículo 23 del reglamento General a la Ley, establece que el CONATEL definirá el conjunto de servicios que constituyen el servicio universal y establecerá, conforme al reglamento correspondiente, el Plan de Servicio Universal, señalando las metas específicas a alcanzarse así como los procedimientos para su aplicación.

El Plan Nacional de Servicio Universal contemplará los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones y los proyectos para zonas rurales y urbano-marginales financiados por el FODETEL.

El Artículo 24 del Reglamento General a la Ley, establece que los prestadores de servicios de telecomunicaciones deberán asumir, de conformidad con los términos de sus respectivos títulos habilitantes, la provisión de servicios en las áreas rurales y urbano-marginales que abarca el territorio de su concesión. El Plan Nacional de Servicio Universal establecerá también otras obligaciones de servicio universal a cargo de los proveedores de servicios de telecomunicaciones, tales como llamadas de emergencia, provisión de servicios auxiliares para actividades relacionadas con seguridad ciudadana, defensa nacional o protección civil.

El artículo 58 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador reforma el artículo 38 de la Ley Especial de Telecomunicaciones y establece que todos los servicios de telecomunicaciones se brindarán en régimen de libre competencia; y,

dispone que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, en uso de sus facultades, expedirá el Reglamento pertinente, el que deberá contener las disposiciones necesarias para la creación de un Fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en las áreas rurales y urbano marginales, con aportes que se determinen en función de los ingresos de las empresas operadoras de telecomunicaciones.

Mediante Resolución No. 379-17-CONATEL-2000, el 5 de septiembre del 2000 se aprobó el Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones, en el que se estableció como política de Estado fomentar la difusión del Internet, como una prioridad nacional, ya que constituye un medio para el desarrollo económico, social y cultural del país, también pretende fomentar la prestación de los servicios de telecomunicaciones, para lograr el servicio y acceso universal a través de Plan de Servicio Universal, de tal forma que los proyectos del FODETEL se enmarcan dentro de los objetivos y lineamientos del Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones..

Mediante Resolución No. 380-17-CONATEL-2000 del 5 de septiembre del 2000, se resuelve declarar como política de Estado el acceso universal y el servicio universal dentro de los servicios de telecomunicaciones, e impulsar la promoción del uso de la red de Internet, como herramienta para el desarrollo cultural, social, político y económico del Estado ecuatoriano.

Mediante Resolución No. 394-18-CONATEL-2000 (R.O. 193, 27-X-2000), el 28 de septiembre del 2000 se aprobó el Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales FODETEL, reformado mediante resolución 588-22-CONATEL-2000 (R.O. 235, 2-I-2001).

Mediante Resolución No. 589-22-CONATEL-2000 (R.O. 235, 2-I-2001), el 28 de noviembre del 2000 se expide el Reglamento de Ejecución de Proyectos y Contratación de Servicios del FODETEL, reformado mediante resolución 075-03-CONATEL-2002 (R.O. 528, 02-03-06).

Mediante Decreto Ejecutivo No. 1781, publicado en el Registro Oficial 400 del 29 de agosto de 2001, se constituye a la Comisión Nacional de Conectividad y le faculta la conformación de las Comisiones Técnicas Especiales, con la participación de funcionarios de alto nivel de las instituciones competentes para la definición de

programas nacionales como son: Tele-educación, Tele salud, Comercio Electrónico, Infraestructura de Conectividad y Gobierno en Línea.

Mediante Resolución No. 07-02-CONNECTIVIDAD-2001 del 21 de noviembre del 2001, se aprueba el instructivo para la constitución y funcionamiento de las comisiones técnicas especiales.

El Consejo nacional de telecomunicaciones incorpora a la telefonía pública, en la categoría de servicio público mediante Registro oficial No. 493 del 14 de enero del 2002.

Mediante Resolución No. 05-03-CNC-2002, del 5 de septiembre del 2002, la Comisión Nacional de Conectividad aprobó la Agenda nacional de Conectividad. Mediante Decreto Ejecutivo No. 3393 del 27 de noviembre del 2002 y publicado en el R.O. 719 el 5 de diciembre de 2002, el Presidente de la República estableció como política de Estado la Agenda Nacional de Conectividad.

2.1.2 Definición de Servicio Universal²

Es la obligación de extender el acceso de un conjunto definido de servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del territorio nacional, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida³.

Servicio Universal

Disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones a una distancia aceptable con respecto a los hogares o lugares de trabajo⁴.

Áreas Rurales y Urbano marginales

Dada la necesidad de precisar el campo de acción del FODETEL, se ha definido los términos áreas rurales y urbanas marginales.

² FUENTE: www.senatel.gov.ec

³ Artículo 2, Reglamento del Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales

⁴ Artículo 2, Reglamento del Fondo para el desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales

Con relación a las áreas rurales, se ha optado por acoger la definición del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), extendiéndolo a las cabeceras cantonales - todas urbanas según el INEC- que tengan 5,000 habitantes o menos. A esta definición se la ha ampliado a poblaciones con 17.000 habitantes (concentrados) o menos y que tengan una penetración telefónica menor que $(1.000/17.000)*100\%$.

En cuanto a las áreas urbanas marginales, son aquellas áreas urbanas en zonas censales habitadas con promedio de pobreza del 60% o más, de conformidad con la “geografía de la Pobreza en el Ecuador”.

2.1.3 Conjunto de servicios que constituyen el Servicio Universal de Telecomunicaciones

Los servicios de telecomunicaciones a prestar por los operadores de telecomunicaciones que constituyen el servicio universal son: la telefonía tanto fija como móvil que incluyen los servicios de telefonía pública, larga distancia nacional e internacional y el servicio agregado de Internet, llamadas de emergencia, acceso a operadora, tanto en las áreas urbanas como en las rurales.

2.1.4 Situación Actual de los Servicios de Telecomunicaciones

De acuerdo a los datos entregados hasta enero de 2008 por las empresas de Telefonía Fija en Ecuador (Andinatel S.A., CNT S.A. (Ex Pacifictel) S.A., ETAPA, Linkotel S.A., Setel S.A., Ecuadortelecom S.A. y Etapatelecom S.A.), la Superintendencia de Telecomunicaciones determinó que la densidad telefónica fija es del 13,21%, es decir que 13 de cada 100 ecuatorianos son abonados de la telefonía fija. Además, la infraestructura de las operadoras está digitalizada en un 99,73% y están instalados 11.236 teléfonos públicos en todo el territorio nacional. El número de abonados a nivel nacional alcanza 1.926.100 a Febrero del 2009; de las cuales 1.907.436 son líneas principales, 6726 líneas de servicio y 11938 de telefonía pública⁵.

⁵ FUENTE: Estadísticas de SUPERTEL

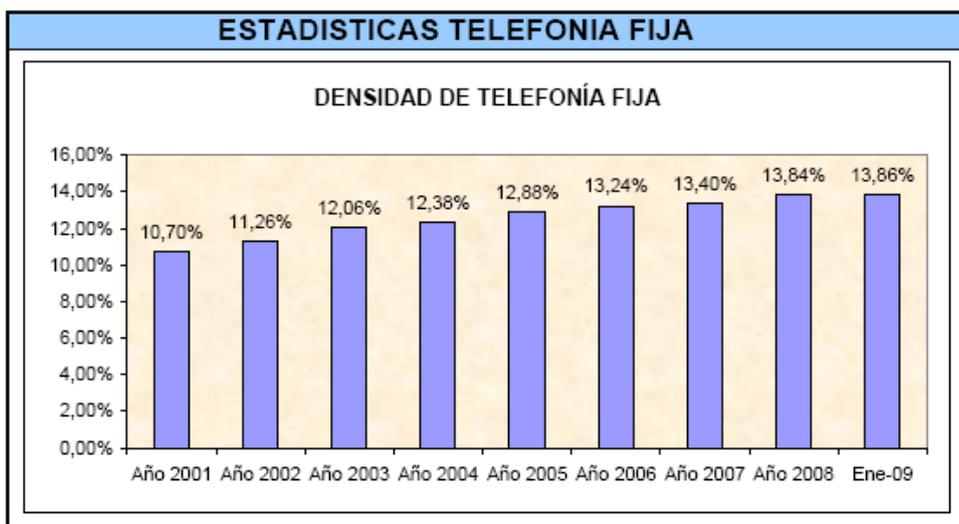


Figura 2. 1Densidad de telefonía fija a nivel nacional⁶

No obstante la densidad telefónica alcanzada se ha concentrado en dos provincias del país. El mercado de la telefonía fija esta concentrada en las grandes ciudades, mientras que en otras regiones se registra una densidad telefónica promedio de apenas 4 teléfonos por cada 100 habitantes, tal como lo muestra el siguiente gráfico.

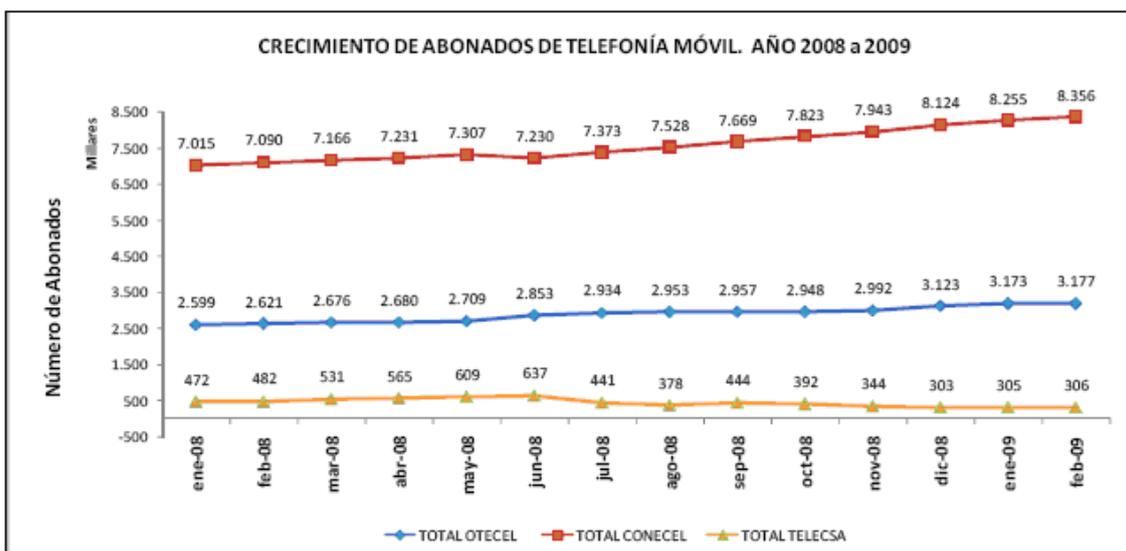


Figura 2. 2 Densidad telefónica por provincias⁷

El mayor porcentaje de las líneas instaladas son líneas urbanas concentradas en Quito y Guayaquil, mientras que las líneas instaladas en el sector rural representa menos del trece por ciento del total nacional, tal como se muestra en la Figura.

⁶ FUENTE: www. supertel.gov.ec

⁷ FUENTE: Secretaria Nacional de Telecomunicaciones

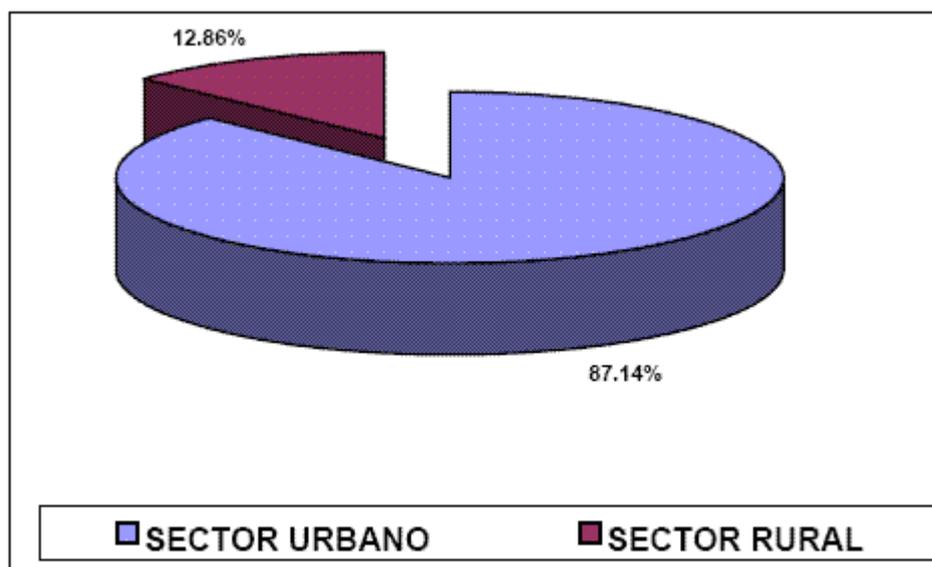


Figura 2. 3 Distribución de las líneas instaladas⁸

En lo que se refiere a la telefonía móvil, La evolución de los abonados del Servicio Móvil Avanzado de TELECSA, OTECEL y CONECEL ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. La encuesta de Condiciones de Vida 2005 – 2006, realizada por el INEC muestra que la densidad telefónica en el Ecuador es baja, sobre todo cuando se concluye que los 11.839 millones de teléfonos móviles se concentran en únicamente el 38% de la población Ecuatoriana

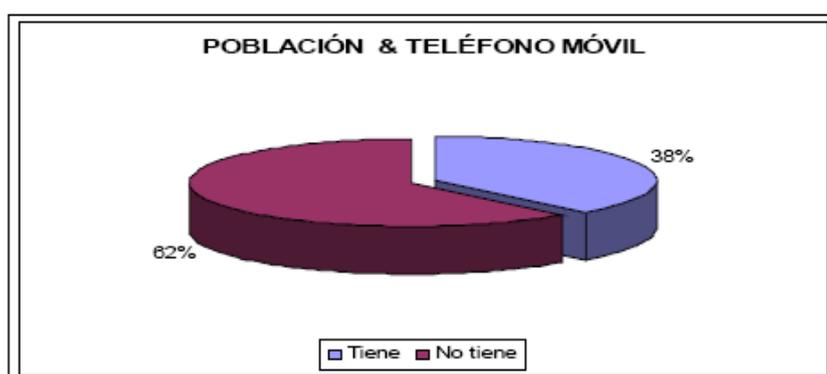


Figura 2. 4 densidad telefónica móvil en el Ecuador⁹

A Febrero del 2009, según estadísticas de las Superintendencia de Telecomunicaciones el número de líneas celulares es de 11.839.000, de los cuales 147.948 son líneas de teléfonos públicos (incluye locutorios, cabinas y PSPI), 10359

⁸ FUENTE: www.supertel.gov.ec

⁹ FUENTE: INEC

Millones de líneas prepago y 1480 millones de líneas post-pago¹⁰; superando de esta manera a la telefonía fija. .

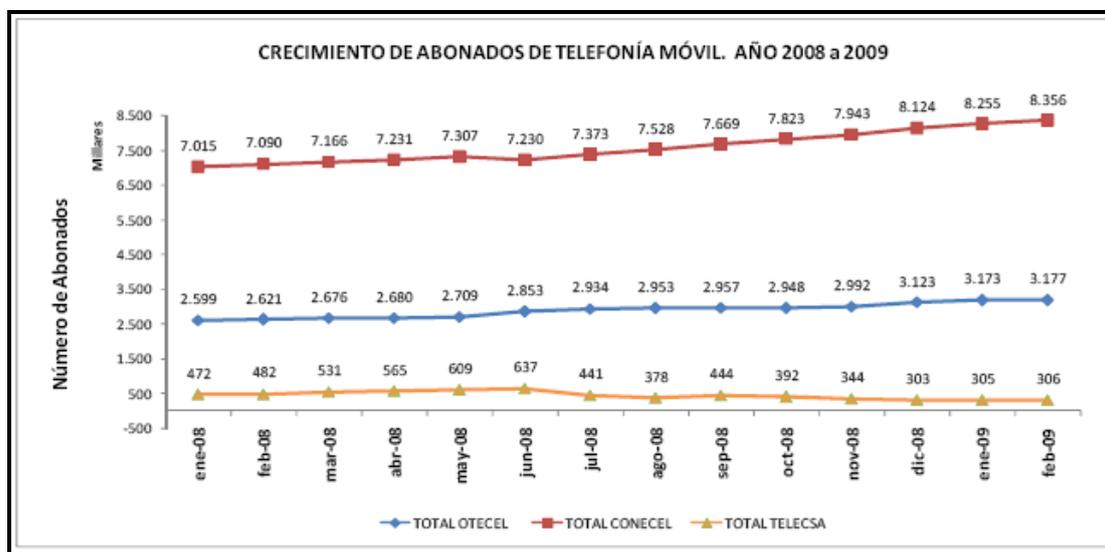


Figura 2. 5 Crecimiento de abonados telefonía móvil

La operadora CONECEL S.A. tiene el 70.58% de los abonados totales del mercado (8.356.172 abonados), OTECEL S.A. el 26.83% (3.176.502 abonados) y TELECSA S.A. el 2.58% de los abonados totales. (305.944 abonados)¹¹.

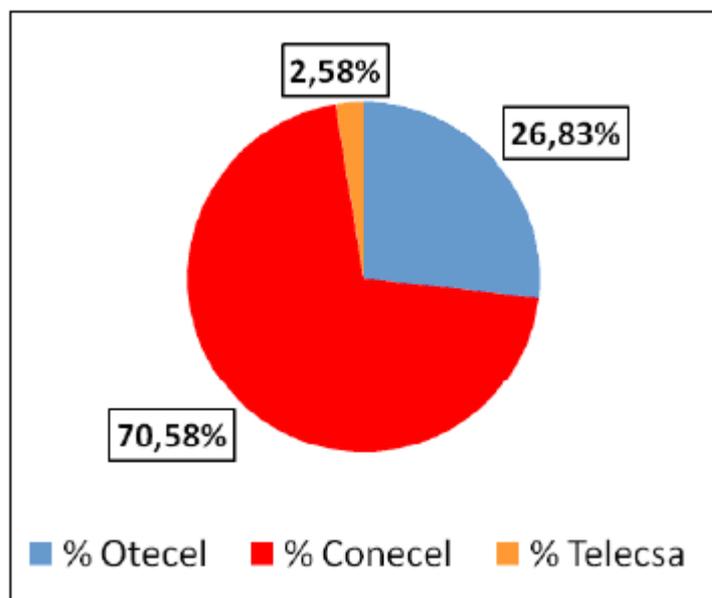


Figura 2. 6 Distribución del mercado de Telefonía Móvil por operadora

¹⁰ FUENTE: Estadísticas de SUPERTEL

¹¹ FUENET: Estadísticas SUPERTEL

El desarrollo del Servicio Universal debe apoyarse en gran medida en las redes de telefonía móvil; especialmente en el servicio de cabinas públicas celulares.

En el Anexo 1 se muestra en mayor detalle los indicadores de los servicios de telecomunicaciones de telefonía fija, móvil y acceso Internet.

2.1.5 Objetivo del Plan de Servicio Universal

"Fomentar la prestación de los servicios de telecomunicaciones para lograr el servicio y acceso universales en condiciones de precios justos y accesibilidad para los usuarios".

“Desarrollar la infraestructura necesaria para mejorar el acceso al uso de Tecnologías de la Información y Comunicación para i. Ayuda en caso de desastres naturales, ii. Promover y fomentar el desarrollo de: la salud, la educación, la diversidad cultural, promoción de la igualdad de género iii. Conservación del medio ambiente, iv. Derechos humanos, v. Preservación de los conocimientos tradicionales, vi. Costumbres culturales de los pueblos autóctonos”

2.1.6 Principios generales

Accesibilidad

Tiene como principios:

(a) Que los precios de los servicios incluidos en el acceso universal en zonas de alto costo y zonas rurales sean “razonablemente comparables” a los precios de dichos servicios en áreas urbanas

(b) Que se asegure la eliminación de barreras que impidan a determinados colectivos de discapacitados el acceso y uso de los servicios incluidos en el acceso universal en condiciones equivalentes al resto de usuarios.

(c) Que exista una oferta suficiente, a precio uniforme, de teléfonos públicos de uso común, en todo el territorio nacional, a una distancia aceptable.

Servicios

La prestación de servicios será bajo condiciones de calidad y a tarifas no discriminatorias.

Promoción de la competencia

Los proyectos y programas serán desarrollados por operadores de servicios de telecomunicaciones, deben realizarse dentro de procesos competitivos fomentando la libre y leal competencia.

Eficiencia

El dimensionamiento de los programas y proyectos que se desarrollen debe considerar los recursos disponibles y las obligaciones impuestas vigentes y futuras y manteniendo el principio de autofinanciamiento.

La asignación de recursos debe ser eficiente, minimizando costos y aprovechando la infraestructura existente.

2.1.7 Estrategias

Para el cumplimiento de los objetivos del plan de servicio universal se establecen las siguientes estrategias:

a. Utilización eficiente de la infraestructura instalada de los servicios públicos de telecomunicaciones con el propósito de favorecer el desarrollo económico y contribuir a la disminución de la pobreza, además de promover mediante libre competencia y procesos competitivos la incorporación de nuevos operadores para la prestación de los servicios definidos en este plan.

b. La adopción de nuevas tecnologías para la prestación de los servicios, incentivando a los operadores establecidos en los programas y proyectos de servicio universal, de tal manera de sentar las bases para el desarrollo de otros servicios de telecomunicaciones y la convergencia entre ellos.

c. Realización de análisis de competitividad desde el punto de vista tributario del sector de las telecomunicaciones frente a otros sectores, para llevarlo en lo posible a condiciones más favorables que entre otras permitan determinar la factibilidad de eliminar el impuesto a los consumos especiales (ICE) que se aplica en la facturación al usuario por los servicios de telecomunicaciones y eliminación del impuesto al valor agregado (IVA) para la adquisición de computadores destinados a programas sociales establecidos en la Agenda Nacional de Conectividad, como complemento al importante paso logrado con la eliminación del arancel para estos equipos.

d. La disminución del costo de concesiones de servicios y uso de frecuencias, para incentivar el desarrollo de programas sociales en áreas rurales.

e. La industrialización de las TIC, realizar estudios y establecer políticas para ensamblaje y reciclaje de computadores con los incentivos tributarios adecuados para donantes.

f. Favorecer programas nacionales de sensibilización y capacitación que desarrollen las habilidades y destrezas necesarias para el máximo aprovechamiento de la infraestructura implementada.

g. Declarar la neutralidad tecnológica como principio para la promoción del servicio universal, aceptando las mejores prácticas internacionales y la convergencia de los servicios de telecomunicaciones y radiodifusión.

2.1.8 Programas y Proyectos de PSU¹²

Los servicios de telecomunicaciones a prestar por los operadores de telecomunicaciones que constituyen el servicio universal son: el servicio de telefonía pública tanto fija como móvil local, larga distancia nacional e internacional y el servicio de valor agregado de acceso al Internet, llamadas de emergencia, acceso a operadora, tanto en las áreas urbanas como en las rurales.

¹² Plan de Servicio Universal

Para la prestación e implementación del servicio universal, el CONATEL podrá contratar, mediante procedimientos competitivos públicos, basados en el menor subsidio explícito y otros parámetros de selección, la prestación de servicios objeto del servicio universal en áreas específicas, con cualquier prestador de servicio de telecomunicaciones. Los prestadores de servicios de telecomunicaciones, deberán asumir, de conformidad con los términos de sus respectivos contratos de concesión, la provisión de servicios en las áreas rurales y urbano-marginales ubicadas en el Territorio de su concesión.

Sobre la base de las necesidades detectadas en el país se han definido adecuadamente los programas que constituyen el PSU, cuya estructura se muestra a continuación, para lo cual cada programa contendrá los estudios de costos correspondientes, cronogramas y estrategias que permitan realizar el seguimiento, lo que será debidamente definido en el plan operativo anual del FODETEL.

- a. Programa de Telefonía
- b. Programa de puntos de acceso a las TIC.
- c. Programa de Telecentros.
- d. Programa de Seguridad Ciudadana.

Programa de Telefonía

El desarrollo de este programa se lo realizará en conjunto entre el FODETEL y los concesionarios de servicios de telecomunicaciones, para que mediante su obligación de servicio universal se cubra áreas no servidas con servicios de telecomunicaciones en todo el territorio nacional a distancias aceptables, e incluir los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales. El Programa de Telefonía estará estructurado de la siguiente manera:

- a. Proyectos de telefonía pública rural a cargo del FODETEL
- b. Proyectos que corresponde a los planes de expansión de los prestadores de servicios de telecomunicaciones.

Los proyectos a formularse e implementarse bajo este programa serán desarrollados en el Plan Anual, en el que se definirá en detalle el desarrollo de la red y las modalidades prácticas de su instalación.

Dentro del plan de telefonía se incluye también Proyectos de Telefonía Pública Rural que abarca los siguientes puntos:

- Servicio de telefonía para abonados de bajos ingresos
- Acceso a telefonía en áreas de alto costo del servicio
- Oficinas Públicas de Comunicaciones (OPC), telefonía comunitaria.
- Proyectos de Telefonía a cargo de los Prestadores de Servicios de Telecomunicaciones

Programa de puntos de acceso a las TIC

Este programa pretende incentivar la instalación de servicios de telecomunicaciones que tengan como valor agregado el acceso a Internet en escuelas, bibliotecas, centros de salud y otros lugares comunitarios para servir adecuadamente a la población especialmente en áreas que no tienen acceso a las tecnologías de información y comunicación, también se consideran proyectos orientados a la conservación del medio ambiente.

Este programa establecerá la viabilidad y factibilidad de los proyectos y sus especificaciones, en el Plan Operativo Anual, para lo cual se definirá la red que debe construirse o utilizarse durante el período considerado, con estimación de las necesidades en cuanto a la demanda de servicios y su evolución.

El Programa de Puntos de Acceso a las TIC estará estructurado de la siguiente manera:

- Proyectos orientados a educación

Estos proyectos tienen como objetivo lograr que la gran mayoría de las escuelas, colegios y bibliotecas de todo el territorio nacional puedan acceder a las TIC a través de una conexión a Internet y accedan a una gran cantidad de recursos educativos a través

de redes de telecomunicaciones, y además incentivar la creación de nuevas bibliotecas en áreas que no lo dispongan.

- Proyectos orientados a salud

Estos proyectos tienen como objetivo enlazar a la gran mayoría de los centros de salud rurales con los centros médicos urbanos, hospitales y universidades mediante servicios de telecomunicaciones con acceso a las tecnologías e información y comunicación a través de Internet o con redes propias, de tal forma que los pacientes que viven en sectores rurales tengan acceso al mismo diagnóstico avanzado así como a otros servicios médicos que se dispone en los centros urbanos

Programa de Telecentros

Este programa tiene como objetivo prestar acceso a los servicios de telecomunicaciones y a las tecnologías de información y comunicación a la gran mayoría de comunidades en los sectores rurales y urbano marginales que no dispongan de estos servicios, mediante la instalación de Telecentros Comunitarios Polivalentes (TCP), para fomentar el desarrollo integral sostenido de los habitantes de esa localidad en los distintos ámbitos, social, cultural, productivo, comercial, turístico, seguridad, etc.

El acceso a los servicios y facilidades de telecomunicaciones se debe proporcionar en un lugar conveniente para cada comunidad y los servicios que se ofrezcan deberán satisfacer las necesidades propias. La diversidad de servicios ofrecidos aumentará a medida que aumente la demanda y surjan nuevas aplicaciones y oportunidades.

El desarrollo de este programa se lo realizará en conjunto entre el FODETEL y las distintas organizaciones, ONGs, etc. interesadas en estos proyectos.

Los proyectos que se implementen bajo este programa serán desarrollados en el Plan Operativo Anual, en el que se definirá en detalle el desarrollo de la red y las modalidades prácticas de su instalación.

El Programa de Telecentros estará estructurado de la siguiente manera:

- Proyectos de Telecentros Comunitarios Polivalentes financiado por el FODETEL.
- Proyectos de Telecentros a cargo de otras instituciones u organismos.



Figura 2. 7 Estructura de un Telecentro Comunitario Polivalente

Programa de Seguridad Ciudadana

Este programa pretende incentivar que los prestadores de servicios de telecomunicaciones asuman, de conformidad con los términos de sus respectivos títulos habilitantes, en las áreas rurales y urbano-marginales que abarca el territorio de su concesión la provisión de servicios tales como:

- Llamadas de emergencia,
- Provisión de servicios auxiliares para actividades relacionadas con
- Seguridad ciudadana,
- Defensa nacional,
- Protección civil.

Este programa establecerá la viabilidad y factibilidad de los proyectos y sus especificaciones, en el Plan Anual.

2.1.9 Metas del plan

Una de las principales metas considerando que es una acción prioritaria del Gobierno facilitar el acceso a las telecomunicaciones a través de la promoción de tecnologías adecuadas y de servicios a precios asequibles y que la tecnología abre paso al desarrollo de un país, es desarrollar la infraestructura.

Sobre la base de las metas planteadas en la Agenda Nacional de Conectividad, se han establecido metas de servicio universal a ser cumplidas en el lapso de 5 años, cuyos valores se muestran en el siguiente Cuadro:

Tabla 2. 1 Cuadro de metas del Plan de Servicio Universal

	2009	2010	2011	2012	2013
Líneas telefonía fija					
Andinatel	1.055	1.069	1.069	1.064	1.051
Pacifictel	745	749	747	742	733
Etapá	129	137	141	143	142
Otros	51	59	66	68	67
Subscripciones telefonía móvil					
Porta Celular	8.358	8.570	8.747	8.899	9.025
Movistar	3.532	3.739	3.920	4.091	4.252
Alegro	1.073	1.224	1.331	1.416	1.482
Densidad de acceso a Internet					
Banda Ancha					
Andinatel	32%	32%	33%	33%	34%
TVCable	45%	42%	40%	37%	35%
Pacifictel	2%	2%	3%	3%	3%
Otros	15%	17%	19%	21%	22%

2.1.10 Costos y Financiamiento del Plan Universal

Uno de los principales problemas que plantea el servicio universal es la forma de financiar las prestaciones incluidas en el mismo. Respecto del financiamiento se han dado diferentes soluciones en cuanto al sujeto obligado al pago, surgiendo las siguientes alternativas: (i) paga el usuario (ii) paga el prestador o (iii) paga el Estado.

Por otra parte, a los efectos de establecer los mecanismos de financiamiento será necesario evaluar los objetivos y contenidos del servicio universal para alcanzarlos al

menor costo posible. El sistema de financiamiento mayormente utilizado ha sido a través de los subsidios cruzados, es decir cubrir las pérdidas en las que incurren las prestatarias por cumplir con la obligación universal con los beneficios que obtiene en otros servicios que sí resultan rentables. Sin embargo, este sistema, utilizado principalmente en épocas en que existían posiciones monopólicas en el mercado, está siendo dejado de lado en la actualidad por los reguladores, pues no es un método eficiente.

Aparecen entonces, otros sistemas tales como (i) subsidios específicos pagados por los gobiernos, financiados mediante impuestos generales (ii) Subsidios específicos pagados por los gobiernos, pero financiados por todos los usuarios mediante impuestos específicos; (iii) Subsidios específicos pagados por el operador u operadores dominantes pero no por los restantes.

2.2 Tecnologías de Acceso

Las redes de acceso son los medios tecnológicos que permiten la comunicación entre los usuarios y el final de la red. A menudo se denomina lazo de abonado o simplemente la última milla. Sus principales componentes son: los medios de comunicación o tecnologías de acceso (par de cobre, cable coaxial, fibra óptica, canal radioeléctrico, etc.) y los elementos que realizan la adecuación de la señal a los mismos.

En esta sección conoceremos las diferentes tecnologías principalmente en aquellas que dan un servicio fiable y con QoS garantizada de extremo a extremo; se tomaron en cuenta dos tipos de tecnologías:

Tecnologías sobre Cable:

- Par de cobre (xDSL)
- Fibra Óptica

Tecnologías Inalámbricas:

- Acceso por satélite
- CDMA 450

- Tecnología WiFi
- Tecnología Microonda

2.2.1 Par de Cobre (xDSL)

Introducción

En los años 80 y 90 el acceso telefónico RTC, era insuficiente para dar soporte a las nuevas aplicaciones, que empezaban a surgir. Se intentó mejorar el acceso conmutado RTC, mediante un enlace asimétrico (dotar de mayor velocidad el enlace descendente red-usuario, que el ascendente usuario-red) pero esta opción seguía sin satisfacer las necesidades de los usuarios y de los nuevos servicios.

A pesar que se aumentó la velocidad sobre los módems de 56 Kbps, como en los módems RDSI, que llegaban a velocidades de 64 Kbps y 128 Kbps, seguían siendo soluciones intermedias que ofrecían la posibilidad de transmisión de datos y voz, pero impidiendo aun la transmisión de video de buena calidad, o aplicaciones que requieran de un mayor ancho de banda.

Es por esto que en 1989 nace de la mano de Bellcore (Bell Communications Research), la tecnología ADSL (Línea de Abonado Digital Asimétrica). Esta denominación proviene de dotar de velocidades de transmisión y recepción diferentes, consiguiendo de esta manera se comunicaciones bidireccionales asimétricas sobre el par trenzado. Pese a que dicha tecnología fue concebida en 1989, no fue hasta 1999 cuando comenzó a tener éxito, cuando las compañías telefónicas, se percataron que podía llegar a ofrecer elevadas velocidades en el canal descendente de hasta 6 Mbps.

De esta forma ADSL se ha convertido en el sistema más desplegado en la actualidad. Este éxito radica de manera fundamental en la amplia comercialización en el mercado residencial.

Estándares

La tecnología xDSL, de la que proviene ADSL, es una tecnología de acceso sobre par trenzado de banda ancha. La familia de Tecnologías xDSL es muy amplia, existiendo múltiples variantes que permiten diferentes velocidades, distancias. El factor común de todas las tecnologías DSL (Digital Subscriber Line) además de que funcionan

sobre par trenzado, es el uso de modulaciones eficientes para alcanzar elevadas velocidades de transmisión, aunque cada una de ellas con sus propias características de distancia operativa y configuración.

Las diferentes tecnologías se destacan por la relación entre la distancia alcanzada entre módems, velocidad y simetrías entre el tráfico descendente y el ascendente. Como consecuencia de estas características, cada tipo de módem DSL se adapta preferentemente a un tipo de aplicaciones.

– **HDSL (*High Speed Digital Subscriber*)**

Es una tecnología simétrica y bidireccional, por lo que la velocidad desde la central al usuario y viceversa es la misma, esta es implementada principalmente en PBX, la velocidad alcanzada proporciona enlaces primarios E1 a 2 Mbps o T1 a 1,544 Mbps (*full duplex*). Alcanza velocidades de 1,544 Mbps utilizando dos pares de cobre y 2,048 Mbps sobre tres pares.

– **SHDSL (*Symmetric High speed Digital Subscriber Line*)**

Es un sistema considerado como una mejora de HDSL, y orientado a reemplazarlo, se destaca por el empleo de un único par, y es de mayor alcance que los sistemas HDSL análogos. El SHDSL es un sistema simétrico, con velocidades de datos iguales en ambos sentidos de la comunicación y por lo tanto full-duplex. Los regímenes de datos e van desde 192Kbps a 2.3Mbps o desde 384kbps a 4.6Mbps sobre dos pares.

– **VDSL (*Very high speed Digital Subscriber Line*)**

Logra aumentar ancho de banda sobre el par de cobre, hasta llegar a los 11MHz, con la consiguiente mejora en la tasa de transferencia. Sin embargo, estos anchos de banda sólo pueden ser operativos en alcances más reducidos de los que presentados en ADSL y HDSL. En VDSL la distancia cubierta es mucho menor, nunca superior a 1,5Km, esto hace que la tecnología VDSL se implemente conjuntamente con un amplio despliegue de fibra en la planta, hasta nodos que cubran la última distancia hasta el abonado con tiradas muy cortas de cobre.

VDSL es, así como ADSL, compatible con el servicio telefónico simultáneo, es actualmente una tecnología no madura, sin despliegue real y muy dependiente del despliegue de fibra hasta la vecindad del abonado.

– **SDSL (*Single line Digital Subscriber Line*)**

Es una tecnología similar a HDSL pero utiliza únicamente un par, pero tiene su tope de alcance en los 3Km, a pesar de este detalle, las velocidades son las mismas que en HDSL.

– **IDSL (*ISDN Digital Subscriber Line*)**

Ofrece un servicio básico de RDSI utilizando la tecnología DSL. Los circuitos de IDSL llevan los datos (no voz). IDSL también funciona sobre un par de hilos y alcanza 5,5Km.

– **SDSL (*Single line Digital Subscriber Line*)**

Es prácticamente la misma tecnología que HDSL pero utiliza únicamente un par, por lo que se sitúa estratégicamente en el segmento de los usuarios residenciales que sólo disponen de una línea telefónica. Pero tiene su tope en los 3 kilómetros, al menos en sus especificaciones de diseño. No obstante, las velocidades son las mismas que en HDSL.

– **RADSL (*Rate Adaptive Digital Subscriber Line*)**

Puede adaptarse a cambios en las condiciones de la línea y ajustar las velocidades por separado para maximizar el rendimiento de cada línea individual.

– **ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*)**

Esta tecnología es la más popular y comercial de las variantes xDSL existentes en la actualidad. Es un sistema asimétrico, bidireccional, compatible con el servicio telefónico y de transmisión digital. La característica más importante de esta técnica es que comparte del espectro con la telefonía o la transmisión RDSI sobre el mismo par, permitiendo así el empleo simultáneo del par de cobre para la conversación telefónica y la transmisión de datos; logra esto al colocar un *splitter* (filtro separador de bandas) o microfiltro en la residencia del cliente.

ADSL es un sistema asimétrico, posee mayor velocidad en la dirección red usuario, que en la dirección usuario red. Pese a las bondades de ADSL, como estándar principal de xDSL, también es un sistema altamente limitado, por el medio en el que se implementa., posee una gran limitación en el alcance, este no debe superar 5,5Km medidos desde la central telefónica. El objetivo de los sistemas ADSL es llegar a la mayor parte de los abonados dentro del área de servicio.

Actualmente, en diversos países (como España) las empresas de telefonía están implantando versiones mejoradas de esta tecnología como ADSL2 y ADSL2+, estos tienen la capacidad de suministro y televisión de alta calidad por medio del par telefónico, con estas se dio la aparición de ofertas integradas de voz, datos y televisión, a partir de una misma línea o empresa.

Tabla 2. 2 Tabla comparativa de tecnologías ADSL

	ADSL	ADSL2	ADSL2+
Ancho de banda de Descarga [MHz]	0,5	1,1	2,2
Velocidad Máximo de Descarga [Mbps]	8	12	24
Velocidad Máxima de Subida [Mbps]	1	2	5
Tiempo de Sincronización [s]	10 a 1000	3	3
Corrección de Errores	No	Sí	Sí

Como se puede ver, son muchas las tecnologías de acceso xDSL disponibles en la actualidad. Pero por encima de todas ellas destaca la tecnología ADSL, por ser ésta la de mayor éxito en el mercado actual, por esa razón y, por ser esta la opción a tomar en cuenta para el diseño de la red. A partir de este punto el desarrollo está centrado en el análisis de ADSL en vista de la disponibilidad de esta tecnología en los proveedores de nuestro país.

Estructura de la red ADSL

Las redes de acceso basadas en ADSL, poseen una configuración punto a punto, hasta la central de tráfico telefónico, donde el flujo de datos es ya introducido en la red ATM del operador. Para conocerla más profundamente analizaremos sus elementos,

modulaciones que emplea para hacerla de banda ancha, su **capacidad** de crecimiento y planificación y las prestaciones de tráfico que ofrece.

Elementos de la red

Los elementos de la red ADSL de acceso, que intervienen en la comunicación son los siguientes:

- **Módem ADSL o ATU-C (ADSL Terminal Unit Central)**. Módem ADSL, que reside en el nodo de acceso y cuya función principal es la de modular la información digital para así, adaptarla bucle de abonado.
- **Microfiltros o Splitters**. Ambos se encargan de separar la voz de los datos transmitidos, de manera que la voz vaya desde el teléfono de abonado hasta la PSTN(Red Telefónica Conmutada Pública) y los datos desde el equipo terminal hasta la red de acceso al servicio
- **Bucle**. Por el que se envían las señales de voz y datos. La modulación evita que interfieran las bandas de ambos.
- **ATU-R (ADSL Terminal Unit Remote)**. Módem ADSL que reside en las dependencias del abonado. Convierte la información digital de la red de usuario en celdas ATM y la modula para que pueda enviarse por el bucle de abonado. En algunos casos, también puede hacer funciones de encaminamiento de red de usuario. Los DSLAM se ubican en la central remota y son un banco de módems encargados de recibir la información proveniente de las ATU-C, decodificarla y multiplexarla digitalmente, para poder a continuación transportarla al destino deseado. multiplexor digital DSL, conocido como DSLAM:

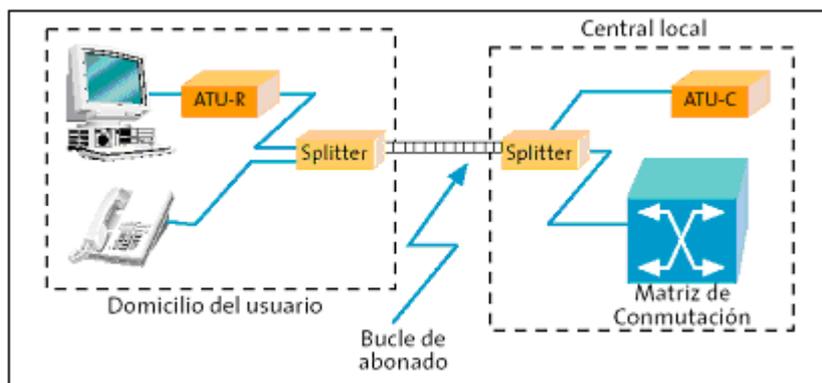


Figura 2. 8 Elementos red ADSL

Arquitectura de Red ADSL

Las redes de acceso xDSL se han visto impulsadas por las operadoras clásicas de telefonía, como tecnología que permitiera el acceso al servicio de banda ancha sobre los tradicionales pares de cobre, que daban servicio a la telefonía. Esta tecnología se basa fundamentalmente en la utilización por parte de las compañías proveedoras del par trenzado que llega hasta cada teléfono (en caso de particulares) o centralitas (empresas u otros). Gracias a esto esta tecnología no requiere de la implantación de ninguna red, o coste alguno, exceptuando los equipos que se encargan de transmitir y adaptar la información que va a ser enviada desde el origen.

La base del despliegue de esta tecnología es el par trenzado, éste medio de transmisión tiene la ventaja de ser un medio muy flexible y de coste relativamente bajo para la transmisión de voz y datos. Sin embargo, presente el inconveniente de que ofrece un ancho de banda bastante limitado.

La arquitectura fundamental de las tecnologías xDSL, y en particular de ADSL, se basa en la existencia de una pareja de módems situados a ambos extremos del par de cobre no tienen lugar entre cualquier usuario de la red de la RTB a nivel global. Las diversas modulaciones empleadas no pueden transportarse a gran distancia ni sobre cualquier categoría de cable ni tampoco la señal proveniente del enlace ascendente puede atravesar los equipos de conmutación de circuitos de la RTB; por lo tanto estos enlaces de datos solo pueden establecerse entre el usuario y la central.

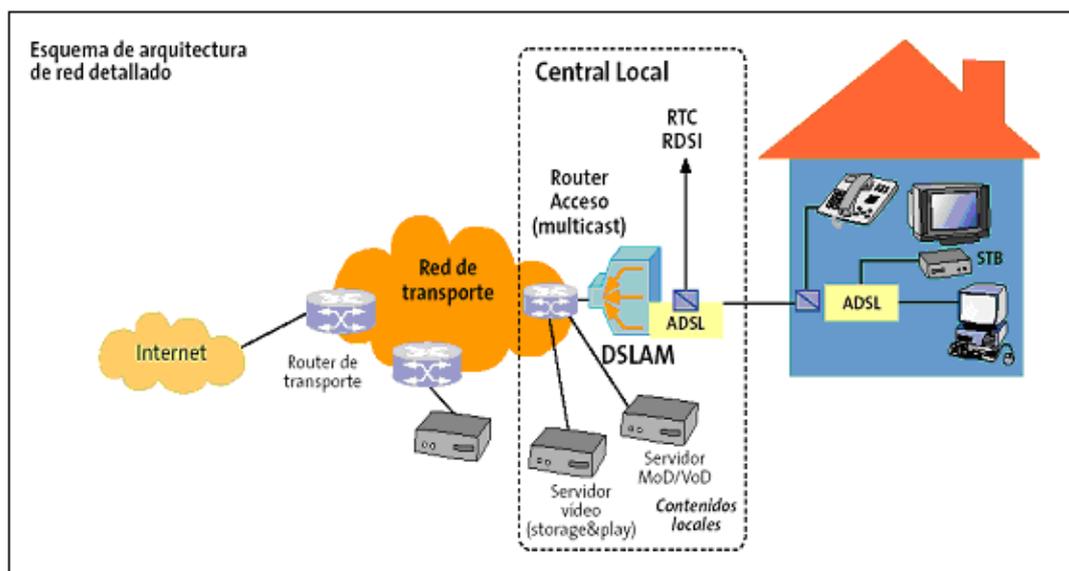


Figura 2. 9 Esquema de Arquitectura de red detallado

La arquitectura de la red xDSL, y ADSL, son configuraciones de enlace punto a punto, desde el cliente del servicio y la central de conmutación más cercana. Esto hace que los enlaces desde y hasta los usuarios sean dedicados y no compartidos por más de un usuario. Ésta es sin duda una de las características más destacadas, ya que el resto de las tecnologías (HFC, LMDS, WLAN, satélite) son medios netamente compartidos por los usuarios del servicio. A partir de la central, generalmente la arquitectura de los sistemas ADSL se basa en redes de transmisión y multiplexación ATM, y en redes de datos basadas en IP. De esta manera, la transmisión es transparente para los usuarios, ya que desde la central es función del operador como se da salida a los datos.

Las centrales que soportan esas tecnologías deben disponer de los equipos de agregación de la parte reservada a la red (bucles de abonado), para combinar el tráfico de datos de cada uno de los usuarios, y que este se pueda redirigir hacia la red troncal (backbone desde el que se da servicio). Los equipos destinados a este fin se denominan DSLAM (DSL de Acceso Multiplexor) y terminan el enlace físico que soporta las modulaciones de ADSL, DMT. Así los flujos bidireccionales de datos correspondientes a cada par de cobre, se inyectan hacia el troncal, en norma general, sobre una jerarquía de conmutación de paquetes ATM.

2.2.2 Redes Híbridas de Fibra Óptica y Cable (HFC)

Las redes HFC, son redes de acceso cableadas terrestres, basados es sistemas híbridos que combinan fibra óptica y cable coaxial. El primero es usado para el transporte de los contenidos y el coaxial para el cableado de acometida hasta los usuarios.

El origen de las actuales redes HFC se remonta a los años 60 en los EEUU, cuando se desarrollaron las redes CATV (Community Antenna TeleVision o también denominadas Cable TeleVision). Estas redes, se empleaban para la transmisión de señales de TV analógica, usando como soporte de transmisión el cable coaxial, permitiendo poder tener varios canales de televisión de manera simultanea y a mejor calidad que la transmisión terrestre de TV, debido al ancho de banda del coaxial.

Las redes HFC han evolucionado desde estas redes de distribución de TV, a redes de banda ancha de larga distancia y alta capacidad, gracias a la incorporación de la fibra óptica. Se ha permitido mayor capacidad de transmisión, distancias de acceso y servicios asociados.

En los últimos años, se han instalado servicios avanzados en millones de hogares utilizando tecnología DSL. Sin embargo, los recientes desarrollos han conducido a un creciente interés por parte de los proveedores, hacia la entrega de servicios de banda ancha sobre fibra. Estos desarrollos incluyen la implementación de FTTH (fibra-hasta-el-hogar) con fibra enterrada en nuevas construcciones y, en algunos casos, la instalación posterior de FTTH utilizando fibra aérea.

Las topologías que extienden la fibra óptica a través de la arquitectura de acceso local tales como, FTTH, FTTB, FTTCab, y FTTC ofrecen un mecanismo que habilita suficiente ancho de banda para el envío de nuevos servicios y aplicaciones.

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 y protegida por varias capas que sirven para mejorar la reflexión de la luz, dentro de cada envoltura pueden encontrarse varios cables de fibra.

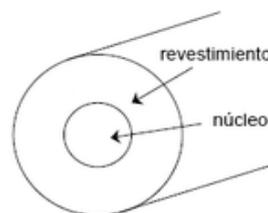


Figura 2. 10 Revestimiento de fibra óptica

Como principales características tenemos:

- Mayor capacidad en la transmisión de información.
- Muy poca atenuación

- Virtualmente inmune a todo tipo de interferencia.
- No la afectan las variaciones de temperatura.
- Tamaño reducido.
- No se deteriora con clima adverso ni en presencia de agua.
- Las fibras no se corroen ni se rompen en la humedad o salitre, como sucede con los alambres de cobre.

2.2.3 Acceso por satélite

Introducción

Los satélites han resultado un elemento fundamental en el desarrollo de las comunicaciones y las tecnologías de la información como soporte universal para el intercambio y la difusión de la misma. El éxito que las comunicaciones vía satélite ha tenido en diferentes ámbitos (militar, empresarial, ocio, hogar, etc.) viene asociado a sus especiales características.

Estas características asociadas son, un coste independiente de la distancia de transmisión, capacidad de establecer enlaces multipunto, ancho de banda considerable, amplia cobertura geográfica, no le afectan las barreras naturales y geográficas, servicio disponible en zonas rurales o poco pobladas, facilidad para establecer nuevos mercados y facilidad de establecer nuevos servicios y aplicaciones.

Durante muchas décadas, este tipo de sistemas de comunicaciones fue fundamental para el desarrollo de los servicios básicos, existentes. Gracias a la capacidad de interconexión, y a la cobertura global, tradicionalmente los satélites de comunicaciones se han utilizado para establecer enlaces troncales capaces de transportar y soportar múltiples aplicaciones diferentes como, circuitos telefónicos conmutados, circuitos alquilados o canales de televisión punto a punto y de radiodifusión. Actualmente los servicios y la capacidad asociada a los enlaces vía satélite están cambiando rápidamente. Esto ha sido posible gracias los avances tecnológicos desarrollados en los últimos 20 años, a través de la integración de circuitos de alta frecuencia en los equipos espaciales, y al uso de nuevas bandas de frecuencias en el

rango de decenas de GHz (Banda Ku y Ka), permitiendo reducir el tamaño y el coste de los terminales.

Desde hace 40 años se emplean satélites para distribuir y difusión de programas de TV a los usuarios residenciales. En la actualidad, los operadores y proveedores de servicios vía satélite, implantan sistemas unidireccionales con canales de retorno terrestres y bidireccionales, con comunicación íntegramente por el enlace satelital. Este permite una comunicación de manera más eficiente, dinámica, y con mayor capacidad. Pero como contrapunto, está el hecho de que los servicios bidireccionales son mucho más caros y complejos tecnológicamente, al tener que disponer los usuarios de equipos transmisores capaces de comunicarse con el satélite.

Estándares

El consorcio DVB (*Digital Video Broadcasting Project*) creado en 1993, define los estándares para TV digital y servicios de datos que definen las comunicaciones vía satélite. Se recogieron los diferentes intereses del mercado y desarrolló un sistema completo basado en un método unificado y normalizado. DVB usa compresión de audio (MPEG Layer 2) y de vídeo (MPEG-2) y permite transmitir entre 6 y 8 veces más canales de TV que los sistemas analógicos sobre el mismo ancho de banda. El consorcio DVB tiene una parte comercial que analiza la situación del mercado y los requisitos de los usuarios, en función de los cuales la parte técnica desarrolla especificaciones técnicas. Estas especificaciones propuestas se envían al Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones (ETSI) para su aprobación como estándares. Fuera de Europa, DVB compite con otros estándares como el ATSC norteamericano para TV digital

Arquitectura de Red

La arquitectura de las redes de acceso por satélite puede ser definida en función del tipo de canal de retorno desde los usuarios hacia la red. Así de esta forma se pueden definir tres tipos de arquitectura de red básica:

- **Redes Unidireccionales.** Son redes sin canal de retorno. Sólo permiten servicios de difusión, por ejemplo distribución de TV. Son los esquemas y arquitecturas

clásicas empleadas durante los años 80 y principios de los 90 cuando únicamente se tenía acceso a contenidos sin interacción con el proveedor.

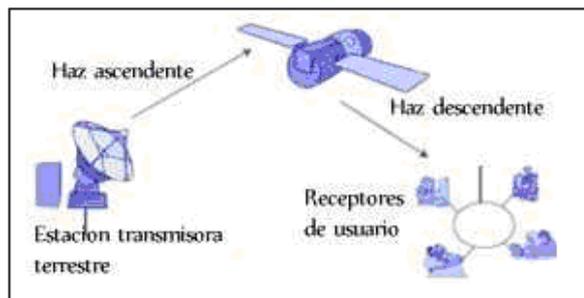


Figura 2. 11 Red satelital unidireccional

- Redes Híbridas.** Son redes con canal de retorno, permitiendo la interacción con la cabecera y el servidor del servicio, pero con un canal de retorno a través de otra red diferente a la satelital, tradicionalmente red telefónica conmutada. Se basan en el estándar de transmisión DVB-S, solo en el segmento de transmisión por el enlace satelital, sin retorno por el mismo. Este tipo de redes permiten prestar servicios interactivos asimétricos, por ejemplo navegación por la Web en Internet o redes VSAT de capacidad limitada y terminal sin capacidad de transmisión. Existen diversas formas de coordinar el canal de ida por satélite con el de retorno por la otra red, de forma que la información que el usuario pide por el canal de retorno sea encaminada por el satélite, no planteándose ninguna problemática a la hora del intercambio de información. Los sistemas híbridos tienen como ventaja que los terminales son más baratos y pueden ser instalados por el propio usuario.

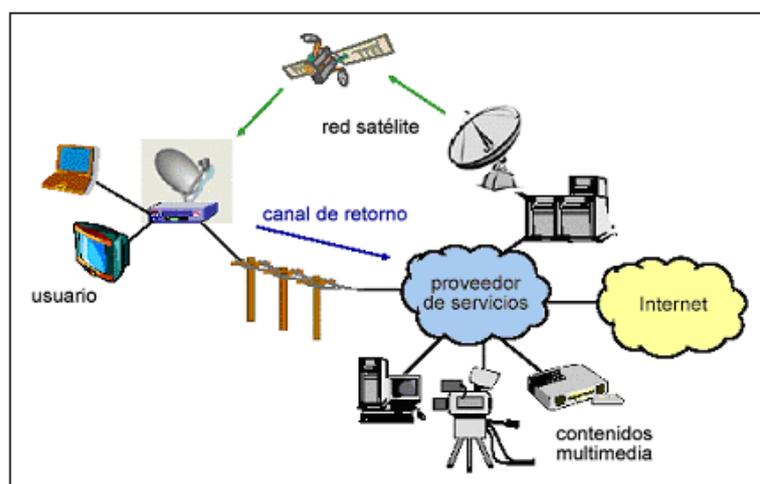


Figura 2. 12 Esquema Red satelital Híbrida

- Sistemas bidireccionales.** Son redes completas, ya que es posible la comunicación en ambos sentidos a través del satélite. Normalmente la capacidad disponible en el sentido de bajada es mayor que en el de subida, lo que los presenta como arquitecturas de red asimétricas. Generalmente son empleados para crear redes privadas virtuales VPN's para empresas con muchas sucursales, en particular si están situadas en áreas rurales y de difícil acceso. Por ejemplo, el servicio de Correos de EE.UU. tiene unas 17000 estafetas conectadas mediante la red satélite de Spacenet. Los terminales satélite bidireccionales son más caros y usan antenas mayores que deben ser instaladas por personal especializado, pero tienen la ventaja de que no dependen de otra red para el canal de retorno. Típicamente los sistemas bidireccionales han estado más orientados al mercado de empresarial y de negocios, pero actualmente extendido hasta el mercado residencial, al bajar los costos y aumentar el empeño de los operadores por su implementación.

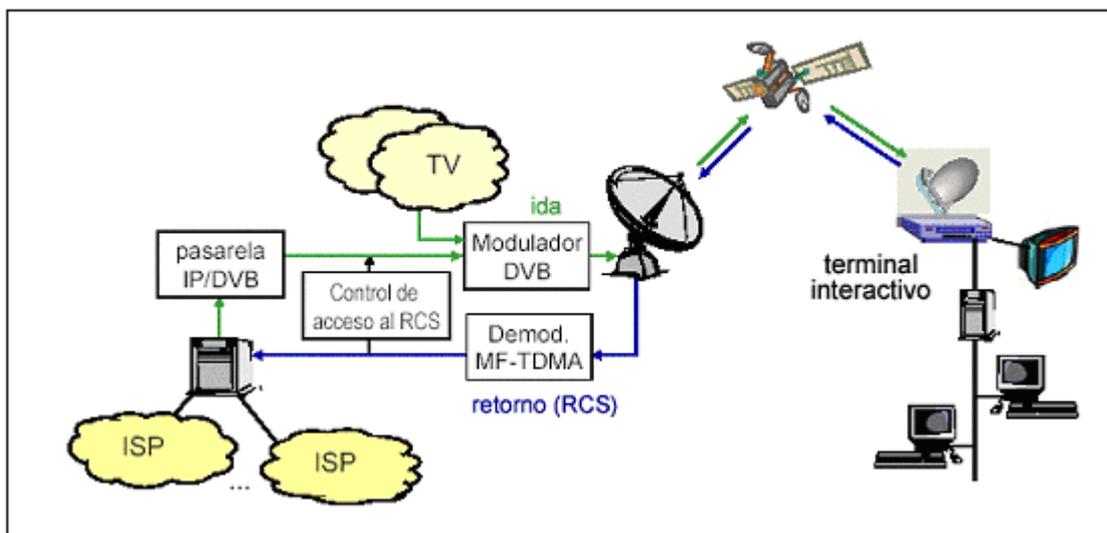


Figura 2. 13 Esquema de red satelital bidireccional

Estructura de Red

Se puede estructurar el sistema satelital como una estación repetidora (satélite) situada en el espacio, al que se conectan estaciones terrestres mediante enlaces de microondas. Los sistemas satelitales, pueden poseer diferentes configuraciones satelitales, tipos de satélites, alturas, usos, coberturas, orbitas, etc. Pero sin embargo todos comparten una serie de características comunes. Estas características son la

existencia de dos segmentos diferenciados como son el segmento terrestre y el segmento espacial. Cada uno de ellos esta formado por los siguientes elementos:

Segmento espacial: Satélite.

Segmento terrestre: Estaciones terrenas (diferentes según servicio), se las divide en las siguientes:

Estaciones de capacidad alta

Formada por antenas grande de 30m de altas prestaciones, con capacidad de interconexión exterior de los contenidos recibidos y transmitidos por el satélite, así como pasarela entre redes y subsistemas terrestres.

Estaciones de capacidad media

Formada por antenas de 2-10m, y encargadas de gestionar y procesar el trafico de una empresa o región determinada.

Estaciones de capacidad pequeña (VSAT y USAT)

Antenas pequeñas de 0,5 -2m de diámetro. Son sistemas para un único usuario, dentro de las redes VSAT remotas.

Estaciones terrestres móviles

Son estaciones con antenas de tamaño 1-2m, con capacidad de movimiento o terminales telefónicos móviles. Actualmente son terminales interactivos, como los terminales GPS.

Estaciones terrestre fijas

Son terminales fijos sin capacidad de movimiento, basados en antenas de 0,5-2m a través de los cuales se reciben las señales, principalmente Internet y datos.

2.2.4 Enlaces con tecnología celular CDMA 450

Esta tecnología es considerada como una de las más apropiadas para 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 80Km. Una característica muy importante de esta tecnología es que al estar el espectro está libre en zonas rurales, es ideal, algo que no sucede en las grandes ciudades donde está siendo intensamente utilizado por diferentes servicios y tipos de terminales

CDMA2000 es usado por la telefonía móvil, a diferencia de CDMA450 que se desarrolla para tener una forma de llevar comunicaciones inalámbricas de banda ancha a las zonas rurales.

Esta tecnología es capaz de ofrecer transmisión de voz, datos e Internet a grandes velocidades. En el siguiente gráfico podemos ver que la cobertura de CDMA450, y se aprecia que el alcance es mucho mayor que sus similares.

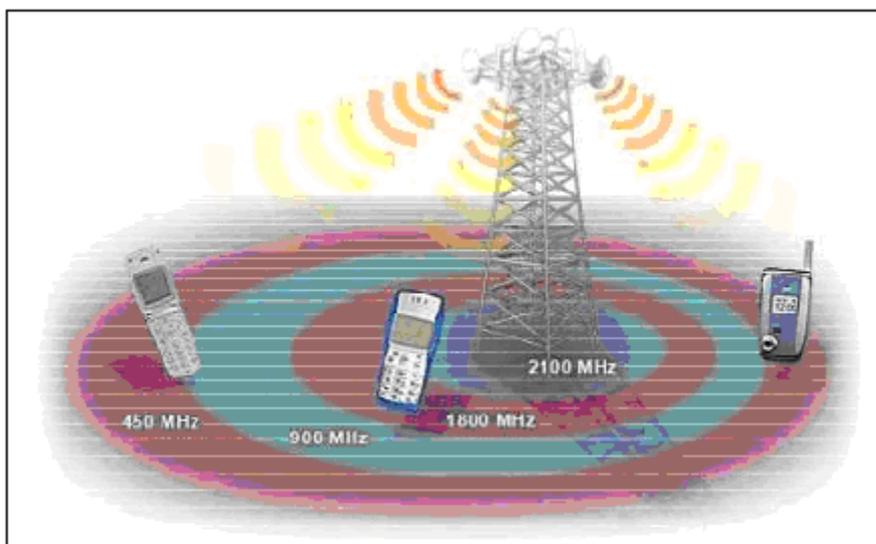


Figura 2. 14 Cobertura CDMA 450¹³

La contraparte de esta tecnología es el costo que implica su implementación, tanto en los equipos como en los derechos para el uso de la banda.

Entre las principales características podemos mencionar las siguientes:

- Alta calidad de voz
- Alta velocidad de transmisión de datos

¹³ Fuente: http://www.cdg.org/technology/3g/images/cdma_450_v04.jpg

- Requerimiento de una pequeña cantidad de espectro (1,25MHz), una consideración importante para los operadores NMT450 que tienen reservado de 4 a 5MHz
- Permite un crecimiento gradual

2.2.5 Tecnología WiFi

Introducción

Wi-Fi es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la *Wi-Fi Alliance* (anteriormente la *WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance*), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11.

Esta tecnología ha sido tomada en cuenta de manera considerable desde el año 2001, debido al alcance de grandes distancias, si bien en sus inicios, el estándar 82.11, comúnmente conocido como Wifi¹⁴, no se concibió para redes extensas, sus indudables ventajas de costo, uso de frecuencias libres de licencia y gran ancho de banda, han despertado el interés de diversos agentes tecnológicos de países en desarrollo. Incluso en los núcleos urbanos de muchos países se han dado experiencias de aplicación de WiFi para distribuir el acceso a Internet con la mayor cobertura posible en exteriores.

Además, el enorme éxito de WiFi en todos los ámbitos ha dado lugar a una gran cantidad de productos en el mercado, casi todos ellos de bajo consumo, a precios bajos y mucha flexibilidad de uso, especialmente en combinación con desarrollos de software abierto. Respecto al uso de frecuencias en los casos en que no hay un vacío legal, la mayor parte de los estados adoptan las restricciones de la FCC en el uso de las bandas ISM 2.4GHz y 5.8GHz usadas por esta tecnología. Como se puede apreciar en la tabla, estas normas son mucho más permisivas que las europeas y permiten realizar en las zonas rurales enlaces tanto punto a punto (PTP) como punto a multipunto (PMP) de varias decenas de kilómetros.

¹⁴ Wireless Fidelity

Tabla 2. 3 Máxima Potencia Transmisible en 2.4GHz por Regiones

Máxima Potencia Transmisible	Dominio Legal	Normativa
1000mW	USA y varios países en desarrollo	FCC 15.247
100mW	Europa	ETS 300-328
10mW	Japón	MTP Ordinance for Regulating Radio Equipment, Article 49-20

IEEE

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos IEEE es una organización internacional sin fines de lucro, líder en el campo de la promoción de estándares internacionales, particularmente en el campo de las telecomunicaciones, la tecnología de información y la generación de energía. IEEE tiene en su haber 900 estándares activos y otros 400 en desarrollo.

Algunos de los productos del IEEE más conocidos son el grupo de estándares para redes LAN/MAN IEEE 802 que incluye el de Ethernet (IEEE 802.3) y el de redes inalámbricas (IEEE 802.11). La actividad del IEEE se realiza a través de grupos de trabajo integrados por voluntarios internacionales que se reúnen varias veces al año para discutir y votar las propuestas, a menudo con encarnizados

Estándares

IEEE) fomenta el desarrollo de estándares que suelen convertirse en normas nacionales e internacionales.

Lo mismo que el estándar 802.3 define Ethernet en el entorno cableado, el IEEE ha definido un conjunto de estándares para el entorno de la gestión de las redes inalámbricas, bajo la denominación 802.11.

802.11

El estándar 802.11 fue aprobado por el IEEE en 1997, permitiendo trabajar con velocidades de transmisión de 1Mbps y 2Mbps Opera en el espectro de 2.4 Ghz sin necesidad de licencia.

Posible interferencia con hornos microondas, dispositivos bluetooth, y teléfonos DECT, puesto que operan en el mismo espectro de frecuencias.

Sistemas de modulación FHSS¹⁵ y DSSS¹⁶.

802.11b

Opera en el espectro de 2.4 Ghz sin necesidad de licencia. Utiliza el sistema de transmisión HR/DSSS. Las mismas interferencias que para 802.11, Compatible con los equipos DSSS del estándar 802.11. Mediante el uso de la modulación CCK se da soporte a las velocidades de transmisión de 5.5Mbps y 11Mbps. Se cuenta con catorce canales (que pueden estar limitados a once o trece según el país) de 22MHz, de los cuales se pueden utilizar simultáneamente hasta tres de forma no interferente.

802.11a

Opera en el espectro de 5 Ghz sin necesidad de licencia. Menos saturado, No es compatible con 802.11b y 802.11g, Modulación de OFDM. Da soporte a velocidades de transmisión de 6Mbps a 54Mbps y ocho canales no interferentes de 20MHz. Esta banda de frecuencia está menos saturada que la de 2.4GHz, lo cual es una ventaja, ya que la banda de 2.4GHz también es utilizada por algunos teléfonos inalámbricos, hornos microondas y equipos Bluetooth.

802.11g

El estándar IEEE 802.11g fue desarrollado a raíz del importante problema de incompatibilidad entre los equipos de IEEE 802.11a y IEEE 802.11b. Además, la creación de este estándar atendía al interés en incrementar la capacidad de los equipos y redes WiFi. IEEE 802.11g trabaja en la banda de frecuencia de 2.4GHz, manteniendo además los mismos canales y modulaciones de IEEE 802.11b, y añade el sistema OFDM mediante el cual se soportan velocidades de transmisión de hasta 54Mbps.

Topologías de Red Relevantes en Conexión de Redes Inalámbricas

A continuación se hacen algunas observaciones generales que ayudarán a entender cómo y por qué algunas topologías de red, pueden o no, ser aplicadas a redes

¹⁵ Espectro Distribuido con Saltos de Frecuencias

¹⁶ Espectro Ensanchado de Secuencia Directa

inalámbricas. Estas observaciones pueden sonar triviales, pero su comprensión es fundamental para lograr la implementación de una red inalámbrica exitosa.

Topología Bus o Barra

No aplicable generalmente. Tiene sus nodos conectados directamente en un enlace, solo tiene una línea de comunicación; es decir todos los dispositivos comparten el mismo canal para comunicarse entre si.

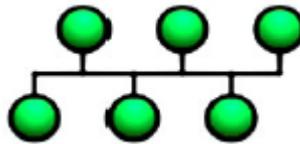


Figura 2. 15 Topología Bus o Barra

Topología Estrella

Esta es la topología estándar de una red inalámbrica.

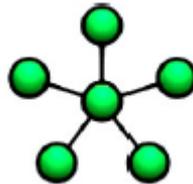


Figura 2. 16. Topología Estrella

Topología Línea o Multiconcentrador

Con dos o más elementos. Una línea de dos nodos es un enlace Punto a Punto.



Figura 2. 17. Topología Línea o Multiconcentrador

Topología Árbol

Típicamente usado por ISP's¹⁷. Comunicación de tipo bidireccional, todas reciben el mensaje pero solo la primera compone con la dirección regulada y el mensaje puede leerlo.

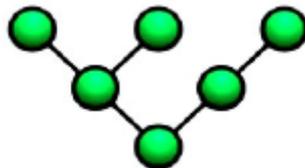


Figura 2. 18. Topología Árbol

Topología Anillo

Sí es usada, pero muy difícil de encontrarla. Es un camino anti-direccional de los nodos, se conectan formando un circuito cerrado. Cada dispositivo tiene una línea de conexión dedicada y punto a punto solamente con los dos dispositivos que están a sus lados. La señal pasa a lo largo del anillo en una dirección, o de dispositivo a dispositivo, hasta que alcanza su destino. Cada dispositivo del anillo incorpora un repetidor.

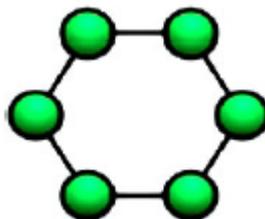


Figura 2. 19. Topología Anillo

Topología Malla

Es de uso común pero la mayoría son mallas parciales. Una red malla contiene múltiples caminos, si un camino falla o está congestionado el tráfico, un paquete puede utilizar un camino diferente hacia el destino

¹⁷ Proveedores de Servicio de Internet Inalámbricos

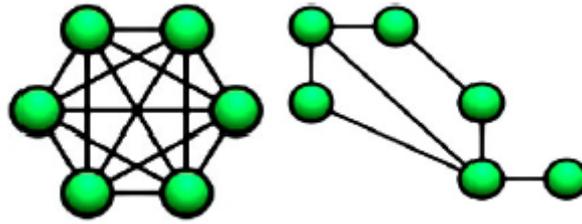


Figura 2. 20. Topología Malla y Malla Parcial

Componentes de Redes Inalámbricas

Punto de Acceso

Los puntos de acceso, también llamados APs o *wireless access point*, son equipos hardware configurados en redes Wifi y que hacen de intermediario entre el ordenador y la red externa (local o Internet). El *access point* o punto de acceso, hace de transmisor central y receptor de las señales de radio en una red inalámbrica.

Un punto de acceso debe distinguirse de un enrutador inalámbrico, que es muy común en el mercado actual. Un enrutador inalámbrico es una combinación entre un punto de acceso y un enrutador, y puede ejecutar tareas más complejas que las de un punto de acceso. Considere un enrutador inalámbrico como un puente (entre la red inalámbrica y la red Ethernet) y un enrutador (con características de enrutamiento IP).

Los puntos de acceso funcionan a modo de emisor remoto, es decir, en lugares donde la señal Wi-Fi del router no tenga suficiente radio se colocan estos dispositivos, que reciben la señal bien por un cable UTP que se lleve hasta él o bien que capturan la señal débil y la amplifican (aunque para este último caso existen aparatos especializados que ofrecen un mayor rendimiento).

Puente o Router

Un puente es un dispositivo que permite interconectar diferentes redes, independientemente del protocolo que cada una utilice. Esto ocurre debido a que un puente trabaja en los niveles 1 y 2 del modelo OSI (físico y datos respectivamente), utilizando la dirección MAC1 de los dispositivos, para definir la red de donde proviene y hacia donde se dirige un paquete de datos.

Un enrutador permite también interconectar varias redes, pero a diferencia de un puente, estas deben utilizar el mismo protocolo. Un enrutador trabaja en las 3 primeras capas del modelo OSI y utiliza las direcciones de red de los equipos que toma de la capa 3 (de red), las cuáles corresponden a un protocolo específico.

Si se desea interconectar dos redes que utilizan el mismo protocolo (p.e. IP) es recomendable utilizar un enrutador ya que este tiene la capacidad de optimizar las rutas recorridas por los paquetes para llegar a su destino utilizando tablas de enrutamiento que se actualizan constantemente aumentando su eficiencia.

Se recomienda el uso de puentes cuando no es posible crear subredes IP o cuando el protocolo de su red no permite enrutamiento (NetBIOS, o DECnet). Un puente es más fácil de configurar pero puede afectar el rendimiento de la red.

Clientes Inalámbricos

Los clientes se conectan a un punto de acceso mediante su nombre. Este mecanismo de identificación se conoce como *SSID-Service Set Identifier*- (Identificador del Conjunto de Servicio) y debe ser el mismo para todos los miembros de una red inalámbrica específica. Todos los punto de acceso y clientes que pertenecen a un mismo ESS -*Extended Service Set*- (Conjunto de Servicio extendido) se deben configurar con el mismo ID (ESSID).

Conectarse a una red inalámbrica con SSID “x” es equivalente a conectar un computador a un punto de red sobre una pared identificado con la etiqueta “x”.

Modos de Operación

El conjunto de estándares 802.11 definen dos modos fundamentales para redes inalámbricas:

1. Ad hoc
2. Infraestructura

El modo puede ser visto como la configuración individual de la tarjeta inalámbrica de un nodo, más que como una característica de toda una infraestructura.

Modo Ad hoc

También conocido como punto a punto, es un método para que los clientes inalámbricos puedan establecer una comunicación directa entre sí. Al permitir que los clientes inalámbricos operen en modo ad hoc, no es necesario involucrar un punto de acceso central. Todos los nodos de una red ad hoc se pueden comunicar directamente con otros clientes.

En una red ad hoc el rendimiento es menor a medida que el número de nodos crece. Para conectar una red ad hoc a una red de área local (LAN) cableada o a Internet, se requiere instalar una Pasarela o Gateway especial.

Modo Infraestructura

Contrario al modo ad hoc donde no hay un elemento central, en el modo de infraestructura hay un elemento de “coordinación”: un punto de acceso o estación base. Si el punto de acceso se conecta a una red Ethernet cableada, los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través del punto de acceso. Para interconectar muchos puntos de acceso y clientes inalámbricos, todos deben configurarse con el mismo SSID. Para asegurar que se maximice la capacidad total de la red, también se conoce como maestro cliente.

Uso de WiFi para largas Distancias

Debido a que la tecnología WiFi fue en su inicio diseñada para redes locales, la mayor dificultad reside en su aplicación para largas distancias.

Los límites físicos de distancia alcanzable con WiFi 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 a 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 permita la banda de frecuencias ISM para cada región geográfica.

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

- Velocidad. El protocolo IEEE 802.11 recoge distintas velocidades según el modo de funcionamiento: 1, 2, 5.5 y 11Mbps para 802.11b; 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54Mbps 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 quiere lograr enlaces de larga distancia con una cierta estabilidad. La diferencia en la sensibilidad de recepción entre 1 y 11Mbps, aunque depende de equipos, suele ser de más de 10dB, lo cual equivale prácticamente a cuadruplicar con 1Mbps el alcance que se tiene con 11Mbps. Si además se tiene en cuenta que la banda ISM 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.
- Se debe añadir también que en términos de estabilidad y prestaciones resulta mejor configurar la velocidad del canal a un valor fijo. La experiencia recomienda ser conservadores para soportar una cierta pérdida de prestaciones que sin duda se va a dar con el tiempo por pérdida de alineación de las antenas, cambios climáticos y otros factores.

- Fenómenos meteorológicos. En las zonas rurales es frecuente encontrar condiciones meteorológicas adversas. Aunque tradicionalmente se suele decir que las lluvias influyen “de forma sensible” a partir de los 10GHz, cuando los enlaces son muy largos una pequeña atenuación en dB/Km acaba siendo importante. Los estudios consultados no parecen conceder mucho peso a la atenuación de nubes y nieblas, pero todo depende de la distancia.
- Polarización. El mejor comportamiento se da con polarización vertical, pero las condiciones atmosféricas y el terreno pueden producir una cierta despolarización, con lo que la recepción de la señal empeora y su atenuación aumenta.
- Interferencias. Si bien en las zonas rurales aisladas esto no suele suceder, los enlaces que conectan zonas aisladas con zonas urbanas se pueden ver afectados por este problema.

Los equipos que usan esta tecnología usan bandas de operación libre “ISM”, autorizada por el Estado Ecuatoriano mediante la Resolución 417-15-CONATEL-2005¹⁸, a continuación se presenta un listado de dichas bandas o rangos de frecuencias libres:

- 902 – 928 [MHz]
- 2400 – 2483.4 [MHz]
- 5150 – 5250 [MHz]
- 5250 – 5350 [MHz]
- 5470 – 5725 [MHz]
- 5725 – 5850 [MHz]

Arquitectura de Redes WiFi para largas Distancias

La topología más básica de una red WiFi es aquella en la que un conjunto de estaciones (mínimo dos), se conectan entre sí de forma directa (Ad hoc). En este tipo de

¹⁸ Ver ANEXO 2, Resolución 417-15-CONATEL-2005

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

Es necesario establecer una diferenciación funcional de tres tipos de nodos:

Estación pasarela: es una estación dotada de conectividad final a Internet, permitiendo al resto de estaciones de la red inalámbrica acceder a través de ella a Internet.

Puede haber una o varias de estas estaciones en una red inalámbrica, pero lo más frecuente sea que no se disponga más que de una. EL uso de más de una implica el uso de encaminamiento dinámico. Estas estaciones frecuentemente tendrán que desempeñar funciones como NAT o cortafuegos.

Repetidor: los distintos repetidores se unen formando la red troncal que se encarga de conmutar las comunicaciones con otras estaciones.

Estación cliente: Es aquella que se beneficia y hace uso de todos los servicios que la red pone a su servicio, estos servicios se basan principalmente en: correo electrónico, acceso a la Internet y la transferencia de archivos.

Interferencias

Para evitar interferencias entre los enlaces, existe una división de frecuencias dentro de las bandas, estos son llamados canales. A continuación se presenta una tabla con los canales existentes en la banda de 2.4GHz y 5GHz.

Tabla 2. 4 Canales en las bandas 2,4GHz y 5.8GHz

Identificador de Canal	Frecuencia [MHz]	Identificador de Canal	Frecuencia [MHz]
1	2412	34	5170
2	2417	36	5180
3	2422	38	5190
4	2427	40	5200
5	2432	42	5210

6	2437	44	5220
7	2442	46	5230
8	2447	48	5240
9	2452	52	5260
10	2457	56	5280
11	2462	60	5300
12	2467	64	5320
13	2472	149	5745
14	2484	153	5765
		157	5785
		161	5805

Equipos

En la actualidad se dispone de equipos de radio, que ofrecen prestaciones para realizar enlaces Punto a Punto, tanto como, Punto a Multipunto; podemos encontrar Puntos de Acceso (AP), y equipos para estaciones cliente (CPE) y en los mejores casos estos equipos son configurables para funcionar en cualquiera de estos modos.

Este tipo de equipos son una solución óptima para desplegar redes WiFi de larga distancia, suelen poseer potencias de transmisión adecuadas, antenas integradas o en su mayoría, conectores para antenas externas. Permitiendo así colocarlos en los dos extremos del enlace, y bajo una configuración adecuada de canales obtener un enlace confiable para brindar los servicios previamente mencionados.

Es posible encontrar equipos que trabajan en la banda de 2.4GHz así como 5GHz, que cumplen con los Estándares IEEE 802.11. A continuación se presenta uno de estos equipos con sus características.

Tranzeo 5Plus

- Equipo todo en uno AP/PTP/CPE
- Frecuencia de Operación 5Ghz (5.3GHz, 5.4GHz, 5.8GHz)
- Potencia controlable hasta +23dBm
- Doble Puerto Ethernet
- Bajo consumo de potencia (7W)
- Seguridad WPA y WEP
- LED's de señalizadores de alineamiento
- Sensibilidad del Receptor -76dBm @ 54Mbps
- Conector tipo N para antena externa

- Estándar 802.11a



Figura 2. 21 Tranzeo 5Plus

Para realizar un enlace con estos equipos es necesario tomar en cuenta los valores de potencia de transmisión, umbral de recepción, ganancia de las antenas usadas y velocidad de transmisión, para realizar el cálculo apropiado y así tener un enlace confiable. Este tema es ampliado en el apartado de Radio Enlace.

Antenas

La antena es el dispositivo físico que sirve de interfaz entre las ondas electromagnéticas guiadas por el cable o la guía-onda y el espacio libre o el aire.

Características Fundamentales

La antena debe transferir la máxima cantidad de energía desde el cable o guía-onda procedente del transmisor hacia la dirección donde se encontrará la estación receptora correspondiente. Para ello, la impedancia característica de la antena debe acoplarse a la impedancia del cable o guía-onda a la cual está conectada.

Los cables coaxiales se producen con impedancias de 50 o 75 ohmios. En televisión se utiliza frecuentemente el valor de 75 ohmios, pero en todas las demás aplicaciones el valor predominante es de 50 ohmios.

Cuando la impedancia de la antena es diferente a la de la guía-onda o cable que la alimenta, parte de la energía entregada a la antena se reflejará hacia el alimentador donde puede inclusive causar daños en el transmisor. En todo caso disminuye la

cantidad de energía disponible para la comunicación, por lo que es necesario siempre esmerarse para lograr que la impedancia del alimentador se acople a la de la antena.

Características de las Antenas

Entre las principales características de las antenas podemos encontrar:

- Ganancia de la antena
- Diagrama de radiación o patrón de radiación
- Ancho del haz
- Impedancia de entrada
- Polarización

Ganancia de la Antena

Se define a la ganancia de una antena dada como el cociente entre la cantidad de energía irradiada en la dirección preferencial y la que irradiaría una antena isotrópica (irradia en todos los sentidos) alimentada por el mismo transmisor. Este número se expresa en decibeles con relación a la isotrópica y por ende se denota en dBi.

Es muy importante entender que las antenas son elementos pasivos que no amplifican la señal de radio. Las antenas sólo concentran la señal en la cierta dirección.

Cuando se usa como transmisora la antena es responsable de dirigir la potencia del radiotransmisor en la cierta dirección; cuando actúa como receptora la antena colecta la potencia de radio que le envió el transmisor.

Si una antena tiene una ganancia de 3dBi en cierta dirección, quiere decir que la potencia transmitida o recibida en esa dirección es equivalente a la potencia que será transmitida o recibida por una antena isotrópica que usa doble de la potencia en el radio transmisor.

Diagrama de Radiación

El diagrama de radiación o patrón de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo espacial, en ellos podemos apreciar la ubicación

de los lóbulos laterales y traseros, los puntos en los cuales no se irradia potencia (NULOS) y adicionalmente los puntos de media potencia.

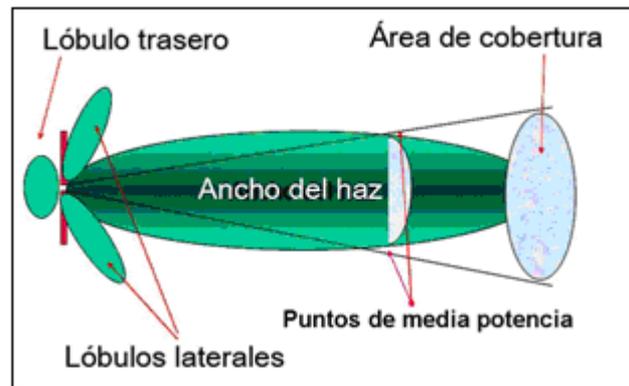


Figura 2. 22. Diagrama de Radiación

Los diagramas de radiación son volúmenes y como tal se representan en forma tridimensional, en la siguiente figura se aprecia un diagrama de radiación, se ha representado la intensidad mínima por el color rojo y la máxima con el color azul.

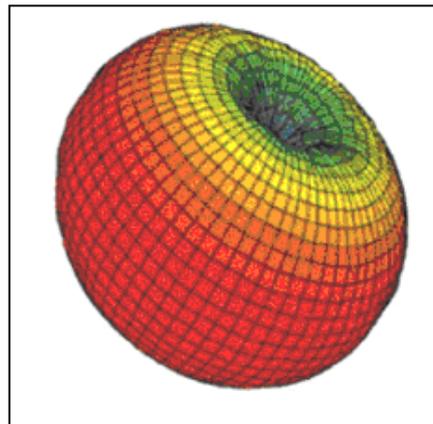


Figura 2. 23. Diagrama de Radiación Tridimensional

Normalmente los diagramas de radiación se representan de forma bidimensional en dos planos, el vertical y el horizontal, como se muestra a continuación:

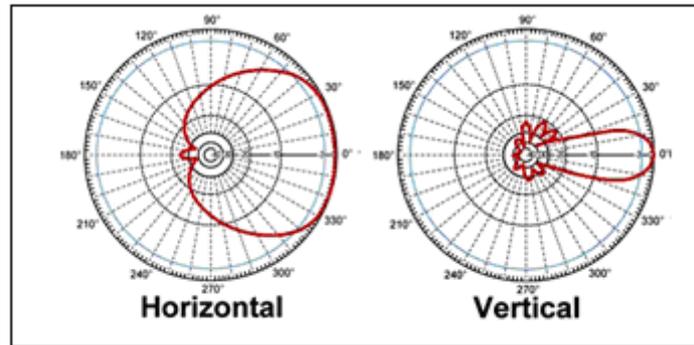


Figura 2. 24. Diagrama de Radiación Bidimensional

Ancho del Haz

El ancho del haz (*beamwidth*) es el ángulo subtendido por la radiación emitida entre los puntos en que la potencia disminuye a la mitad, (3dB) respecto a la radiación máxima.

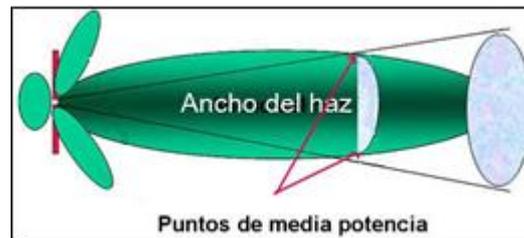


Figura 2. 25. Ancho del Haz

Impedancia de Entrada

Es el cociente entre el voltaje aplicado a los terminales de entrada y la corriente resultante. En general tiene una parte resistiva y una parte reactiva.

Para máxima transferencia de potencia la impedancia de la antena debe estar acoplada a la de la línea de transmisión que la alimenta. La calidad del acoplamiento se mide en términos de la relación de onda estacionaria, VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*). Idealmente debería ser la unidad, cuando las impedancias son exactamente iguales, cuando excede de 2 existen problemas, Si es mayor que 3 el transmisor sufre peligro y se está desperdiciando mucha potencia.

Polarización de la Antena

La polarización de una antena corresponde a la dirección del campo eléctrico emitido por una antena. Esta polarización puede ser: Vertical, Horizontal y Elíptica, Circular (Hacia la derecha o hacia la izquierda).

Tipos de Antena Representativos

Antenas Direccionales Directivas



Figura 2. 26. Antena Directiva¹⁹

Orientan la señal en una dirección muy determinada con un haz estrecho pero de largo alcance. Las antenas Direccionales envían la información a una cierta zona de cobertura, a un ángulo determinado, por lo cual su alcance es mayor, sin embargo fuera de la zona de cobertura no se "escucha" nada, no se puede establecer comunicación entre los interlocutores. El alcance de una antena direccional viene determinado por una combinación de los dBi de ganancia de la antena, la potencia de emisión del punto de acceso emisor y la sensibilidad de recepción del punto de acceso receptor.

Antenas Omnidireccionales



Figura 2. 27. Antena Omnidireccional

¹⁹ Fuente: <http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>

Orientan la señal en todas direcciones con un haz amplio pero de corto alcance. Las antenas Omnidireccionales "envían" la información teóricamente a los 360 grados por lo que es posible establecer comunicación independientemente del punto en el que se esté. En contrapartida el alcance de estas antenas es menor que el de las antenas direccionales.

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

Antenas sectoriales



Figura 2. 28. Antena Sectorial

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

Para tener una cobertura de 360° (como una antena omnidireccional) y un largo alcance (como una antena direccional) deberemos instalar o tres antenas sectoriales de 120° ó 4 antenas sectoriales de 90°. Las antenas sectoriales suelen ser más costosas que las antenas direccionales u omnidireccionales.

Apertura Vertical y Apertura Horizontal

La apertura es cuanto se "abre" el haz de la antena. El haz emitido o recibido por una antena tiene una abertura determinada verticalmente y otra apertura determinada horizontalmente.

En lo que respecta a la apertura horizontal, una antena omnidireccional trabajará horizontalmente en todas direcciones, es decir, su apertura será de 360°. Una antena direccional oscilará entre los 4° y los 40° y una antena sectorial oscilará entre los 90° y los 180°.

La apertura vertical debe ser tenida en cuenta si existe mucho desnivel entre los puntos a unir inalámbricamente. Si el desnivel es importante, la antena deberá tener mucha apertura vertical. Por lo general las antenas, a más menos apertura vertical. En las antenas direccionales, por lo general, suelen tener las mismas aperturas verticales y horizontales.

Las antenas direccionales se suelen utilizar para unir dos puntos a largas distancias mientras que las antenas omnidireccionales se suelen utilizar para dar señal extensa en los alrededores. Las antenas sectoriales se suelen utilizar cuando se necesita un balance de las dos cosas, es decir, llegar a largas distancias y a la vez, a un área extensa.

Si necesita dar cobertura de red inalámbrica en toda un área próxima (una planta de un edificio o un parque por ejemplo) lo más probable es que utilice una antena omnidireccional. Si tiene que dar cobertura de red inalámbrica en un punto muy concreto (por ejemplo un PC que está bastante lejos) utilizará una antena direccional, finalmente, si necesita dar cobertura amplia y a la vez a larga distancia, utilizará antenas sectoriales.

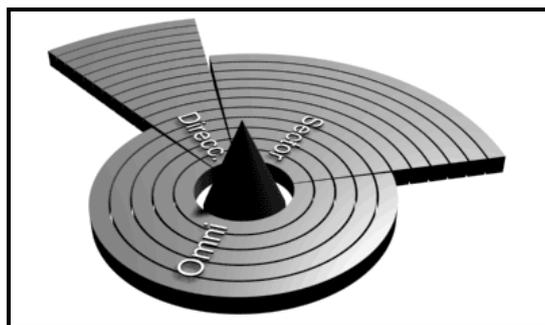


Figura 2. 29. Comparativa entre Antenas²⁰

2.2.6 Tecnología de acceso vía microonda

Introducción

Recientemente algunas empresas que se dedican a ofrecer servicios de comunicación, están incursionando en un prometedor sistema para transmisión de Internet a través de microondas.

El nuevo sistema inalámbrico logra increíbles velocidades de transmisión y recepción de datos del orden de los 2048 kbps y promete convertirse en corto tiempo en una opción al alcance de muchos bolsillos. La información viaja a través del aire de forma similar a la tecnología de la radio.

El servicio utiliza una antena que se coloca en la terraza del edificio o la casa del cliente y un módem especial que interconecta la antena con la computadora. La comunicación entre el módem especial y la computadora se realiza a través de una tarjeta de red, la cual deberá estar integrada a la computadora.



Figura 2. 30 Funcionamiento básico de un sistema microonda

²⁰ Fuente: <http://www.34t.com/Unique/wiFiAntenas.asp>

La comunicación se realiza a través de ondas electromagnéticas de alta frecuencia (microondas), que operan en las bandas de 3,5 y 28 GHz, y viajan a través de espacio libre.

La nueva tecnología inalámbrica trabaja bien en ambientes de ciudades congestionadas, ambientes suburbanos y ambientes rurales, al sobreponerse a los problemas de instalación de líneas terrestres, problemas de alcance de señal, instalación y tamaño de antena requeridos por los usuarios.

Las etapas de comunicación son:

1.- Cuando el usuario final ingresa a un navegador de Internet instalado en su computadora y solicita alguna información o teclea una dirección electrónica, se genera una señal digital que es enviada a través de la tarjeta de red hacia el módem especial.

2.-El módem especial convierte la señal digital a formato analógico (la modula) y la envía por medio de un cable coaxial a la antena.

3.-La antena se encarga de radiar, en el espacio libre, la señal en forma de ondas electromagnéticas (microondas).

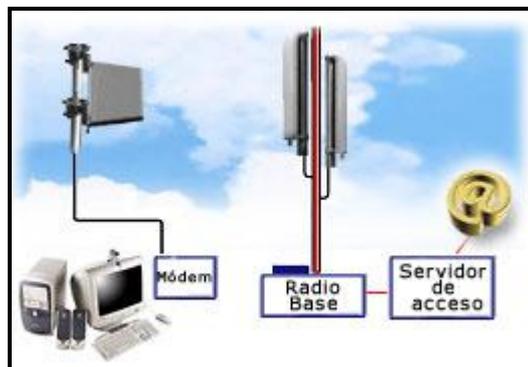


Figura 2. 31 Etapas de comunicación sistema microonda

4.-Las ondas electromagnéticas son captadas por la radio base de la empresa que le brinda el servicio, esta radio base a su vez la envía hacia el nodo central por medio de un cable de fibra óptica.

5.-El nodo central valida el acceso del cliente a la red, y realiza otras acciones como facturación del cliente y monitoreo del desempeño del sistema.

6.-Finalmente el nodo central dirige la solicitud a hacia Internet y una vez que localiza la información se envía la señal de regreso a la computadora del cliente. Este proceso se lleva acabo en fracciones de segundo.

Para conectarse se necesita:

- Contratar los servicios de una compañía que brinde el servicio en tu localidad.
- El siguiente equipo que te proporciona la empresa con la que contrates el servicio: Antena aérea, Módem especial y un hub (aparato que te permite conectar más de una computadora).
- Una computadora PC, Mac o Laptop con una velocidad superior a los 100Mhz, 25Mb de espacio libre en disco duro y 32Mb en memoria RAM.
- Una tarjeta de red ETERNET con conector 10/100 baseT.
- Un navegador de Internet instalado en tu computadora, como por ejemplo *Internet Explorer*, *Netscape*, *Opera* o el de tu elección.

Ventajas

- Alta velocidad de comunicación con Internet, lo que permite bajar software, música y videos en mucho menor tiempo.
- Permite acceder a videoconferencias en tiempo real.
- Alta calidad de señal.
- Conexión permanente.
- Permite la comunicación entre equipos de cómputo que se encuentren en diferentes edificios.

Desventajas

- Para uso doméstico, el costo económico del servicio resulta muy elevado. Se tiene que cubrir un costo de instalación y una mensualidad seis veces más alta que la solicitada para un acceso vía línea telefónica (claro hay que considerar que éste sistema permite conectar alrededor de 12 computadoras al mismo tiempo y por supuesto la alta velocidad de acceso).

- Por ahora, la cobertura al igual que en el caso del acceso vía cable módem, sólo está habilitada para unas cuantas ciudades de la República Mexicana.

Finalmente podemos decir que por el momento, las empresas que ofrecen este servicio se dedican principalmente al mercado empresarial, pero en un futuro muy cercano podemos esperar que éste servicio de acceso a la Red a través de radiofrecuencia se difunda con más vigor a los usuario hogareños a través de un costo más accesible.

2.2.7 Tecnología WiMax

WIMAX son las siglas de *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio.

Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. El protocolo que caracteriza esta tecnología es el IEEE 802.16. Se presenta como muy adecuada para dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cobre, cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costes por usuario muy elevados (zonas rurales).

Los perfiles del equipamiento que existen actualidades el mercado o que están en proceso de desarrollo para la certificación de equipos compatibles con Wimax se limitan a las frecuencias de 2,5 y 3,5 Ghz (con licencia).

Existe otro tipo de equipamiento (no estándar) que utiliza frecuencia libre de licencia de 5,8 Ghz, todos ellos para acceso fijo, si bien en este caso se trata de equipamiento que no es ínter operativo, entre distinto fabricantes.

Actualmente se recogen dentro del estándar dos escenarios:

Uno de acceso fijo, en el que se establece un enlace radio entre la estación base y un equipo de usuario situado en el domicilio del usuario, Para el entorno fijo, las velocidades teóricas máximas que se pueden obtener son de 70 Mbps con un ancho de

banda de 20 MHz. Sin embargo, en entornos reales se han conseguido velocidades de 20 Mbps con radios de célula de hasta 6 Km, ancho de banda que es compartido por todos los usuarios de la célula.

Otro de movilidad completa que permite el desplazamiento del usuario de un modo similar al que se puede dar en GSM/UMTS, el Wimax móvil, aun no se encuentra desarrollado y actualmente compite con las tecnologías LTE, (basadas en femtocelulas, conectadas mediante cable), por ser la alternativa para las operadoras de telecomunicaciones que apuestan por los servicios en movilidad.

Características

- Capa MAC con soporte de múltiples especificaciones físicas (PHY).
- Distancias de hasta 50 kilómetros.
- Velocidades de hasta 70 Mbps.
- Facilidades para añadir más canales.
- Anchos de banda configurables y no cerrados.

Evolución de WiMax

Tabla 2. 5 Evolución de los Estándares de WiMax

Estándar	Descripción
802.16	Utiliza espectro licenciado en el rango de 10 a 66 GHz, necesita línea de visión directa, con una capacidad de hasta 134 Mbps en celdas de 2 a 5 millas. Soporta calidad de servicio. Publicado en 2002.
802.16a	Ampliación del estándar 802.16 hacia bandas de 2 a 11 GHz, con sistemas NLOS y LOS, y protocolo PTP y PTMP. Publicado en abril de 2003
802.16c	Ampliación del estándar 802.16 para definir las características y especificaciones en la banda d 10-66 GHz. Publicado en enero de 2003
802.16d	Revisión del 802.16 y 802.16a para añadir los perfiles aprobados por el WiMAX Forum. Aprobado como 802.16-2004 en junio de 2004 (La última versión del estándar)
802.16e	Extensión del 802.16 que incluye la conexión de banda ancha nómada para elementos portables del estilo a notebook. Publicado en diciembre de 2005

2.2.8 Tecnología Wibro

La tecnología sin hilos avanza rápidamente, pero no en todos los casos nos aportan las mismas soluciones. Probablemente serán complementarios en un futuro nada lejano. Dos noticias son de gran importancia en la actualidad, la aprobación del WiMAX móvil por IEEE y las posibilidades de WiBRO recientemente comprobadas.

WiBro, acrónimo de Wireless Broadband, es la apuesta de Korea en cuanto a comunicación WiFi se refiere. Podríamos decir que es el equivalente asiático a la tecnología WiMax.

Es una tecnología de banda ancha inalámbrica de Internet desarrollada por la industria de telecomunicaciones coreana. Adapta TDD para duplexarse (separar transmisión y recepción), OFDMA para el acceso múltiple y 8.75MHz como ancho de banda del canal.

WiBro fue ideado para superar la limitación de la velocidad del teléfono móvil (por ejemplo CDMA 1x) y para agregar movilidad a Internet de banda ancha (por ejemplo ADSL o LAN inalámbrica). En febrero del 2002, el gobierno coreano asignó 100 MHz del espectro electromagnético en el intervalo de 2.3-2.4 GHz, y a finales del 2004 WiBro Phase 1 fue estandarizada por el TTA de Corea, y a finales del 2005 ITU reflejó a WiBro como IEEE 802.16e. El servicio comercial se lanzó en junio del 2006 en España.

WiBro implementa el estándar IEEE 802.16e, al igual que WiMax, pero con unos objetivos distintos: aquí no importa la velocidad y la cobertura tanto como la fiabilidad de la señal aunque estemos en movimiento. De hecho WiBro permitirá velocidades de hasta 1 Megabits/s aunque nos estemos moviendo a 60 km/h. Aunque para esto, la cobertura se verá reducida a menos de 1 kilómetro a la redonda.

Sin embargo todo esto tiene una explicación: Korea, país en el que se explotó esta tecnología a partir del 2006, es uno de los países del mundo con más cobertura WiFi por todo su territorio, por lo que les resulta poco importante el alcance de la señal (siempre dentro de un límite razonable, claro), dando más importancia a que ésta sea continua y estable (manteniendo un ancho de banda constante aunque estemos andando o

en coche). De ahí a que sea ideal para móviles, como el m8000 de Samsung o posibles “consolas” como la de IRiver.

Wibro como WiMax y otros servicios avanzados de conexión inalámbrica basados en el estándar WiFi pugnan cada vez más con las tecnologías utilizadas por los operadores móviles para aumentar el ancho de banda y la velocidad en la transmisión de datos. Ambas no son incompatibles y según los expertos estarán obligadas a convivir en los futuros terminales que serán ofrecidos a los consumidores en los próximos años.

Estándar 802.16e

El estándar 802.16e es un proyecto de la IEEE de la serie 802.16, que esta orientada a las comunicaciones inalámbricas a nivel *MAN Metropolitan Area Network*). En particular, el 802.16e abarca las comunicaciones inalámbricas móviles, hasta 150 Km/hr, dentro de un área MAN.

Las comunicaciones basadas en el estándar IEEE 802.16e se basan en la utilización de OFDMA. En el escenario de movilidad para 802.16e se puede distinguir: puntos de acceso, enrutadores, agentes propios y nodo correspondiente.

El Agente Propio Mantiene una asociación entre el nodo móvil de la dirección IP propia y SU dirección prestada en la red externa. El Nodo Móvil es el *Host IP* que mantiene conectividad IP de red usando su dirección IP propia, sin importar a cual vínculo (o red) esté conectado.

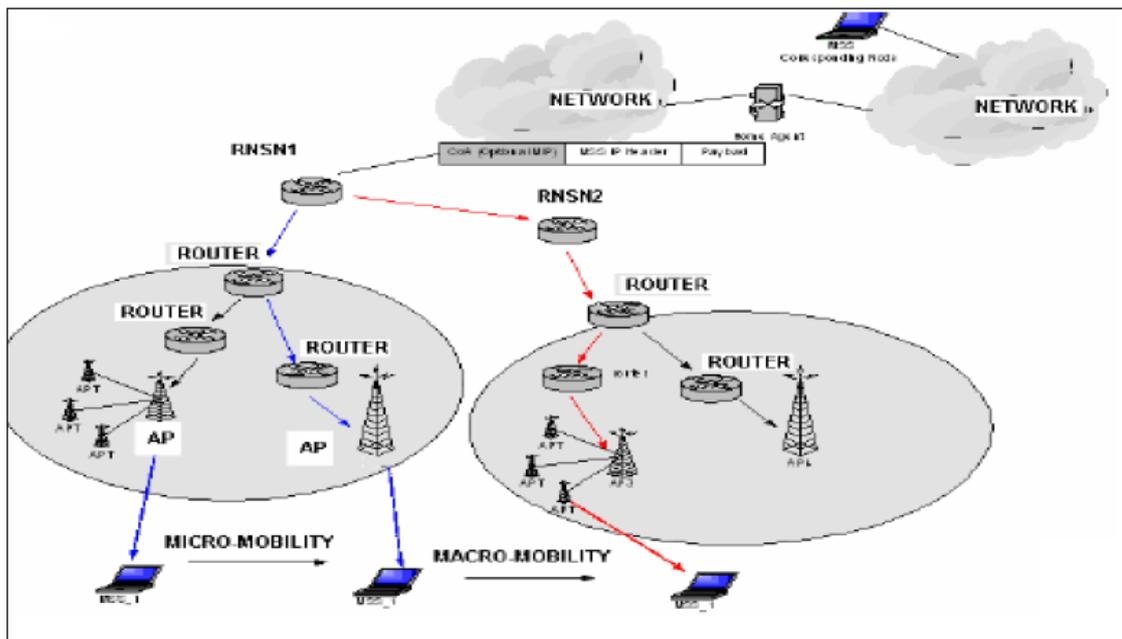


Figura 2. 32 Arquitectura de Movilidad 802.16e

Entre sus Características tenemos:

- Movilidad de Alta Velocidad.
- Calidad de Servicio.
- Diferenciación Tarifaria.
- Aplicaciones en Tiempo Real.
- Aplicaciones Roamings o Itinerantes

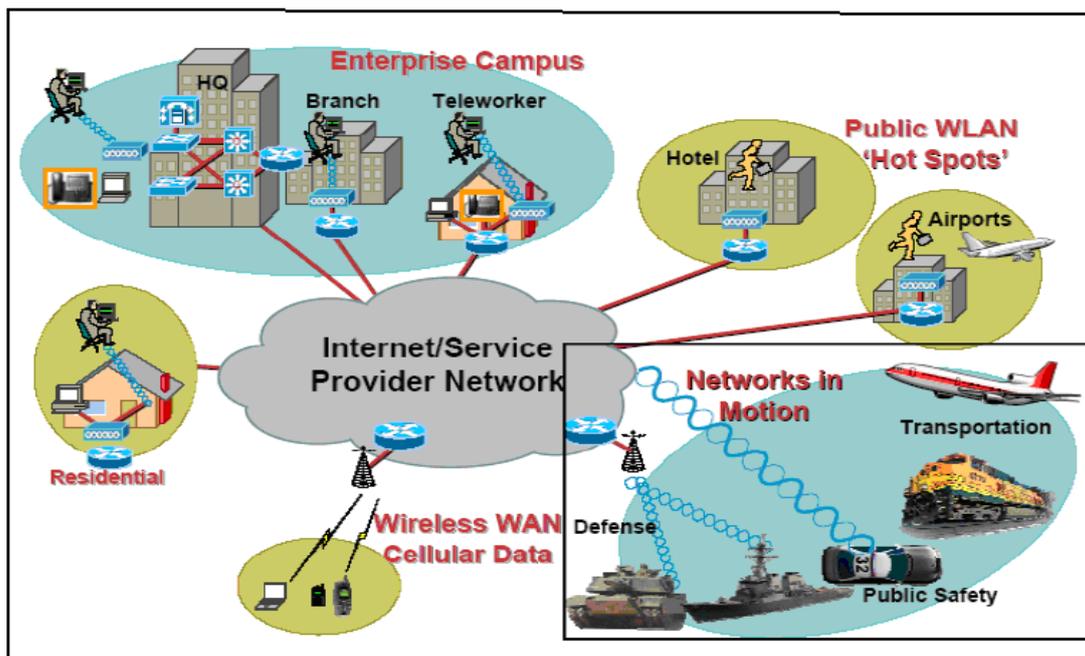


Figura 2. 33 Aplicaciones de movilidad 802.16e

2.3 Proyecto Quito Digital

El programa "Quito Digital" es una propuesta vanguardista que tiene entre sus metas poner la tecnología de punta al servicio de la ciudad y sus habitantes. Este proyecto fue presentado al Concejo Metropolitano en el 2003 bajo sesión,

Tiene por objeto la masificación de la tecnología y la Internet a través de centros populares y equipamiento a escuelas y colegios de la capital. Este proyecto pertenece a un proyecto macro denominado Proyecto IFAP-UNESCO "Modelo de Gobierno Electrónico Para Ciudades Patrimonio de la Humanidad (Cartagena de Indias, Cusco y Quito)" quienes conjuntamente con la Dirección de Comunicación y Diálogo Social, la Dirección de Educación y Cultura del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y la Empresa INNIVAR.UIO han sumado esfuerzos para impulsar la "RUTA GOBIERNO ELECTRÓNICO ACCESO Y TRANSPARENCIA", Hacia Quito Digital.

2.3.1 Componentes

El proyecto comprende cuatro campos: Gobierno electrónico, Internet para todos, Educa Net y cibernarios.

Gobierno Electrónico

Universalización del uso de las TIC's en los servicios que brinda el Municipio a los ciudadanos y en los sistemas y procesos internos, estableciendo un sistema integrado de gobierno en línea (E-GOB); se implementará al interior del Municipio y que servirá para mejorar y hacer más ágil la atención de los trámites municipales.

Educa Net

Este proyecto tiene como propósito facilitar la instalación de redes de computadoras en escuelas y colegios fiscales de la ciudad. Esto permite que educadores y educandos tengan acceso al Internet, puedan crear sus propios correos electrónicos y en fin, conocer de cerca las últimas tecnologías aplicadas a la educación.

Entre sus objetivos principales se encuentran:

- Integrar la informática Educativa como componente transversal del Currículo de la educación inicial, básica bachillerato y popular.

- Iniciar procesos de instalación, renovación y ampliación de la infraestructura tecnológica en todos los Centros Educativos municipales y fiscales del distrito metropolitano, impulsando la provisión de contenidos y servicios de Internet.
- Contribuir al mejoramiento educativo y económico de la comunidad, apoyados en nuevas TIC.
- Democratizar el acceso a la información y a una educación de calidad a través de la TIS, al ampliar el uso de los Telecentros a la comunidad circundante.
- Crear una cultura del uso de las TIC en la comunidad educativa y social
- Promover la creación de comunidades escolares de aprendizaje interactivo y colaborativo, mediante el fomento de proyectos y experiencias en procesos de autogestión, que involucren el uso de tecnologías de información y comunicación.
- Promover y difundir en las nuevas generaciones el uso de la tecnología que mejore los procesos de aprendizaje mediante el uso intensivo de Internet y otras herramientas informáticas
- Emplear las nuevas tecnologías para incrementar la comunicación

Internet para todos

Dotación masiva a hogares y pequeños negocios de un computador y del acceso a Internet. Es el proyecto mas ambicioso ya que su meta es instalar entre 75 mil a 125 mil computadoras con servicio de Internet en los hogares del distrito.

Cibernarios

Implantación de centros públicos de capacitación y de uso de estas tecnologías para la ciudadanía en general para que se capacite en programas informáticos y áreas afines.

Además Incluye la Protección y difusión del patrimonio documental y normalización de la producción documental en soporte digital, (PRESERVACIÓN DE LA MEMORIA DIGITAL).

2.3.2 Propósito General de Proyecto

Integrar en el distrito: “Una sociedad moderna, democrática y equitativa con un gobierno Local eficaz y transparente que interactúe con los ciudadanos y proporciones servicio de calidad con el apoyo de las TIC, priorizando la inclusión en la cultura digital

de todos los sectores sociales para crear las capacidades y condiciones que eleven su calidad de vida, identidad y autoestima”.

2.3.3 Montaje y Gestión

Para la Gestión del Proyecto se crearon alianzas estratégicas para su legitimización social, planeamiento y estructuración, el Comité Gestor es el siguiente:

- El sector privado (gremios, asociaciones y empresas)
- Las universidades (Politécnica Nacional y Politécnica del Ejército) Informática, telecomunicaciones, sistemas
- La ONG's²¹ del ramo.
- Los organismos internacionales afines: UNESCO
- El Municipio del Distrito Metropolitano de Quito

También se cuenta con grupos Interinstitucionales y multidisciplinarios para la implantación de cada proyecto/componente y Recursos operacionales (técnico, financieros, y administrativos) vía gestión directa, asociación y/o concesión.

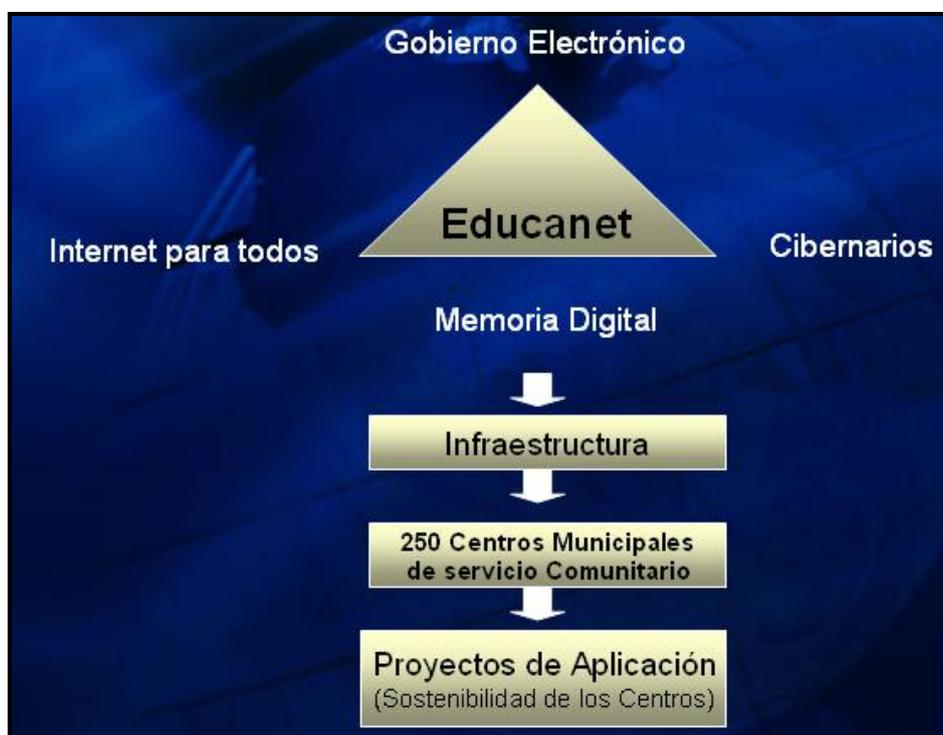


Figura 2. 34 Estructura de Montaje Proyecto Quito Digital

²¹ Organismos no Gubernamentales

2.4 Cibernarios

Los cibernarios son centro de capacitación donde los usuarios pueden acceder a la tecnología de la información y de la comunicación, como un mecanismo de acceso y transparencia de la información Pública.

En el Distrito Metropolitano de Quito se encuentran identificados 17 cibernarios que prestarán dichos servicios. Algunos de estos cibernarios ya fueron inaugurados y otros están aún en proceso de estructuración. En el Anexo 2 se puede visualizar la información de los establecimientos.

2.5 Capacitación Informática

4.5.1 Introducción

La revolución que han tenido los sistemas educativos, y en particular los procesos de enseñanza-aprendizaje a raíz de la evolución de las tecnologías de la información, ha sido significativa. De hecho, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han sido un factor determinante en el fortalecimiento de sus capacidades para enfrentar los problemas que surgen de la complejidad del mundo actual.

El resultado de estos procesos ha convertido a las TIC en instrumentos que permiten potenciar los Estados y dar un salto cualitativo particularmente en la Educación¹. Como tecnologías genéricas, las TIC's son transversales a las instituciones sociales, a las percepciones y a los procesos de pensamiento. Es más, la nueva tecnología facilita enormemente la adquisición y absorción de conocimiento, ofreciendo a los países en vías de desarrollo oportunidades sin precedentes para fortalecer los sistemas educativos, mejorar el diseño e implantación de políticas públicas.

La introducción de computadoras en el sector educativo se encuentra en su etapa de madurez, así, la posibilidad de integrar el uso de tecnología para un Programa de Informática Educativa abarca los conceptos y modelos de sistemas de enseñanza asistida por computadora (SEAC), sistemas expertos basados en inferencia e inteligencia artificial y sistemas de autor para el desarrollo de software educativo con facilidades multimedia.

4.5.1 Infopedagogía e Informática Educativa

La Infopedagogía es la integración de las tecnologías de la información y comunicación con el currículo, mediante la aplicación de modelos pedagógicos apropiados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La Infopedagogía se refiere a la dimensión pedagógica y no a la dimensión tecnológica del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la

educación, es decir, su objetivo no es enseñar computación, sino más bien es utilizar las TIC para la enseñanza-aprendizaje de las demás asignaturas del Currículo Nacional Básico.

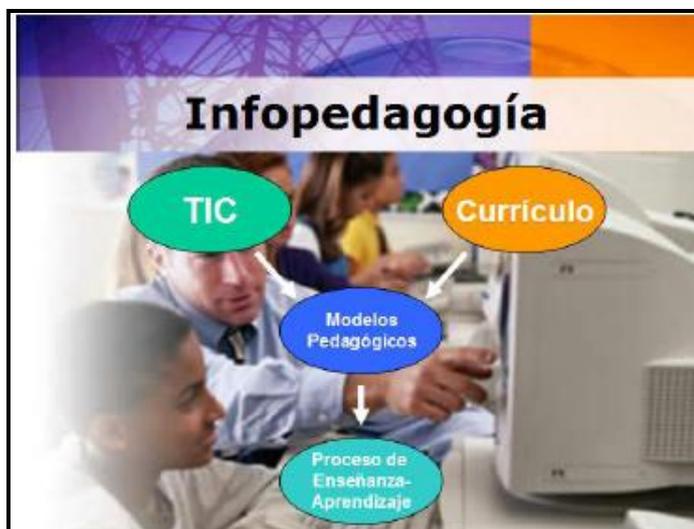


Figura 2. 35 Esquema de la Info-pedagogía

Es muy importante tomar en consideración el hecho de que al introducir las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en un sistema educativo se tiene impacto en dos grandes áreas: por un lado, en la gestión y eficiencia en la administración de la educación, y por el otro, en el mejoramiento de su calidad, en particular, en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Como muy bien se establece en el Capítulo 5 del Informe de Desarrollo Humano Ecuador 2001²², en el caso del mejoramiento de la calidad de la educación:

“No hay que perder de vista que las TIC constituyen medios y herramientas que aportan a un proceso pedagógico. No es difícil identificar proyectos y actividades que pueden caer en un optimismo pedagógico exagerado al pensar que la sola introducción de estas tecnologías produce automáticamente el milagro de transformar la calidad del proceso educativo. Siempre se corre el riesgo de enfocar esta actividad desde una

²² Informe sobre Desarrollo Humano 2001, Las Tecnologías de Información y Comunicación para el Desarrollo Humano, Quito, Ecuador, noviembre de 2001.

perspectiva meramente tecnológica, olvidando que el problema de la educación, con toda su complejidad y realidad multivariable, más que tecnológico es pedagógico”.

Sigue indicando el citado Informe:

“Se puede, entonces, vislumbrar a la integración de las TIC en la educación como: un “catalizador” de la indispensable transformación educativa; como un “pretexto” que dinamice el quehacer educativo tradicional; como un “recurso” didáctico motivacional multimedia e interactivo por excelencia; como una “extensión” de las capacidades del cerebro humano; como un “canal de comunicación” que posibilite la integración del sistema educativo; como una “infraestructura” que permita materializar la formación y la capacitación docente permanente; como un “monopolizador” de la memoria y por lo tanto de la información disponible, insumo primordial para el conocimiento; como una de las “mejores inversiones económicas” que puede realizar el país; y, sobre todo, como la única posibilidad de “democratización” rápida del acceso a la información que sirva a una educación de calidad.

Entre las principales funciones y aplicaciones que tienen las TIC para mejorar la calidad de la educación, se puede señalar las siguientes²³:

- Como fuente de información: especialmente a través de Internet, pero también de enciclopedias multimedia, hipertextos, hiper-medios y otro tipo de materiales y software educativo.
- Como extensión de las capacidades del cerebro humano: aprovechando las capacidades de memoria, velocidad, información multimedia que posee la tecnología computacional.
- Como herramienta de procesamiento de información: inicialmente a través de los paquetes básicos de uso general: procesador de palabras, hoja de cálculo, administrador de base de datos, presentador, graficador, etc.
- Como apoyo para la concreción de conceptos abstractos, especialmente a través de programas de simulación;
- Como medio de comunicación, a través de las redes telemáticas, Internet, correo

²³ Jaramillo, Fabián. 1999. Tomado del artículo “Las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación como alternativa para mejorar la calidad de la educación en el Ecuador”. Sangolquí: Revista de Investigación y Difusión Social de la ESPE. No. 4

Electrónico, etc.;

- Como herramienta para desarrollar la capacidad de resolución de problemas, especialmente a través de la programación (con fines educativos, no tecnológicos).

Siguiendo con lo indicado en el Informe del PNUD en referencia:

“Cuando se habla de la integración pedagógica de las TIC, se hace referencia a la integración de la utilización de metodologías, herramientas y software educativo. Se puede considerar que la verdadera integración de las TIC en el ámbito pedagógico existe cuando se puede demostrar que estas herramientas sirven, frecuentemente, para la enseñanza de los profesores, el aprendizaje de los alumnos, el seguimiento del desempeño académico de los estudiantes, y para mejorar la relación profesor-alumno, en el marco de las actividades educativas normales en todas y cada una de las áreas y asignaturas del centro educativo.

Existe integración real cuando la presencia de estas tecnologías permite modificar las prácticas pedagógicas, su relación con los otros recursos e instrumentos didácticos y el ambiente educativo, en general, todo esto orientado a facilitar su utilización. Es muy importante señalar que todo proyecto de introducción de las TIC en el ámbito educativo tiene tres pilares fundamentales: los equipos informáticos, los programas computacionales y los recursos humanos (**infopedagogos**), éstos últimos indispensables para utilizar convenientemente los dos anteriores. Todos estos elementos deben, naturalmente, estar enmarcados en la adecuada planificación, organización y evaluación de las actividades educativas dentro del respectivo proyecto educativo.

En esta integración pedagógica es muy importante tomar en cuenta el ambiente educativo, queriendo significar con este término las circunstancias y condiciones de la enseñanza y el aprendizaje, a saber: horarios, materias, régimen pedagógico, contenidos y objetivos de los programas, personal docente y de apoyo, designación de responsabilidades, seguimiento y tutoría de los alumnos, organización de grupos, enfoque, estrategias, métodos y actividades educativas, locales, equipos informáticos, programas computacionales, recursos documentales, útiles didácticos, asesoría pedagógica, capacitación del personal, respaldo de los planificadores, administradores y directivos, relaciones con los padres de familia y con el entorno en general.

Así, es indispensable que esta integración sirva para enriquecer las concepciones mentales y sobre todo la práctica educativa. Es menester que los docentes cedan el escenario, el protagonismo, la palabra y el tiempo a los estudiantes. De la educación centrada en la enseñanza hay que pasar a aquella sustentada en el aprendizaje.

La experiencia mundial señala que es imposible presentar un modelo terminado y definitivo, a manera de patrón o receta a reproducir para las aplicaciones pedagógicas de las TIC. El proyecto educativo que se implemente dependerá de las contingencias locales, temporales y relacionales que varían de una realidad nacional a otra.

En el esquema que se presenta a continuación se intenta representar un conjunto estructurado de representaciones simbólicas que permiten reflexionar sobre esta actividad tan compleja. Se presentan sus elementos y las relaciones existentes entre ellos, todo esto reagrupado alrededor de cuatro polos: el **proyecto infopedagógico**, los alumnos, los **infopedagogos** y la informática aplicada a la educación.

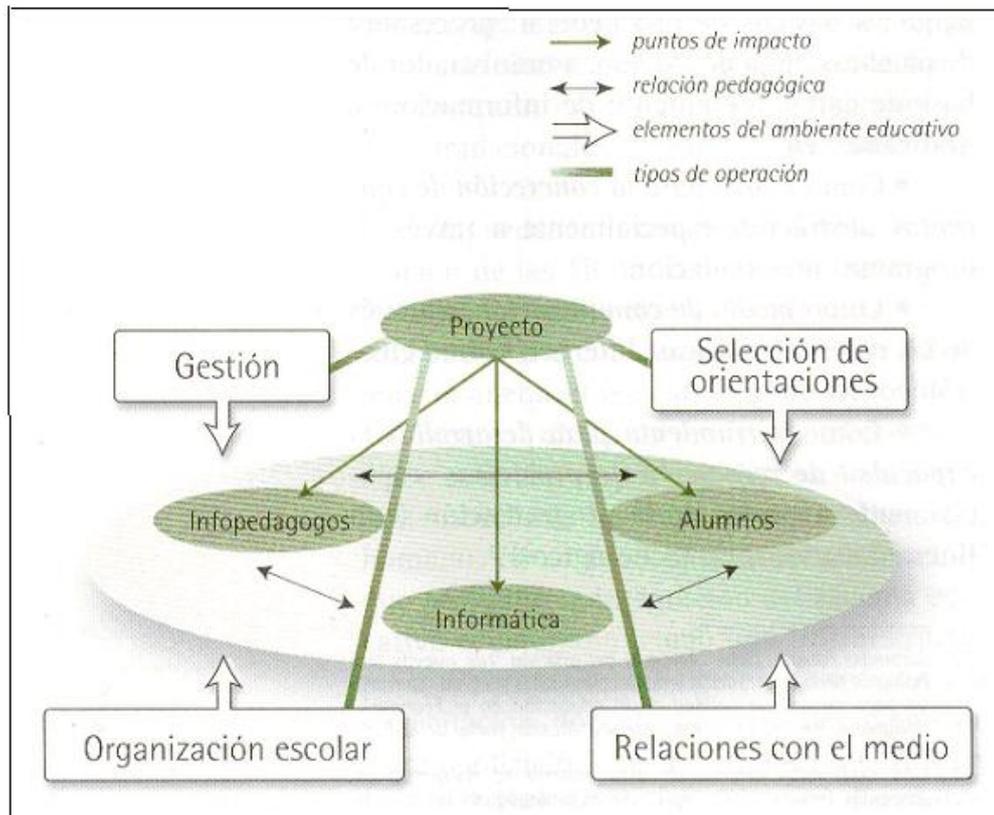


Figura 2. 36 Modelo de Integración de la computadora al aprendizaje

Es necesario resaltar que este pre-modelo no considera los campos temáticos o conocimientos en la propuesta, pues ésta apunta a la consecución de objetivos de alto nivel relacionados más bien con la adquisición de capacidades a través de procesos; de esta manera, la adquisición de conocimientos pasan a un segundo plano y éstos se constituyen más bien en un insumo en la búsqueda de los objetivos. El modelo propone orientar las actividades pedagógicas de las TIC al logro de objetivos educativos.

De manera sintética, entre los objetivos más importantes que se persigue al integrar las TIC en el currículo, tenemos los siguientes:

- Contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación.
- Desarrollar la capacidad investigativa, democratizando al mismo tiempo el acceso a las
- nuevas tecnologías de la información y comunicación.
- Generar una cultura informática básica en el contexto de una cultura tecnológica más amplia.
- Incrementar la motivación estudiantil en los procesos de aprendizaje.
- Aportar a la optimización de los recursos económicos que se han invertido y se invertirán en los centros educativos y otros centros de capacitación, propendiendo al uso adecuado y a la racionalización de los recursos informáticos, especialmente para su aplicación pedagógica.

CAPÍTULO III

ESTUDIOS DE DEMANDA

3.1 Información socio-económica de las localidades Beneficiarias

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

3.1.1 Aspectos Geográficos

El Distrito Metropolitano de Quito es un cantón del norte de la provincia de Pichincha en el norte de Ecuador. Su nombre se deriva del nombre de su cabecera. El Distrito Metropolitano de Quito se divide en 8 administraciones zonales, las cuales contienen a 32 parroquias urbanas y 33 parroquias rurales y suburbanas. Las parroquias urbanas están divididas en barrios.

En este cantón se encuentra la ciudad de Quito, capital de la República y una de las ciudades más hermosas y prósperas de América; fue declarada "Patrimonio Cultural de la Humanidad" por los tesoros artísticos, naturales e históricos que posee.

Tabla 3. 1 Información Cantón Quito

Capital	Quito
Fundación	6 de Diciembre de 1534
Ubicación	Centro norte de la Provincia de Pichincha
Superficie:	4204 km ²
Altitud	Entre 2400 a 4500 msnm
Temperatura	22.2 oC

3.1.2 Aspectos Sociales

Quito, por ser la capital del Ecuador, tiene una importante infraestructura física y de servicios, una vocación productiva, sectores dinámicos y una base económica diversificada. Por esta razón, aglutina casi por completo la radicación de oficinas matriz de empresas transnacionales dentro el país, generando de esta manera cadenas productivas sólidas y diversas.

El Distrito Metropolitano de Quito y su área de influencia tiene 2 millones de habitantes. Cuenta con universidades que representan la tercera parte de las existentes a nivel nacional. En los últimos 4 años, en la ciudad se han graduado 8,000 profesionales en carreras técnicas, lo que redundará en una creciente oferta de recursos humanos calificados y un mercado cada vez más atractivo; al mismo tiempo, en un núcleo de producción industrial, de servicios financieros y empresariales que se destaca como el principal polo de desarrollo andino del Ecuador.

Quito es un centro de servicios turísticos y el mayor generador de transporte de carga aérea y terrestre del país. Concentra una buena parte de los establecimientos fabriles, del personal ocupado, de la producción total y de la inversión de capital del Ecuador.

Por todas estas razones, Quito representa un mercado amigable a la inversión, un ente articulador del sector productivo y generador de servicios para desarrollo de la región y el país.

3.1.3 Ubicación Geográfica

Coordenadas:

Tabla 3. 2 Coordenadas y altura del Cantón Quito

Longitud	Latitud	Altura
-78,5	-0,2166667	2850

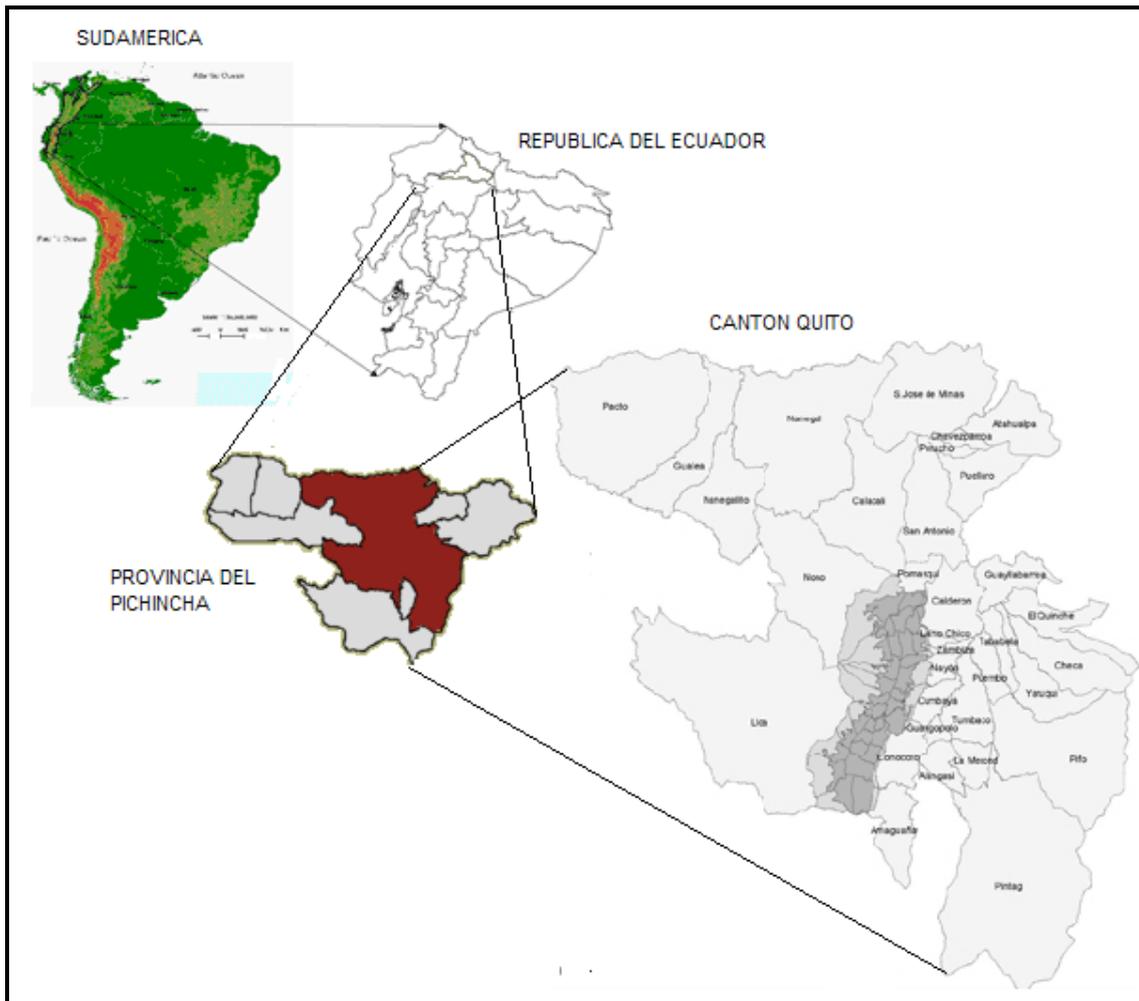


Figura 3. 1 Ubicación Geográfica Cantón Quito

3.1.4 Límites

Norte: Provincia de Imbabura

Este: Cantones Pedro Moncayo, Cayambe y la Provincia de Napo

Sur: Cantones Santo Domingo y Mejía.

Oeste: Cantones Santo Domingo, Los Bancos y Pedro Vicente.

3.1.5 Población

La población del Cantón QUITO, según el Censo del 2001, representa el 77,0 % del total de la Provincia de Pichincha; ha crecido en el último período inter-censal 1990-2001, a un ritmo del 2,7 % promedio anual. El 23,9 % de su población reside en el Área Rural; se caracteriza por ser una población joven ya que el 39,6% son menores de 20 años, según se puede observar en la Pirámide de Población por edades y sexo.

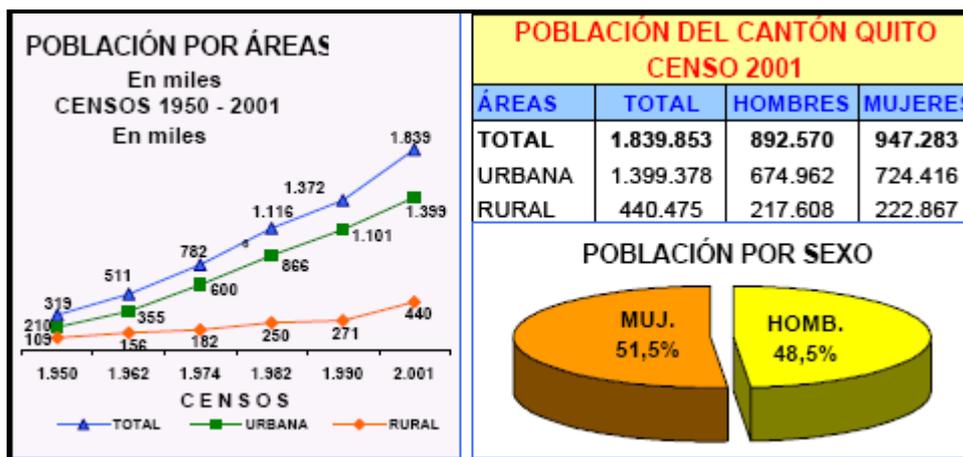


Figura 3. 2 Población Urbana y Rural del Cantón Quito²⁴

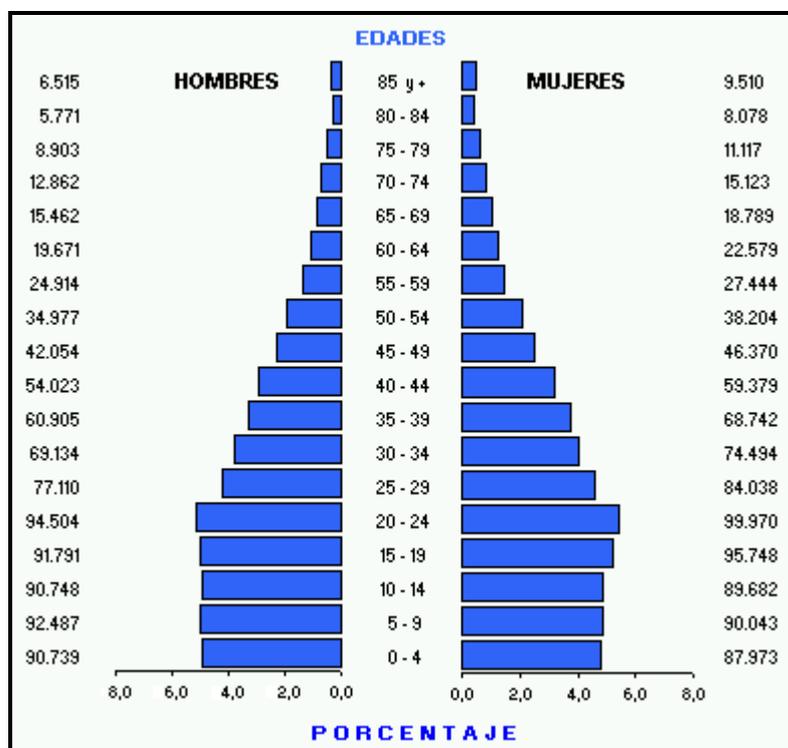


Figura 3. 3 Distribución de los habitantes del cantón según su edad²⁵

3.1.6 División política del Distrito Metropolitano de Quito

El cantón del Distrito Metropolitano de Quito está dividido en administraciones zonales, las cuales se dividen en parroquias urbanas (zona metropolitana de la ciudad de Quito) y parroquias rurales (afueras de la ciudad).

²⁴ Censo de Población V de Vivienda, realizado el 25 de noviembre del año 2001.

²⁵ Censo de Población V de Vivienda, realizado el 25 de noviembre del año 2001.

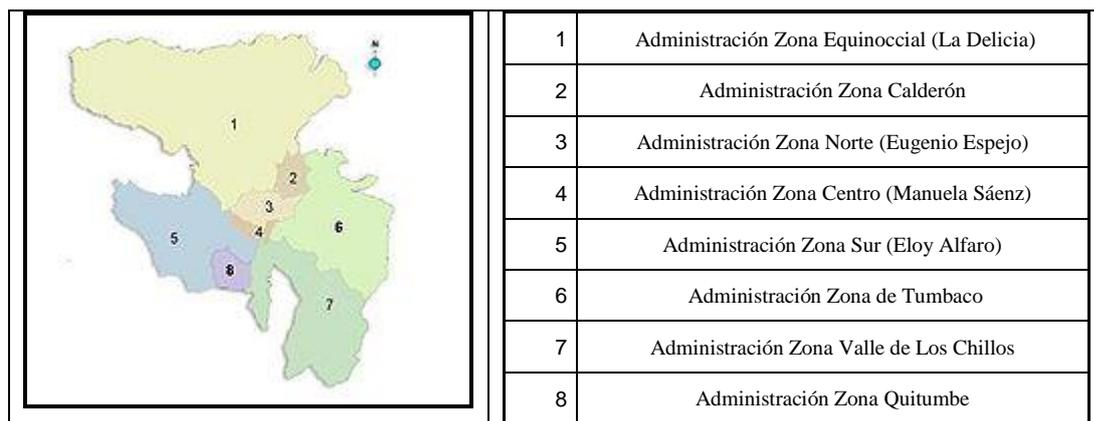


Figura 3. 4 Zonas Distritales del Cantón Quito²⁶

3.1.7 Parroquias Urbanas ciudad de Quito

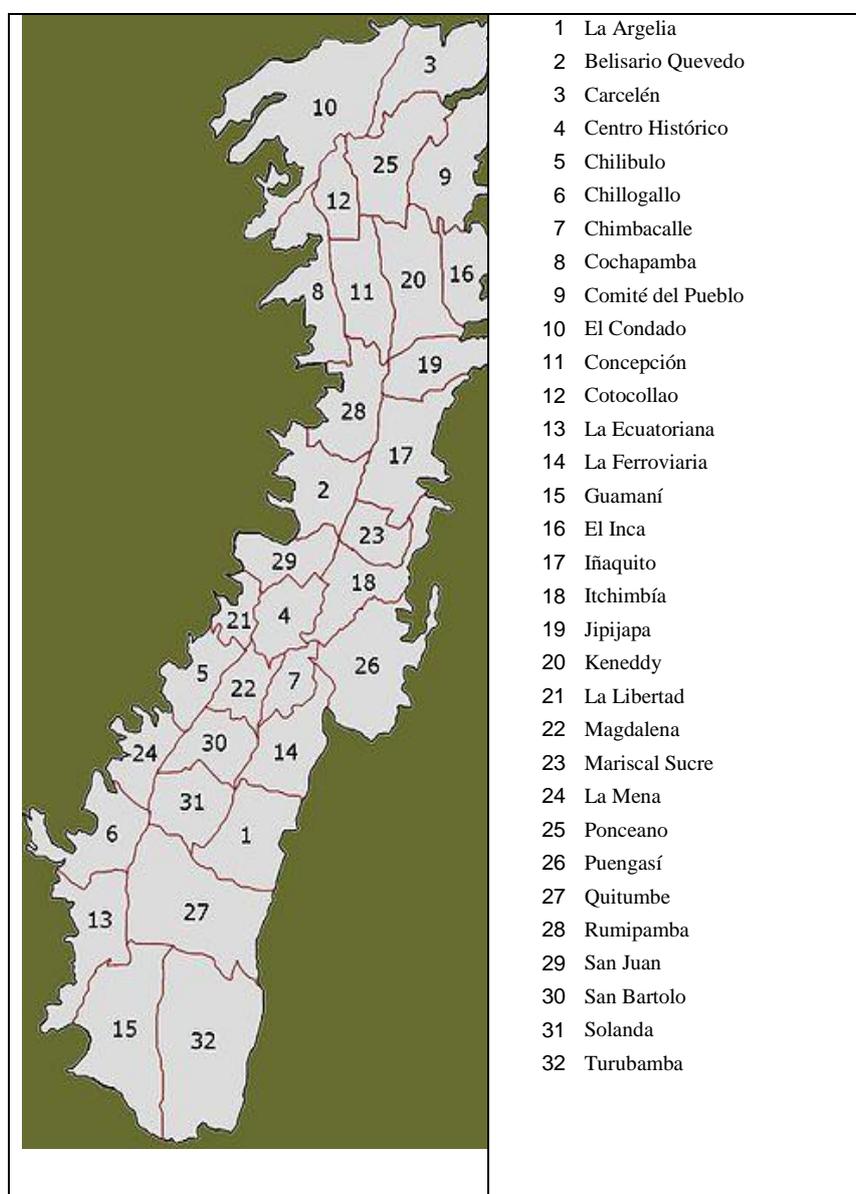


Figura 3. 5 Parroquias Urbanas Ciudad de Quito²⁷

²⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_Metropolitano_de_Quito

3.1.8 Parroquias Rurales ciudad de Quito

La zona rural del Distrito Metropolitano de Quito (alrededores de la zona urbana de Quito) está dividida en parroquias (rurales y suburbanas) y son 33:

Alangasí, Amaguaña, Atahualpa, Calacalí, Calderón, Conocoto, Cumbayá, Chavezpampa, Checa, El Quinche, Guala, Guangopolo, Guayllabamba, La Merced, Llano Chico, Lloa, Nanegal, Nanegalito, Nayón, Nono, Pacto, Perucho, Pifo, Píntag, Pomasqui, Puéllaro, Puembo, San Antonio de Pichincha, San José de Minas, Tababela, Tumbaco, Yaruquí, Zámiza.

3.1.9 Actividad económica

En las siguientes tablas se presenta la población económicamente activa de 5 años y mas; además las actividades económicas mas representativas del Cantón.

Tabla 3. 3 Grupos ocupacionales Cantón Quito²⁸

Ramas de Actividad	Total	Hombres	Mujer
TOTAL	786.691	478.081	308.610
Agricultura, Ganadería, Caza, Pesca, Silvicultura	45.504	32.103	13.401
Manufactura	114.580	74.309	40.271
Construcción	61.755	58.523	3.232
Comercio	154.755	88.110	66.645
Enseñanza	39.696	15.667	24.029
Otras actividades	370.401	209.369	161.032

²⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_Metropolitano_de_Quito

²⁸ V Censo de Población Vivienda, realizado el 25 de noviembre del año 2001.

Tabla 3. 4 Ramas de actividad del Cantón Quito²⁹

Grupos de Ocupación	Total	Hombres	Mujeres
Total	786.691	478.081	308.610
Miembros, Profesionales, Técnicos	144.121	83.302	60.819
Empleados de Oficina	70.389	32.977	37.412
Trab. De los Servicios	138.327	66.784	71.543
Agricultores	26.659	18.784	7.875
Operarios y Operadores de maquinarias	214.392	176.411	37.981
Trab. No calificados	125.569	57.077	68.492
Otros	67.234	42.746	24.488

Además es importante recalcar que Quito, la cabecera cantonal del cantón, es la ciudad que más aporta al PIB en la provincia de Pichincha, la cual es a su vez, la segunda economía más importante del país, según el último estudio realizado por el Banco Central del Ecuador, en el año 2006, el aporte fue del 18,6% al PIB, generando 4.106 millones de dólares.

Quito junto a la ciudad de Guayaquil es un importante centro financiero del país. La ciudad es sede de importantes compañías tanto nacionales como multinacionales, oficinas de importantes industrias que funcionan en el país. La actividad financiera se concentra el centro norte de la ciudad, a los alrededores de las Avenidas Patria, Río Amazonas, República del Salvador, de los Shyris, NNUU, entre otras. Quito también es una ciudad muy agitada en el ámbito comercial, destacando tiendas de textiles, restaurantes y tiendas de artesanías. Entre los mercados informales destaca la Plaza Ipiiales, en el centro de Quito. La actividad económica es variada, destacándose el comercio, sobre todo informal. A partir de la regeneración urbana en el centro histórico y otros barrios turísticos que empezó desde el 2001 por parte del Municipio de Quito, el turismo ha sido una de las principales fuentes de ingreso de la ciudad.

Además actualmente, existen numerosos centros comerciales de primera, con firmas nacionales e internacionales.

²⁹ V Censo de Población Vivienda, realizado el 25 de noviembre del año 2001.

3.1.10 Indicadores Sociales

Dentro de los principales indicadores sociales del cantón Quito provincia de Pichincha mencionaremos el índice de analfabetismo, de pobreza y de educación.

Tabla 3. 5 Indicador Social de Analfabetismo³⁰

Indicador Social	Medida (%)	Quito
Analfabetismo	%(15 años y más)	4,4
Analfabetismo - hombres	%(15 años y más)	3,1
Analfabetismo - mujeres	%(15 años y más)	5,5
Analfabetismo funcional	%(15 años y más)	12,1
Analfabetismo funcional - hombres	%(15 años y más)	10,1
Analfabetismo funcional - mujeres	%(15 años y más)	13,9

Tabla 3. 6 Nivel de Instrucción en el Cantón Quito

NIVELES DE INSTRUCCIÓN	TOTAL		
	TOTAL	URBANO	RURAL
TOTAL	1.661.141	1.266.752	394.389
NINGUNO	53.418	31.549	21.869
CENTRO ALFAB.	4.990	3.834	1.156
PRIMARIO	652.475	466.961	185.514
SECUNDARIO	514.679	406.471	108.208
POST BACHILLERATO	11690	9.539	2.151
SUPERIOR	299.400	252.384	47.016
POSTGRADO	9.190	7.815	1.375
NO DECLARADO	115.299	88.199	27.100

Tabla 3. 7 Indicador Social del Incide de la pobreza³¹

Indicador Social	Medida (%)	Quito
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	18,8
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	4,6

³⁰ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

³¹ Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

Indicador Social	Medida (%)	Quito
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	33,6
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	10,1
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	6,5
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	16,2
Personas en hogares con alta dependencia	%(población total)	1,5
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	3,9
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	18,6

Tabla 3. 8 Porcentaje de los servicios básicos del cantón

Abastecimiento de agua	
Red Publica	91,10%
Pozo	2,30%
Río o vertiente	5,20%
Carro repartidor	0,70%
Otros	0,70%
Servicio Eléctrico	
Si dispone	97,60%
No dispone	2,40%
Servicio Telefónico	
Si dispone	58,40%
No dispone	41,60%

Tabla 3. 9 Indicador Social de la Educación³²

Indicador Social	Medida (%)	Quito
Escolaridad	Años de estudio	115,4
Escolaridad - hombres	Años de estudio	115,5
Escolaridad - mujeres	Años de estudio	115,2
Primaria completa	%(12 años y más)	125,1
Primaria completa - hombres	%(12 años y más)	124,5
Primaria completa - mujeres	%(12 años y más)	125,8
Secundaria completa	%(18 años y más)	86,1
Secundaria completa - hombres	%(18 años y más)	88,2
Secundaria completa - mujeres	%(18 años y más)	84
Instrucción superior	%(24 años y más)	37
Instrucción superior - hombres	%(24 años y más)	38,1
Instrucción superior - mujeres	%(24 años y más)	35,9

En el Anexo 2, se muestran más indicadores sociales del Cantón Quito.

3.2 Requerimientos de Servicios

Según el análisis socio económico del Cantón Quito, con respecto a otros de la Sierra y del Ecuador; es un cantón muy privilegiado, por el hecho de ser el cantón que acoge a la capital del Ecuador.

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, lo cual es factible dada la situación de emergencia en el que el cantón se encuentra, y el avance de los últimos años en el campo tecnológico y de comunicación.

³² Fuente: INEC – Censo de Población y Vivienda 2001 – Sistema Integral de Indicadores Sociales SIISE

Como se podrá ver los distintos indicadores sociales del SIISE³³ en el ANEXO 3 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; además dentro del país este cantón será el pionero en inclusión digital, y gobierno electrónico. Llegando al mismo nivel de otras ciudades latinoamericanas incluidas en el Proyecto.

El requerimiento más importante de este servicio dentro de la población, es que las herramientas para superarse existen, pero la población por falta de conocimientos no puede acceder a ella. El uso de estos Cibernarios ayudara a que la población del cantón saque el mayor provecho de los servicios que tienen al alcance; en este caso el Internet; gracias a la capacitación que recibirán dentro de ellos.

3.3 Estudio de Campo

Entre las actividades planteadas por el FODETEL para la elaboración del Proyecto se planificó la visita a los distintos Cibernarios; con la finalidad de obtener la información necesaria para el diseño de la red y cumplir las siguientes actividades:

- 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.
- Información de responsables y directores de las distintas entidades a formar parte del proyecto.

En el anexo 4 se podrá observar las distintas fotografías de las unidades y entidades beneficiadas en el presente proyecto.

En la siguiente tabla se presenta los datos recolectados como producto de las visitas.

³³ SIISE Sistema integrado de Indicadores del Ecuador

Tabla 3. 10 Ubicación Geográfica, coordenadas de los Cibernarios

Tipo de Cibernario	Nombre	Latitud				Longitud				Altura
		Hem.	Grados	Minutos	Segundos	Hem.	Grados	Minutos	Segundos	
Biblioteca	Calderón (Centro Abdón Calderón)	S	0	6	12	W	78	25	16,4	2679
Biblioteca	Llano Grande	S	0	7	25,6	W	78	25	37,3	2603
Cibernario	Calderón	S	0	6	16,7	W	78	27	15,8	2671
Centro Cultural	Metropolitano	S	0	13	12,4	W	78	30	45,6	2839
Centro de Capacitación	ICAM	S	0	13	4,3	W	78	30	42,6	2837
Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	S	0	14	41,2	W	78	31	20,4	2815
Cibernario	La Delicia	S	0	6	46,9	W	78	29	40,9	2786
Centro Cultural	Conocoto	S	0	17	32,4	W	78	28	33,5	2557
Centro Cultural	Ilaló	S	0	17	10,9	W	78	26	24,6	2482
Centro Cultural	Alangasí	S	0	18	31,2	W	78	24	56,9	2481
Centro de Capacitación	Norte	S	0	10	18,2	W	78	29	4,8	2786
Centro de Capacitación	La Mariscal	S	0	12	7,8	W	78	29	20,5	2808
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	S	0	7	19,2	W	78	27	50,6	2926
Centro de Capacitación	San Juan	S	0	12	37,5	W	78	30	41,7	2924
Centro de Capacitación	Guambrateca	S	0	13	30	W	78	30	30	2840
Cibernario	Factoría del Conocimiento	S	0	14	4,4	W	78	30	52,2	2858
Cibernario	FEUE	S	0	11	57	W	78	30	19,4	2880

También se procedió a recolectar el número de PC's existentes, beneficiarios y responsables de las entidades.

Tabla 3. 11 Número de Computadoras existentes y Responsable de la entidad

Tipo de Cibernario	Nombre	Persona responsable	Numero de PCS	
			Existentes	Donados por el municipio ³⁴
Biblioteca	Calderón (Centro Abdón calderón)	Miriam Puebla	23	11
Biblioteca	Llano Grande	Isabel Andrango	5	12

³⁴ El número de computadoras donadas por el municipio se basó en el número previsto de personas a capacitar, el sector y la autogestión zonal

Tipo de Cibernario	Nombre	Persona responsable	Numero de PCS	
			Existentes	Donados por el municipio ³⁴
Cibernario	Calderón	Lucia del Carmen Chuga Morán	15	6
Centro Cultural	Metropolitano	Rodrigo Estrella	58	45
Centro de Capacitación	ICAM	Hernán Hidalgo	15	15
Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	Blanca Lia Pesantez	15	15
Cibernario	La Delicia	Iván Borja	22	22
Centro Cultural	Conocoto	Inés Ximena Lasso Machado	20	20
Centro Cultural	Ilaló	Kingman Carmen Elena	10	10
Centro Cultural	Alangasí	Mario Molina	8	10
Centro de Capacitación	Norte	Verónica Ramírez	21	20
Centro de Capacitación	La Mariscal	Aguayo Enrique	17	15
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	Jiménez Miguel	10	10
Centro de Capacitación	San Juan	Fany Dinna Barcia Quiñones	15	15
Centro de Capacitación	Guambrateca	Joselo Santillán	13	7
Cibernario	Factoría del Conocimiento	Steven Flores Jaramillo	72	30
Cibernario	FEUE	Carlo Carvajal	39	40

Cabe recalcar que también se verificó que todas las entidades involucradas cuentan con una línea telefónica para uso del centro; cuyo resultado fue que un 70% de los centros cuentan con el servicio.

3.4. Ubicación Geográfica y Geo-referenciada de los Cibernarios

A continuación se presenta un esquema de las entidades beneficiarias, con sus ubicaciones georeferenciadas, obtenido mediante el software “Radio Mobile”, el cual será usado para el diseño de la red.

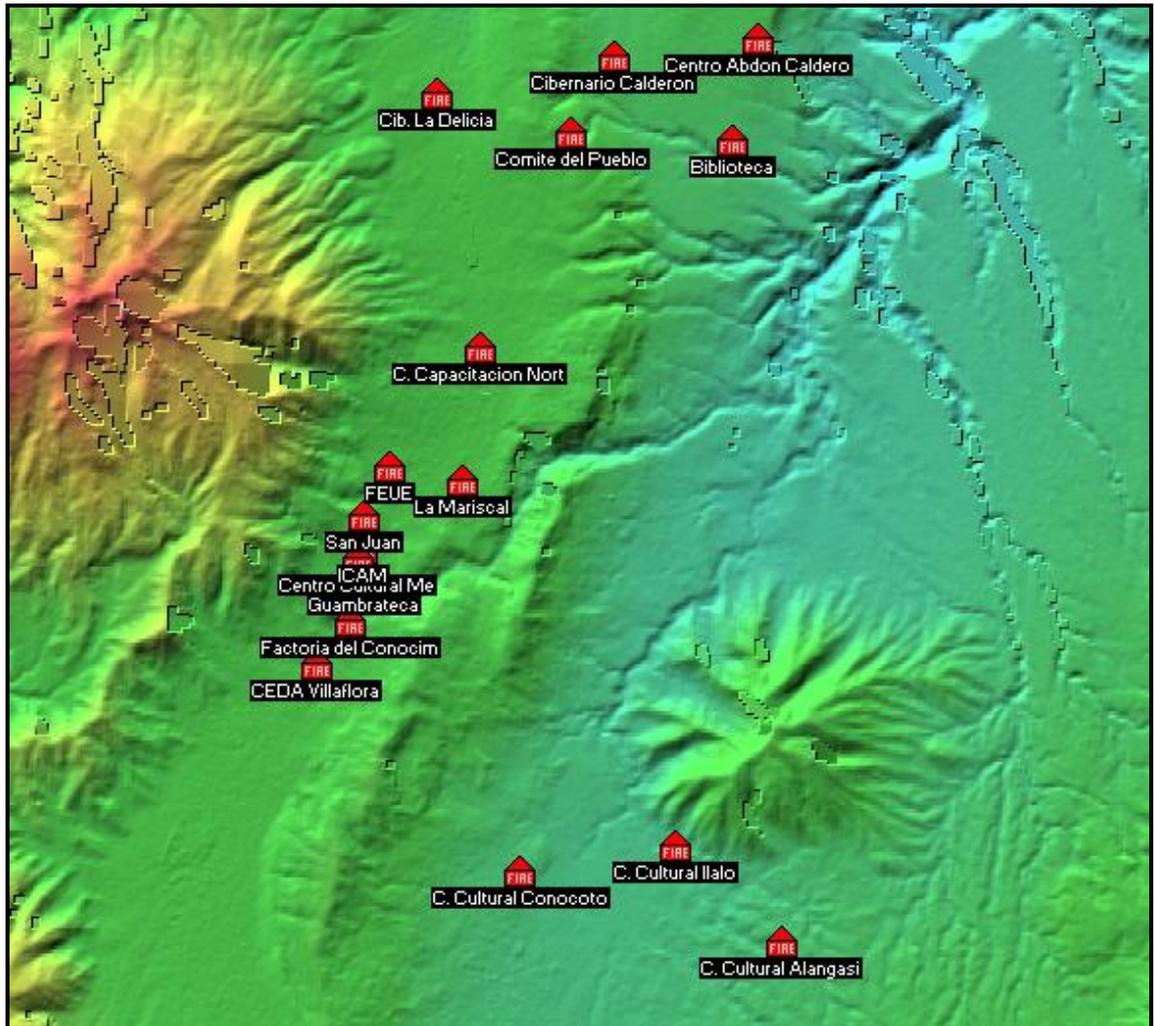


Figura 3. 6 Ubicación Geográfica de las Entidades Beneficiarias (Radio Mobile)

3.5. Infraestructura de Operadoras de Telecomunicaciones existente en la Zona de Influencia

Se corroboró la presencia de varias operadoras, con infraestructura en distintos cerros, cuya ubicación es la siguiente:

Tabla 3. 12 Cerros e Infraestructura existente de operadoras en la zona de Influencia

Nombre	LATITUD	LONGITUD	Mapa
ANTENA Q. CRISTAL	00°20'21"S	78°37'15"W	AMAGUAÑA
ACHUPALLAS	00°19'05"S	78°35'12"W	QUITO
CERRO ARENAL	00°21'39"S	78°37'48"W	AMAGUAÑA
CONDOR COCHA	00°02'21"S	78°30'42"W	Nono
ANTENA(PICHINCHA)	00°09'59"S	78°31'33"W	NONO
PICHINCHA	00°10'07"S	78°33'15"W	Nono

Nombre	LATITUD	LONGITUD	Mapa
COTACACHI	00°20'46"N	78°20'20"W	IMANTAG
CRUZ LOMA	00°11'15"S	78°32'09"W	QUITO
ILUMBISI	00°13'15"S	78°28'21"W	Sangolquí
SAN JUAN	00°17'44"S	78°18'14"W	Sangolquí
MIRADOR	00°28'06"S	78°32'45"W	AMAGUAÑA
CERRO PAILON	00°18'18"S	78°36'21"W	QUITO
ATACAZO	00°21'24"S	78°37'09"W	AMAGUAÑA
CERRO PUENGASI	00°14'40"S	78°29'52"W	TUMBACO
CERRO PULPITO	00°17'09"S	78°38'06"W	QUITO
CERRO LA VIUDITA	00°24'51"S	78°36'27"W	AMAGUAÑA
CERRO SAN FRANCISCO	00°23'26"S	78°37'06"W	AMAGUAÑA
	00°28'57"N	78°19'48"W	IMANTAG
CUTUGLAHUA	00°22'33"S	78°32'36"W	AMAGUAÑA
ESPERANZA	00°25'15"S	78°35'44"W	AMAGUAÑA
ISOLOMA	00°14'31"S	78°33'06"W	QUITO
LIBERTAD	00°13'02"S	78°31'50"W	QUITO
LIBERTAD	00°13'02"S	78°31'44"W	QUITO
MIRAFLORES	00°12'08"S	78°31'03"W	QUITO
ANTENA PARAMO ZUÑIGA	00°22'20"S	78°36'37"W	AMAGUAÑA
ANTENA PARAMO ZUÑIGA	00°22'54"S	78°36'35"W	AMAGUAÑA
RUIZ	00°15'45"S	78°33'45"W	QUITO
SANTA ROSA GUALAC	00°16'42"S	78°34'15"W	QUITO
TRUJE	00°20'03"S	78°31'19"W	QUITO

Esta información nos servirá para verificar si alguno de estos cerros nos servirá como repetidores dentro de nuestro diseño, dado que en ellos se cuenta con infraestructura de telecomunicaciones.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DE LA SOLUCION

El diseño de la red se basa en proveer del servicio de Internet a los Cibernarios ya establecidos anteriormente para formar parte de este proyecto. Se contratará un canal dedicado de acceso a la Internet con un ancho de banda de acuerdo a los requerimientos de cada uno de los centros.

4.1 Posibles Soluciones Tecnológicas para la Implementación, escenarios propuestos.

Dado que nos encontramos en la capital del país, hay que considerarse dos diseños posibles. El primer diseño a considerarse es el de la red Rentada y como una segunda opción la Red construida.

Al hablar de red rentada nos referimos a que el servicio de Internet de cada centro sea proporcionado por proveedores cuyo equipamiento ya se encuentran en los cerros presentados en el capítulo anterior, y dependiendo de la ubicación de los centros sean distintos los que doten del servicio de Internet en la última milla a los distintos Cibernarios.

Una red construida en cambio es cuando el equipamiento corre por parte de los responsables de levantar la red y su infraestructura, a más de la ubicación del nodo principal y los repetidores que servirá para dotar del servicio a los distintos Cibernarios.

En las siguientes figuras se puede apreciar el esquema general de las dos opciones consideradas de la red a diseñarse.

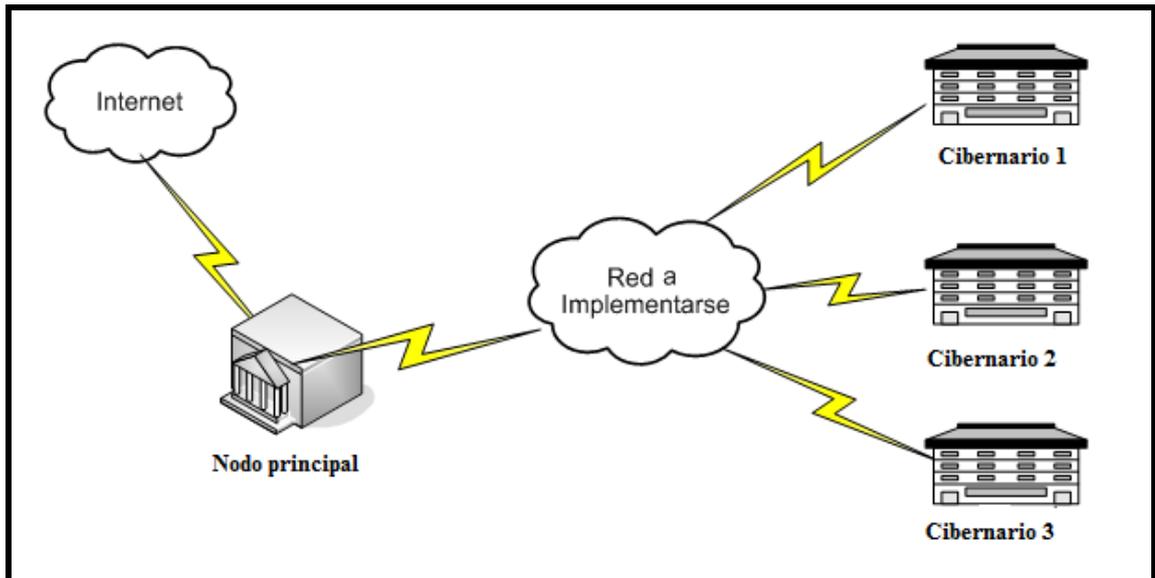


Figura 4. 1 Diagrama funcional de la Red construida

La red construida consta de un nodo de concentración del servicio de Internet cuya ubicación depende de los recursos logísticos disponibles para un adecuado control, operación y administración de este sistema de distribución del servicio de Internet a los demás Cibernarios.

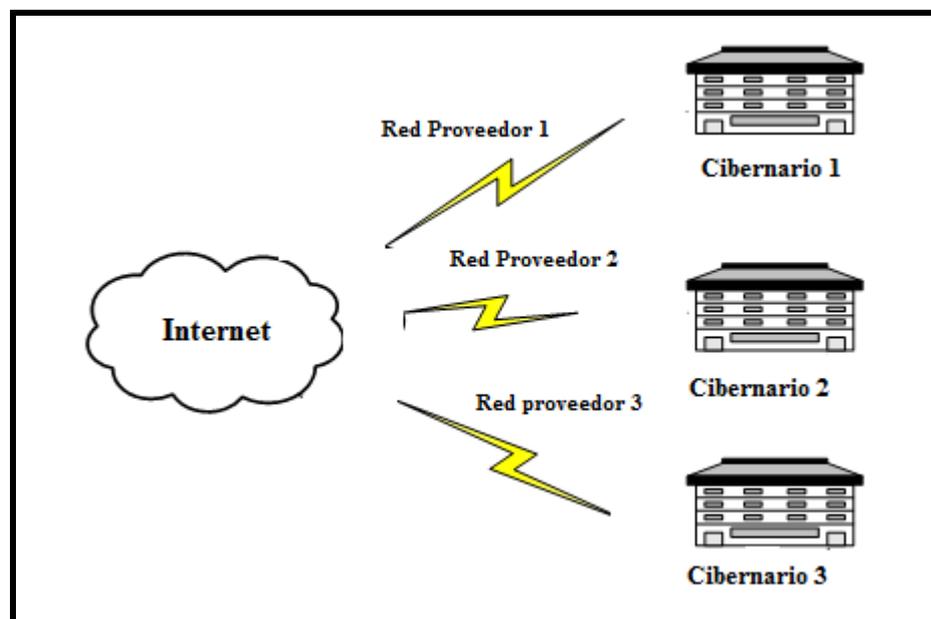


Figura 4. 2 Diagrama funcional de la Red rentada

La red rentada implica el que un proveedor de el servicio de ultima milla sin tener que preocuparnos de equipamiento; la tecnología usada en la última milla depende del servicio que otorgue el proveedor dependiendo de la viabilidad de los Cibernarios para acceder a las opciones que éste disponga, sean estas vía inalámbrica, DSL o fibra; tomando en cuenta que al encontrarse en el Distrito metropolitano cualquiera de estas opciones es posible ya que las entidades involucradas están dentro de la ciudad y gozan de servicio telefónico como se verifico en el estudio de campo . El costo económico de ambas opciones se analizará en el capítulo V.

4.1.1. Selección de la Solución de diseño

La opción por la que se optó es la Red construida ya que este proyecto es de diseño, a lo largo del capítulo se explicará las consideraciones tomadas para la propuesta del diseño final; no obstante es importante señalar que la Red rentada es una opción viable, en ese caso habría que realizar un estudio de mercado para ver que proveedores son los mas factibles de proveer el servicio.

4.2 Selección de la Tecnología a usarse

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 Cuadro comparativo de las Tecnologías de acceso

Tecnología	Características			
	Cobertura (Km)	Velocidad (Mbps)	Precio	Licencia
Wi-Fi	10 a 40	11 a 54	Bajo	No
WiMax	40 a 70Km	75 a 100	Alto	Si/No
CDMA450	80	2	Alto	Si
Redes Cableadas	1 a 10	1 a 1000	Alto	No
VSAT	Total	2 a 34	Alto/Medio	Si/No

Cabe mencionar, que no existe un sistema de acceso ideal, sino que cada uno presenta ciertos condicionantes que lo hacen más apropiado para una determinada situación geográfica o tipo de mercado.

El Aneo 3 presenta una tabla comparativa de las diferentes tecnologías, cuya información no servirá para seleccionar la más adecuada para este diseño.

4.2.1 Tecnología Seleccionada

Una vez planteadas las ventajas y desventajas de cada una de las tecnologías posibles, se pudo llegar a conclusiones importantes como fueron:

- Existen dos puntos críticos para tomar la decisión adecuada con respecto a la tecnología a usarse, y estos son, el costo y la viabilidad que cada tecnología tiene para la zona de influencia.
- La banda ancha sobre WIFI es la solución más económica para desplegar una red en zonas rurales. La inversión en infraestructura de telecomunicaciones es pequeña o moderada, ya que implica una serie de pequeñas antenas y radios ubicadas en distintas entidades sin necesidad de llevar cable de comunicaciones hasta cada entidad beneficiaria.
- El principal inconveniente radica justamente en la instalación de estos equipos. Ante un eventual fallo del sistema es necesario el acceso al inmueble para la reparación o simple reinicio por fallo eléctrico y, claro, esto no siempre es sencillo ya que cada usuario no está siempre pendiente del sistema.
- La banda ancha sobre ADSL es sin duda la solución más fiable. Utilizando los pares telefónicos evitamos problemas de interferencias radioeléctricas y problemas eléctricos. Por tanto, la red es mucho más estable y los usuarios perciben una gran calidad del servicio. Con esta tecnología nos encontramos principalmente dos inconvenientes. Por un lado el costo de la inversión en infraestructura es mayor que

en redes WIFI. En caso de no estar disponible, es preciso llevar cable telefónico a cada entidad y además es necesario alquilar a la empresa telefónica correspondiente, los pares de cobre para posteriormente dar el servicio de ADSL. También hay costos relevantes en la central telefónica asociada. Por otro lado, la viabilidad técnica del proyecto puede peligrar en función de las características de la central telefónica, tamaño, capacidad, distancia, etc.

- Se descarta la tecnología cableada con fibra óptica por la no existencia del tendido de la misma en la zona de influencia.
- La tecnología Satelital es ideal para el diseño de la red, en los casos en los que la entidad beneficiaria carezca de línea de vista con un cerro u otra entidad para realizar un enlace de radio, o no se tenga el cableado necesario para realizar enlaces ADSL o de fibra óptica, esto debido a la característica principal de los enlaces satelitales, con la cual es posible acceder a un satélite desde cualquier parte del planeta.

La zona de influencia del proyecto, no goza en su totalidad, de cobertura telefónica, tan solo un 75% de los Cibernarios tienen este servicio, por lo que para acceder a la tecnología ADSL sería necesaria la expansión del cableado telefónico, con un costo adicional y por ende elevado a la red.

Finalmente se definió que la tecnología más apropiada para la implementación de la red sea WiFi, ya que al usar la banda ISM de 2.4GHz y 5,8GHz, el ahorro en cuestión de costos en comparación a tecnología microondas en banda licenciada, es realmente significativo.

Adicionalmente se estableció que se use WiFi, para la redes LAN de cada institución, debido a su rapidez y facilidad de implementación, y su facilidad de mantenimiento y gestión.

4.3 Estudio de tráfico

En base a experiencias en proyectos anteriores, y conjuntamente entre el FODETEL, ANDINATEL y el Fondo de Solidaridad se acordó que el ancho de banda que va a ser asignado a las entidades beneficiarias, dependerá directamente del número de usuarios que ésta tenga; al mismo tiempo deberán cumplir con un número de computadores, haciendo relación con el número de personas; de no contar dicha entidad con el número de computadores solicitado, se le entregarán los equipos necesarios hasta que cumpla con los valores de la siguiente tabla.

Tabla 4. 2 Estándar para el cálculo de Ancho de Banda

Número de usuarios	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 los Cibernarios para determinar su ancho de banda, así como el total para todo el proyecto. Cabe recalcar que dado que en el diseño de la red se considera dos subredes, se deben contratar dos paquetes de ancho de banda adicionales; para la parte norte cuyo nodo principal es San Juan y para la parte Sur (nodo ICAM). Dichos anchos de banda tienen una compresión de 4 a 1 cada uno, además es importante recordar que el número de computadoras extra fueron dotadas por el Municipio y dependió del número provisto de personas a capacitarse y la autogestión zonal.

Tabla 4. 3 Cálculo del Ancho de Banda de los Cibernarios

Tipo de Cibernario	Nombre	Total de Pc's (existentes+ donadas por el municipio)	Ancho de Banda (Kbps)
Centro de Capacitación	San Juan	30	256
Cibernario	FEUE	79	512
Centro de Capacitación	La Mariscal	32	256

Tipo de	Nombre	Total de Pc's (existentes+)	Ancho de Banda (Kbps)
Centro de Capacitación	Norte	41	512
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	20	128
Biblioteca	Llano Grande	17	128
Centro Cultural	Abdón Calderón	44	512
Cibernario	Calderón	21	256
Total de Ancho de banda Subred Norte			2560
Centro de Capacitación	ICAM	30	256
Centro Cultural	Metropolitano	103	1024
Centro de Capacitación	Guambrateca	20	128
Cibernario	Factoría del Conocimiento	102	1024
Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	30	256
Cibernario	La Delicia	44	512
Centro Cultural	Conocoto	40	512
Centro Cultural	Ialó	20	128
Centro Cultural	Alangasí	18	128
Total de Ancho de banda Subred Sur			3968

Para la parte norte de la red:

$$AB_Total = 2560[Kbps]$$

$$Compartición \Rightarrow 4 : 1$$

$$AB_Total_Requerido = 2560/4[Kbps]$$

$$AB_Total_Requerido = 640[Kbps]$$

$$AB_a_Contratar \approx 1[Mbps]$$

Para la parte sur de la red:

$$AB_Total = 3968[Kbps]$$

$$Compartición \Rightarrow 4 : 1$$

$$AB_Total_Requerido = 3968/4[Kbps]$$

$$AB_Total_Requerido = 992[Kbps]$$

$$AB_a_Contratar \approx 1[Mbps]$$

4.4 Diseños y Topologías de la Red LAN, WAN, Red de transporte, ultima milla y Backbone Central

Una vez analizada la mejor opción de red para dotar de Internet a los Cibernarios, la topología de red propuesta es la siguiente:

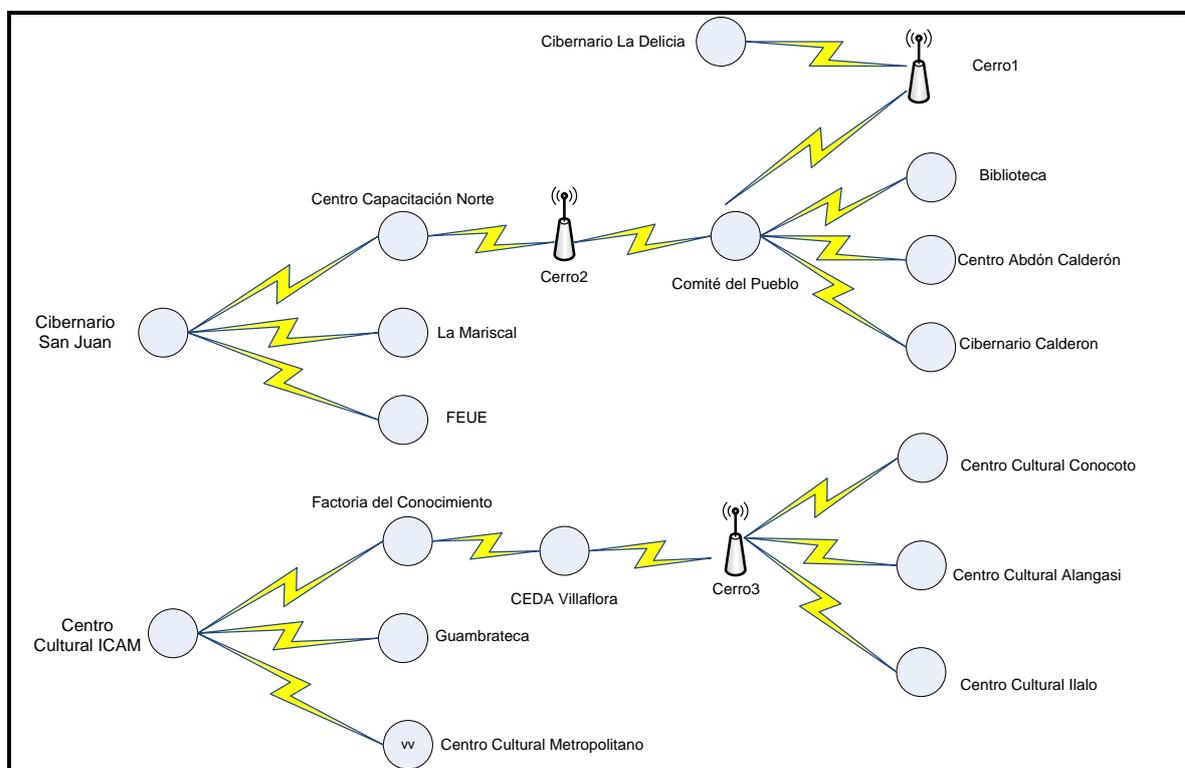


Figura 4. 3 Topología de la Red Propuesta

4.4.1 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 5.8 GHz, partiendo desde el acceso a Internet ubicado en dos nodos distintos. Cibernario San Juan para la parte Norte, Centro de Capacitación ICAM para la parte Sur como se muestra en la figura 4.3. Se utilizan también tres repetidores, ubicados en tres cerros, cuya información respecto a ubicación se presentara posteriormente en el transcurso del capítulo.

Se utilizo la banda 5.8 porque el espectro esta menos saturado, por ende es menos sensible a interferencias.

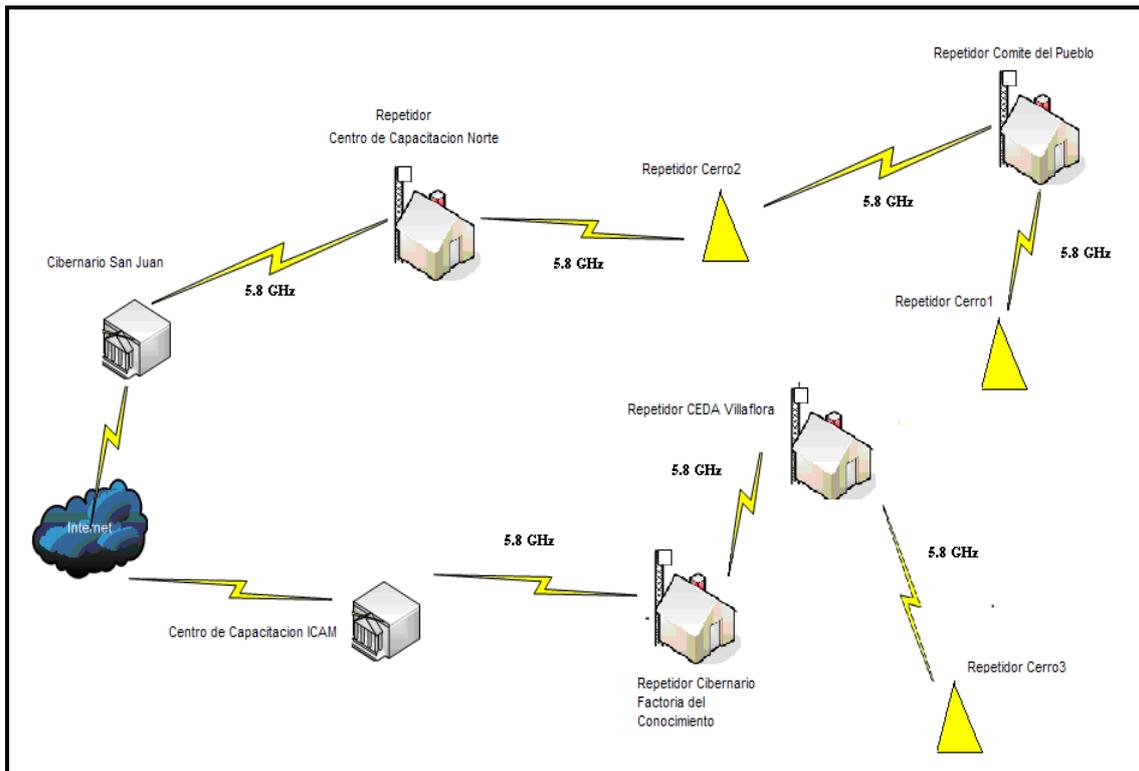


Figura 4. 4 Esquema de la Red de transporte

4.4.2 Diseño de la Red Wan, backbone y última milla

Para la simulación de la solución de la red, se trabajó con el software Radio Mobile; el cual sirve para simular la red con sus distintos enlaces, tomando en cuenta ciertos parámetros, como consideraciones previas para el diseño, las cuales se presentan a continuación:

Consideraciones previas (Especificaciones de equipos a usarse)

Para diseñar la red, y tomar en cuenta los parámetros adecuados de los sistemas a usarse en Radio Mobile, se revisaron especificaciones de varios equipos posibles para la implementación, los cuales se prestan en la tabla 4.5.

Estas consideraciones se realizaron con el fin de garantizar un ancho de banda para cada uno de los enlaces WiFi, los parámetros tomados en cuenta fueron la frecuencia de operación, potencia de transmisión, las velocidades de transmisión y la sensibilidad del receptor para diferentes velocidades de transmisión.

Tabla 4. 4 Especificaciones de Equipos para Enlaces

Marca	Modelo	Frecuencia de Operación [GHz]	Potencia de Tx [dBm]	Sensibilidad de Rx
Netkrom	AIRBR500GHP	2.400 - 2.497	26	-92dBm@1Mbps, -70dBm@54Mbps
	AIRBR500GUHP		30	
	AIR-BR500AGH	2.400 - 2.497	23	
	AIRBR500GAHP	5.15 - 5.35 & 5.725 – 5.850	26	
Teletronics	TT2400	2.4	23	-95dBm@1Mbps, -72Mbps@54Mbps
	TT5800	5.15 - 5.825 & 5.725 - 5.850	23	
SmartBridges	SB32115	2.400 - 2.485	24	-91dBm@6Mbps, -74dBm@54Mbps (Con Antena Externa)
	SB32116	5.15 - 5.35 & 5.725 – 5.850	22 - 17	
Tranzeo	TR-600f	2.401 – 2.483	23	-76Mbps@54Mbps
	TR5Plus	5.170 - 5805	23	

Consideraciones dentro del software Radio Mobile

Luego de conocer las especificaciones de los equipos posibles a utilizarse, es necesario definir los sistemas dentro de Radio Mobile, para la simulación. Al hablar de sistemas nos referimos al tipo de enlace que se utilizara, tomando en cuenta parámetros como:

- Ganancia del transmisor
- Umbral del receptor
- Pérdida de la línea
- Tipo de Antena
- Ganancia de la Antena
- Altura de la Antena
- Pérdida Adicional del Cable

Los sistemas utilizados en el diseño son los siguientes:

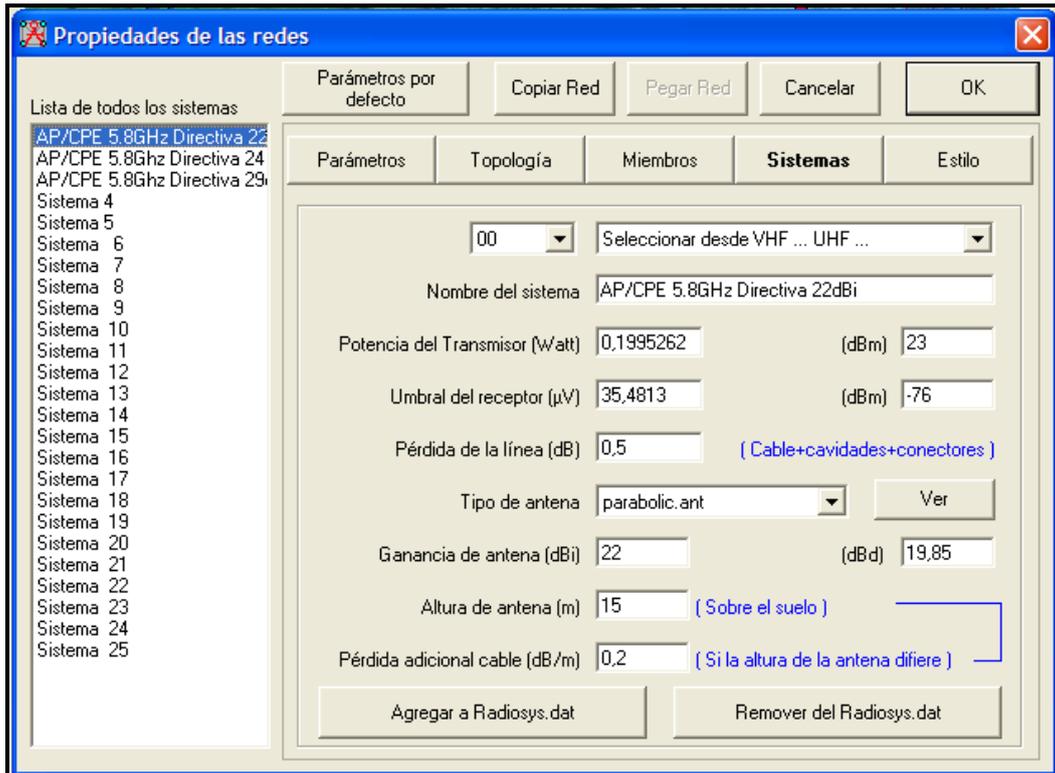


Figura 4. 5 Sistema AP/CPE 5.8GHz Directiva 22 dBi (Radio Mobile)

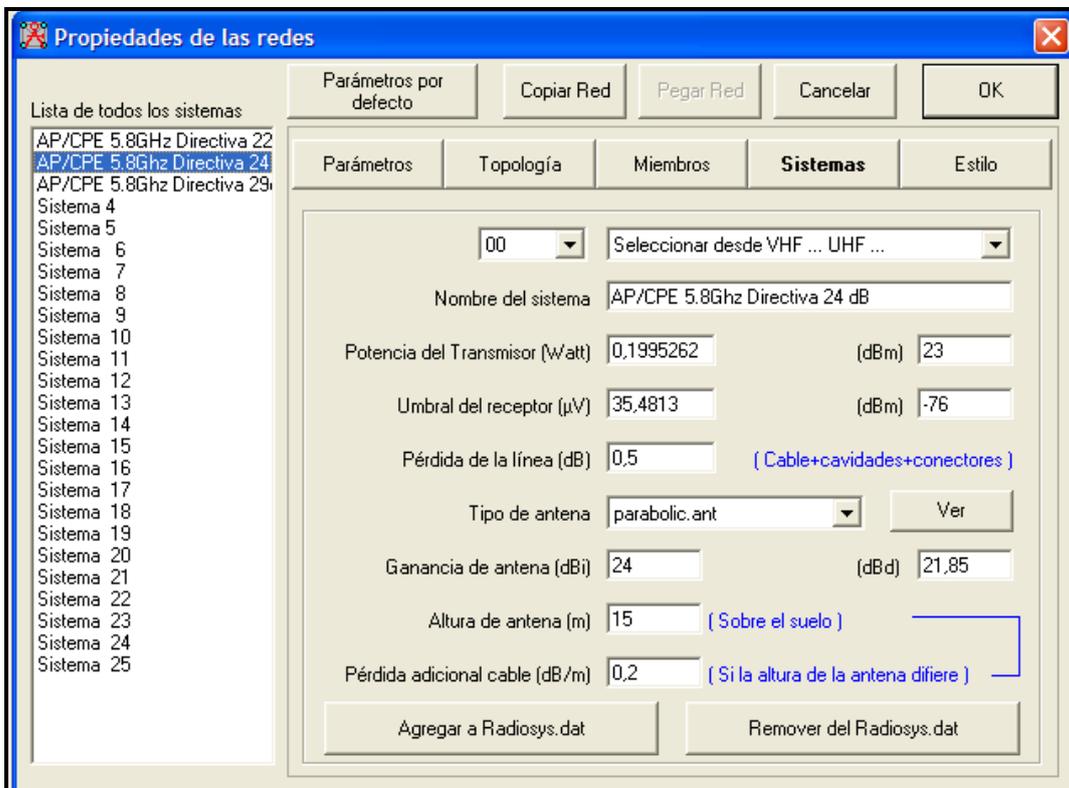


Figura 4. 6 Sistema AP/CPE (PTP³⁵) 5.8 GHz Directiva 24 dBi (Radio Mobile)

³⁵ Punto a punto

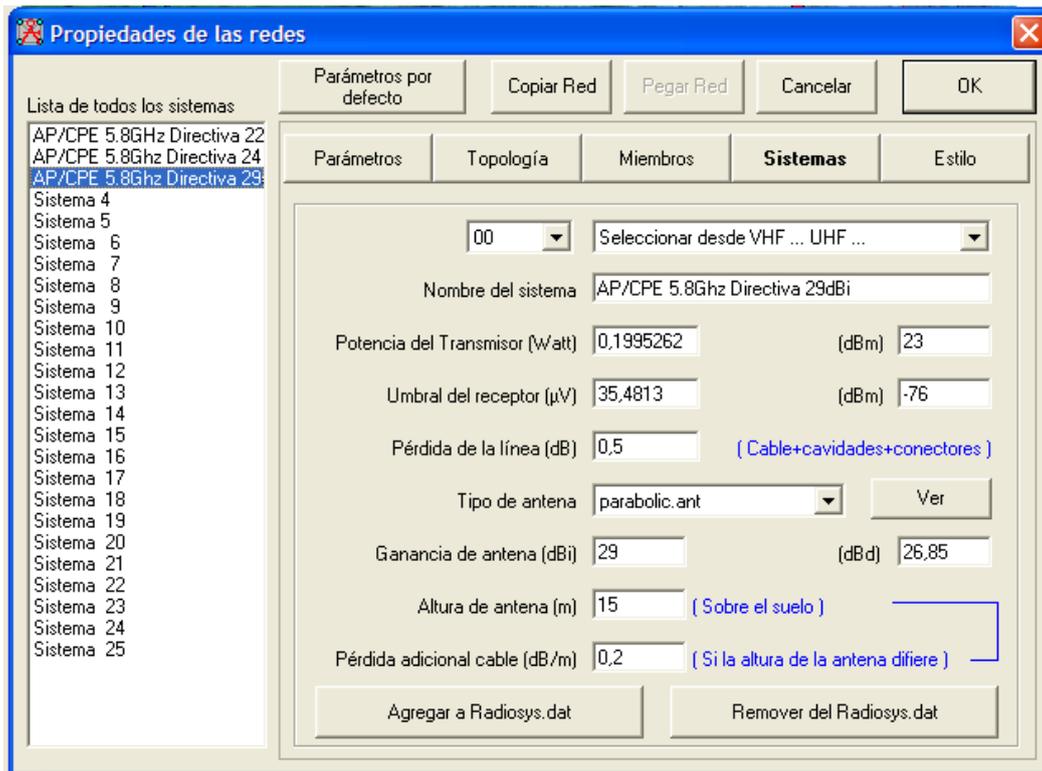


Figura 4. 7 Sistema AP/CPE (PTP) 5.8 GHz Directiva 29 dBi (Radio Mobile)

El diseño consta de 10 redes, tal como se puede verificar en la pantalla del software Radio Mobile, donde se simuló la red.

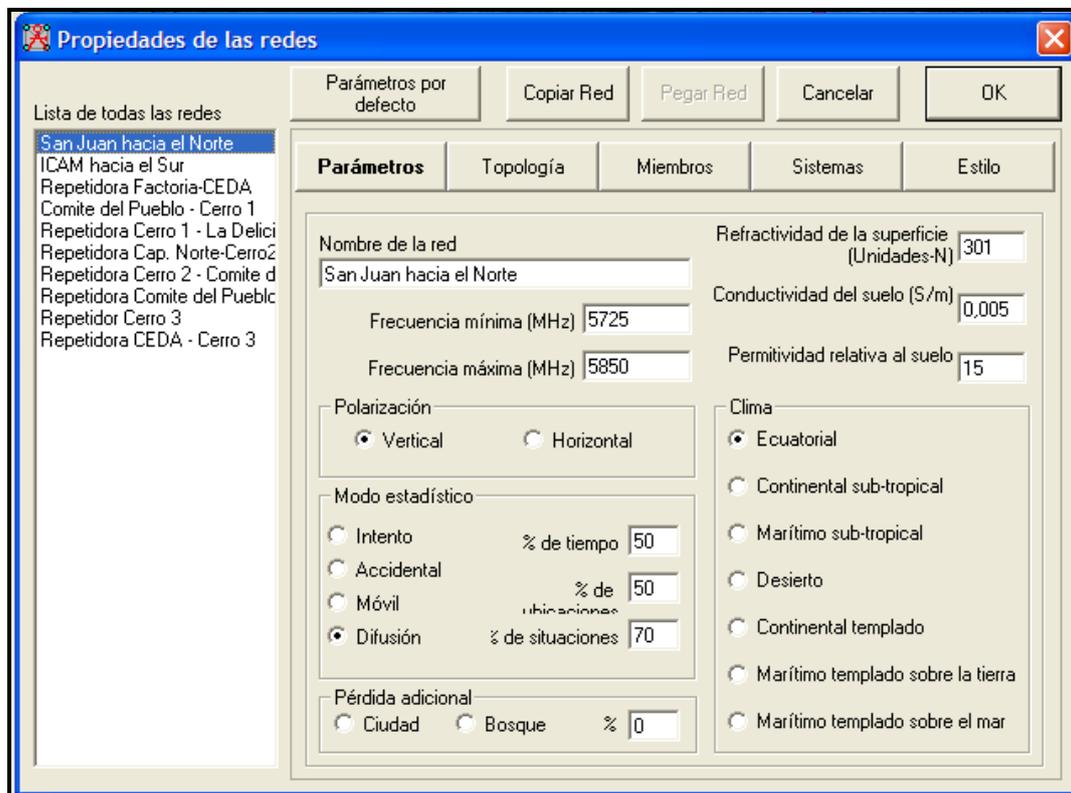


Figura 4. 8 Redes consideradas en el Diseño (Radio Mobile)

Dentro de las redes fue necesario considerar la utilización de tres repetidoras ubicadas en tres distintos cerros, ya que la línea de vista de estos enlaces se veía obstaculizadas por la irregularidad del terreno. La ubicación geográfica de los cerros mencionados son las siguientes:

Tabla 4. 5 Ubicación Geográfica de los Cerros

	Nombre del Cerro	Latitud				Latitud				Altura (m)
		Hem.	Grados	Minutos	Segundos	Hem.	Grados	Minutos	Segundos	
Cerro 1	Cerro Cóndor Cocha	S	0	2	21	W	78	30	42	3417,8
Cerro 2		S	0	7	51	W	78	28	4	2916,8
Cerro 3		S	0	15	41	W	78	30	17	3106

Con la ayuda de Google Earth y las coordenadas ya conocidas de los cerros, la ubicación de las elevaciones se puede visualizar a través de las siguientes imágenes:

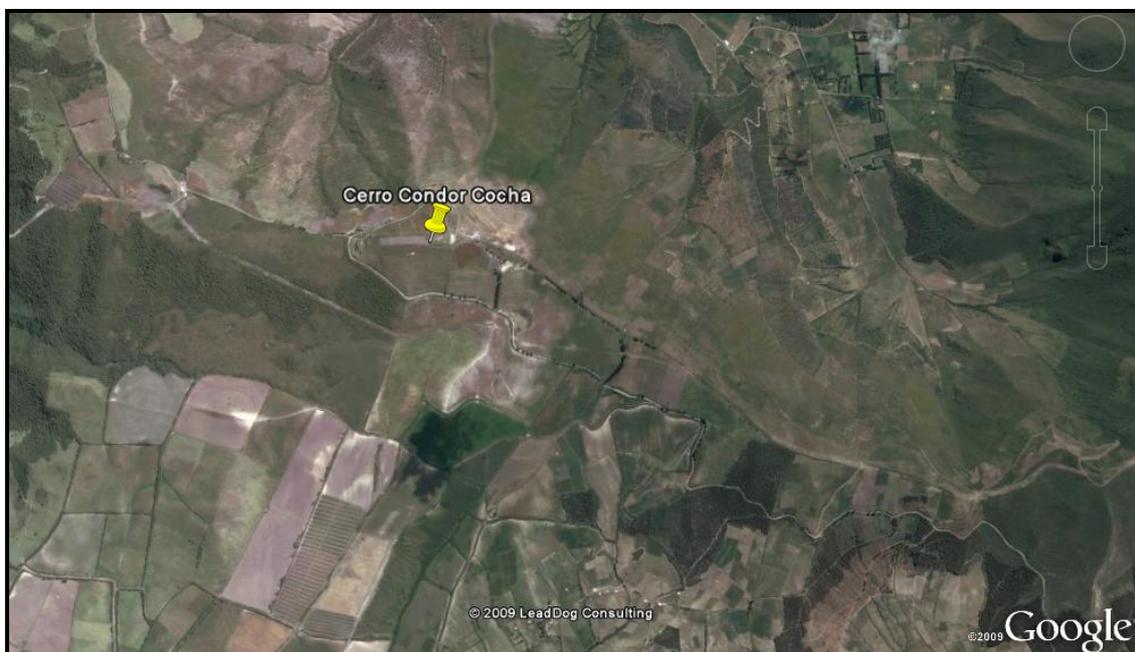


Figura 4. 9 Ubicación Cerro 1 (Google Earth)

El cerro 1 es el Cerro Cocha, se conoce que en este cerro existe infraestructura de acuerdo a la información presentada en la Tabla 12 del Capítulo 3.

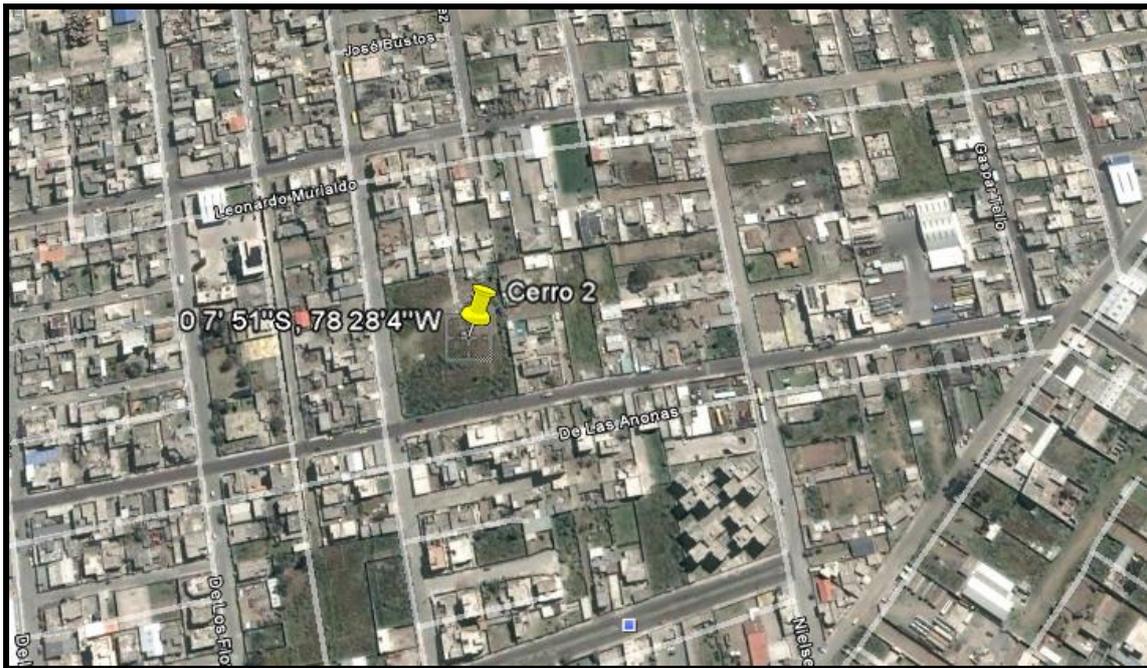


Figura 4. 10 Ubicación Cerro 2 (Google Earth)



Figura 4. 11 Ubicación Cerro 3 (Google Earth)

Los cerros 2 y 3, no tienen infraestructura pero son factibles para montar en ellos torres o mástiles de telecomunicaciones, ya que dada la ubicación cuentan con servicio de electricidad, que es requisito básico para montar lo equipos.

Tomando las consideraciones previamente descritas el diseño final propuesto para la red es el siguiente:

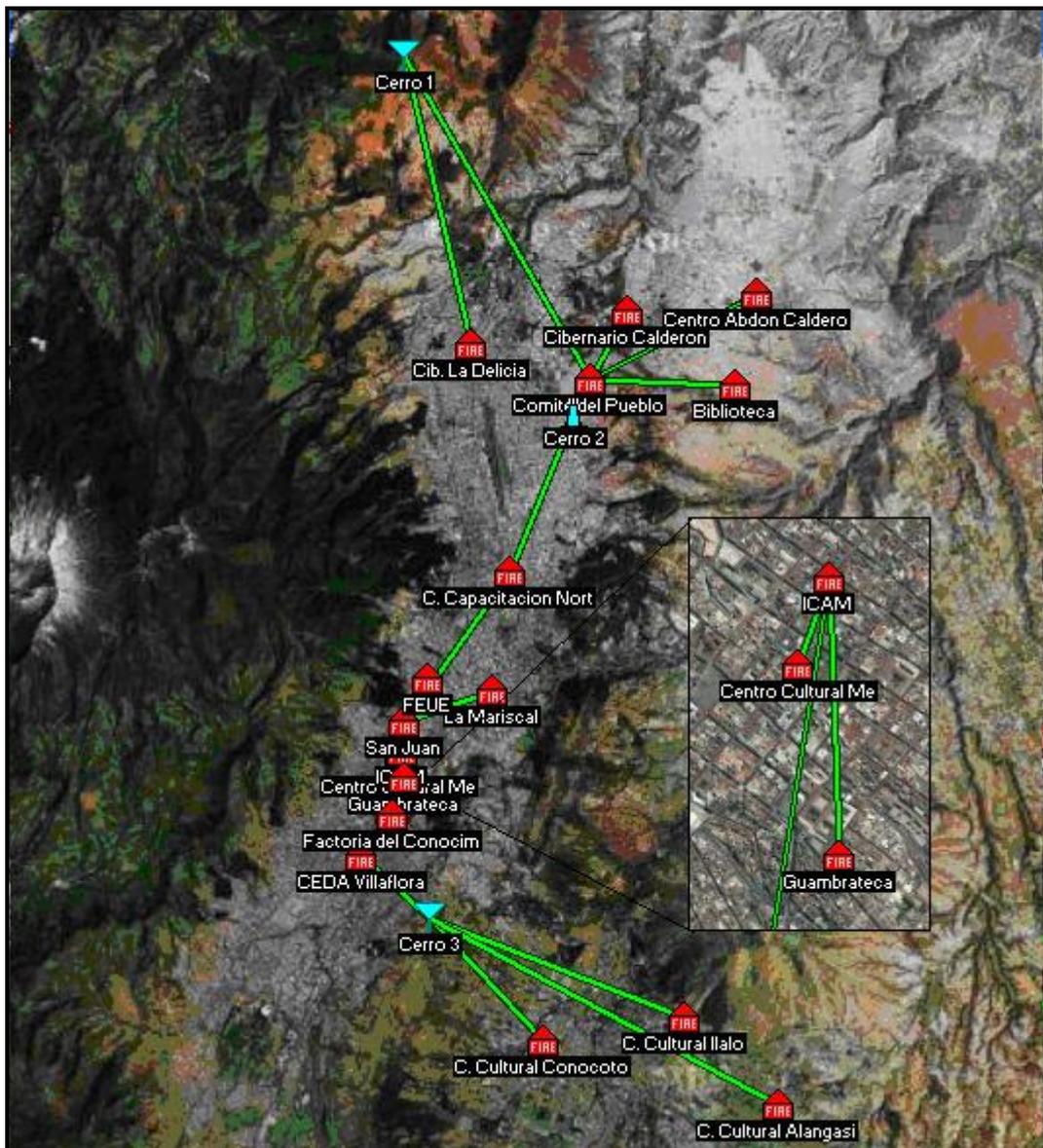


Figura 4. 12 Diseño Final de la Red (Radio Mobile)

El diseño de la red consta de dos subredes cada uno con su nodo principal, Cibernario San Juan para la parte Norte, Centro de Capacitación ICAM para la parte Sur.

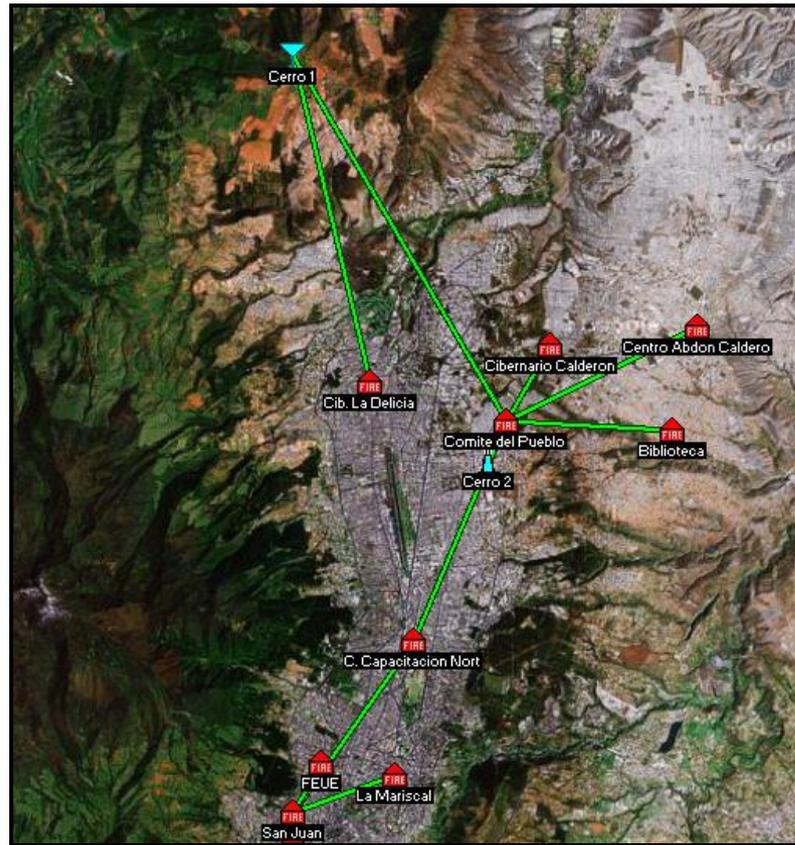


Figura 4. 13 Subred Norte - Nodo principal San Juan (Radio Mobile)

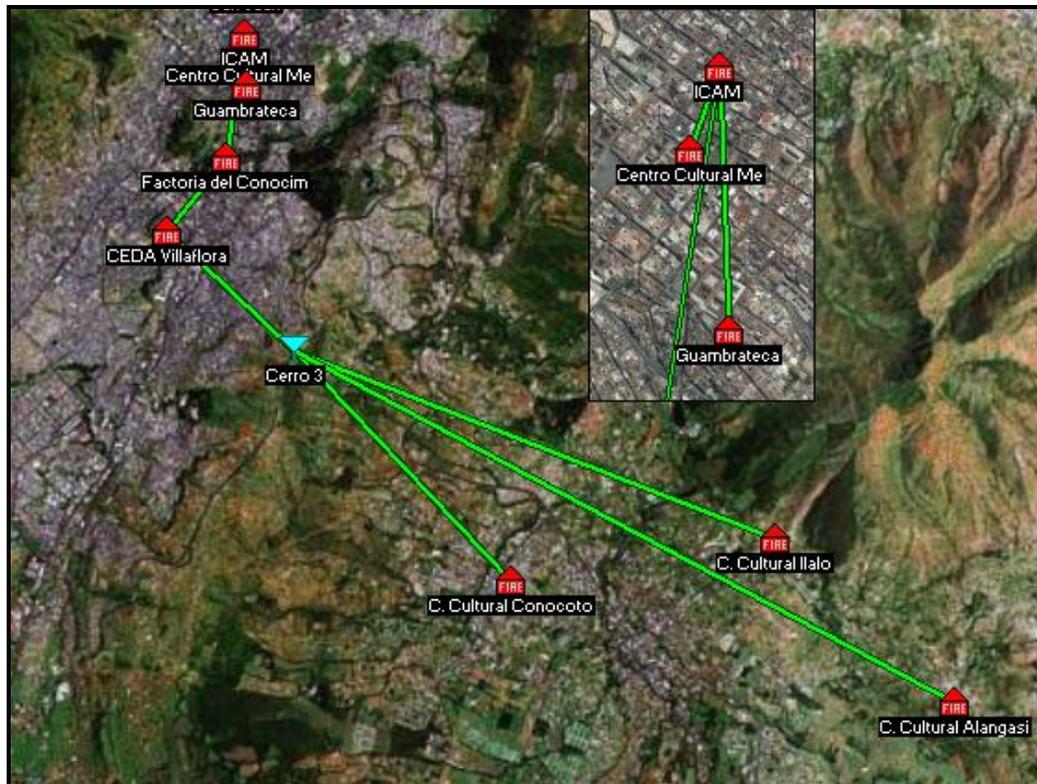


Figura 4. 14 Subred Sur - Nodo principal ICAM (Radio Mobile)

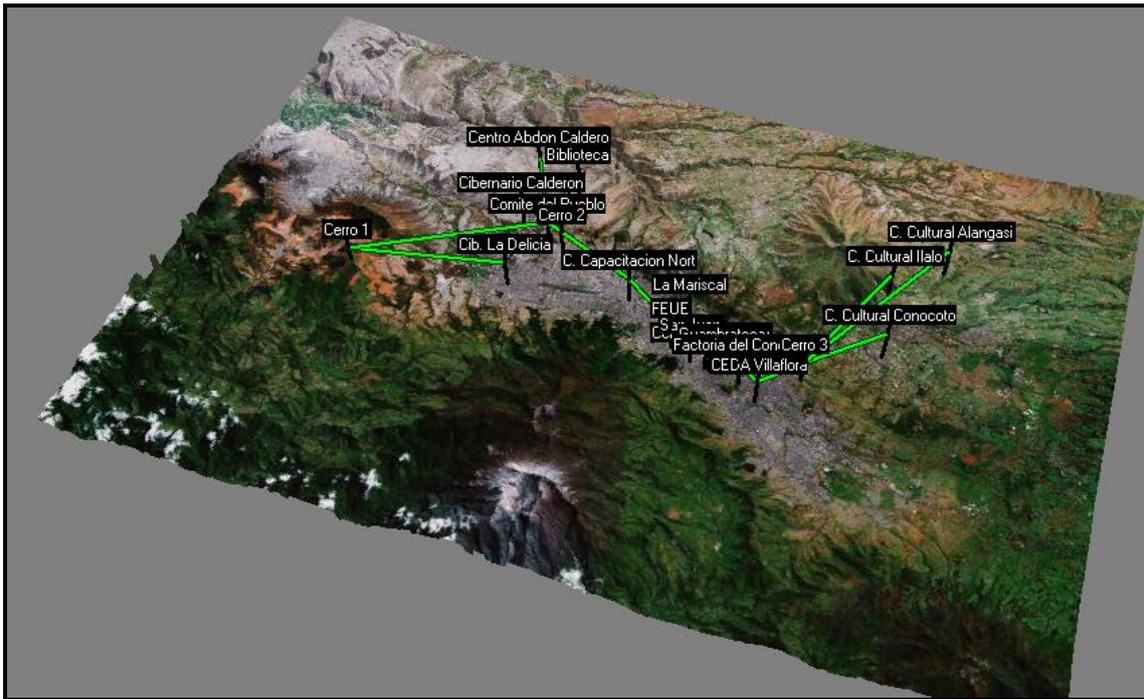


Figura 4. 15 Diseño de la Red en 3D (Radio Mobile)

4.4.3 Diseño de la 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 Cibernario 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. 6 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
WLAN	Bajos costo de mantenimiento Facilidad de instalación	Seguridad vulnerable

Tomando en cuenta estas consideraciones, el diseño de la red interna será una WLAN, debido a que a pesar de tener el costo adicional de adquirir las tarjetas es de más fácil instalación y mantenimiento. En una red cableada hay un costo adicional en lo que se refiere a cableado estructurado.

4.5 Perfiles de enlaces y selección de las rutas

4.5.1 Enlace San Juan hacia el Norte (PMP)

San Juan – FEUE

Equipos

San Juan

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, Altura=15m)

Cibernario FEUE

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 2.4GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{ dBm}$, Altura=10m)

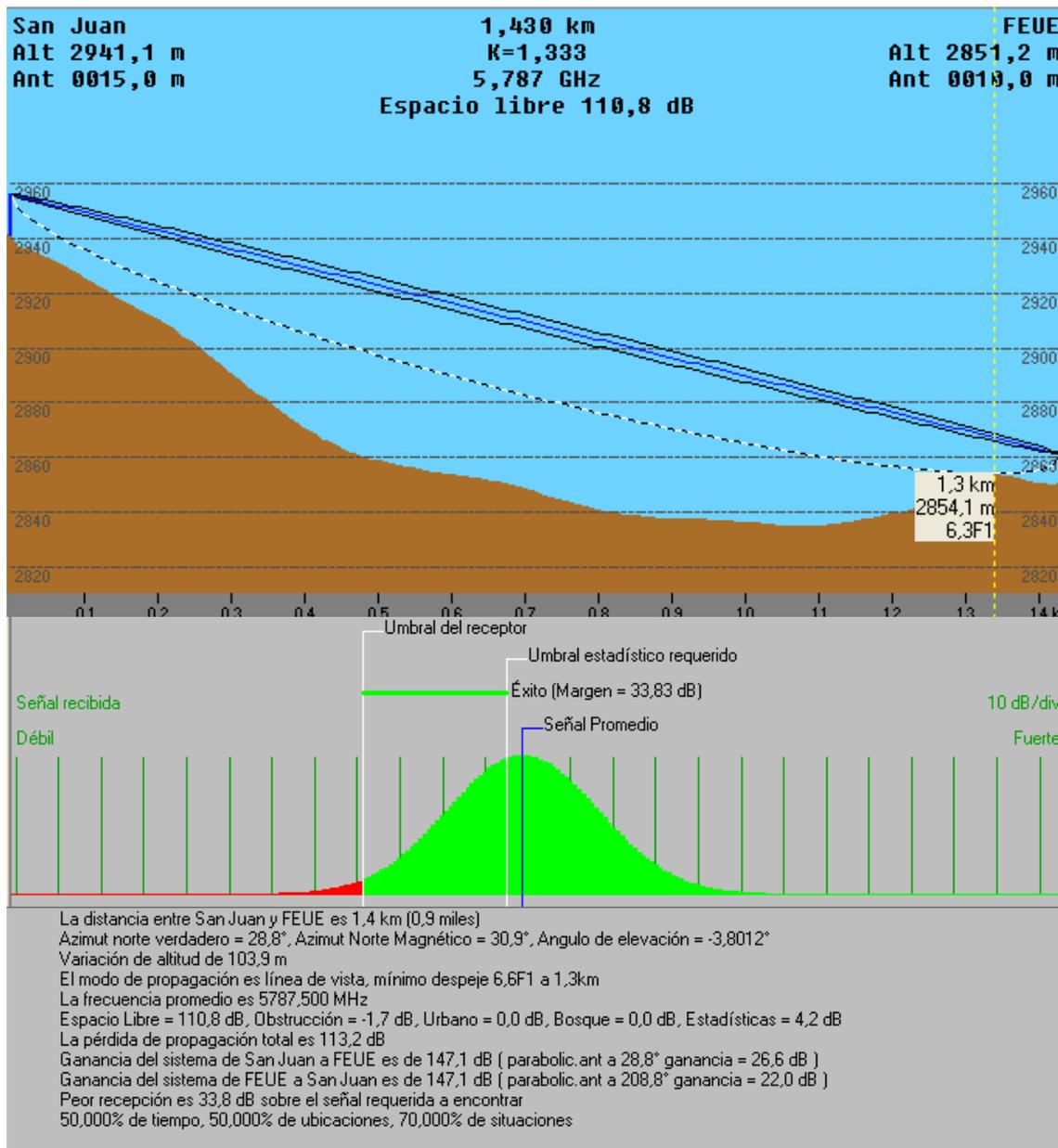


Figura 4. 16 En lace San Juan - FEUE (Radio Link)

San Juan – La Mariscal

Equipos

San Juan

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, Altura=15m)

Centro de Capacitación La Mariscal

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, Altura=10m)

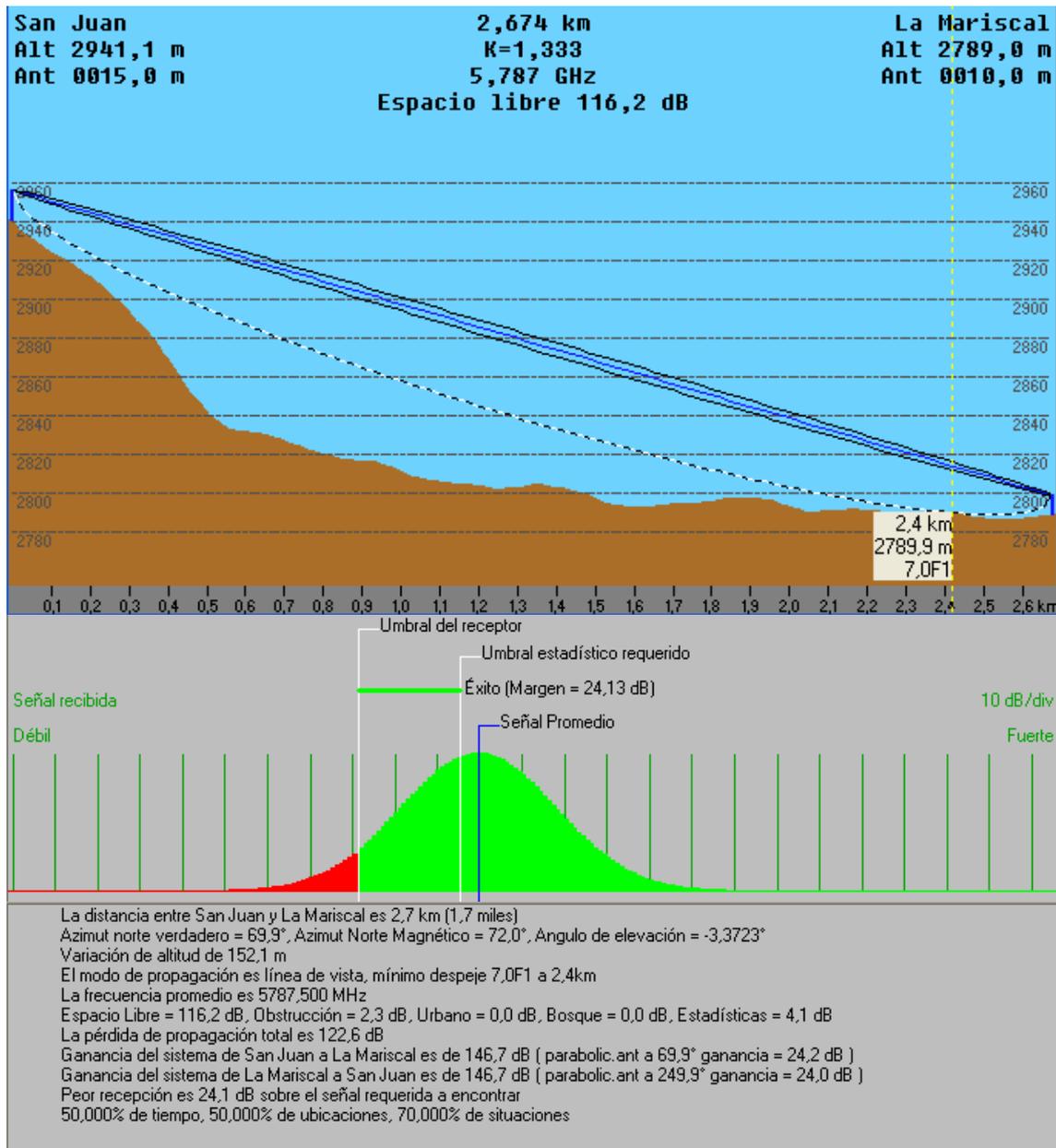


Figura 4. 17 Enlace San Juan - La Mariscal

San Juan – Centro de Capacitación Norte

Equipos

San Juan

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, Altura=15m)

Centro de Capacitación Norte

- Antena Directiva 29dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx}=-76\text{dBm}$, Altura=10m)

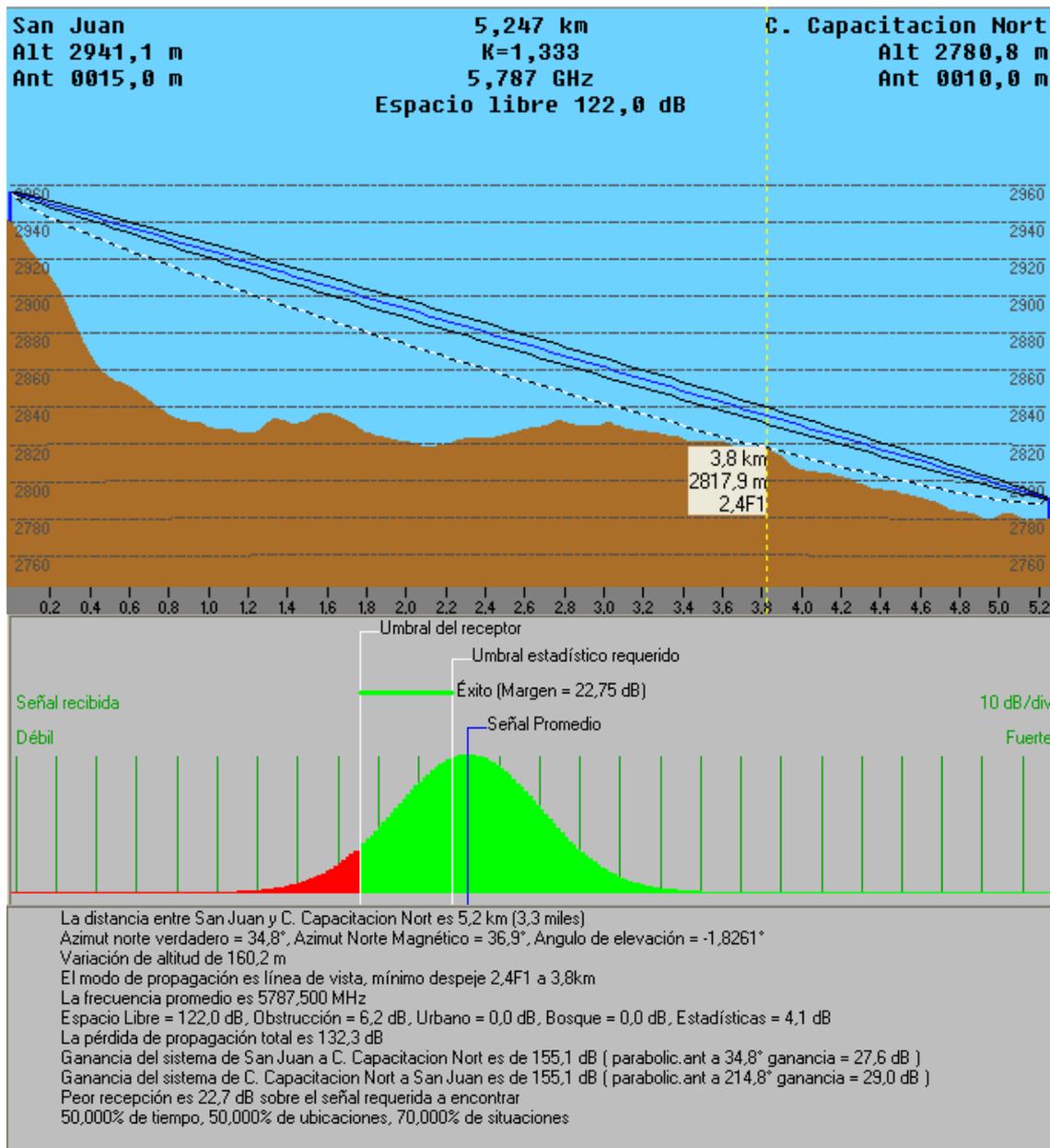


Figura 4. 18 Enlace San Juan - Centro de Capacitación Norte (Radio Link)

4.5.2 Repetidora Capacitación Norte (PTP)

Centro de Capacitación Norte – Cerro 2

Equipos

Centro de Capacitación Norte

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8GHz (P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=10m)

Cerro 2

- Antena Directiva 24dBi
- CPE 5.8GHz(P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=10m)

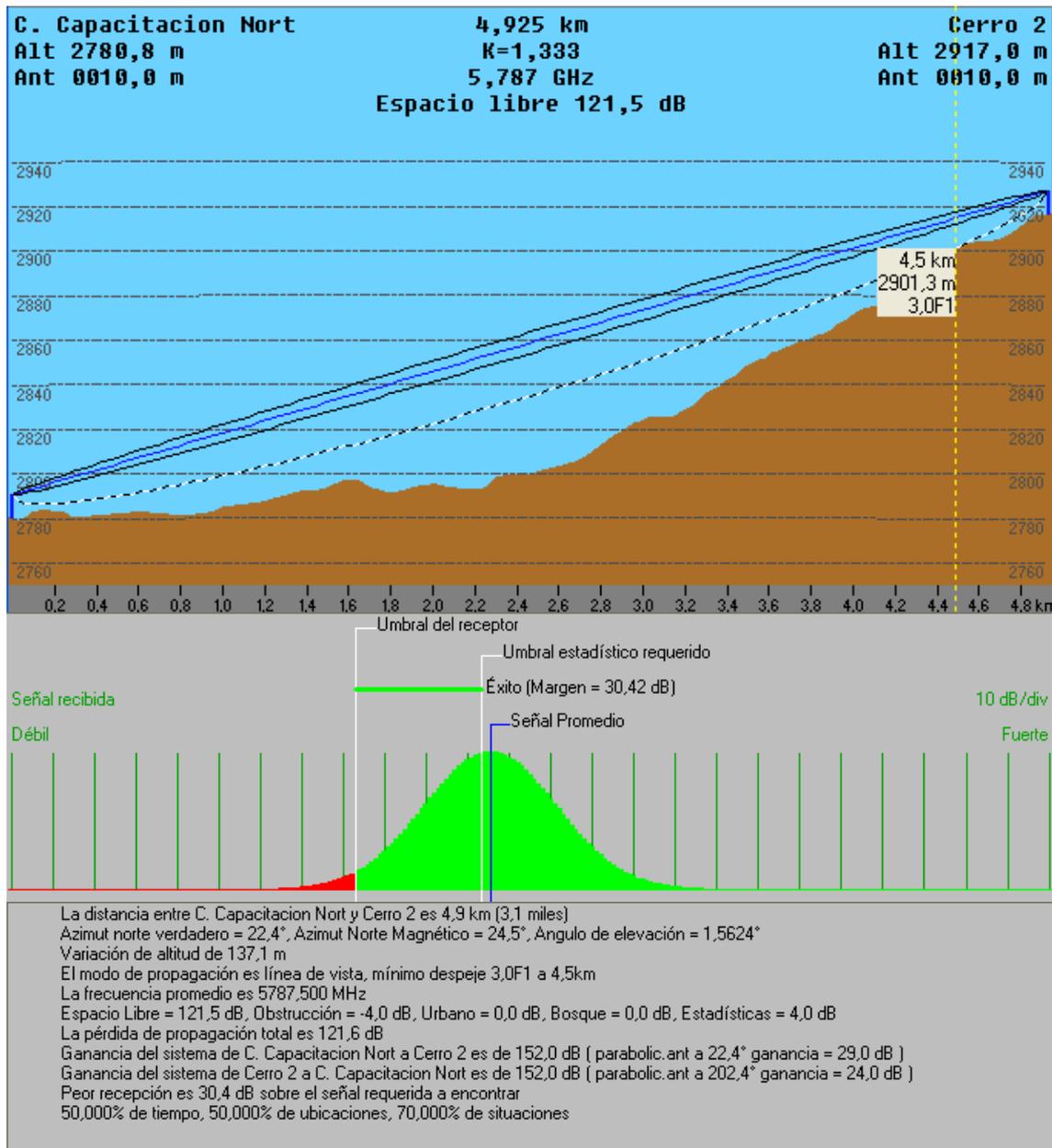


Figura 4. 19 Enlace Centro de Capacitación Norte - Cerro 2 (Radio Link)

4.5.3 Repetidora Cerro 2 (PTP)

Cerro 2 – Centro de Capacitación Comité del Pueblo

Equipos

Cerro 2

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8GHz (P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=10m)

Centro de Capacitación Comité del Pueblo

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 5.8GHz(P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=15m)

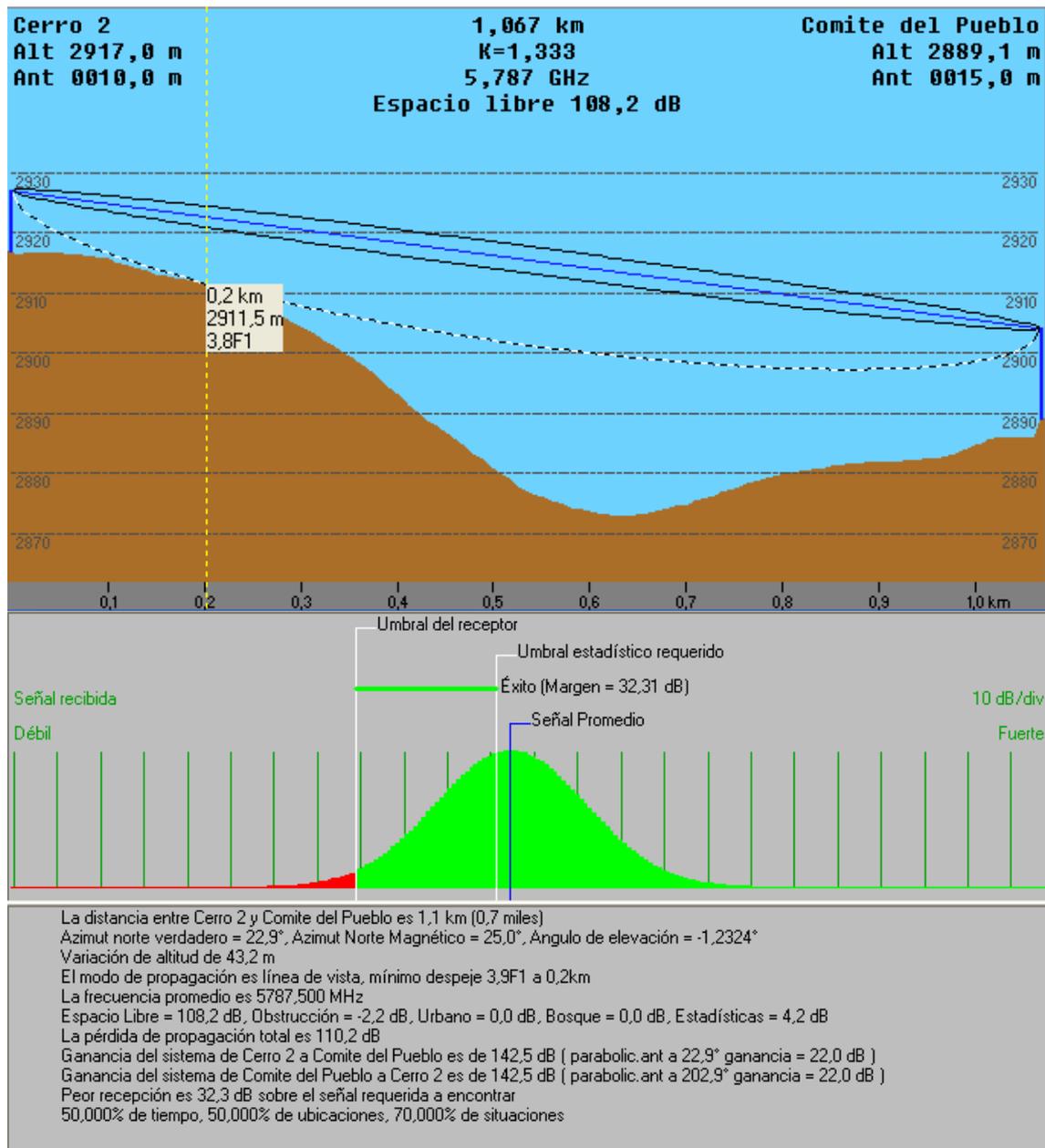


Figura 4. 20 Enlace Cerro 2 – Centro de Capacitación Comité del Pueblo (Radio Link)

4.5.4 Repetidora Comité del Pueblo (PMP)

Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Cibernario Calderón

Equipos

Centro de Capacitación Comité del Pueblo

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=15m)

Cibernario Calderón

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=15m)

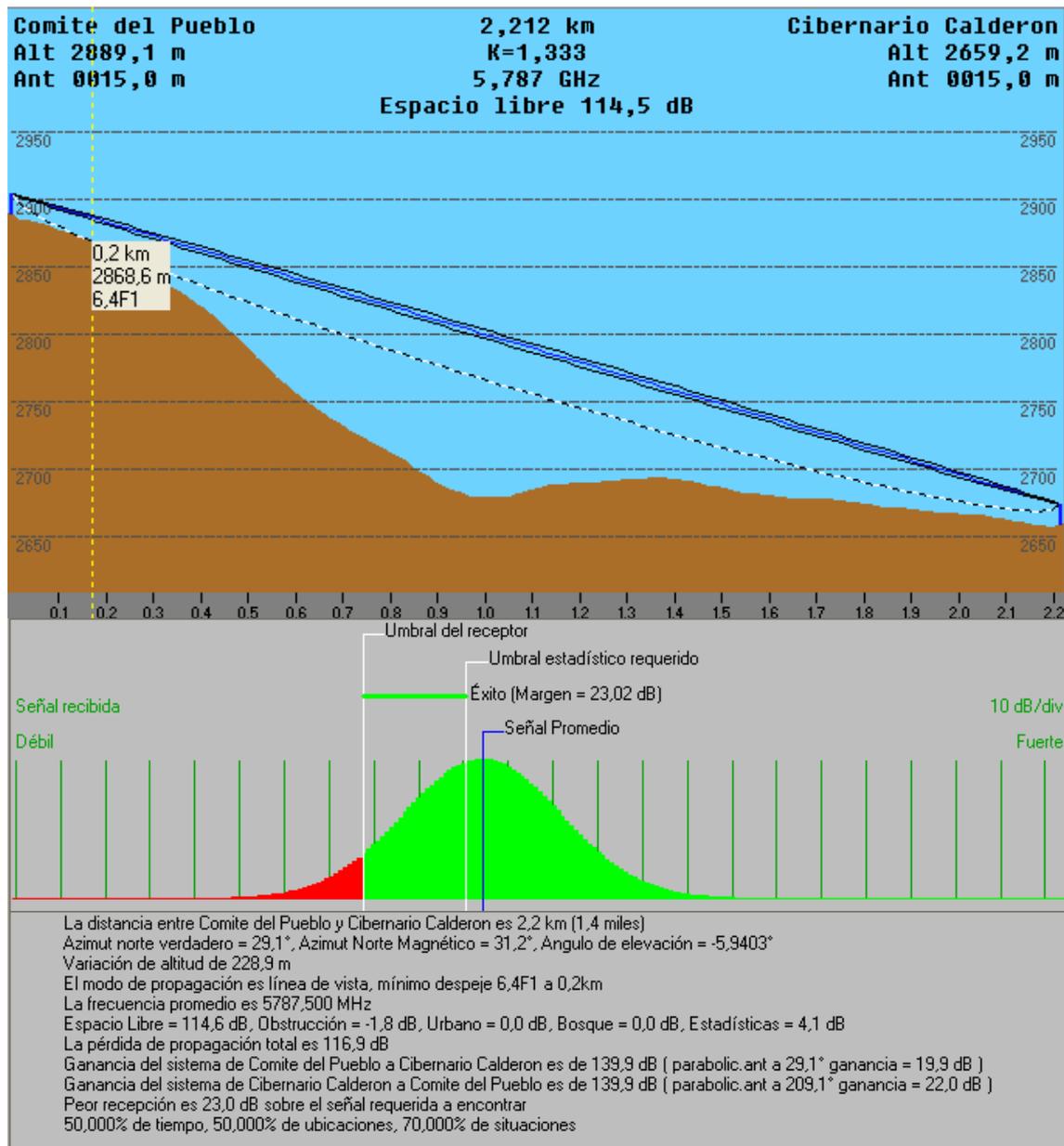


Figura 4. 21 Enlace Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Cibernario Calderón (Radio Link)

Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Centro Abdón Calderón

Equipos

Centro de Capacitación Comité del Pueblo

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=15m)

Centro Abdón Calderón

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=10m)

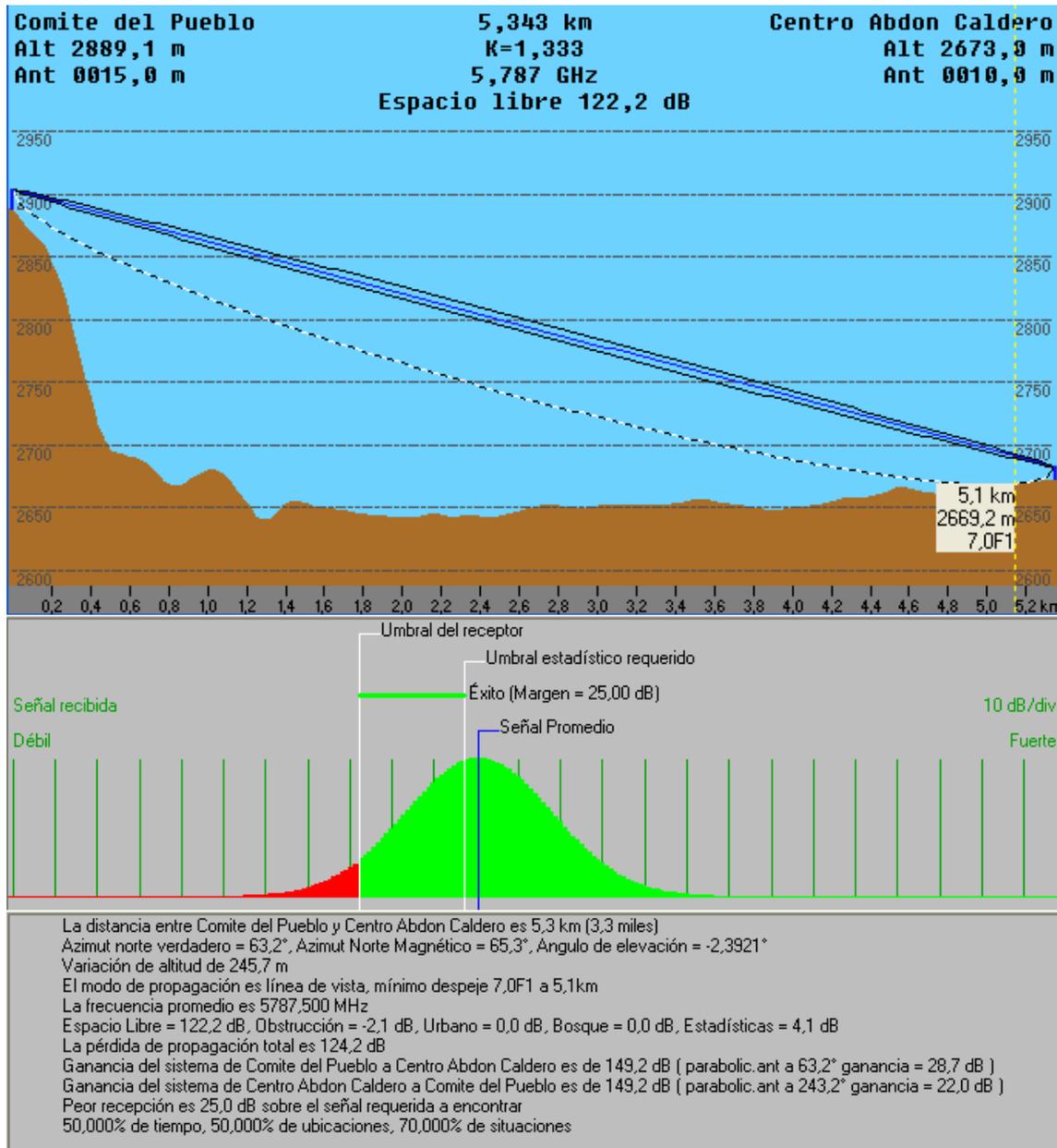


Figura 4. 22 Enlace Centro de Capacitación Comitè del Pueblo – Centro Abdón Calderón (Radio Link)

Centro de Capacitación Comitè del Pueblo – Biblioteca

Equipos

Centro de Capacitación Comitè del Pueblo

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=15m)

Biblioteca

- Antena Directiva 29dBi
- CPE 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=10m)

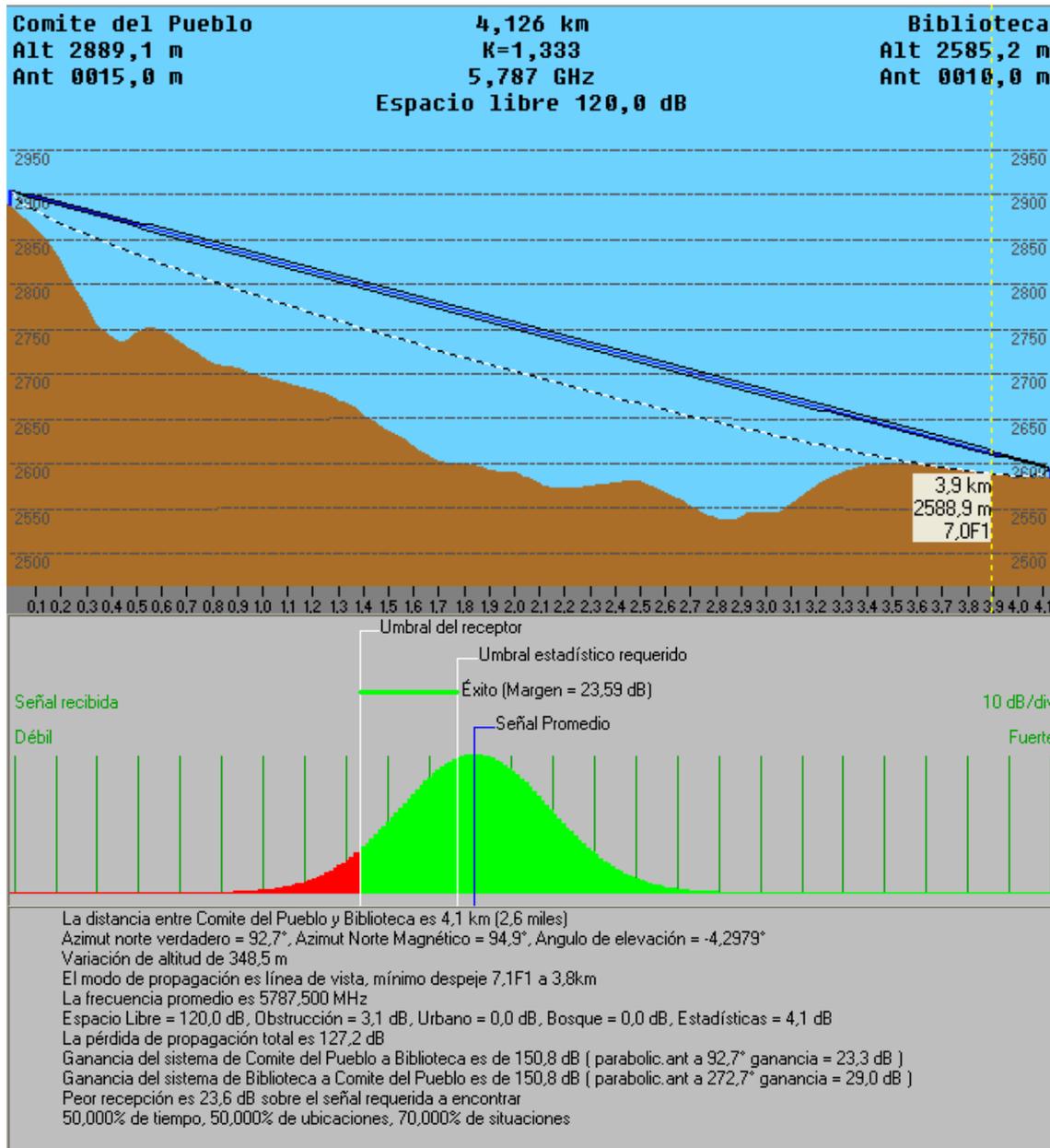


Figura 4. 23 Enlace Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Biblioteca (Radio Link)

Centro de Capacitación Comité del Pueblo – Cerro 1

Equipos

Centro de Capacitación Comité del Pueblo

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, Altura=15m)

Cerro 1

- Antena Directiva 29 dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, Altura=10m)

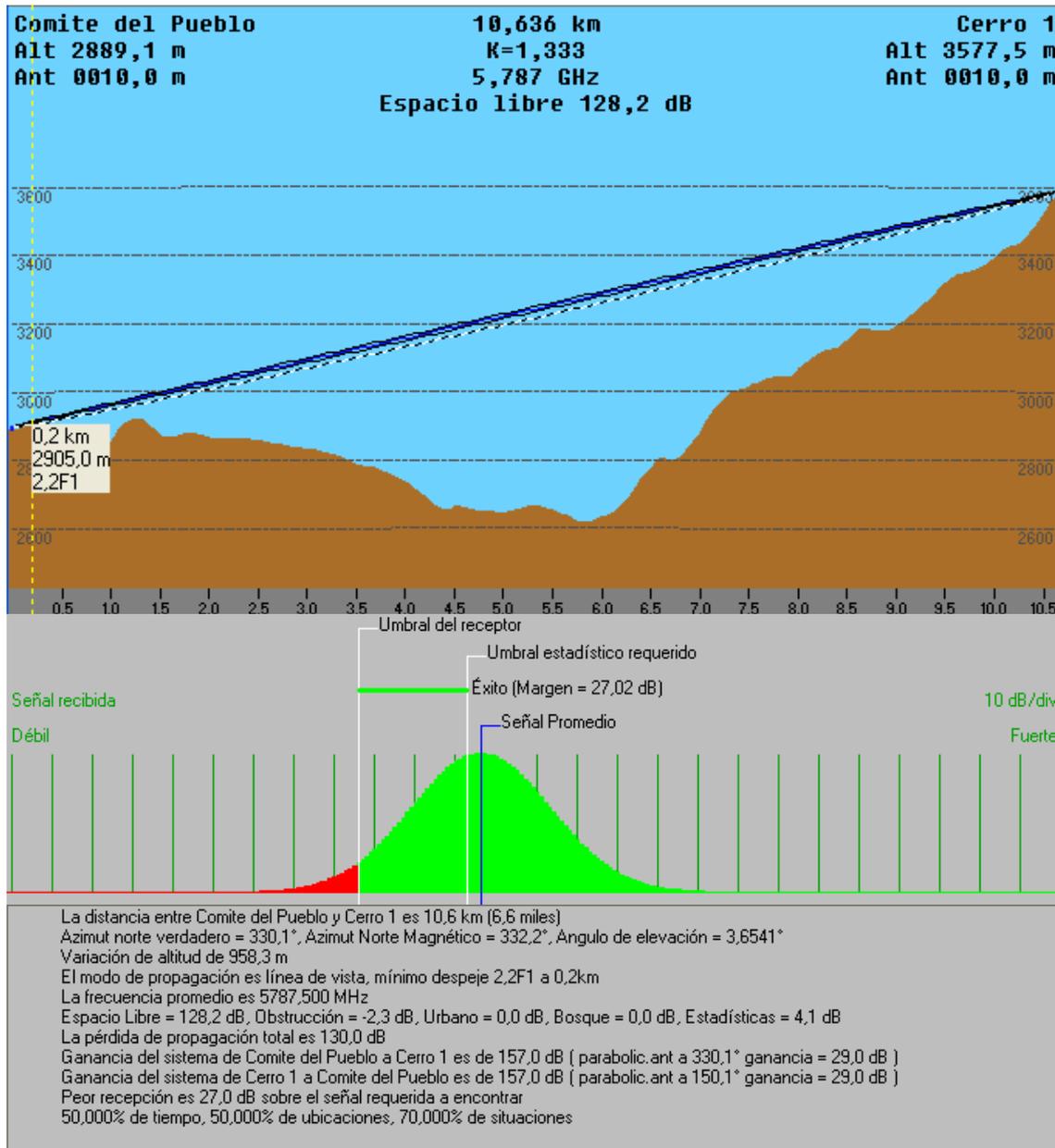


Figura 4. 24 Enlace Comite del Pueblo - Cerro 1

4.5.5 Repetidor Cerro 1 (PTP)

Para proveer del servicio de Internet al Cibernario La Delicia, los nodos más cercanos son: Centro de Capacitación Norte, Cerro 2, Comité del Pueblo y Cibernario Calderón.

Desde estos 4 nodos la línea de vista hacia La Delicia se veía obstaculizada tal como se puede visualizar en las figuras.

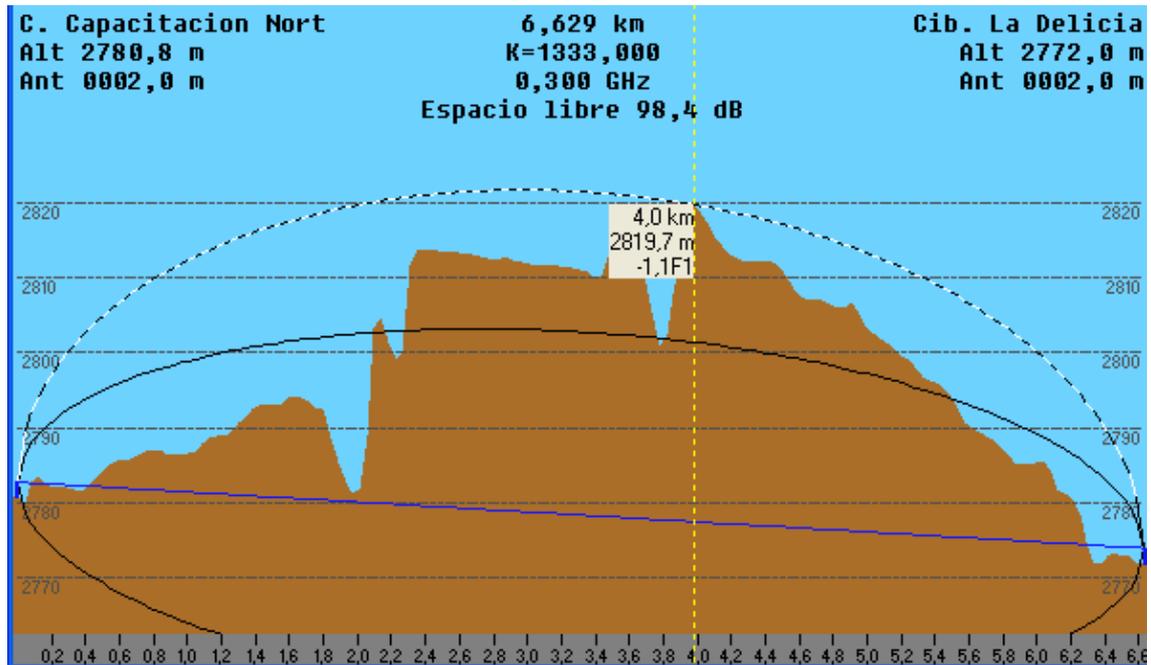


Figura 4. 25 Línea de Vista Centro Capacitación Norte - La Delicia (Radio Link)

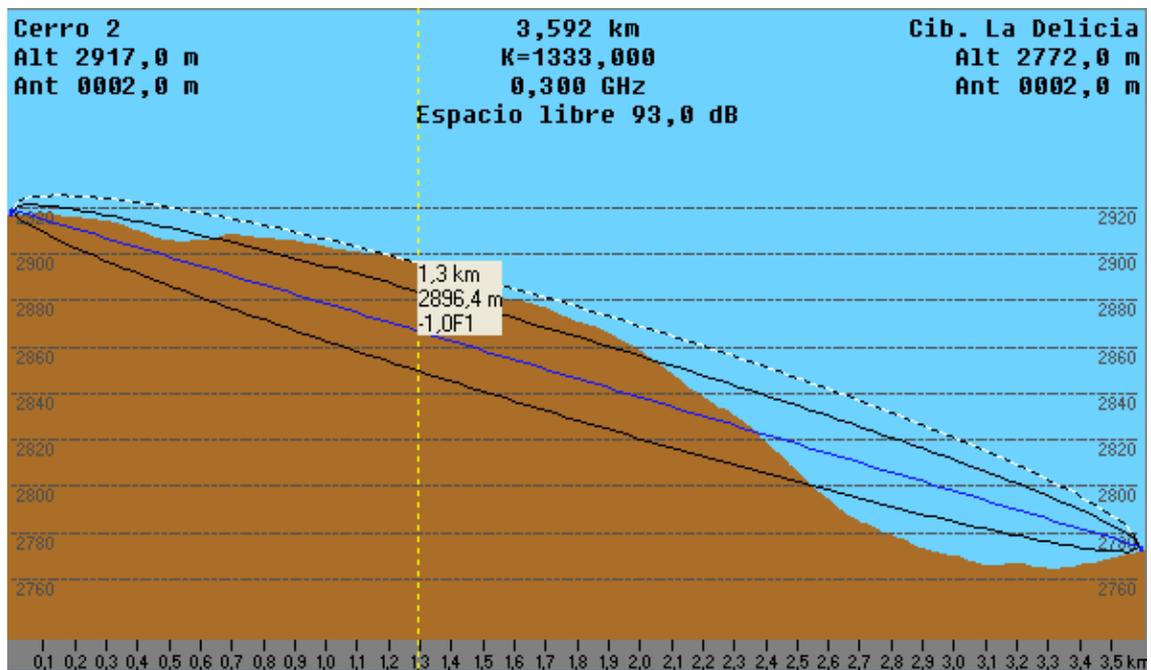


Figura 4. 26 Línea de vista Cerro2 - Cibernario La Delicia (Radio Link)

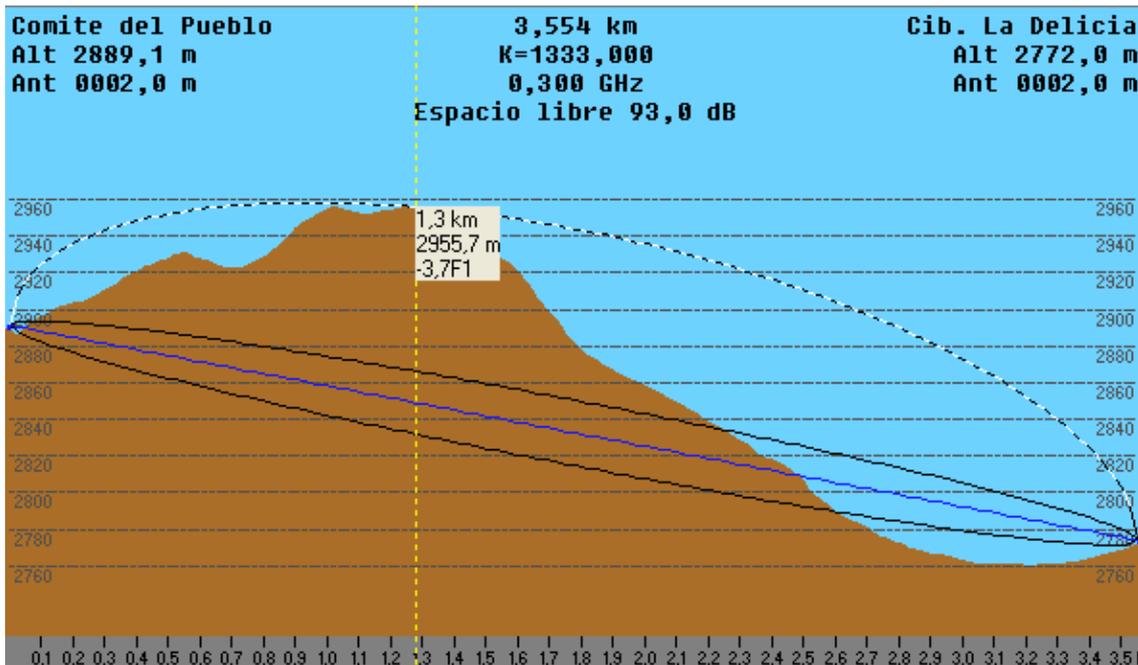


Figura 4. 27 Línea de vista Comité del Pueblo - Cibernario La Delicia (Radio Link)

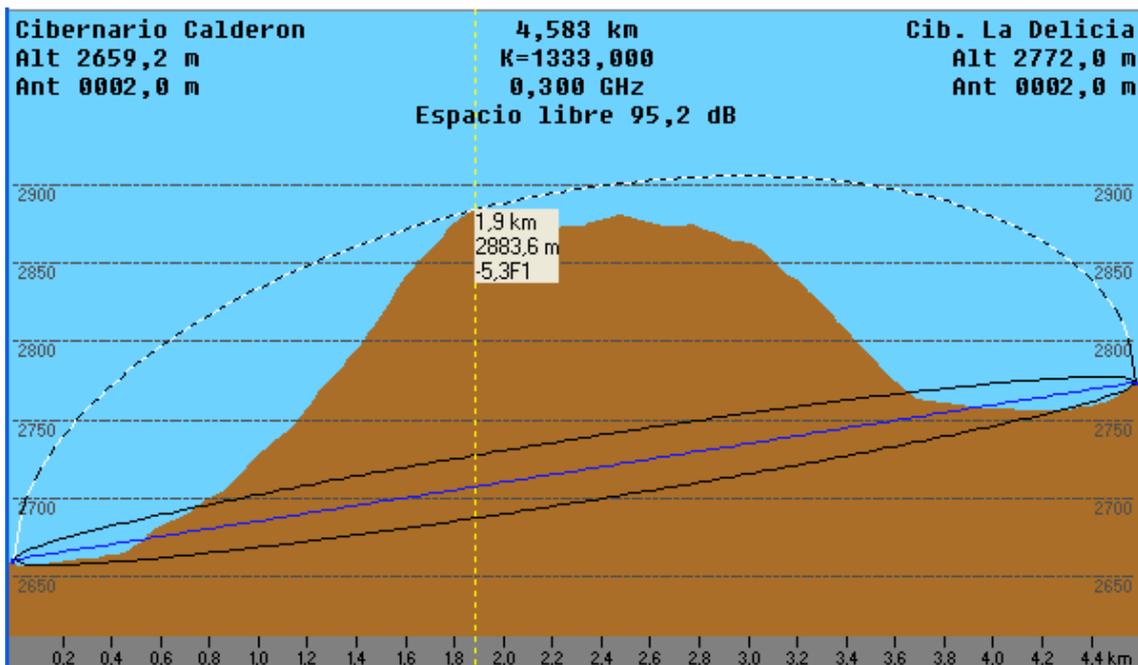


Figura 4. 28 Línea de vista Cibernario Calderón - Cibernario La Delicia (Radio Link)

Dada la dificultad del enlace desde estos puntos, se optó por utilizar un repetidor, ubicado en el Cerro 1 (Cerro Cóndor Cocha). Ya que la línea de vista desde Comité del Pueblo hacia Cerro1 y desde Cerro 1 a La Delicia se encontraba despejada. Las características del enlace se presentan a continuación:

Cerro 1 – Cibernario La Delicia

Equipos

Cerro 1

- Antena Directiva 29dBi
- AP 5.8 GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, Umbral $_{Rx}= -76\text{dBm}$, Altura=10m)

Cibernario La Delicia

- Antena Directiva 29dBi
- CPE 5.8 GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, Umbral $_{Rx}= -76\text{dBm}$, Altura=10m)

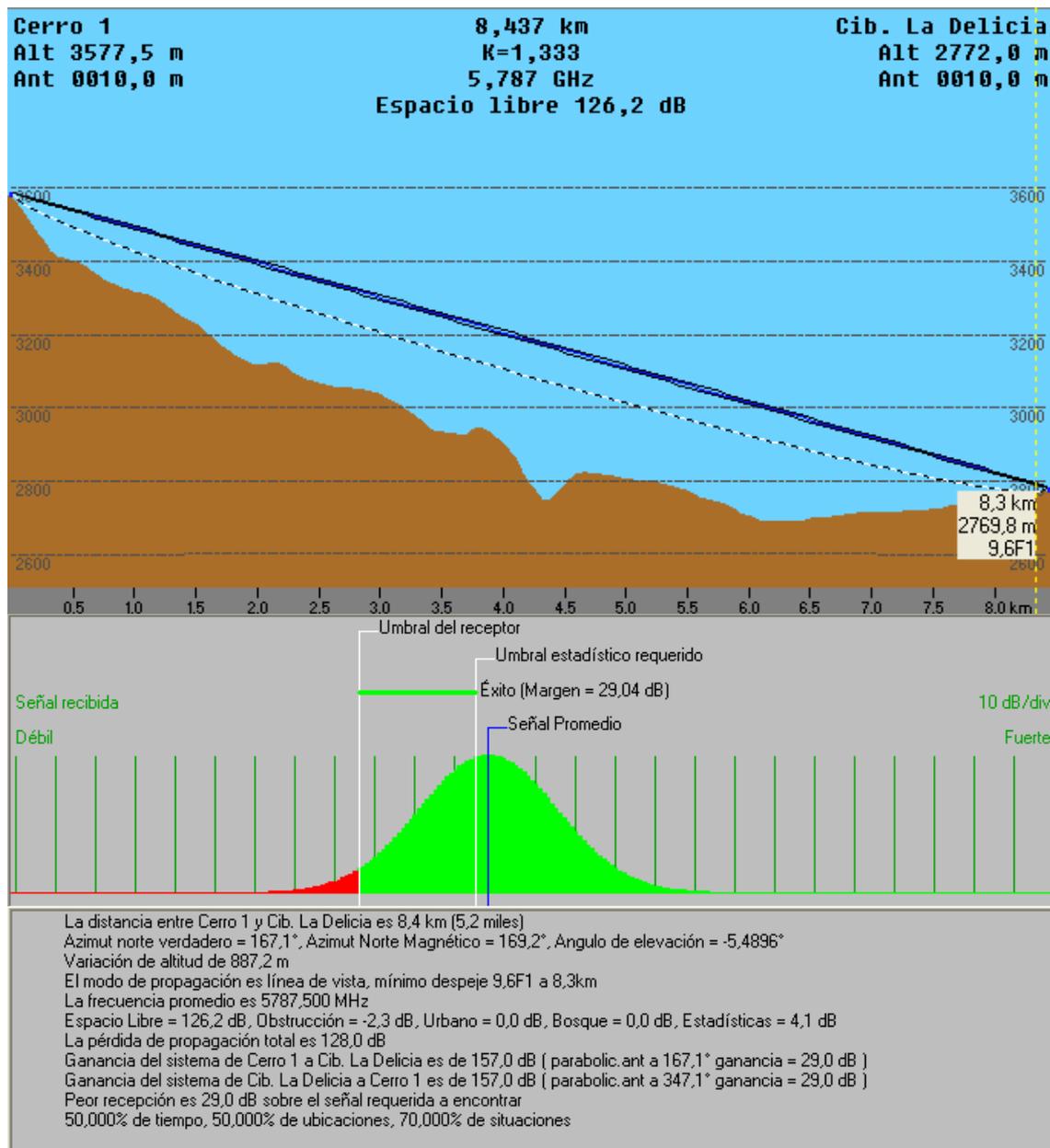


Figura 4. 29 Enlace Cerro 1 - La Delicia (Radio Link)

4.5.6 ICAM hacia el sur (PMP)

ICAM – Centro Cultural Metropolitano

Equipos

ICAM

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

Centro Cultural Metropolitano

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=10\text{m}$)

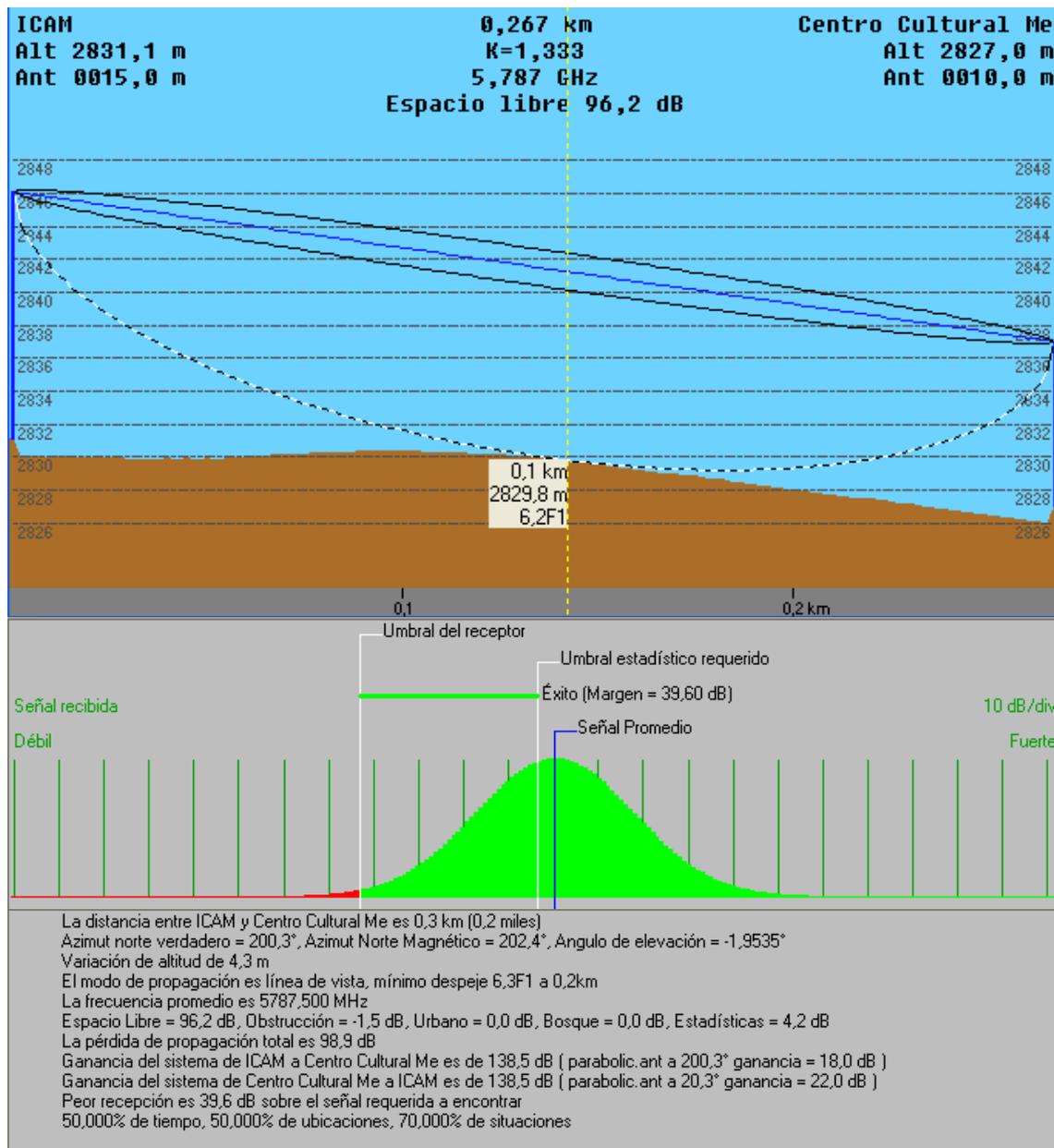


Figura 4. 30 Enlace ICAM – Centro Cultural Metropolitano (Radio Link)

ICAM – Centro de Capacitación Guambrateca

Equipos

ICAM

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

Centro Cultural Guambrateca

- Antena Directiva 22dBi
- CPE 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=10\text{m}$)

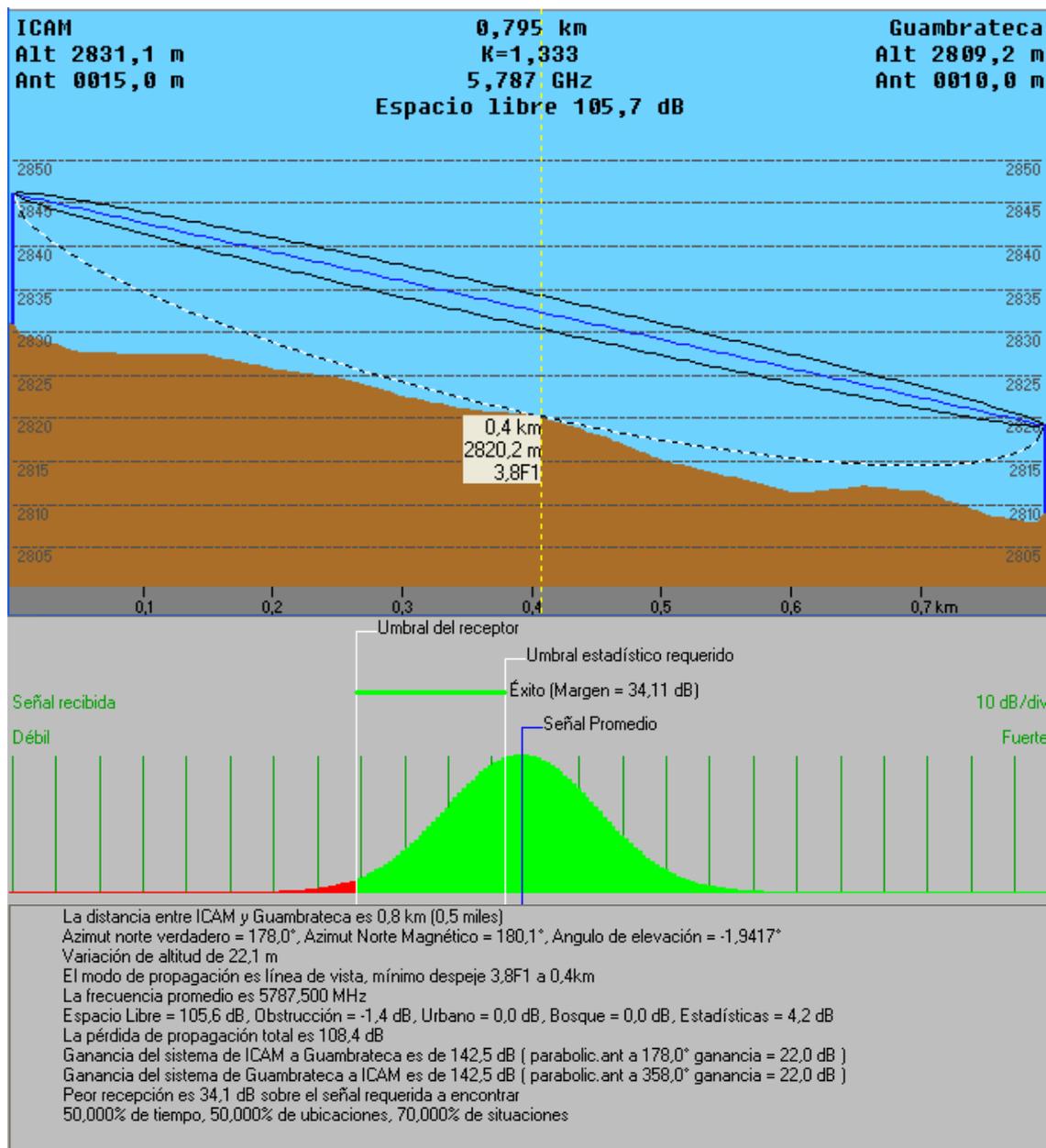


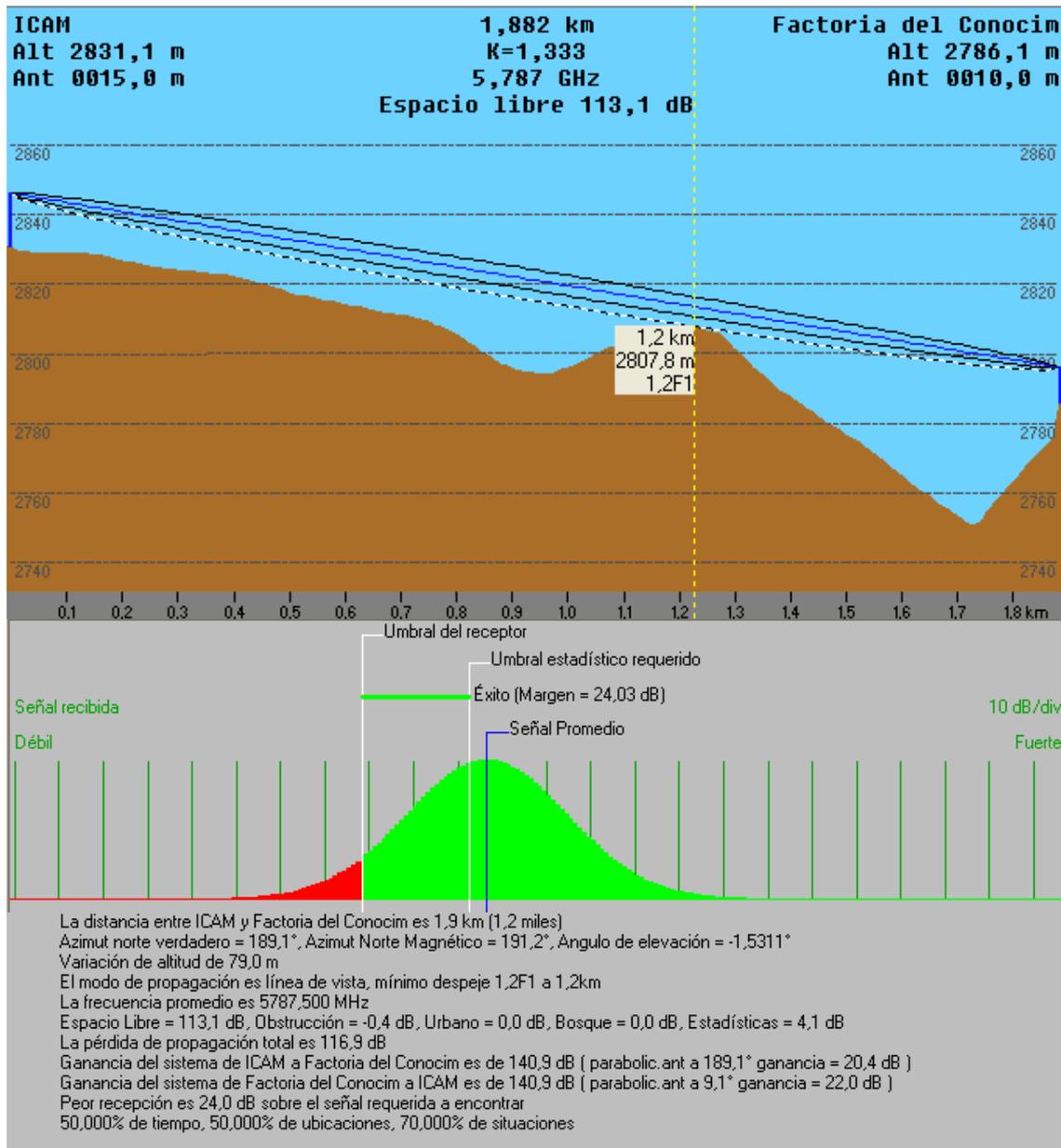
Figura 4. 31 Enlace ICAM - Centro Cultural Guambrateca (Radio Link)

ICAM – Factoría del Conocimiento**Equipos****ICAM**

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, Umbral $_{RX}=-76\text{dBm}$, Altura=15m)

Factoría del Conocimiento

- Antena Directiva 22 dBi
- CPE 5.8 GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, Umbral $_{RX}=-76\text{dBm}$, Altura=10m)

**Figura 4. 32 Enlace ICAM - Factoría del Conocimiento (Radio Link)**

Factoría del Conocimiento – CEDA

Equipos

Factoría del Conocimiento

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

Centro de Capacitación CEDA

- Antena Directiva 22 dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

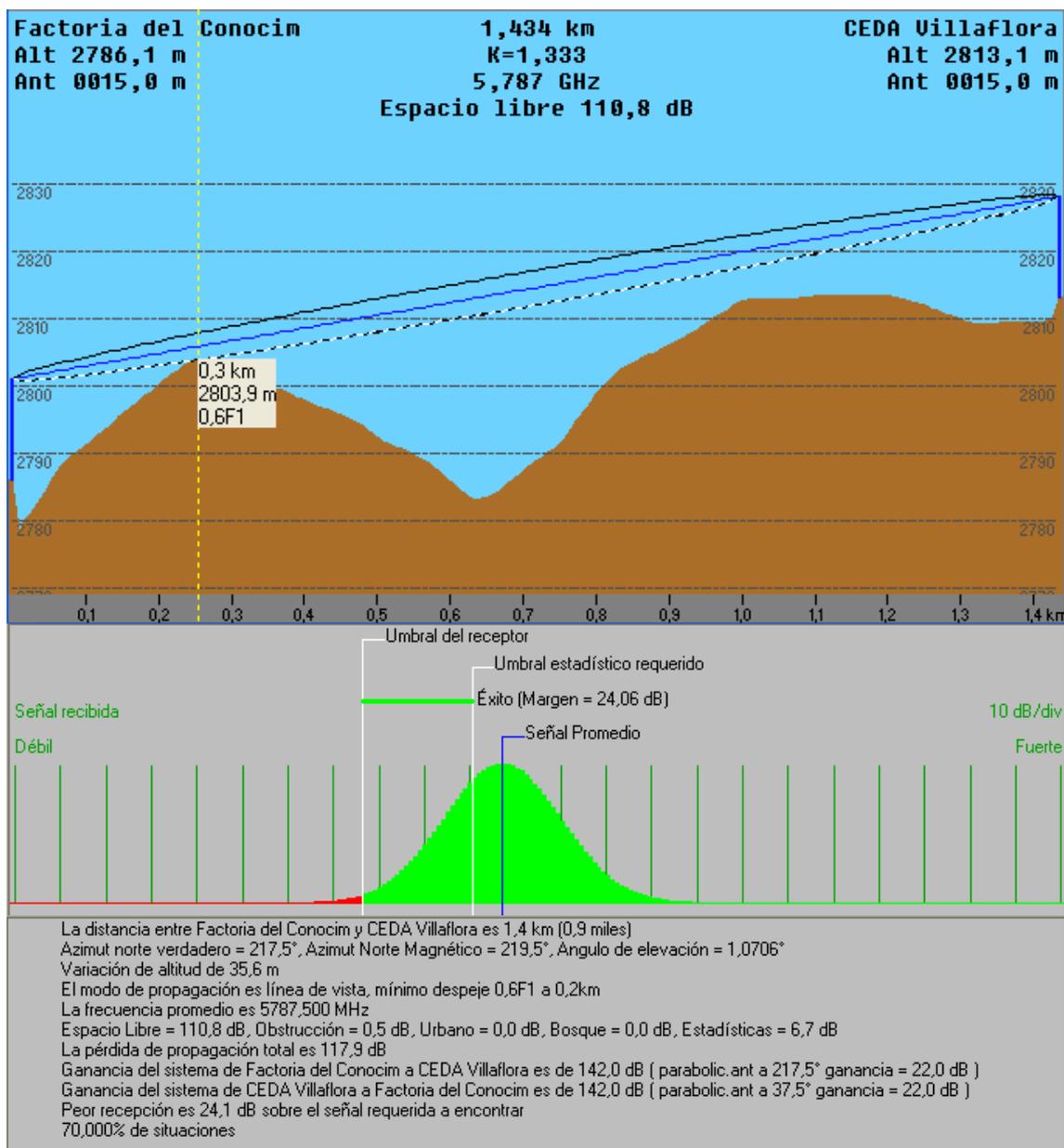


Figura 4. 33 Enlace Factoría del Conocimiento - CEDA (Radio Link)

4.5.7 Repetidor Centro de Capacitación CEDA (PTP)

CEDA - Cerro 3

Equipos

Centro de Capacitación CEDA

- Antena Directiva 22dBi
- AP 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=10m)

Cerro 3

- Antena Directiva 24 dBi
- CPE 5.8GHz (P_{Tx}=23dBm, Umbral_{Rx}= -76dBm, Altura=10m)

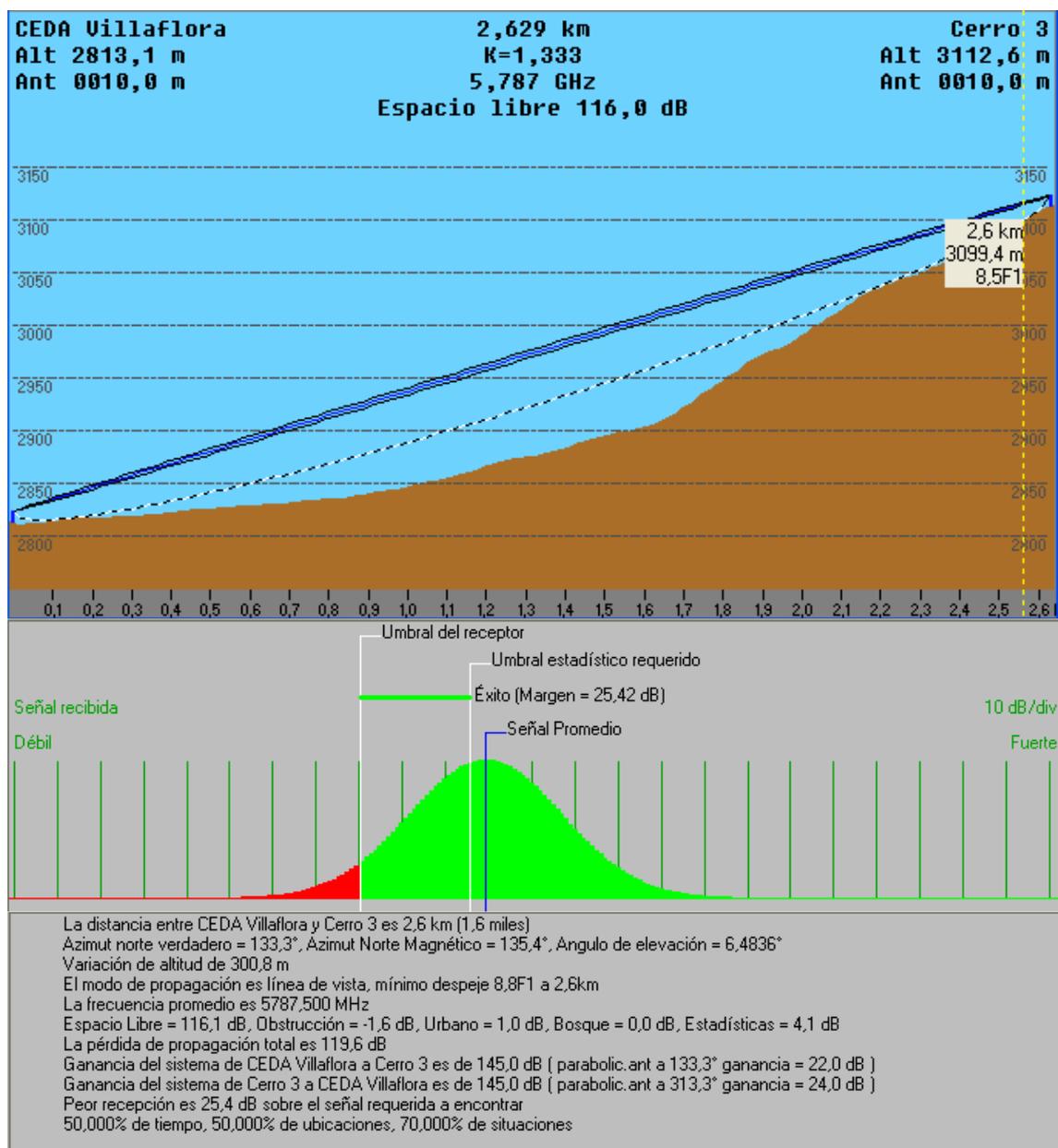


Figura 4. 34 Enlace CEDA - Cerro 3 (Radio Link)

4.5.8 Repetidor Cerro 3 (PMP)

Cerro 3 – Centro Cultural Conocoto

Equipos

Cerro 3

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

Centro Cultural Conocoto

- Antena Directiva 29 dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{TX}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{RX}=-76\text{dBm}$, $\text{Altura}=10\text{m}$)

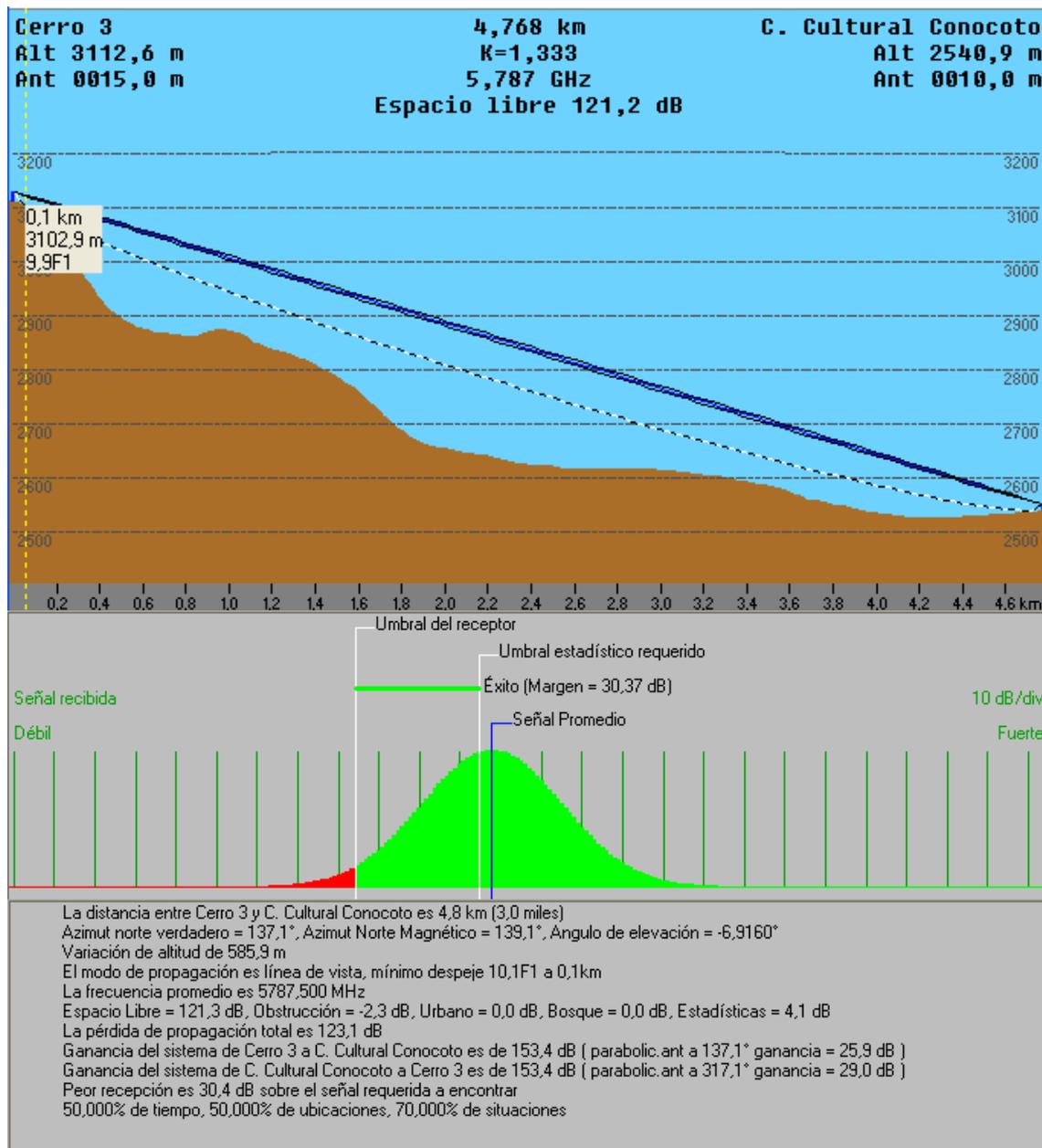


Figura 4. 35 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Conocoto (Radio Link)

Cerro 3 – Centro Cultural Alangasi

Equipos

Cerro 3

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=15\text{m}$)

Centro Cultural Alangasi

- Antena Directiva 29 dBi
- CPE 5.8GHz ($P_{Tx}=23\text{dBm}$, $\text{Umbral}_{Rx} = -76\text{dBm}$, $\text{Altura}=10\text{m}$)

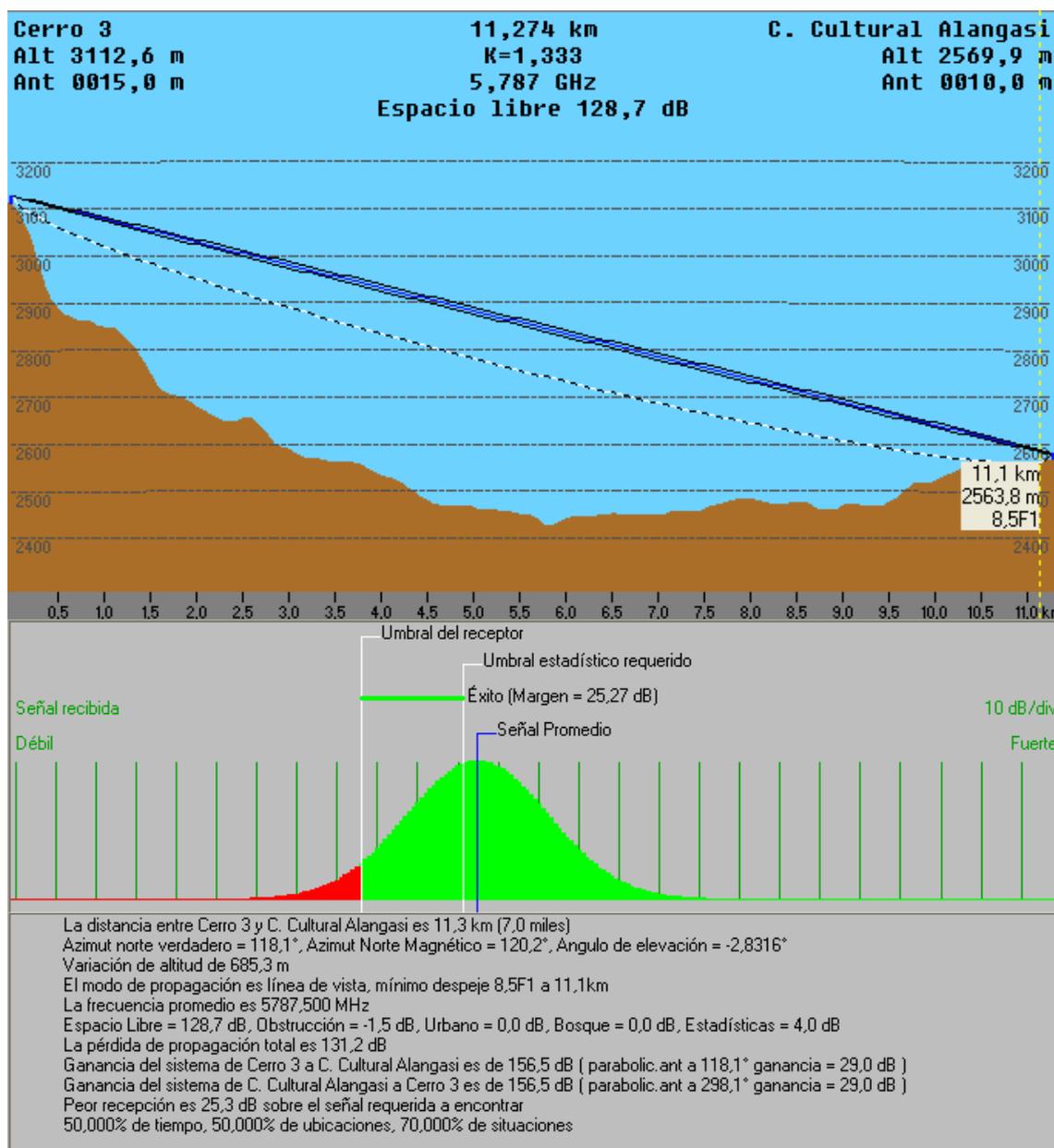


Figura 4. 36 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Alangasi (Radio Link)

Cerro 3 – Centro Cultural Ilaló

Equipos

Cerro 3

- Antena Directiva 29 dBi
- AP 5.8GHz (P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=15m)

Centro Cultural Ilaló

- Antena Directiva 29 dBi
- CPE 5.8GHz (P_{TX}=23dBm, Umbral_{RX}= -76dBm, Altura=10m)

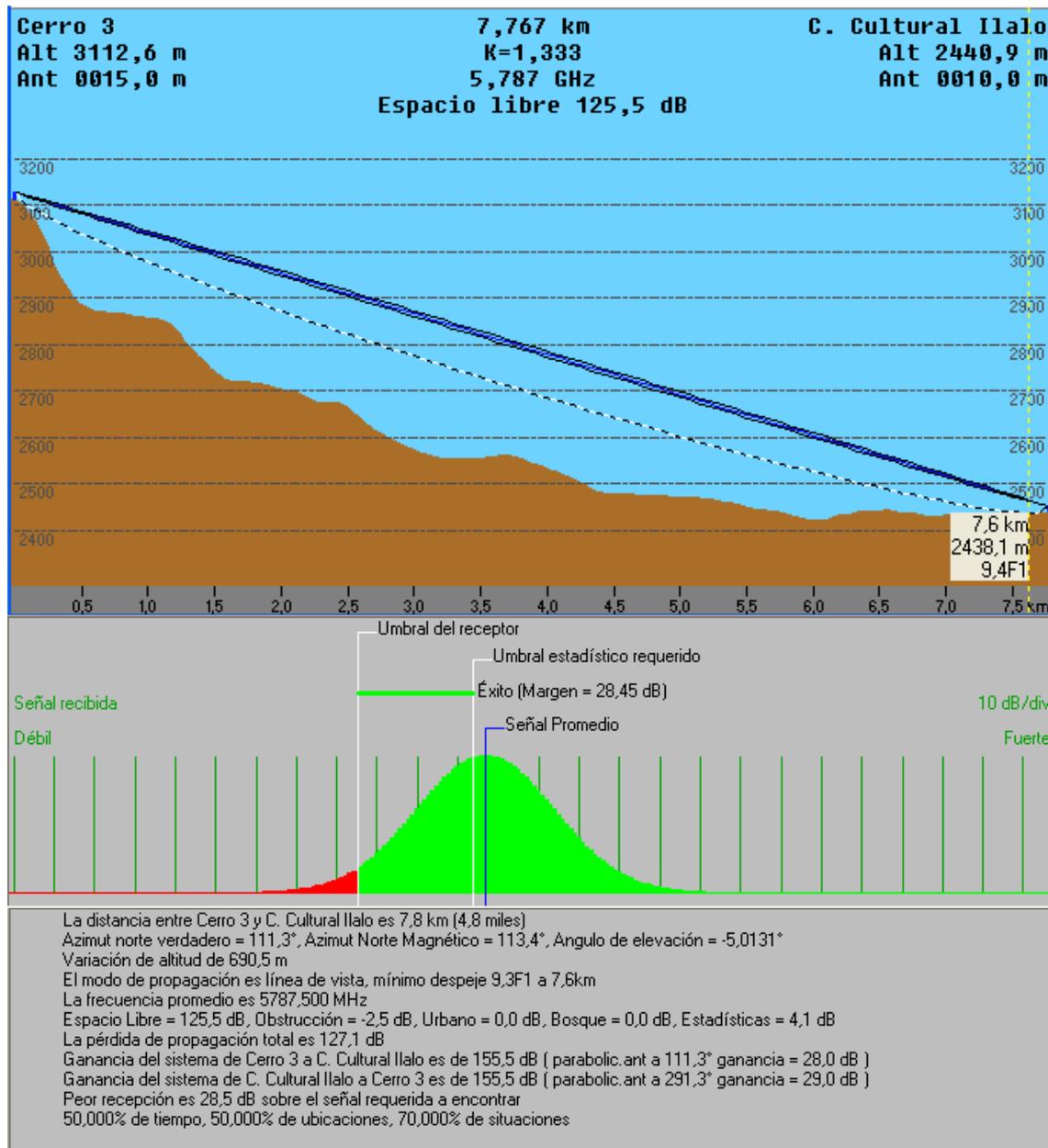


Figura 4. 37 Enlace Cerro 3 - Centro Cultural Ilaló (Radio Link)

4.6 Dimensionamiento de las redes, anchos de banda, velocidades de transmisión, cálculos realizados.

4.6.1 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. Las opciones planteadas para el diseño del direccionamiento son las siguientes:

1.- En los nodos principales se colocarían un router que sería el encargado de natear las ips privadas de todas las redes para su salida a Internet; y en cada Cibernario un switch, al cual se conectaría la red interna y la antena correspondiente en caso de ser un repetidor. Como ventaja se puede citar que es la configuración más sencilla. La desventaja de esta configuración de red es que es muy propensa a ocasionarse un conflicto de broadcast ya que todas las computadoras se encuentran dentro del mismo dominio y perjudica la funcionalidad de la red; por ejemplo en caso de producirse virus en unas de las maquinas de un Cibernario x, el resto de PC de los Cibernarios de otras redes estarían propensos a contagiarse; pues en este tipo de diseño la seguridad es muy vulnerable; pero este inconveniente puede solucionar colocando un servidor desde el cual se controle el ancho de banda para cada ip, el firewall, bloqueos de acceso y demás características útiles para un manejo más óptimo de la red. Dependiendo de las características del equipo de radio que se utilice finalmente en la implementación del diseño se podría obviar el uso del servidor antes mencionado y controlar el ancho de banda directamente desde cada radio si las prestaciones de éste lo permiten.

2.- Como una segunda opción puede considerarse el uso nuevamente de routers en los nodos y switches que manejen *Vlans* en los Cibernarios, lo cual evitaría el conflicto de broadcast. Pero se incurriría en más gastos, ya que estos equipos son más caros dadas las características adicionales que tienen. El control de ancho de banda en esta opción sería tarea de los radios.

3.- Bloquear el dominio de *broadcast* con el uso de un router en cada Cibernario, conectado a un switch que sirva para administrar la red interna. El uso de este router facilita el control del ancho de banda realizando un control de última milla.

4.- Como cuarta opción tenemos el uso de ips públicas para los enlaces de 2.4; este rango de ips son otorgados por el proveedor a contratar; el cual puede controlar el ancho de banda dependiendo de la ip asignada. Para la red interna se utilizarían switches básicos.

Una vez planteadas las diferentes posibilidades, se decidió utilizar la configuración No.1. Para un adecuado direccionamiento de la red, se la ha catalogado como clase “C”, máscara 16. Cabe recalcar que para el control de ancho de banda se utilizara las opciones de *rate-limit* y *traffic-shape* en la configuración del Cisco. A continuación se presenta una tabla completa con las direcciones IP de la red, que servirán para la configuración y correcta comunicación de los equipos, luego de que los enlaces se hayan levantado correctamente.

Tabla 4. 7 Direccionamiento IP de la red

Red	192.168.0.0
Mascara	255.255.0.0
Red secundaria	10.0.0.0
Mascara	255.255.255.0

Gateway1	10.0.0.1
Gateway 2	10.0.0.22

ENTIDAD		RED	Radios
Tipo	Nombre		
Red San Juan al Norte			
Centro de Capacitación	San Juan	192.168.0.0	10.0.0.2
			10.0.0.5
Centro de Capacitación	Norte	192.168.1.0	10.0.0.6
Centro de Capacitación	La Mariscal	192.168.2.0	10.0.0.8
Cibernario	FEUE	192.168.3.0	10.0.0.9
			10.0.0.10
Repetidor	Cerro 2		10.0.0.11

			10.0.0.12
			10.0.0.13
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	192.168.7.0	10.0.0.15
Cibernario	Calderón	192.168.4.0	10.0.0.16
Biblioteca	Calderón (Centro Abdón Calderón)	192.168.5.0	10.0.0.17
Biblioteca	Llano Grande	192.168.6.0	10.0.0.18
			10.0.0.19
Repetidor	Cerro 1		10.0.0.20
Cibernario	La Delicia	192.168.8.0	10.0.0.21
Red ICAM al Sur			
Centro de Capacitación	ICAM	192.168.9.0	10.0.0.24
Centro Cultural	Metropolitano	192.168.10.0	10.0.0.26
Centro de Capacitación	Guambrateca	192.168.11.0	10.0.0.27
			10.0.0.28
Cibernario	Factoría del Conocimiento	192.168.12.0	10.0.0.29
			10.0.0.31
Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	192.168.13.0	10.0.0.32
			10.0.0.34
Repetidor	Cerro 3		10.0.0.35
Centro Cultural	Conocoto	192.168.14.0	10.0.0.36
Centro Cultural	Ilaló	192.168.15.0	10.0.0.38
Centro Cultural	Alangasí	192.168.16.0	10.0.0.37

En el anexo 5, se puede visualizar el gráfico del direccionamiento ip de la Red. La red secundaria es la red de los radios, para que estos puedan ser administrables, la razón para optar por dos redes distintas es para facilitar la administración.

4.6.2 Análisis del Ancho de Banda

Se realizó un análisis del ancho de banda tomando en cuenta las aplicaciones que serían las más usadas en las entidades beneficiadas, para obtener en el mejor y peor de los casos el tiempo que les tomaría ejecutar aplicaciones, en promedio las aplicaciones a más utilizadas, y el tamaño de cada una de estas se presenta a continuación:

Tabla 4. 8 Aplicaciones más Frecuentes y Tamaño en Bytes

Aplicación	Tamaño
Página Web	25KB = 200Kb
Correo Electrónico	5KB = 40Kb
Mensajería instantánea	1KB = 8Kb
Descarga de Música	3MB = 24Mb

Dos Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1:1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 128\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 1.6\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.3\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 187.5\text{s} = 3.13\text{min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las dos PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{PCs Usando el Servicio} = 2$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = \frac{128\text{Kbps}}{4 * 2} = 16\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{16 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 12.5\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{16 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 2.5\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{16 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 1500\text{s} = 25\text{min}$$

Tres Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs Usando el Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = 128\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 1.6\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.3\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 187.5\text{s} = 3.13\text{min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las tres PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{PCs Usando el Servicio} = 3$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = \frac{128\text{Kbps}}{4 * 3} = 10.7\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 18.69\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 3.74\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 2243\text{s} = 37.4\text{ min}$$

Diez Computadores / 128Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs Usando el Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho de Banda Disponible} = 128\text{Kbps}$$

$$\text{Página Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{200\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 1.6\text{s}$$

$$\text{Correo Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{40\text{Kb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.3\text{s}$$

$$\text{Canción mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo de Carga} = \frac{24\text{Mb}}{128 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 187.5\text{s} = 3.13\text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las diez PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 2$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{128\text{Kbps}}{4 * 10} = 3.2\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{3.2 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 62.5\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 12.5\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{10.7 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 7500\text{s} = 125 \text{ min}$$

Quince Computadores / 256Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 256\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.78\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.16\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{T tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{256 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 93.73\text{s} = 1.56 \text{ min}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las quince PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 15$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{256\text{Kbps}}{4 * 15} = 4.26\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 46.94\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 9.39$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{4.26 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 5633\text{s} = 93.89 \text{ min}$$

Veinte Computadores / 512Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 512\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.39\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.08\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 46.87\text{s}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las veinte PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 20$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{512\text{Kbps}}{4 * 20} = 6.4\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 31.25\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 6.25\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 3750\text{s} = 62.50\text{min}$$

Cuarenta Computadores / 512Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 512\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.39\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.08\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{512 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 46.87\text{s}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las cuarenta PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4 : 1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 40$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{512\text{Kbps}}{4 * 40} = 3.2\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{3.2 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 62.50\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{3.2 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 12.50\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 7500\text{s} = 125\text{min}$$

Cuarenta Computadores / 1024Kbps

Mejor de los Casos; Este se presentará cuando ninguna otra escuela use el servicio de Internet y cuando se use sólo un PC de las disponibles.

$$\text{Compresión} = 1 : 1$$

$$\text{PCs_Usando_el_Servicio} = 1$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = 1024\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{1024 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.2\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{1024 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 0.04\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{1024 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 23.43\text{s}$$

Peor de los Casos; Este se presentará cuando todas las demás escuelas usen el servicio de Internet y cuando se usen las cuarenta PCs disponibles.

$$\text{Compresión} = 4:1$$

$$\text{Pcs_Usando_el_Servicio} = 40$$

$$\text{Ancho_de_Banda_Disponible} = \frac{1024\text{Kbps}}{4 * 40} = 6.4\text{Kbps}$$

$$\text{Página_Web} = 200\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{200\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 31.25\text{s}$$

$$\text{Correo_Electrónico} = 40\text{Kb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{40\text{Kb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 6.25.\text{s}$$

$$\text{Canción_mp3} = 24\text{Mb}$$

$$\text{Tiempo_de_Carga} = \frac{24\text{Mb}}{6.4 \frac{\text{Kb}}{\text{s}}} = 3750\text{s} = 62.5 \text{ min}$$

4.6.3 Segmento del espectro radio eléctrico a utilizar

La red será implementada en base a radios que trabajan en la banda no licenciadas ISM de 5,8GHz. Los enlaces “Backbone” Punto-Punto, y las redes Punto-Multipunto se implementarán con tecnología WiFi en la banda de 5.8GHz.

4.6.4 Plan de frecuencias de la Red diseñada

Dentro del diseño es necesario tomar en cuenta la canalización de los puntos de acceso a la red, ya que se debe garantizar que no exista ninguna interferencia entre los diferentes equipos que se instalarán.

Los canales que no producen interferencia en la banda de 5.8GHz son 149,153, 157, 161, en base a lo expresado en el capítulo 2.A continuación se presenta una ilustración de la canalización de la red.

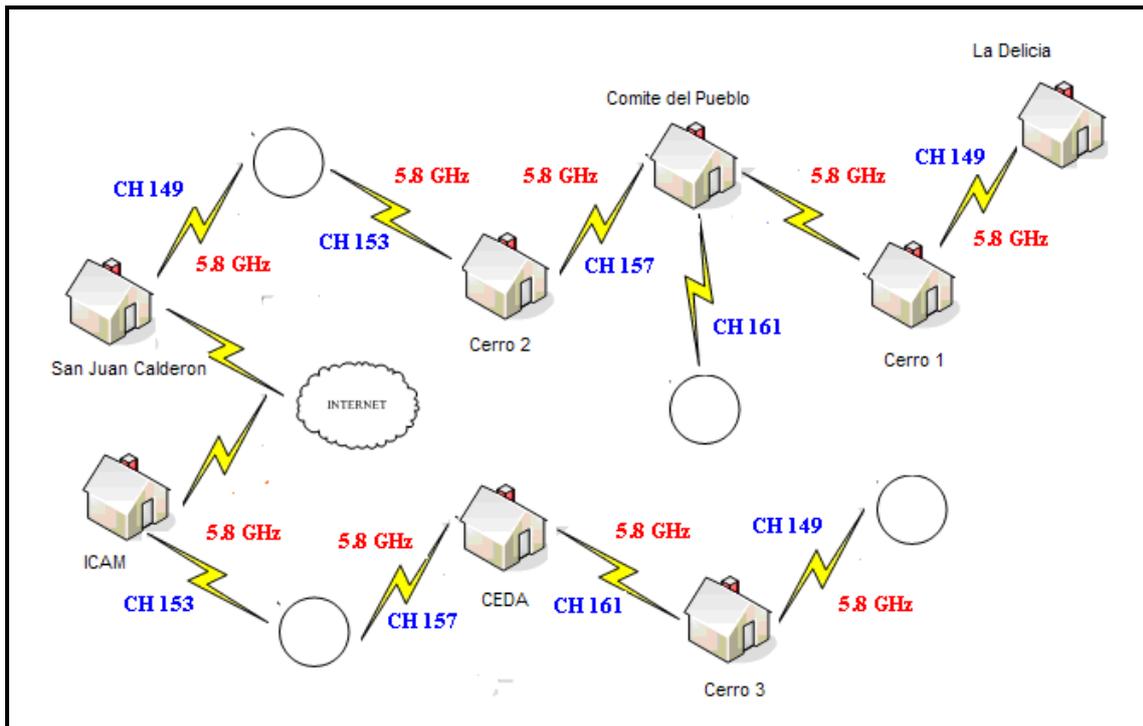


Figura 4. 38 Plan de Frecuencias de la Red

4.7 Seguridad

El aspecto negativo de una red inalámbrica es que, a menos que no se tomen ciertas precauciones, cualquier usuario que tenga una computadora preparada para acceder a Internet sin cable puede usar la red.

Como se observa en la figura, existen diversas maneras de poner a prueba la seguridad *wifi* de una red inalámbrica. Una alternativa consiste en que el intruso intente conectarse a un *access point* de la red inalámbrica para luego ganar acceso a la red corporativa. La otra alternativa consiste en "implantar" un *access point* "pirata" para atraer a los usuarios desprevenidos o muy curiosos a una red de hackers o red pirata.

Es preciso comprender que en las redes *wireless* la información se transmite por medio de ondas de radio frecuencia y, esta, está en el aire y es imposible impedir que sea observada y/o capturada por cualquiera que se encuentre en un radio aproximado de 100 metros.

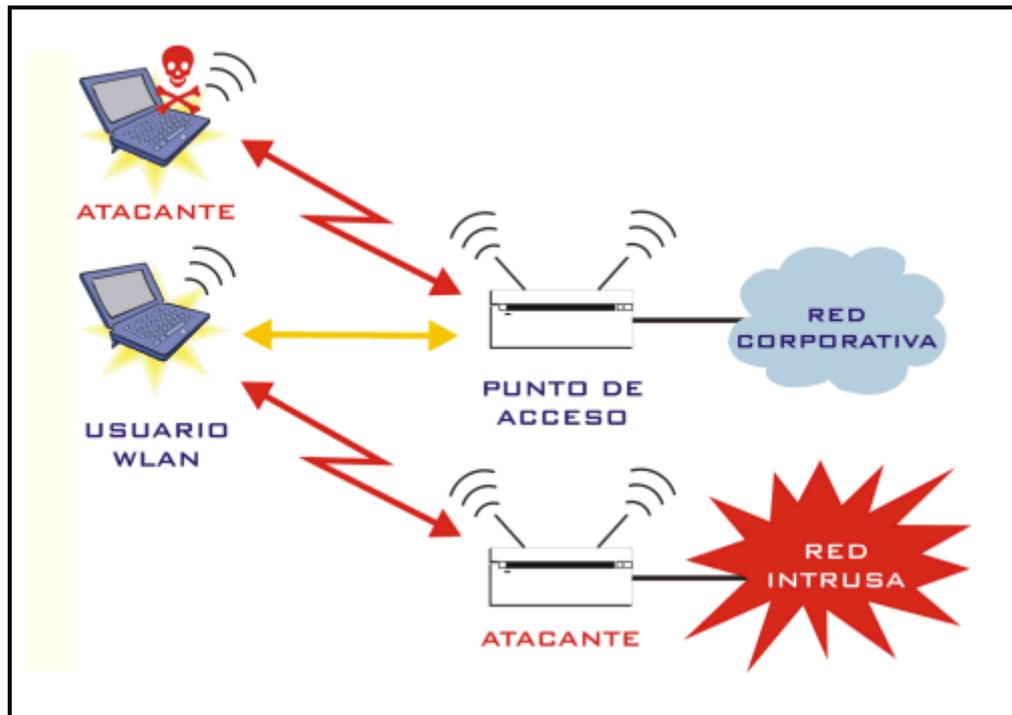


Figura 4. 39 Trucos de hackers para atacar redes inalámbricas

Existen para esto distintas formas de proteger la red; tomando en cuenta que nunca todas las precauciones son suficientes: A continuación citaremos algunas consideraciones básicas dentro de la seguridad de las redes.

4.7.1 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 a cuál de los servicios de red se puede ingresar, es decir quién 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 en torno 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 firewall en Internet administran los accesos posibles del Internet a la red privada. Sin un firewall, cada uno de los servidores propios del sistema se expone 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.

4.7.2 Encriptación

Mediante las encriptaciones (WEP o WPA) protegemos nuestra privacidad, codificando los datos que recibimos/transmitimos. Con el filtrado de las MAC's o la ocultación de nuestra red impedimos que usuarios ajenos se conecten a nuestra red (y con ello a Internet). Cada uno debe elegir qué prefiere, si proteger su intimidad o evitar que alguien se aproveche, por ejemplo, de su conexión a Internet.

Encriptar la conexión *wireless* es protegerla mediante una clave, de manera que sólo los ordenadores cuya configuración coincida con la del router tengan acceso. Es necesaria para mantener segura nuestra red frente a los intrusos, que en el caso de nuestra red doméstica, serán los vecinos.

El proceso consiste en dos pasos:

- Configurar la encriptación en el router.
- Configurar la encriptación en la tarjeta de red wireless de cada ordenador

El router soporta 2 tipos de encriptación:

WEP (*Wired Equivalent Privacy*) o Privacidad Equivalente a cableado. Ofrece tres niveles de seguridad, encriptación 64, 128 y 256 bits.

WPA (*Wireless Protected Access*) Ofrece dos tipos de seguridad, con servidor de seguridad y sin servidor. Este método se basa en tener una clave compartida de un mínimo de 8 caracteres alfanuméricos para todos los puestos de la red (sin servidor) o disponer de un cambio dinámico de claves entre estos puestos (con servidor). Es una opción más segura, pero no todos los dispositivos wireless lo soportan.

Como se ve en el gráfico de arriba, en las redes inalámbricas wifi existen 2 tramos por los que viajan los paquetes que llevan la información:

1. Un tramo es inalámbrico (aéreo): es el que va desde cada equipo wifi hasta el access point.
2. Otro tramo es cableado: es el que va desde el access point hasta el servidor de la organización.

Al no poder impedir de ninguna manera que la información que está en el aire sea vista por cualquiera, esta debe ser protegida por medio de protocolos de encriptación. En la actualidad se utilizan WEP, WPA y WPA2. Pero la encriptación es una protección necesaria, muy necesaria, pero no suficiente pues no sirve para impedir accesos no deseados a nuestra red corporativa.

4.7.3 Otras consideraciones

- Use software antivirus y anti espía.
- Desactivar el identificador de emisión, ya que casi todos los enrutadores inalámbricos (wireless routers) tienen un mecanismo llamado identificador de emisión (*identifier broadcasting*). Este mecanismo emite una señal a todas las terminales que estén en las cercanías anunciando su presencia. No es necesario que usted emita esta información si la persona que está usando la red ya sabe que está disponible. Los hackers pueden usar el identificador de emisión para acceder a redes inalámbricas vulnerables.

- Cambiar la configuración predeterminada del identificador del enrutador ya que probablemente, el identificador del enrutador es un código o nombre de identificación (ID) estándar predeterminado, asignado por el fabricante para todas las unidades de hardware de ese modelo.
- Cambiar la contraseña predeterminada de instalación del enrutador.
- Solamente permitir el acceso a su red inalámbrica a computadoras específicas.
- Apagar la red inalámbrica cuando sepa que no se va a utilizar
- No dar por supuesto que los *hot spots* públicos son seguros. Muchos bares, hoteles, aeropuertos y otros establecimientos públicos ofrecen redes inalámbricas para sus clientes. Estos *hot spots* o puntos de acceso a Internet son convenientes, pero no siempre son seguros.
- Tener cuidado con el tipo de información a la que se accede o se envía desde una red inalámbrica pública.

4.8 Equipos de telecomunicaciones para las redes

Ver Anexo 6, resumen de equipamiento de la red.

Cabe mencionar que en el caso de las torres y los mástiles propuestos en la tabla, estos podrían variar según considere quien implemente la red, con el aval previo de una visita a los sitios.

Se deben añadir a los equipos anteriormente propuestos, los debidos “*Switches*” o “*Bridges*”, que servirán para interconectar equipos en las entidades en las que existan más de uno de ellos (Repetidoras).

Tabla 4. 9 Número de switches de 8 puertos

Nombre	No. Switch de 8 puertos
Cibernario San Juan	1
Centro de Capacitación Norte	1
Cerro 2	0
Centro de Capacitación Comité del pueblo	1
Cerro 1	0

Nombre	No. Switch de 8 puertos
Centro de Capacitación ICAM	1
Cibernario Factoría del Conocimiento	1
Centro de Capacitación CEDA Villa flora	1
Cerro 3	0
Switches necesarios	7

Cabe recalcar que en los cerros nos es necesario el uso de switches ya que los radios se conectan espalda con espalda, por medio del IDU que cada radio tiene, ya que estos equipos cuentan con un puerto WAN y uno Ethernet. Adicionalmente a los equipos mencionados en la tabla anterior necesitan equipos para conformar las redes internas LAN de cada entidad, esto se logrará con la ayuda de equipos “Router” inalámbricos que se instalarán en cada escuela o entidad beneficiaria, para que las computadoras se conecten a dicho “Router” se instalarán tarjetas de red inalámbricas en cada máquina.

Esta solución permitirá una instalación, configuración y administración más sencilla, de las redes internas de cada entidad beneficiaria.

Tabla 4. 10 Tarjetas de Red Inalámbricas Requeridas

Número de PC's en Cibernarios		
Existentes	Donadas por el municipio	Total
348	273	621
Número de PC's Nodos principales		
Existentes	Donadas por el municipio	Total
30	30	60
Tarjetas de Red Necesarias		681

Tabla 4. 11 Enrutadores Inalámbricos Requeridos

Número de Entidades Beneficiadas	17
Número de “Routers” Inalámbricos necesario	17

4.8.1 Requerimientos de Equipos

Se recomiendan equipos de características similares a las indicadas a continuación:

Para los Ruteadores Inalámbricos Internos

- Deben proporcionar hasta 54Mbps de velocidad de transferencia de datos
- Deben ser compatible con dispositivos que operen en 802.11b/g
- Switch de 4 puertos para incorporar a red dispositivos cableados (Ethernet)
- Deben soportar VPN Passthrough
- Deben soportar encriptación WPA (TKIP) y WPA2 (AES)
- Asistente de configuración amigable http o web.
- Smart QoS (Calidad de Servicio Inteligente).
- Deben Soportar DHCP.

Para los enlaces de 5.8GHz

- El radio debe de cumplir el estándar IEEE 802.11a/b/g
- El tipo de modulación debe de ser OFDM
- La banda de frecuencia debe ser 5.3/5.4/5.8GHz, con 11 canales no coincidentes.
- La Potencia máxima de transmisión debe ser de 1 W (30dBm)
- La sensibilidad de los equipos debe estar de -91dBm a -76dBm.
- Los equipos deben de tener DPS (*Dynamic Frequency Selection*).
- Las velocidades de transmisión de datos deben ser hasta 54 Mbps.
- Deben tener conector para antena externa.
- El Rango de distancias efectivas del enlace debe ser de hasta 15Km.

- Los equipos deben tener capacidad de administración vía inalámbrica, Ethernet, y debe ser basado en Web (http, https). Usando autenticación de usuario y contraseña.
- Los enlaces deben ser gestionables vía SNMP.
- Los equipos deben tener parámetros de seguridad basadas en encriptación de paquetes WPA-PSK (AES, *Advanced Encryption Standard*).
- Deben Soportar VPN
- Los equipos deben tener capacidad de soportar protocolos de ruteo: dinámico y estático.
- La interfase hacia la red del cliente debe ser 10/100 Base T
- Los equipos deben soportar condiciones climáticas extremas: 90% de humedad, -40°C a +55°C.

CAPÍTULO V

MARCO REGULATORIO

5.1 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 (Secretaría Nacional de Telecomunicaciones), y la SUPTEL (Superintendencia de Telecomunicaciones) que es la encargada de su control y supervisión.

Según el artículo 58 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, se dispone que el Consejo Nacional de Telecomunicaciones, en uso de sus facultades, expedirá el Reglamento que se aplicara para otorgar las concesiones de los servicios de telecomunicaciones; el cual deberá contener las disposiciones necesarias para la creación de un Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en las Áreas Rurales y Urbano-Marginales, el cual será financiado por las empresas operadoras de telecomunicaciones, con aportes que se determinen en función de los ingresos.

Mediante Resolución 394-18-CONATEL-2000, publicada en el Registro Oficial 193 de 27 de octubre del 2000, se expide el Reglamento del Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano-Marginales, en el que constan las normas relativas al objetivo, alcance y definiciones, fines, administración y estructura administrativa, recursos (incluyendo asignaciones que realice el CONATEL), programas y proyectos, otorgamiento de la concesión, contrato de financiamiento, desembolso de fondos, fiscalización y coordinación y cooperación con organismos nacionales e internacionales.

5.1.1. 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, según como le estipula en el artículo 3 del Reglamento del FODETEL para el Desarrollo de la Telecomunicaciones en áreas Rurales y Urbano Marginales.

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

a) Financiar la implementación, operación y fiscalización de los planes, programas y proyectos que forman parte del POA del FODETEL, para garantizar el acceso universal a las tecnologías de información y comunicación, así como la realización de estudios de carácter técnico, jurídico y socioeconómicos, levantamientos de campo, desarrollo e investigación para transferencia tecnológica en temas de telecomunicaciones, tecnologías de información y comunicación TIC 's y sociedad de la información; actividades de seguimiento, supervisión y fiscalización que se consideren necesarias y los subsidios directos en beneficio de usuarios que cumplan una función social.

b) Incrementar la conectividad mediante la ampliación de la cobertura en la prestación de servicios de telecomunicaciones, con miras a la universalización en la prestación de estos servicios.

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

d) Facilitar la participación prioritaria del Estado, a través de las empresas públicas o aquellas en las que mantenga más del 51 % de acciones o participaciones, en la ejecución del POA del FODETEL para alcanzar los fines sociales establecidos en la Constitución.

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

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

g) Coadyuvar en el fortalecimiento, estructuración, ejecución y evaluación del Plan de Servicio Universal, Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones y demás planes, programas o políticas de interés nacional o social emitidas por la Función Ejecutiva a través de la administración central e institucional, así como de planes, programas y proyectos que fortalezcan el desarrollo integral del Estado y fundamentalmente en el desarrollo de los sistemas nacionales de educación, salud y productivos del país.

h) Promover la creación de contenidos nacionales y regionales que faciliten e impulsen el desarrollo económico, social, cultural y político de la comunidad nacional.

Según el Artículo 24 del reglamento los planes, programas y proyectos serán seleccionados sobre la base de la relación costo/beneficio social y económico que presenten los respectivos estudios. Adicionalmente, se tornaran en cuenta los siguientes parámetros de prioridad;

- ✓ Atención a las áreas de educación, salud, seguridad ciudadana, seguridad nacional, producción y medio ambiente;

- ✓ Atención a las zonas fronterizas;
- ✓ Áreas o usuarios de exclusiva vulnerabilidad social (función social).
- ✓ Participación e interés de actores sociales en la estructuración, implementación, evaluación, seguimiento y sostenibilidad.

Los parámetros de prioridad contribuirán a:

- ✓ Proveer servicios de telecomunicaciones en áreas no servidas y/o poco atendidas
- ✓ Incrementar la prestación de servicios de telecomunicaciones en áreas con menor índice de penetración.
- ✓ Disminuir la brecha digital.
- ✓ Mejorar los índices socioeconómicos
- ✓ Incrementar la conectividad.
- ✓ Fomentar el uso masivo del Internet.
- ✓ Garantizar el acceso universal a las tecnologías de la información y comunicación.

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 definidos por la Dirección del FODETEL y aprobados 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.
- Redes de interés social son aquellas que pueden ser utilizadas por personas jurídicas de derecho público en beneficio exclusivo de un plan, programa o proyecto de interés social, financiado total o parcialmente por el FODETEL y

que permiten conectar distintas instalaciones de propiedad estatal o bajo su control, así como de instituciones privadas cuando exista un fin de carácter educativo, de salud o comunitario. Su operación requiere de una autorización otorgada por el CONATEL y en caso de necesitarse frecuencias, de un título habilitante otorgado por el CONATEL o el registro o autorización correspondientes. En todos los casos se requerirán los informes previos de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, la presentación de un informe específico en el que se califique el interés público o social.

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.

5.1.2. 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 ha solucionado los problemas de interferencia.

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

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

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

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

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

- Formulario RC-1B. Formulario para información legal (Sistemas de MDBA).
- Formulario RC-2A. Formulario para la información de la infraestructura del sistema de radiocomunicaciones.
- Formulario RC-3A. Formulario para información de antenas.
- Formulario RC-4A. Formulario para información de equipamiento.
- Formulario RC-9A. Formulario para los Sistemas MDBA punto – punto.
- Formulario RC-9B. Formulario para los Sistemas MDBA punto – multipunto.
- Formulario RC-9C. Formulario para los Sistemas MDBA móviles.
- Formulario RC-14A. Esquema del Sistema
- Formulario RC-15A. Emisiones del RNI (Radiación no Ionizante)

Además de otros documentos que la SENATEL pueda requerir.

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

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

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

CAPÍTULO VI

ANALISIS ECONOMICO

6.1 Análisis de los costos de las redes y equipamiento

En este capítulo se realizará el análisis de costos para saber si este proyecto es factible, ya que es un proyecto que va a ser financiado por el municipio del distrito metropolitano de quito y el gobierno central a través de Fodetel 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, que se presentan en los anexos.

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 equipos

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
AP/CPE 5,8GHz Tranzeo TR-5Plus-Nf	27	\$ 839	\$ 22.646
Antena Direccional 22dBi (5.8GHz)	12	\$ 50	\$ 600
Antena Direccional 24dBi (5.8GHz)	3	\$ 85	\$ 255

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Antena Direccional 29dBi (5.8GHz)	12	\$ 139	\$ 1.662
UPS's	17	\$ 70	\$ 1.190
TOTAL			\$ 26.354

Tabla 6. 2 Costos de equipamiento de red interna

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Ruteador Inalámbrico	17	\$ 124	\$ 2.108
Tarjetas de Red Inalámbricas PCI	681	\$ 104	\$ 70.824
Impresora Láser	17	\$ 100	\$ 1.700
Router Cisco	2	\$ 200	\$ 400
Instalación y Configuración de PC's y Tarjetas de Red	681	\$ 32	\$ 21.792
Configuración Router Inalámbrico y Pruebas de LAN	17	\$ 96	\$ 1.632
TOTAL			\$ 98.456

Tabla 6. 3 Costo de equipos extras

Equipo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Extensiones	17	\$ 10	\$ 400
Servidor para el nodo central	2	\$ 5.000	\$ 10.000
Switch 8 puertos	7	\$ 70	\$ 493
Equipo e Instalación del Servidor Linux	1	\$ 1.440	\$ 1.440
Configuración de Proxy Cache con SQUID	1	\$ 240	\$ 240
Configuración de Firewall Avanzado con IP Tables	1	\$ 320	\$ 320
TOTAL			\$ 12.893

Tabla 6. 4 Costo Total de Equipos

COSTO TOTAL DE EQUIPOS	
Costos de Equipos	\$ 26.354
Costos de Equipos de Red Interna	\$ 98.456
Costos de Equipos Extra	\$ 12.893
TOTAL	\$ 137.703

6.1.2 Costo de Infraestructura

Tabla 6. 5 Costo de Infraestructura

Costo de Infraestructura e Ingeniería				
Infraestructura	Torre Tipo RHON 25G 15m	7	\$ 1.993,60	\$ 13.955,20
	Torre Tipo RHON 25G 10m	16	\$ 1.196,16	\$ 19.138,56
Instalaciones de Ingeniería	Instalación de Equipos de Radio	27	\$ 340,80	\$ 9.201,60
	Instalación de Mástiles	23	\$ 612,80	\$ 14.094,40
	Configuración y Pruebas	27	\$ 120,00	\$ 3.240,00
	Ingeniería de Detalle	1	\$ 2.400,00	\$ 2.400,00
TOTAL				\$ 62.029,76

6.2 Costo total de la Inversión, 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 todos los cibernarios era necesario contratar un canal dedicado de 1048 Mbps en cada nodo, 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. 6 Costo del Servicio de Internet

Internet			
Servicio	Cantidad	Pago Mensual	Pago en 5 años
Canal dedicado 1048Kbps	2	\$ 750	\$ 90.000
Instalación	2	\$ 500	\$ 1.000
TOTAL			\$ 91.000

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:

$$\text{Costo de mantenimiento} = \$51.527 * 0.01 * 60 \text{ meses (5 años)} = \$2576,35$$

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

Tabla 6. 7 Costos de Operación y Mantenimiento

Costo de operación y mantenimiento	
Servicio de Internet	\$ 91.000,00
Mantenimiento	\$ 2.576,35
Alquiler del espectro radioeléctrico	\$ 5.400,00
TOTAL	\$ 98.976,35

6.1.2 Costo Final del Proyecto

Tabla 6. 8 Costo total del Proyecto

Costo final del Proyecto	
Costo total de equipos	\$ 137.703
Costo de Infraestructura	\$ 62.030
Costo de operación y mantenimiento	\$ 98.976
TOTAL	\$ 298.709

6.3 Análisis de sensibilidad económica

El análisis de la sensibilidad económica o 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 podemos ver rentabilidad del proyecto y tiempo de recuperación de la inversión.

Se realiza la comparación de los ingresos con los egresos lo cual se presentará en el ANEXO 7, donde solo nos daría una visión más clara, ya que por ser éste un proyecto de carácter social no se tendrá ninguna retribución económica.

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

VAN: Valor Actual Neto

Esta variable nos permite proyectar el valor del proyecto a futuro en el presente.

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:

Tabla 6. 9 Cálculo del TIR y VAN

Tasa Interna de Retorno (TIR)	14,8 %
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	512
Periodo de Recuperación (Años)	0,93
Periodo Recuperación Descontado (Años)	4,88

Que son valores que nos permiten decir que si es viable el proyecto teniendo en cuenta que es financiado por el gobierno. El valor de la TIR al ser un proyecto social es aceptable si se encuentra en el rango de 13 al 26 %.

6.4 Plan 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 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-café, 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 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 .

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 tendrían ningún futuro a seguir creciendo y beneficiando a la comunidad.

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.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Comprender la importancia de la tecnología dentro de la comunidad es muy importante, y desarrollar proyectos que ayuden aprovecharla aun más.
- Las principales causas para que en un país se profundice la brecha digital son la escasa infraestructura, los altos costos, y la falta de capacitación, lo cual causa que la población se aisle de la sociedad del conocimiento, como es el caso de nuestro país Ecuador.
- La introducción de las TIC permite a una comunidad hacerse visible, dando a conocer su vida cotidiana, sus esfuerzos, proyectos y necesidades. Además, posibilita el acceso a la información y al conocimiento.
- Conocer los elementos de un enlace y su aporte a todo el presupuesto, en términos de ganancias o pérdidas, es crucial para implementar una red inalámbrica que funcione en forma confiable. Los cinco temas más importantes que se deben tomar en cuenta son:
 1. Tener un buen presupuesto de enlace es un requerimiento básico para el buen funcionamiento del mismo.
 2. Un presupuesto de enlace de una red inalámbrica es la cuenta de todas las ganancias y pérdidas desde el radio transmisor hacia el receptor.
 3. Las pérdidas más grandes del enlace se producen en la propagación en espacio libre debido a la atenuación geométrica de la señal.

4. EIRP o PIRE es un valor que especifica la máxima potencia que está transmitiendo al espacio.
 5. La sensibilidad del receptor es un parámetro que indica el valor mínimo de potencia que se necesita para alcanzar una cierta tasa de bit.
- La tecnología más apropiada para implementar la Conectividad en este proyecto, es WiFi con un grupo de enlaces radiales OFDM en la banda de 5Ghz.
 - La probabilidad de interferencia en la banda de 5GHz es menor a las de 2.4GHz, es por esto que se optó por ésta banda en el diseño pues es menos susceptible a interferencia, y al encontrarse en ciudad es un factor determinante.
 - Un software de diseño de redes, como Radio Mobile, es de gran ayuda a la hora de planificar y simular las mismas, las prestaciones de este programa permiten tener una aproximación a la realidad muy eficaz y confiable.

7.2 Recomendaciones

- Se recomienda el uso de las frecuencias 5Ghz y 2.4GHz para los enlaces radiales por su baja difusión en el mercado ecuatoriano rural, y por su característica de bandas “ISM”, especificada por el CONATEL en resolución 417-15-CONATEL-2005.
- Los equipos CPE tienen capacidad de transmisión de datos de hasta 54Mbps, no se recomienda limitar este ancho de banda, pero si administrar en los AP, de tal manera que se pueda brindar un servicio de calidad y seguridad para cada escuela. Este control se recomienda hacerlo usando Switch Capa 4 mediante los métodos de QoS y ACL en IP.

- Se recomienda el uso de AP (Ruteadores Inalámbricos) internos para la conectividad en cada escuela, de tal manera que se optimice el uso de cableado de red, dando así mayor facilidad a las instalaciones internas.
- Un punto crítico de las redes inalámbricas radica en la seguridad de estas, son ciertamente vulnerables, por lo que es recomendable la encriptación para los enlaces, usando WEP, WPA, WPA2.
- Se recomienda solicitar a la empresa que implemente el proyecto, que provea de una solución de monitoreo de la red, para administrar y poder manejar el tráfico de la misma.
- Se recomienda la capacitación a los encargados de cada una de las entidades beneficiarias, para garantizar el uso adecuado de las instalaciones así como del servicio prestado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hernando Rábanos José María, Transmisión por Radio (5ª), EDITORIAL UNIVERSITARIA RAMON ARECES
- [2] C. Steger, P. Radosavljevic, P. Frantz, Performance of IEEE 802.11 Wireless LAN in an Emulated Mobile Channel, IEEE VTC.
- [3] ADVISORY COMITTEE FOR ONLINE LEARNING, The e-learning evolution in Colleges and Universities, CMEC
- [4] L. Ahumada, R. Feick, R. A. Valenzuela, “Characterization of temporal fading in urban fixed wireless links” IEEE.
- [5] G. Durgin, T. S. Rappaport, H. Xu, “5.8-GHz radio pathloss and penetration loss measurements in and around homes and trees,” IEEE.
- [6] Grupo de Telecomunicaciones Rurales, “Redes Inalámbricas para Zonas Rurales”, Pontificia Universidad Católica del Perú
- [7] Alberto Escudero Pascual, “Proyecto Tricalcar”
- [8] Recomendaciones: UIT-R.
- [9] <http://www.cplus.org/rmw/english1.html> (Radio Mobile)
- [10] <http://www.qsl.net/n9zia/wireless/page01.html>
- [11] <http://www.datawaves.com/telecomunicacio/download/tutorial.doc>

ANEXOS

ANEXO 1

Información de los Cibernarios del Distrito Metropolitano de Quito

No.	Tipo de Cibernario	Nombre	Zona administrativa	Datos de la Dirección				Datos de la Autoridad o encargado		Total
				Parroquia	Barrio	Calles-Numero	Referencia Ubicación	Titulo	Nombre	
1	Biblioteca	Calderón	Calderón	Calderón	Parque Central	Calle Murguetio y 9 de Agosto		Señora	Miriam Puebla	11
2	Biblioteca	Llano Grande	Calderón	Llano Grande	Bendín	Casa Comunal-Sector El Mercado		Señora	Isabel Andrango	12
3	Cibernario	Calderón	Calderón	Carapungo		Av. Geovanny Calles 976 Y Av. Vacari		Doctora	Lucia del Carmen Chuga Morán	6
4	Centro Cultural	Metropolitano	Centro	San Roque		García Moreno y Espejo			Rodrigo Estrella	45
5	Centro de Capacitación	ICAM	Centro	San Roque		Benalcázar y Olmedo		Ingeniero	Hernán Hidalgo	15
6	Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	Eloy Alfaro	La Magdalena	Villaflora	Juan de Padilla entre Pedro de Alfaro y Alonso Fernández Oe 1163	Antigua Comandancia	Licenciado	Blanca Lia Pesantez	15
7	Cibernario	La Delicia	La Delicia	Cotocollao		Unión y Progreso Oe4-782 y Av. La Prensa		Señor	Iván Borja	22

No.	Tipo de Cibernario	Nombre	Zona administrativa	Datos de la Dirección				Datos de la Autoridad o encargado		Total
				Parroquia	Barrio	Calles-Numero	Referencia Ubicación	Título	Nombre	
8	Centro Cultural	Conocoto	Los Chillos	Conocoto	Centro	Simón Bolívar y Antonio José de Sucre Esq.		Licenciada	Inés Ximena Lasso Machado	20
9	Centro Cultural	Ilaló	Los Chillos	La Merced		Vía Intervalles	Balneario El Tingo	Licenciada	Kingman Carmen Elena	10
10	Centro Cultural	Alangasí	Los Chillos	Alangasí	Alangasí			Licenciado	Mario Molina	10
11	Centro de Capacitación	Norte	Norte	Iñaquito		Av. Amazonas 4532 y Pereira		Doctora	Verónica Ramírez	20
12	Centro de Capacitación	La Mariscal	Norte	Santa Prisca		Baquerizo Moreno E7-50 entre Almagro y Reina Victoria	Del Banco de Guayaquil hacia el Sur Parque Gabriela Mistral	Arquitecto	Aguayo Enrique	15
13	Centro de Capacitación	Comité del pueblo	Norte	Comité del pueblo		Mariano Burbano y Ramón Jiménez	5 cuadras abajo del Estadio del Comité	Señor	Jiménez Miguel	10

No.	Tipo de Cibernario	Nombre	Zona administrativa	Datos de la Dirección				Datos de la Autoridad o encargado		Total
				Parroquia	Barrio	Calles-Numero	Referencia Ubicación	Titulo	Nombre	
14	Centro de Capacitación	San Juan	Centro		San Juan	Tapi y Aipi Esq.	Edificio John f. Kenedy junto al mercado de San Juan, en la casa barrial		Fany Dinna Barcia Quiñones	15
15	Centro de Capacitación	Guambrateca	Centro	San Marcos		Javier Gutiérrez N359 y Junín		Licenciado	Joselo Santillán	7
16	Cibernario	Factoría del Conocimiento	Centro	San Sebastian	La Recoleta	Av. Maldonado Oe-172 y Cardenal de La Torre		Ingeniero	Steven Flores Jaramillo	30
17	Cibernario	FEUE	Centro	La Gasca		Cdla. Universitaria	Frente al hospital Universitario	Doctor	Carlo Carvajal	40

ANEXO 2
Indicadores Sociales

Sector / Indicador	Medida	Quito
EDUCACIÓN - POBLACIÓN		
Analfabetismo	%(15 años y más)	4,4
Analfabetismo - hombres	%(15 años y más)	3,1
Analfabetismo - mujeres	%(15 años y más)	5,5
Analfabetismo funcional	%(15 años y más)	12,1
Analfabetismo funcional - hombres	%(15 años y más)	10,1
Analfabetismo funcional - mujeres	%(15 años y más)	13,9
Escolaridad	Años de estudio	9,6
Escolaridad - hombres	Años de estudio	10
Escolaridad - mujeres	Años de estudio	9,1
Primaria completa	%(12 años y más)	82,4
Primaria completa - hombres	%(12 años y más)	84,7
Primaria completa - mujeres	%(12 años y más)	80,3
Secundaria completa	%(18 años y más)	36,8
Secundaria completa - hombres	%(18 años y más)	39,6
Secundaria completa - mujeres	%(18 años y más)	34,3
Instrucción superior	%(24 años y más)	30,6
Instrucción superior - hombres	%(24 años y más)	34,3
Instrucción superior - mujeres	%(24 años y más)	27,2
EDUCACIÓN - COBERTURA Y ACCESO		
Tasa bruta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	115,4
Tasa bruta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	115,5
Tasa bruta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	115,2
Tasa bruta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	125,1
Tasa bruta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	124,5
Tasa bruta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	125,8
Tasa bruta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	86,1
Tasa bruta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	88,2
Tasa bruta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	84
Tasa bruta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	37
Tasa bruta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	38,1
Tasa bruta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	35,9
Tasa neta de escolarización básica	%(5 a 14 años)	91,4
Tasa neta de escolarización básica - hombres	%(5 a 14 años)	91,7
Tasa neta de escolarización básica - mujeres	%(5 a 14 años)	91,1
Tasa neta de escolarización primaria	%(6 a 11 años)	94,6
Tasa neta de escolarización primaria - hombres	%(6 a 11 años)	94,6
Tasa neta de escolarización primaria - mujeres	%(6 a 11 años)	94,5
Tasa neta de escolarización secundaria	%(12 a 17 años)	60,4
Tasa neta de escolarización secundaria - hombres	%(12 a 17 años)	61,5
Tasa neta de escolarización secundaria - mujeres	%(12 a 17 años)	59,3
Tasa neta de escolarización superior	%(18 a 24 años)	21,4
Tasa neta de escolarización superior - hombres	%(18 a 24 años)	21,5
Tasa neta de escolarización superior - mujeres	%(18 a 24 años)	21,3

Tasa de escolarización 5 a 14 años	Porcentaje	91,6
Tasa de escolarización 5 a 14 años - hombres	Porcentaje	92
Tasa de escolarización 5 a 14 años - mujeres	Porcentaje	91,3
Tasa de escolarización 6 a 11 años	Porcentaje	95
Tasa de escolarización 6 a 11 años - hombres	Porcentaje	95
Tasa de escolarización 6 a 11 años - mujeres	Porcentaje	94,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años	Porcentaje	78,6
Tasa de escolarización 12 a 17 años - hombres	Porcentaje	79,9
Tasa de escolarización 12 a 17 años - mujeres	Porcentaje	77,3
Tasa de escolarización 18 a 24 años	Porcentaje	38,2
Tasa de escolarización 18 a 24 años - hombres	Porcentaje	39,3
Tasa de escolarización 18 a 24 años - mujeres	Porcentaje	37,1
SALUD DE LA NIÑEZ		
Tasa de mortalidad infantil (método directo)	Tasa por 1.000 nacidos vivos	22,2
EMPLEO - OFERTA LABORAL		
Población en edad de trabajar (PET)	Número	1.407.526
Población económicamente activa (PEA)	Número	785.054
Tasa bruta de participación laboral	Porcentaje	42,7
Tasa global de participación laboral	Porcentaje	55,8
TRABAJO INFANTIL Y ADOLESCENTE		
Niños/as que trabajan y no estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	7,2
Niños/as que no trabajan ni estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	7,5
Niños/as que no trabajan y sí estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	83,3
Niños/as que trabajan y estudian de 8 a 17 años	Porcentaje	2,1
VIVIENDA		
Viviendas	Número	484.074
Hogares	Número	485.703
Casas, villas o departamentos	%(viviendas)	77,9
Piso de entablado, parquet, baldosa, vinil, ladrillo o cemento	%(viviendas)	93,8
Agua entubada por red pública dentro de la vivienda	%(viviendas)	75,7
Red de alcantarillado	%(viviendas)	83,4
Sistemas de eliminación de excretas	%(viviendas)	96,2
Servicio eléctrico	%(viviendas)	97,6
Servicio telefónico	%(viviendas)	58,4
Servicio de recolección de basura	%(viviendas)	90
Déficit de servicios residenciales básicos	%(viviendas)	30,1
Vivienda propia	%(hogares)	49,7
Personas por dormitorio	Promedio	2,2

Hacinamiento	%(hogares)	15
Servicio higiénico exclusivo	%(hogares)	78,4
Ducha exclusiva	%(hogares)	68,9
Cuarto de cocina	%(hogares)	88,9
Uso de gas o electricidad para cocinar	%(hogares)	98
Uso de gas para cocinar	%(hogares)	96,2
Uso de leña o carbón para cocinar	%(hogares)	1,9
POBREZA		
Incidencia de la pobreza de consumo	%(población total)	18,8
Incidencia de la extrema pobreza de consumo	%(población total)	4,6
Pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	33,6
Extrema pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)	%(población total)	10,1
Personas que habitan viviendas con características físicas inadecuadas	%(población total)	6,5
Personas que habitan viviendas con servicios inadecuados	%(población total)	16,2
Personas en hogares con alta dependencia económica	%(población total)	1,5
Personas en hogares con niños que no asisten a la escuela	%(población total)	3,9
Personas en hogares con hacinamiento crítico	%(población total)	18,6
PROGRAMAS SOCIALES - BIENESTAR SOCIAL		
Bono de Desarrollo Humano - madres	Número	63.661
Bono de Desarrollo Humano - tercera edad	Número	22.708
Bono de Desarrollo Humano - discapacitados	Número	1.088
Bono de Desarrollo Humano - todos los beneficiarios	Número	87.457
POBLACIÓN - DINÁMICA DEMOGRÁFICA		
Población (habitantes)	Número	1.839.853
Población - hombres	Número	892.570
Población - mujeres	Número	947.283
Población - menores a 1 año	Número	31.808
Población - 1 a 9 años	Número	329.434
Población - 10 a 14 años	Número	180.430
Población - 15 a 29 años	Número	543.161
Población - 30 a 49 años	Número	475.101
Población - 50 a 64 años	Número	167.789

Población - de 65 y más años	Número	112.130
Población afroecuatoriana	Número	57.276
Población indígena	Número	61.122
Población mestiza	Número	1.482.034
Población Blanca	Número	235.315
Índice de feminidad	%(mujeres c/100 hombres)	106,1
Proporción de mujeres	%(población total)	51,5

ANEXO 3

Tabla comparativa de Tecnologías de Acceso

Tecnología	Ventajas	Desventajas
WiFi	Gran Flexibilidad	La seguridad
	Muy poca planificación y tiempo de implantación	El espectro radioeléctrico que utiliza está muy saturado hoy día
	Diseño de los equipos es muy sencillo y de fácil integración	Menor calidad de servicio que las redes cableadas
	Robustez ante fallos de la integridad de la red	Sensibles a interferencias
	mayor cobertura que las redes clásicas de cable	Requieren de línea de vista
	Ilimitada capacidad de implantación	
	Precio	
XDSL	La infraestructura ya está disponible en la mayoría de casos	Incompatibilidades
	alta velocidad	Diferencias en cuanto a ancho de banda, atenuación, distancia o calibre (0.4 – 0.6mm) del par trenzado utilizado, para cada tecnología xDSL
	Conexión interrumpida	El Ruido las interferencias degradan altamente la calidad de las señales
	Red de Acceso domestica y personal	Diafonía en cables multipares
	Flexibilidad	Problema de la longitud del bucle
	Totalmente digital	Dimensionamiento
	Bajo costo	dificultades para integrar todos los servicios
	Seguridad	
	Facilidad en el crecimiento del servicio	
	Capacidad de integración en redes de fibra	
FIBRA	Alta capacidad de crecimiento y escalado	La capacidad del canal ascendente y descendente es compartida por todos los usuarios de la red de distribución
	Capacidad Integración de otras tecnologías de acceso, como el xDSL	La velocidad de transmisión de la red se ve altamente afectada por las condiciones de propagación de las señales eléctricas
	Asignación dinámica de recursos	Equipos activos de la red de como amplificadores, introducen ruido y generan una alta degradación en la red,
	Posee una capacidad nominal de hasta 40Mbps y una capacidad efectiva de hasta 30Mbps en el canal descendente y de 10Mbps en de retorno,	Las redes de cable son un medio compartido
	Al ser un sistema cableado, que requiere de una infraestructura de red independiente por operador, el espectro es el medio de transmisión y por lo tanto, el ancho de banda disponible es exclusivo para cada uno de ellos	poseen un elevado costo de implantación, debido a la necesidad de realizar una obra civil para la instalación de la infraestructura de red
	Capacidad de integrar todos los servicios de manera transparente bajo un único acceso para el usuario final.	puede tener problemas en el canal de retorno cuando la carga es excesiva,
	elevado ancho de banda	

Tecnología	Ventajas	Desventajas
	Capacidad de soportar indistintamente servicios a tiempo real (telefonía, videoconferencia), o servicios de datos, de Internet, VoD y alta latencia de transmisión.	
Satelital	Admiten múltiples topologías de red, y sistemas de transmisión.	Los satélites que prestan el servicio en el espacio, lo hacen por un tiempo finito de entre 10 a 15 años
	Los satélites GEO, y en menor medida los MEO y LEO, debido a la órbita a gran altura en la que orbitan poseen una amplia cobertura geográfica	el número de usuarios que se puede atender viene limitado por la capacidad disponible en la interfaz radio, normalmente en el enlace ascendente
	son tecnología de última generación	sistemas con deficiencias elevadas de seguridad
	poseen capacidades comparables a enlaces STM-16 de fibra óptica	Los sistemas satelitales comerciales y de comunicaciones operan en la banda Ku y C, lo cual les hace altamente sensibles a las atenuaciones durante la transmisión de la lluvia, la atmósfera y otros elementos medioambientales.
	permiten eliminar los problemas asociados con la distancia propia de los sistemas inalámbricos y xDSL	
	el despliegue de los terminales satélite es rápido	La transmisión, sobre todo en el enlace descendente se ve muy afectada por los obstáculos físicos que puede encontrarse, como árboles, montañas, edificios, etc.
	no requiere de ningún tipo de cableado, o infraestructura terrestre	Los sistemas GEO, tienen elevadas limitaciones asociadas al retardo de propagación (250ms.) consecuencia del camino de ida y vuelta (78.000 Km) que debe hacer la señal para propagarse.
	son sistema bidireccionales	Los sistemas del satélite son críticos debido a la imposibilidad de solventar posibles problemas surgido una vez puesto en órbita
	Las velocidades de acceso a Internet o para transmisión de datos IP a través de las redes vía satélite posee velocidades de hasta 4Mbps o incluso más	Los costos de los sistemas bidireccionales son actualmente excesivamente caros para que estén a disposición de los usuarios residenciales
	El costo del servicio es independiente de la distancia de transmisión	
	es una plataforma multiservicio	
Los servicios vía satélite pueden ser integrados en un único enlace de manera transparente y sencilla		

ANEXO 4
Estudio de Campo (Fotos)



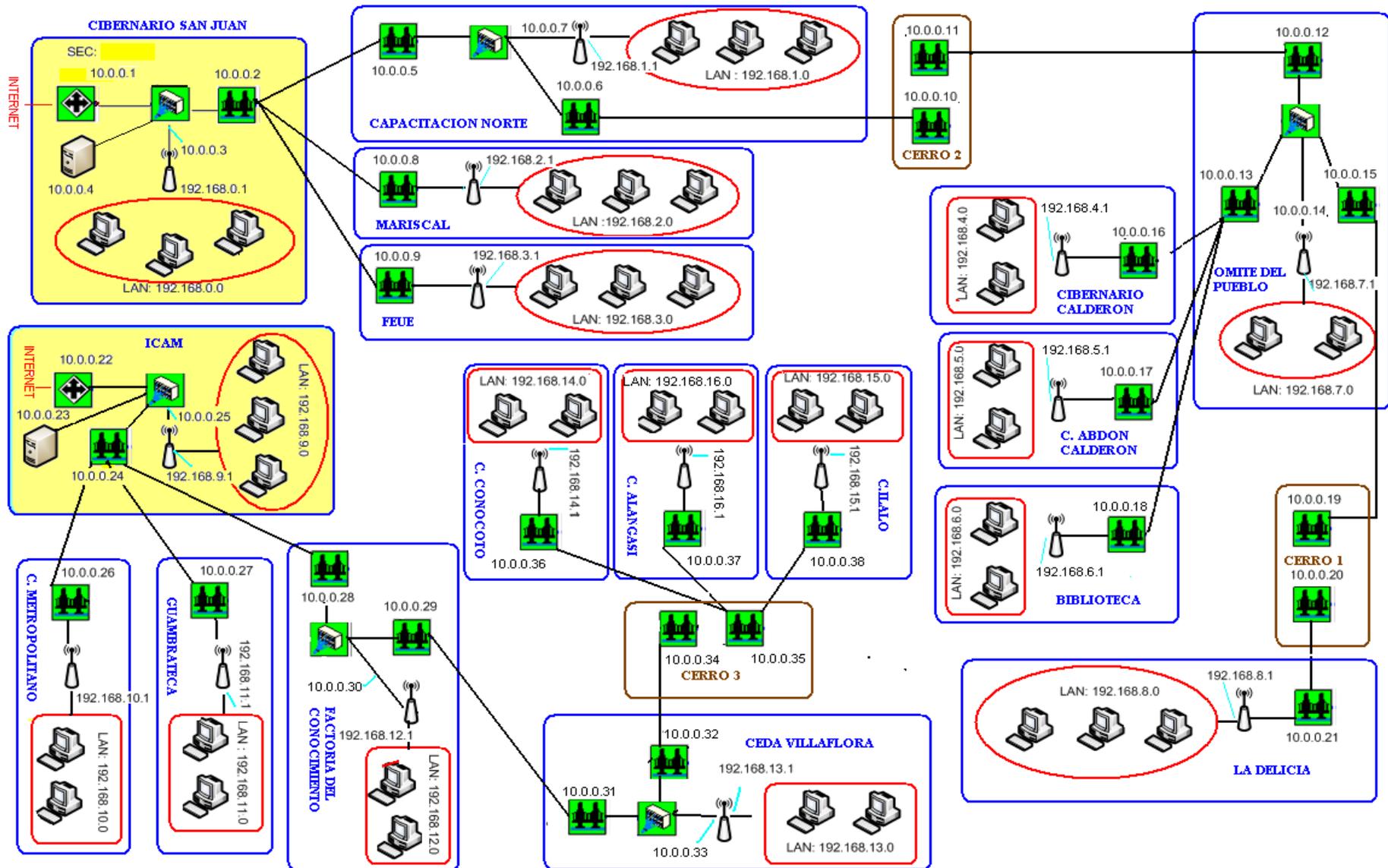








ANEXO 5
Direccionamiento IP



ANEXO 6

Tabla de equipamiento

Tipo de Cibernario	Nombre	AP 5.8GHz	CPE 5.8GHz	Antena Direccional 22dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 24dBi (5.8 GHz)	Antena Direccional 29dBi (5.8 GHz)	Torre 15m	Torre 10m
Biblioteca	Calderón (Centro Abdón Calderón)		1	1				1
Biblioteca	Llano Grande		1			1		1
Cibernario	Calderón		1	1			1	
Centro Cultural	Metropolitano		1	1				1
Centro de Capacitación	ICAM	1		1			1	
Centro de Capacitación	CEDA Villaflora	1	1	2			1	1
Cibernario	La Delicia		1			1		1
Centro Cultural	Conocoto		1			1		1
Centro Cultural	Ilaló		1			1		1
Centro Cultural	Alangasí		1			1		1
Centro de Capacitación	Norte	1	1			2		1
Centro de Capacitación	La Mariscal		1		1			1
Centro de Capacitación	Comité del pueblo	1	1	1		1	1	
Centro de Capacitación	San Juan	1				1	1	
Centro de Capacitación	Guambrateca		1	1				1
Cibernario	Factoría del Conocimiento	1	1	2			1	1
Cibernario	FEUE		1	1				1
Cerro1		1	1			2		1
Cerro2		1	1	1	1			1
Cerro3		1	1		1	1	1	1
Total		9	18	12	3	12	7	16

ANEXO 7

Tabla de TIR y VAN

SERVICIO ISP		ESTIMACION DEL FLUJO DE CAJA LIBRE					
		0 2009	1 2010	2 2011	3 2012	4 2013	5 2014
1 Ingresos		-	181.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Clientes		-	40	40	40	40	40
Instalación		-	1.000	-	-	-	-
Pago mensual		-	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
Aporte FODETEL Infraestructura		-	150000				
Aporte FODETEL Internet			18.000	18.000	18.000	18.000	18.000
2 Costos		-15.500	-24.550	-17.000	-17.000	-17.000	-17.000
Costos de Explotación							
	Servicios Básicos	-500	-500	-500	-500	-500	-500
	Nómina	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000	-15.000
	2,50% Actualización de Activos	-	-4.525	-750	-750	-750	-750
	2,50% Mantenimiento	-	-4.525	-750	-750	-750	-750
MARGEN OPERACIONAL BRUTO		-15.500	156.450	13.000	13.000	13.000	13.000
Otros Gastos		-	-1.810	-300	-300	-300	-300
	1% ADMINISTRACIÓN	-	-1.810	-300	-300	-300	-300
3 Gastos no desembolsables		27.541	27.541	27.541	27.541	27.541	27.541
	Depreciación equipos	27.540,60	27.540,60	27.541	27.541	27.541	27.541
MARGEN OPER. ANTES DE IMPUESTOS		12.041	182.181	40.241	40.241	40.241	40.241
4 Cálculo de Tasas e Impuestos		3.510	46.956	10.261	10.261	10.261	10.261
	0% Licencia	500	500				
	25% Impuesto a la Renta	3.010	45.545	10.060	10.060	10.060	10.060
	0,50% Superintendencia de Compañías	-	911	201	201	201	201
MARGEN OPER. DESPUES DE IMPUESTOS		15.551	229.137	50.502	50.502	50.502	50.502
5 Ajuste por Gastos no desembolsables		-27.541	-27.541	-27.541	-27.541	-27.541	-27.541
	Depreciación por equipamiento	-27.541	-27.541	-27.541	-27.541	-27.541	-27.541
6 Costos y Beneficios no afectos a Impuestos		-157.703	-18.736	-18.758	-18.782	-18.809	-18.838
Inversiones		156.703	18.736	18.758	18.782	18.809	18.838
	Equipos	137.703	-	-	-	-	-
	Servidor	4.000	-	-	-	-	-

Mástil 15 m	4.200	-	-	-	-	-	
Mástil 10 m	6.400	-	-	-	-	-	
AP 5.8GHz	5.400	-	-	-	-	-	
CPE 5.8GHz	9.000	-	-	-	-	-	
Antena tipo grilla 22dBi,24dBi,29dBi	2.517	-	-	-	-	-	
Router Cisco	400	-	-	-	-	-	
Switch de 8 puertos	210	-	-	-	-	-	
Impresora Láser	1.020	-	-	-	-	-	
Tarjetas Red y Routers Inalámbricos	21.790	-	-	-	-	-	
UPS	1.190	-	-	-	-	-	
Otros	200	220	242	266	293	322	
Servicio							
Ancho de Banda contratado	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	
Instalación de última milla	1.000	-					
Mantenimiento	516	516	516	516	516	516	
Muebles de oficina	-	-					
Valor Residual Inversión	1.000	-	-	-	-	-	
Equipamiento de acceso	1.000						
Total	Valores en USD	-169.693	182.860	4.203	4.179	4.153	4.123
Tasa de descuento para actualización		14,50%					
Periodo de Recuperación (Años)	-169.693	13.167	17.371	21.550	25.702	29.825	
		0,93					
Periodo Recuperación Descontado (Años)	-169.693	159.703	3.206	2.784	2.416	2.095	
	-169.693	-9.990	-6.784	-4.000	-1.584	512	
		-	-	-	-	4,88	
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14,80%						
Valor Actual Neto (VAN) (US\$)	512						
Periodo de Recuperación (Años)	0,93						
Periodo Recuperación Descontado (Años)	4,88						
Valor Libros	11.628.641	10.398.371	9.168.100	7.937.830	6.707.560	-674.060	

ANEXO 8
Hojas Técnicas



TR-6000f Series Specifications

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

Specifications are subject to change without notice.

Subject to local regulations.

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

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



TR-5plus Series

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

Tranzeo is pleased to announce our all new TR-5plus Series 5.3/5.4/5.8 GHz* products. These are integrated fully functioning radios. That means these units can be configured as an **Access Point**, a **Point to Point** bridge, or a **Client Adapter (CPE)**.

Overall Features:

Controllable High Gain Output

All radios have +23dBm of output. Power can be scaled back for closer installations to avoid noise issues and to meet local regulatory requirements.

Dual Ethernet Ports

This allows you to daisy-chain radios at your installation sites (depending on power requirements). Perfect for back to back point to point scenarios. Also 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-5plus Series requires only 7 Watts.

All New 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 (AES) and user authentication.

WPA and WEP LEDs

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

All New 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 new feature.

*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.

TR0060



TELETRONICS
INTERNATIONAL INC.

www.teletronics.com

Introducing Teletronics' TT™ Series



TT™ 5800

High Power 802.11a Bridge

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

Features

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

Specifications

Standard Compliance:
IEEE 802.11a

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

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

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

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

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

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

Connector:
N-Type Female

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

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

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

Management:
Web and SNMP based Management EZManager

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

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

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

Weight:
5.5 lbs



TT™ 2400

High Power 250mW 802.11b/g Bridge

Features

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

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

Receive Sensitivity:

IEEE 802.11g	IEEE 802.11b
54Mbps: ≤ -72dBm	11Mbps: ≤ -88dBm
48Mbps: ≤ -73dBm	5.5Mbps: ≤ -90dBm
36Mbps: ≤ -77dBm	2Mbps: ≤ -92dBm
24Mbps: ≤ -81dBm	1Mbps: ≤ -95dBm
18Mbps: ≤ -84dBm	
12Mbps: ≤ -86dBm	
9Mbps: ≤ -88dBm	
6Mbps: ≤ -89dBm	

Specifications

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

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

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

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

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

Mounting:
For both wall and pole mount

Enclosure:
Silver Powder Coated Cast Aluminum

Connector:
N-Type Female

Management:

Web and SNMP based Management EZManager

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

RF Channels:
Total of 3 Non-Overlapping Channels

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

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

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

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

Weight:
5.5 lbs

All Rights Reserved. Copyright 2007 Teletronics International, Inc.
2 Choke Cherry Road, Rockville, MD 20850 Tel: 301.309.8500 Fax: 301.309.8851



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

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

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

Application Scenario



RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	License Exempt UNI: 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 (dBm)	+36 to +18 @ 6 Mbps, +33 to +18 @ 36 Mbps, +31 to +18 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity with internal antenna (dBm)	-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 (dBm)	+22 to +4 @ 6 Mbps, +10 to +4 @ 36 Mbps, +17 to +4 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity at the external N Connector (dBm)	-91 @ 6 Mbps, -82 @ 36 Mbps, -69 @ 54 Mbps Self-adapting, depending on the radio modulation
RF Interference Mitigation	TPC/DSS (IEEE 802.11d/h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squelch Control), <i>Proprietary Advanced Noise Immunity</i> *
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	108*, 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, <i>Proprietary sB Enhanced Mode</i> *
Recommended Max Link Distance	For Point to Point Backhaul links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 48dBm): 40 km using external 31 dBi Antenna on both Radios 3 km using Integrated Antenna on both Radios For Point to Multi-Point Links (FCC 5.8 GHz EIRP limit 36dBm): 8 km using external 17 dBi AP Antenna and 25 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 dBm): 2 km using external 17 dBi AP Antenna and 21 dBi CPE Antenna 1.5 km using 14 dBi Integrated Antenna on both Radios
Typical Useful Throughput**	Up to 25 Mbps TCP/IP in Point-to-Point mode and 20 Mbps TCP/IP in Point-to-Multipoint mode Up to 30 Mbps UDP in Point-to-Point mode and 25 Mbps UDP in Point-to-Multipoint mode Up to 10 Mbps Multicast in Point-to-Point mode and 8 Mbps Multicast in Point-to-Multipoint mode
Data Throughput Turbo Booster	<i>Throughput booster in Point-to-Point mode</i> *
Packet Processing Capacity (PPS)	Data : TBD, VOIP: TBD and Video : TBD
Maximum Packet Size	1532 bytes
Clients Supported	Up to 128 clients per radio, <i>Multiple VSSID</i> *
NETWORKING FEATURES	
Operating Modes	Fully transparent Bridge and RIPv2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RIPv2
Network Support	DHCP Client, Relay and Client, NTP Client, PPPoE Relay Agent, VLAN and MPLS pass through
Bandwidth Management (SLA)	MAC or IP based bandwidth management for upstream and downstream rates on wireless interface
Traffic Prioritization (QoS)	IEEE 802.11e for voice, video and data traffic gives multimedia traffic capability, <i>Layer 3 QoS priority queues</i> *
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 ensuring privacy
Wireless Network Access Control	MAC Authentication - internal ACL and RADIUS, PPPoE Relay Agent
VLAN Support	IEEE802.1Q, Management VLAN and VLAN Pass through, <i>User VLAN and VLAN split, 2 IPs for VLAN communication</i> *
MANAGEMENT FEATURES	
Device Management Interface	Web and SNMP based remote management
Remote Network Management	SNMP v2 support, <i>Network Management System</i> **
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 managing different SLA
High Availability System	Self-monitoring and auto-recovery. WatchGuard with Hardened Linux 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 60°/15° antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (Included) [sB2843]	Built-in lightning surge protection. Remote radio hardware reset capability. Input: 100V to 240V AC, 47-63 Hz; Output: 48V DC, 0.67A, 32 Watts
Power Consumption	±48V, 200mA (9.6W), with Power over Ethernet (PoE) Injector
LED Indicators	Ultra bright LEDs for outdoor viewing of RF and Ethernet activity
Device and Electronic Components	Purpose built for harsh environments, extended temperature range electronics, ESD and electrical overstress protection
Radio Operating Environment	-49°F to +140°F (-45°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	Shipping: 12" x 12" x 6" (305 x 305 x 152 mm), approx. 7.28 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: PWG NEXUS1/2 ; Europe: ETSI 301 893, 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 RSSI and link conditions.

For detailed product information, visit
www.smartbridges.com/products/aPNT551_sb3216.asp

To contact us, visit
www.smartbridges.com/contact/

North America • South America • Europe • Russia • Middle East • Africa • South Asia • Asia Pacific

Copyright © 1999-2008 smartBridges.
All rights reserved. (Version 2.1)

The content herein is subject to change without further notice. smartBridges, airHaul, Nexus, airPoint, airClient and/or all other products and/or services referenced herein are either registered trademarks, trademarks or service marks of smartBridges Pie Ltd. All other names are/or may be the trademarks of their respective owners.



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

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

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

Application Scenario



RADIO PARAMETERS	
Radio Frequency Bands*	License Exempt ISM: 2.400 - 2.485 GHz , <i>Licensed band operation from 2.3 to 2.5 GHz bands*</i>
Typical Transmit Output Power with internal antenna (dBm)	+36 to +16 @ 8 Mbps, +34 to +16 @ 36 Mbps, +32 to +16 @ 54/108 Mbps
Typical Receive sensitivity with internal antenna (dBm)	-103 @ 8 Mbps, -98 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
Typical Transmit Output Power at the external N connector (dBm)	+24 to +4 @ 8 Mbps, +22 to +4 @ 36 Mbps, +20 to +4 @ 54 Mbps
Typical Receive sensitivity at the external N Connector (dBm)	-91 @ 8 Mbps, -82 @ 36 Mbps, -74 @ 54 Mbps. Self-adapting, depending on the radio modulation
RF Interference Mitigation	DFS (IEEE 802.11h), Tight Spectral Mask, Carrier sensing receive signal threshold control (Squelch Control), <i>Proprietary Advanced Noise Immunity</i>
RF Channels	14 channels at 5 MHz spacing (3 non-overlapping), 20 MHz ch width, <i>5/10/40 MHz ch width and customized ch plan for up to 14 non-overlapping channels</i>
Wireless Modulations	COFDM with BPSK, QPSK, 16 QAM, 64QAM Modulation, DSSS with CCK, BPSK, QPSK Modulation. Self-adapting modulation to maintain optimal link performance under different environmental conditions
Media Access Control (MAC) Method	DCF (Hybrid Controlled Channel Access, Enhanced Distributed Channel Access), DCF (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, RTS/CTS)
Data Rates	108, 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6, 11, 5.5, 2 and 1 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 802.11b/g, 802.11d, 802.11i, <i>Proprietary sB Enhanced Mode</i>
Recommended Max Link Distance	For Point to Multi-Point Links (FCC 2.4 GHz EIRP limit 36dBm): 15 km using external 17dBi Sector Antenna at sB3215 and 24dBi Dish Parabolic Antenna at sB 3415 CPE 4 km using sB3215 integrated Antenna and 15dBi integrated Antenna at sB3415 For Point to Point Backhaul links (FCC 2.4 GHz EIRP limit 48 dBm): 40 km using external 27 dBi Grid Parabolic Antenna on Both sB3215 Radios 5 km using integrated Antenna on both Radios <i>For Point to Multi-Point and Point-to-Point Links (ETSI 2.4 GHz EIRP limit 20dBm):</i> 3 km using integrated Antenna on both Radios
Typical Useful Throughput**	Up to 25 Mbps TCP/IP in Point-to-Point mode and 20 Mbps TCP/IP in Point-to-Multi-Point mode Up to 30 Mbps UDP in Point-to-Point mode and 25 Mbps UDP in Point-to-Multi-Point mode Up to 10 Mbps Multicast in Point-to-Point mode and 9 Mbps Multicast in Point-to-Multi-Point mode
Data Throughput Turbo Booster	<i>Throughput booster in Point-to-Point mode</i>
Packet Processing Capacity (PPS)	Data : TBD, VOIP: TBD and Video : TBD
Maximum Packet Size	1532 bytes
Clients Supported	Up to 128 clients per radio, <i>Multiple VSSID</i>
NETWORKING FEATURES	
Operating Modes	Fully transparent Bridge and RIPv2 Router modes
Network Redundancy	Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1d)
External RADIUS Support	Authentication and Bandwidth Control
Layer 3 Routing	RIPv2
Network Support	DHCP Client, Relay and Client, NTP Client, PPPoE Relay Agent, VLAN and MPLS pass through
Bandwidth Management (SLA)	MAC or IP based bandwidth management for upstream and downstream rates on wireless interface
Traffic Prioritization (QoS)	IEEE 802.11e for voice, video and data traffic gives multimedia traffic capability , <i>Layer 3 QoS priority queues</i>
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 ensuring privacy
Wireless Network Access Control	MAC Authentication - internal ACL and RADIUS, PPPoE Relay Agent
VLAN Support	IEEE802.1Q, Management VLAN and VLAN Pass through, <i>User VLAN and VLAN split, 2 IPe for VLAN communication</i>
MANAGEMENT FEATURES	
Device Management Interface	Web and SNMP based remote management
Remote Network Management	SNMP v2 support, <i>Network Management System</i>
Device Management Utilities	Link test, Remote wireless firmware upgrade, Link Budget calculator, Radio and Ethernet Traffic Statistics, Configurable Syslog reports and SNMP traps
Calendar Function	Time-of-day based service profiles for managing different SLA
High Availability System	Self-monitoring and auto-recovery, WatchGuard with Hardened Linux 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	12 dBi 60°/35° antenna
External Antenna Connection	One N (Female) Bulkhead Connector (50 Ohm)
PoE Adaptor (Included) [sB2843]	Input: 100V to 240V AC, 47-63 Hz; Output: 48V DC, 0.67A, 32 Watts. Built-in lightning surge protection. Remote radio hardware reset capability.
Power Consumption	±48V, 200mA (9.6W), with Power over Ethernet (PoE) Injector
LED Indicators	Ultra bright LEDs for outdoor viewing of RF and Ethernet activity
Device and Electronic Components	Purpose built for harsh environments: extended temperature range electronics, ESD and electrical overstress protection
Radio Operating Environment	-49°F to +140°F (-45°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	Shipping: 12" x 12" x 6" (305 x 305 x 152 mm), approx. 7.28 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	ROHS, WEEE, 100% Recyclable Biodegradable packaging
Certification	USA: FCC 47 CFR Part 15C, Section 15.247, 15.407 - FCC ID: PWG NEXUS1/2, Europe: ETSI 301 893, CEI Marked, WEEE compliant Canada: RSS 138

* 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 RSSI and link conditions.

For detailed product information, visit
www.smartbridges.com/products/aPNT241_sB3215.asp

To contact us, visit
www.smartbridges.com/contact/

North America + South America + Europe + Russia + Middle East + Africa + South Asia + Asia Pacific

Copyright © 1999-2008 smartBridges.

All rights reserved. (Version 2.1)

The content herein is subject to change without further notice. smartBridges, airHaul, Nexus, airPoint, airClient and/or all other products and/or services referenced herein are either registered trademarks, trademarks or service marks of smartBridges Pte Ltd. All other names are/or may be the trademarks of their respective owners.



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 Ainet 54Mb Outdoor Bridge High Power also represents the perfect solution for bridging networks that are impossible to connect using wired alternatives, including networks separated by difficult terrains, railroads, or bodies of water.

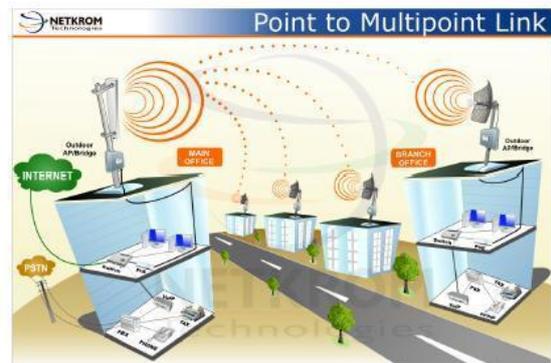
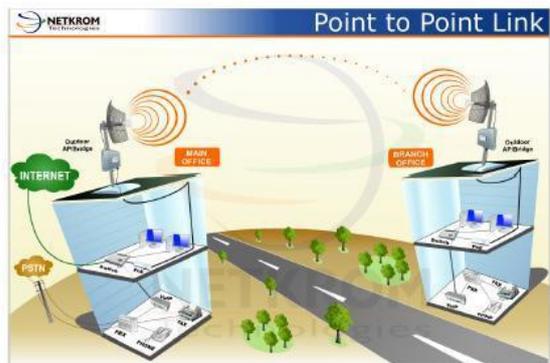
The AIRNET 54Mb Outdoor AP/Bridge series is based in Atheros eXtended Range (XR) chipset and provides powerful features such as High Power, higher throughput, Long Range Parameter Settings, high security 64/128/152 WEP and WPA2, DHCP Server, Spanning Tree Protocol, Web-based Configuration and QOS feature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

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

Features:

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

Applications:





General Specifications:

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

Radio Specifications:

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



Additional Radio Specifications:

Model	RF Modulation	Sensitivity	Range
AIR-BR500GHP	802.11b: DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK)	802.11b: -92dBm@1Mbps, -87dBm@11Mbps	25 miles (40 Km) with 24dBi antenna
AIR-BR500GUHP	802.11g: OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11g: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	31 miles (50 Km) with 24dBi antenna
AIR-BR500AGH	802.11b: DSSS (DBPSK, DQPSK, CCK) 802.11a/g: OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11b: -92dBm @1Mbps, -87dBm@11Mbps 802.11a/g: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	2.4GHz 15 miles (24 Km) with 24dBi antenna 5GHz 15 miles (24 Km) with 32.5dBi antenna
AIR-BR500AHP	802.11a: OFDM (BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM)	802.11a: -90dBm@6Mbps, -70dBm@54Mbps	20 miles (32Km) with 32.5dBi antenna

Ordering Information:

- ▶ AIR-BR500GHP AIRNET 54Mb 802.11b/g 2.4GHz Outdoor AP/Bridge High Power (26dBm/400mW)
- ▶ AIR-BR500GUHP AIRNET 54Mb 802.11b/g 2.4GHz Outdoor AP/Bridge High Power (30dBm/1Watt)
- ▶ AIR-BR500AGH AIRNET 54Mb 802.11a/b/g 2.4/5GHz Outdoor AP/Bridge (23dBm/200mW)
- ▶ AIR-BR500AHP AIRNET 54Mb 802.11a 5GHz Outdoor AP/Bridge High Power (26dBm/400mW)



WE PROTECT YOUR INVESTMENT: WiMAX and 801.11n Support

As a company focused exclusively on Wireless data transmission, Netkrom is committed to long-term product planning, backwards compatibility and the integration of new technologies that will allow it to support traditional enterprise markets. The Netkrom Outdoor AP/Bridge Series will be upgradeable to WiMAX and future 802.11n.

OEM/ODM/WISP ATTENTION

- For special frequency version, MMDS and Licensed band (2300 to 2700 MHz & 4900 to 6100 MHz) Contact us
- For customization or special firmware version and support for open source Linux software, contact us.

ANEXO 9
Cotizaciones

Quito, 05 de Agosto de 2009

No.- COT-09-00259

PARA: Señores
 FODETEL
 Att. Ingeniero.
 Tatiana Oña
 Ciudad.-

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	UNIT. USD.	TOTAL USD.
EQUIPAMIENTO BASES MULTIPUNTO 5.8GHz					
1	TR-5plus Series. Modelo: TR-5plus-Nf. Descripción: Outdoor wireless router, 5170 to 5805 MHz AP, 23dBm output power, N-female connector for external antenna, channel width selectable. Incluye: Outdoor unit, power adapter, PoE injector, montaje 2.5".	10	u.	\$ 651,60	\$ 6.516,00
2	Sector Antenna, 4.9-5.875GHz, 90 Degree, 17dBi, Vertical Polarization. Marca: Netkrom. Modelo: WSG-17SP90V. Descripción: Antena para estación base, 90 grados, 17dBi ganancia en el rango 4,9 - 5,875 GHz ISM/UNII. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector N hembra.	2	u.	\$ 447,79	\$ 895,58
EQUIPAMIENTO CPE's 5.8GHz					
1	Nanostation 5. Marca: Ubiquiti, Modelo: NS5. Descripción: Outdoor wireless router, 5800 MHz, config like CPE with 14dBi internal antenna, 26dBm output. Incluye: Outdoor unit, power adapter, PoE Injector, montaje 2.5".	18	u.	\$ 113,41	\$ 2.041,38
2	Directional grid antenna, 22dBi gain. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG5822G. Descripción: Antena direccional de grilla 22dBi, 5725-58050GHz. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector RP-SMA macho.	10	u.	\$ 171,88	\$ 1.718,80
3	Directional grid antenna, 25dBi gain. Marca: Netkrom. Modelo: WSG-25G. Descripción: Antena direccional de grilla 27dBi, 5725-58050GHz. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector RP-SMA macho.	4	u.	\$ 170,63	\$ 682,52
4	Directional parabolic antenna, 29dBi gain. Marca: Hyperlink Technologies. Modelo: HG5829G. Descripción: Antena direccional parabólica 29dBi, 5725-58050GHz. Incluye: Antena, montaje para torre de 2.5", conector RP-SMA macho.	12	u.	\$ 584,38	\$ 7.012,56

Quito, 05 de Agosto de 2009

No.- COT-09-00259

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	UNIT. USD.	TOTAL USD.
INFRAESTRUCTURA					
1	Torre tipo RHON 25G de 15mts de altura, con vientos. Marca: No aplica. Modelo: Tipo RHON 25G. Descripción: 5 tramos de torre triangular de 3mts, en tubo redondo de 30x20mm, para piemas de torre y varilla de 10mm para el reticulado, cable tensor de acero 3x16, galvanizado en caliente, pintura anticorrosiva blanco-naranja. Incluye: Torre, anclaje, cimentación, malla de tierra.	11	u.	\$ 1.641,18	\$ 18.052,98
2	Pararrayos tipo Franklin de 4 puntas. (Poste 15mts) Marca: Tipo Franklin. Modelo: W4. Descripción: Pararrayo norma IEC 61024-1 fabricado en acero, cable 1/0AWG enchaquetado, aislador, abrazaderas para bajante, material GEM, malla de tierra, suelda exotérmica. Incluye: Pararrayo, montaje pararrayo, aislador, malla de tierra, bajante.	11	u.	\$ 1.250,22	\$ 13.752,42
3	Torre tipo RHON 25G de 9mts de altura, con vientos. Marca: No aplica. Modelo: Tipo RHON 25G. Descripción: 3 tramos de torre triangular de 3mts, en tubo redondo de 30x20mm, para piemas de torre y varilla de 10mm para el reticulado, cable tensor de acero 3x16, galvanizado en caliente, pintura anticorrosiva blanco-naranja. Incluye: Torre, anclaje, cimentación, malla de tierra.	13	u.	\$ 984,71	\$ 12.801,23
4	Pararrayos tipo Franklin de 4 puntas. (Poste 9mts) Marca: Tipo Franklin. Modelo: W4. Descripción: Pararrayo norma IEC 61024-1 fabricado en acero, cable 1/0AWG enchaquetado, aislador, abrazaderas para bajante, material GEM, malla de tierra, suelda exotérmica. Incluye: Pararrayo, montaje pararrayo, aislador, malla de tierra, bajante.	13	u.	\$ 1.205,22	\$ 15.667,86
SUBTOTAL					\$ 79.141,33
I.V.A. 12%					\$ 9.496,96
TOTAL					\$ 88.638,29
Este total incluye I.V.A.					

CONDICIONES GENERALES:

Forma de pago: 60% anticipo - 40% contra-entrega.
 Tiempo de entrega: 3-4 semanas previa orden de compra y entrega del anticipo.
 Tiempo de instalación: No aplica.
 Validez de la oferta: 15 días.
 Garantía: 1 año limitada por el fabricante.

COTIZACIÓN

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	RADIO HIGH POWER ETH SIN ANTENAS	27	\$ 538,00	\$ 14.526,00
	MARCA: IPTECOM MODELO: AEROCOMF50WHPL3EXT FRECUENCIA DE OPERACIÓN: TODA LA BANDA DE 5GHz POTENCIA DE TRANSMISION: 27 dBm CONECTOR TIPO N PARA CUALQUIER ANTENA EXTERNA OPERACIÓN AP / CPE PARA EXTERIORES ALIMENTACION 110 VAC			
2	ANTENA DIRECCIONAL	10	\$ 194,00	\$ 1.940,00
	GANANCIA: 22 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO PANEL DIRECCIONAL CONECTOR TIPO N			
3	ANTENA DIRECCIONAL	2	NO SE DISPONE	NO SE DISPONE
	GANANCIA: 22 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO GRILLA DIRECCIONAL CONECTOR TIPO N			
4	ANTENA DIRECCIONAL	2	NO SE DISPONE	NO SE DISPONE
	GANANCIA: 24 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO DIRECCIONAL CONECTOR TIPO N			
5	ANTENAS SECTORIALES	2	\$ 451,00	\$ 902,00
	GANANCIA: 17 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO PANEL SECTORIAL CONECTOR TIPO N COBERTURA: 90°			
6	ANTENA DIRECCIONAL	10	\$ 217,00	\$ 2.170,00
	GANANCIA: 28 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO PARABOLICA DIRECCIONAL CONECTOR TIPO N			

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
7	ANTENA DIRECCIONAL	3	NO SE DISPONE	NO SE DISPONE
	GANANCIA: 28 dBi FRECUENCIA: 5,8 GHz TIPO GRILLA DIRECCIONAL CONECTOR TIPO N			
8	SERVIDOR LINUX	1	NO SE DISPONE	NO SE DISPONE
9	ROUTER CISCO	1	\$ 553,50	\$ 553,50
	MARCA: CISCO MODELO: 871-K9 Dual Ethernet Security Router			
10	ROUTER INALAMBRICO	17	\$ 96,00	\$ 1.632,00
	MARCA: DLINK MODELO: DIR-400 OPERACION INTERIORES			
11	TARJETAS DE RED	681	\$ 86,00	\$ 58.566,00
	MARCA: DLINK MODELO: DWA-520			
12	SWITCH DE 8 PUERTOS	7	\$ 54,00	\$ 378,00
	MARCA: 3COM NO ADMINISTRABLE			
13	MASTIL DE 15 METROS	15	\$ 703,00	\$ 10.545,00
	MASTIL PARA PISO PARA INSTALACION EN LOZA MASTIL DE 2 PULGADAS 1/2 NO INCLUYE OBRA CIVIL 2 JUEGOS DE TENSORES, PELDAÑOS			
14	MASTIL DE 10 METROS	10	\$ 523,00	\$ 5.230,00
	MASTIL PARA PISO PARA INSTALACION EN LOZA MASTIL DE 2 PULGADAS 1/2 NO INCLUYE OBRA CIVIL 2 JUEGOS DE TENSORES, PELDAÑOS			
TOTAL:				96.442,50

Quito Viernes, 31 de Julio de 2009

Señor(es)

ECUA ON LINE S.A.

2440831/2452-537

Presente.-

De acuerdo a lo solicitado nos es grato enviarle la siguiente cotización:

ITEM	CANTIDAD	UNI	CODIGO	DESCRIPCION	P. UNIT	P. TOTAL
1	17	UND	DLK-DIR-300	ROUTER INALAMBRICO IEEE 802.11G 4P LAN + 1 P WAN (DLINK)	39.90	678.30
2	17	UND	DLK-DIR-400	ROUTER INALAMBRICO 15X IEEE 802.11G 4P LAN + 1 P WAN (DLINK)	44.00	748.00
3	17	UND	DLK-DIR-615	ROUTER INALAMBRICO 802.11N 4 P LAN + 1 P WAN, 2 ANTENAS MIMO (DLINK)	65.00	1105.00
4	681	UND	DLK-DFE-520TX	TARJETA PCI 10/100BASE-TX 32 BITS (DLINK)	5.50	3745.50
5	7	UND	DLK-DES-1008D	SWITCH L2, 8 P 10/100BASE-T PARA ESCRITORIO (DLINK)	13.80	96.60
TOTAL					6373.40	

TERMINOS Y CONDICIONES DE LA OFERTA:

GARANTIA:CONTRA DEFECTOS DE FÁBRICA

VALIDEZ DE LA COTIZACIÓN:8 DIAS

TIEMPO DE ENTREGA:PREVIA CONFIRMACION DE STOCK

FORMA DE PAGO:A CONVENIR

Los valores indicados no incluyen IVA.

Por la atención brindada a la presente y en espera de una respuesta favorable, me suscribo.

Atentamente,

MARIA LAURA CARRION

ASESOR COMERCIAL

Móvil:

E-mail:lcarrion@enlace-digital.com

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, 1 de Octubre del 2009.

PhD. Ing. Gonzalo Olmedo.

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

Tatiana Elizabeth Oña Briones

Autora