

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**

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

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DISEÑO DE UN SISTEMA
INALÁMBRICO DE ACCESO A INTERNET EN LA CIUDAD DE
ESMERALDAS”**

Wilton Javier Yépez Figueroa

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el Señor WILTON JAVIER YÈPEZ FIGUEROA con cédula de identidad número 0801951526, ha culminado con éxito el Proyecto de Grado para la obtención del título a Ingeniería Electrónica.

El tema de grado titulado “Estudio de Factibilidad y Diseño de un Sistema Inalámbrico de Acceso a Internet en la Ciudad de Esmeraldas” ha sido elaborado bajo nuestra dirección y ha cumplido con todas las expectativas.

Ing. Darío Duque
C.I. # 170710602-5
DIRECTOR

Ing. Rodrigo Silva
C.I. # 060219952-3
CODIRECTOR

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el análisis económico de una infraestructura de telecomunicaciones inalámbricas para brindar cobertura a la ciudad de Esmeraldas y permitir al servicio de Internet tanto de usuarios como de pequeñas y medianas empresas de la ciudad.

La solución para el área de cobertura se basa en el sistema LMS4000 de WaveRider, que utiliza técnica de modulación digital de banda ancha y que opera en las bandas de frecuencia 902 – 928MHz. Con este equipo se proporcionará conectividad de alta velocidad inalámbrica a Internet a 300 suscriptores por radio base y cerca de otros 1000 suscriptores como negocios y clientes residenciales por punto de acceso.

El estudio de mercado realizado en la ciudad de Esmeraldas permitió establecer la demanda de la red considerando las zonas más pobladas, mediante la ubicación física de las radio base y calculando la demanda requerida de tráfico de datos por sector. Se estimó el número de usuarios y pequeñas y medianas empresas con servicio de acceso a Internet y el grado de conformidad, así como las principales actividades por el que usan el Internet.

DEDICATORIA

Esta obra es principalmente para mis padres por ser mis ejemplos y apoyo; por tener fe y confianza en mí, ya que con su amor incondicional y sabios consejos han permitido conseguir mi primer éxito profesional.

A mis hermanos Edison, María, Jair y Jhonny a quienes les deseo éxitos en sus vidas profesionales.

A mis abuelos Enrique, Leonor, Mago (+) y Fania a quienes quiero mucho en esta vida y siempre los recuerdo con mucho cariño.

Wilton Javier Yépez Figueroa.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios por llenar mi vida estudiantil y profesional de bendiciones, por guiar mi camino y llenarlo de sabiduría cada día de mi vida.

A mis Padres que con su apoyo incondicional me han permitido culminar con éxito mi vida estudiantil, por enseñarme día a día con todas mis obligaciones y deberes propuestos.

A los señores Ingenieros Darío Duque y Rodrigo Silva, por su valiosa y desinteresada ayuda prestada en la realización de este proyecto; así como a todos los profesores y amigos de mi facultad con quienes compartimos muchas experiencias y sabias enseñanzas durante nuestra formación como profesionales.

Wilton Javier Yépez Figueroa.

PRÓLOGO

El presente proyecto tiene como objetivo principal realizar el diseño de la red de servicio inalámbrico de acceso a Internet para la ciudad de Esmeraldas bajo la banda de frecuencia de operación de 900MHz. Los sectores a ser atendidos en la ciudad de Esmeraldas están comprendidos por el centro, el puerto pesquero o zona naviera y las urbanizaciones Tolita 1 y Tolita 2.

En la realización de este proyecto se tomarán en cuenta los siguientes parámetros:

Situación actual del servicio de acceso a Internet y operadores locales de la ciudad, para tener una idea aproximada de los usuarios con servicio de Internet que posee el mercado esmeraldeño.

El estudio de mercado nos permitirá medir grado de satisfacción de los usuarios con el servicio de acceso a Internet, total de horas de uso, actividades de mayor frecuencia de uso del Internet, capacidad de usuarios y pequeñas y medianas empresas que deseen contratar un servicio de acceso a Internet, ubicación geográficas de los usuarios, establecer parámetros básicos y necesidad de servicios que actualmente requiere el mercado esmeraldeño.

Analizar la demanda, desempeño y evolución del sistema, dimensionamiento, capacidad, cobertura y diseño de nuestra red que brindará soporte al servicio de acceso de Internet a nuestros usuarios y pymes del mercado. Con la información obtenida se podrá establecer las áreas de cobertura con mayor tráfico y concentración de usuarios potenciales de Internet.

Análisis económicos y beneficio de la red de servicio, así como el análisis financiero de costo-beneficio de nuestra infraestructura de telecomunicaciones. Estimación de la demanda de usuarios y pymes, análisis del VAN y TIR para determinar si nuestro proyecto es viable para su implementación.

INDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES Y FACTIBILIDAD DE OPERACIÓN.....	1
1.2 SISTEMA PUNTO – MULTIPUNTO DE LOS EQUIPOS WAVERIDER	3
1.3 SITUACIÓN ACTUAL Y DISPONIBILIDAD DE ACCESO A LA RED DE LOS USUARIOS	4
1.3.1 IP ADDRESS MANAGEMENT	5
1.3.2 GOS MANAGEMENT	5
1.3.3 RUTEADO DE TRÁFICO	6
1.3.4 CONTABILIDAD DE DATOS.....	6
1.3.5 DESEMPEÑO DEL SISTEMA SUPERVISOR	6
1.4 PROVEEDORES LOCALES DE SERVICIO DE BANDA ANCHA DE LA CIUDAD... 	6
1.4.1 ANDINANET	6
1.4.1.1 ADSL.....	7
1.4.1.2 SDSL.....	8
1.4.2 TEXCELL.....	9
1.4.2.1 BANDA ANCHA INALÁMBRICO.....	9
1.4.3 ESMENET	10
1.4.4 ONNET	11
1.5 TECNOLOGÍA WAVERIDER	11
1.5.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	13
1.5.1.1 DHCP.....	13
1.5.1.2 RADIUS.....	14
1.5.1.3 SNMP.....	15
1.5.2 ARQUITECTURA DE LA RED	15
1.5.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS	17
1.6 TECNOLOGÍA WIRELESS FIDELITY (WI-FI).....	20
1.6.1 ESTÁNDAR IEEE 802.11X	21
1.6.2 MODELO DE REFERENCIA, ARQUITECTURA Y SERVICIOS.....	24
1.6.3 APLICACIONES, VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS SISTEMAS WLAN.....	27
1.6.3.1 Aplicaciones.....	27
1.6.3.2 Ventajas	29

1.6.3.3	Limitaciones.....	30
1.6.4	BROADBAND WIRELESS ACCESS, CAPACIDADES Y COBERTURA.....	31
1.6.4.1	Relación Ganancia de la Antena - P.I.R.E. (máximo)	32
1.6.5	THROUGHPUT, ESTABILIDAD, QOS	33
1.6.6	SEGURIDAD	35
1.6.6.1	Autenticación Centralizada.....	36
1.6.6.2	Esquema Funcional.....	36

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO 38

2.1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO	38
2.2	ESTRUCTURA DEL MERCADO.....	39
2.2.1	PROVEEDORES	40
2.2.2	COMPETENCIA	40
2.2.3	DISTRIBUCIÓN	42
2.2.4	CONSUMIDOR	42
2.3	IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO.....	43
2.3.1	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO O SERVICIO	43
2.3.1.1	Clasificación por su uso / efecto	44
2.3.2	PRODUCTOS O SERVICIOS COMPLEMENTARIOS.....	45
2.3.2.1	Desarrollo de páginas Web	46
2.3.2.2	Servicios de Hosting y Mensajería	46
2.3.2.3	Protección de Redes y Accesos Remotos	46
2.3.3	NORMATIVIDAD TÉCNICA Y COMERCIAL	47
2.3.3.1	Información Legal.....	47
2.3.3.2	Información Técnica	48
2.4	ETAPAS DEL ESTUDIO DE MERCADO	50
2.4.1	ANÁLISIS HISTÓRICO.....	50
2.4.2	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN VIGENTE DEL MERCADO	51
2.4.3	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROYECTADA	53
2.5	INVESTIGACIÓN DE MERCADO	55
2.5.1	SEGMENTACIÓN DE MERCADO	55
2.5.2	TAMAÑO DEL UNIVERSO	56

2.5.3	PRUEBA PILOTO.....	57
2.5.4	TAMAÑO DE LA MUESTRA	57
2.5.5	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	59
a.	Levantamiento de la información.....	59
b.	Procesamiento de la información.....	60
2.6	ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	62
2.6.1	FACTORES QUE AFECTAN A LA DEMANDA	62
a.	Tamaño y Crecimiento de la Población	63
b.	Hábitos de Consumo	64
c.	Gustos y Preferencias.....	65
d.	Niveles de Ingreso y Precios	65
2.6.2	DEMANDA ACTUAL DEL PRODUCTO O SERVICIO.....	66
a.	Interna	66
b.	Externa	66
2.6.3	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA	67
2.7	ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	69
2.7.1	CLASIFICACIÓN DE LA OFERTA	69
2.7.1.1	Oferta Competitiva o de Libre Mercado.....	69
2.7.1.2	Oferta Oligopólica	69
2.7.1.3	Oferta Monopólica.....	69
2.7.2	FACTORES QUE AFECTAN A LA OFERTA.....	70
a.	Número y Capacidad de Producción de los Competidores.....	70
b.	Precios de los Productos o Servicios Relacionados	71
2.7.3	COMPORTAMIENTO HISTÓRICO DE LA OFERTA	72
2.7.4	OFERTA ACTUAL.....	72
2.7.5	PROYECCIÓN DE LA OFERTA	73
2.8	DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA INSATISFECHA.....	74
2.8.1	COMERCIALIZACIÓN (ESTRATEGIAS DE MERCADEO).....	75
2.8.1.1	Estrategias de Precios	75
2.8.1.2	Estrategias de Promoción.....	75
2.8.1.3	Estrategias de Servicio.....	76
2.8.1.4	Estrategia de Plaza	76
2.8.1.5	Análisis de Precios.....	77

CAPITULO III

<u>DISEÑO DEL SISTEMA INALÁMBRICO.....</u>	<u>79</u>
3.1 WIRELESS AREA NETWORK (WAN).....	79
3.1.1 ARQUITECTURA DE LA RED WAN.....	81
3.1.1.1 NAP – Network Access Point.....	81
3.1.1.2 CAP – Communications Access Point.....	83
3.1.2 DISEÑO DE ACCESO WAN	88
3.1.2.1 Registro de dirección IP	88
3.1.2.2 Registro Dinámico MAC	89
3.1.2.3 Análisis de Tráfico.....	91
3.1.3 EQUIPOS WAVERIDER.....	94
3.1.3.1 Características y Funcionalidad del CAP.....	94
3.1.3.2 Estación Base CCU3000 900MHz.....	95
3.1.3.3 Modem EUM3000 900MHz.....	96
3.1.4 ESTUDIO RADIOELÉCTRICO.....	97
3.1.4.1 La dinámica de la radio.....	98
3.1.4.2 Desorden (uso de la Tierra).....	98
3.1.4.3 El terreno.....	98
3.1.4.4 Penetración interior.....	98
3.1.4.5 Fórmulas de conversión	99
3.1.4.6 Modelos	100
3.1.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	103
3.1.5.1 Emisiones Radioeléctricas.	105
3.1.5.2 Matriz de cumplimiento de especificaciones.	106
3.2 WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN).....	106
3.2.1 CANALES DE TRANSMISIÓN	108
3.2.2 CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (MAC).....	109
3.2.2.1 Arquitectura del subnivel MAC.....	110
3.2.3 EQUIPOS RUTEADORES	112
3.2.3.1 Puntos de Acceso.....	112
3.2.3.2 Controlador de Puntos de Acceso.....	112
3.2.4 ESTUDIO DE COBERTURA RADIOELÉCTRICA	113
3.2.5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	114
3.2.5.1 Emisiones Radioeléctricas.	117
3.2.5.2 Matriz de cumplimiento de especificaciones.....	118

3.2.6	CÁLCULOS DE LOS ACCESS POINT SEGÚN CAPACIDAD.....	118
3.2.7	ANCHO DE BANDA NECESARIO.....	120
3.2.8	NORMAS DE OPERACIÓN DE LAS REDES WLAN	121
3.2.8.1	Potencia Máxima de Salida.....	121
3.2.8.2	Intensidad de Campo Eléctrico.....	122
3.2.8.3	Anchos de banda de emisión y condiciones de uso de los canales.....	122

CAPITULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICOS Y BENEFICIOS DE LA RED..... 124

4.1	COSTOS DE IMPLANTACIÓN DE LA RED.....	125
4.1.1	COSTOS DE LOS EQUIPOS.....	125
4.1.2	COSTOS OPERATIVOS Y DE DEPRECIACIÓN DE LOS EQUIPOS	127
4.1.3	COSTOS DE PERSONAL O EMPLEADOS	130
4.1.4	INGRESOS Y EGRESOS.....	131
4.1.4.1	Egresos.....	131
4.1.4.2	Ingresos.....	133
4.2	COSTOS DEL DESARROLLO DEL SISTEMA	135
4.3	SENSIBILIDAD ECONÓMICA.....	137
4.3.1	PROYECCIÓN DE LA DEMANDA.....	138
4.3.2	ANÁLISIS DE VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	142
4.3.2.1	Estimación del VAN.....	142
4.3.3	ANÁLISIS DE TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	144
4.3.4	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	145
4.4	ANÁLISIS FINANCIERO.....	146

CONCLUSIONES..... 149

RECOMENDACIONES..... 152

Índice de Tablas

CAPITULO I

Tabla. 1.1. Planes de Tarifas FAST BOY - ANDINANET	9
Tabla. 1.2. Planes de Tarifas ADSL CORPORATIVO - ANDINANET	9
Tabla. 1.3. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS - TEXCELL.....	10
Tabla. 1.4. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS - ESMENET	10
Tabla. 1.5. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS – ONNET	11
Tabla. 1.6. Efecto de la señal a través de diferentes medios de propagación.....	32
Tabla. 1.7. Relación Ganancia de la Antena – P.I.R.E. (Máximo).....	33
Tabla. 1.8. Áreas de las zonas de cobertura WiFi.	33

CAPITULO II

Tabla. 2.1. Proveedores de Internet.....	41
Tabla. 2.2. Abonados de Internet a Nivel Nacional.....	43
Tabla. 2.3. Bandas Libres de Frecuencias.....	47
Tabla. 2.4. Cybernautas anuales de la ciudad de Esmeraldas.....	51
Tabla. 2.5. Usuarios que poseen servicio de acceso a Internet.	52
Tabla. 2.6. Estadística Telefónica de la ciudad de Esmeraldas.....	52
Tabla. 2.7. Cybernautas actuales de la ciudad de Esmeraldas.....	53
Tabla. 2.8. Costos anuales de acceso a Internet.	54
Tabla. 2.9. Criterio de Segmentación del Mercado	56
Tabla. 2.10. Población Económicamente Activa – PEA –.....	57
Tabla. 2.11. Crecimiento de usuarios y pymes al servicio de acceso a Internet.....	63
Tabla. 2.12. Proyección de la demanda.	68
Tabla. 2.13. Número de Abonados de Internet, varias operadoras.	70
Tabla. 2.14. Costo de Servicio de acceso a Internet.....	73
Tabla. 2.15. Costo de Servicio de acceso a Internet de nuestro operador.	74
Tabla. 2.16. Planes de Hosting, mantenimiento y soporte técnico.	77

CAPITULO III

Tabla. 3.1. Archivos de configuración COS para los CCU3000.....	90
Tabla. 3.2. Áreas de las zonas de cobertura.....	92
Tabla. 3.3. Tráfico de flujo por sector para el servicio de Acceso a Internet.....	94
Tabla. 3.4. Cobertura típica de los radios (Radios CCU/NCL1900 antena).....	97
Tabla. 3.5. Distancia óptima teórica para las zonas de cobertura.	102
Tabla. 3.6. Especificaciones Técnicas de los CCU3000.....	104
Tabla. 3.7. Matriz de cumplimiento de especificaciones.....	106
Tabla. 3.8. Efecto de la señal a través de diferentes medios de propagación.....	108
Tabla. 3.9. Especificaciones técnicas de los puntos de accesos en el centro de la ciudad.....	115
Tabla. 3.10. Distancia segura a las emisiones radioeléctrica.	118
Tabla. 3.11. Matriz da cumplimientos.....	118
Tabla. 3.12. Áreas de las zonas de cobertura WiFi.	120
Tabla. 3.13. Intensidad de Campo Eléctrico.....	122

CAPITULO IV

Tabla. 4.1. Costo de los equipos usados en el Sistema LMS4000.....	125
Tabla. 4.2. Costo de los equipos usados en los Puntos de Acceso Wi-Fi en el centro de Esmeraldas.....	126
Tabla. 4.3. Habilitación anual de los Puntos de Acceso Wi-Fi en el centro de Esmeraldas...	127
Tabla. 4.4. Costo de Gastos de Operación del Sistema LMS4000.....	128
Tabla. 4.5. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el primer año.	129
Tabla. 4.6. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el segundo año.	129
Tabla. 4.7. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el tercer año.	130
Tabla. 4.8. Costo de personal.	131
Tabla. 4.9. Inversión Detallada.	132
Tabla. 4.10. Costo del Servicio de Acceso al Internet al tercer año de operación.	134
Tabla. 4.11. Costo del Servicio de Acceso al Internet al primer año de operación.	135
Tabla. 4.12. Costo de desarrollo del Software para el Sistema.	136
Tabla. 4.13. Crecimiento anual de la demanda de empresas y usuarios.	140
Tabla. 4.14. Estado de Resultados.	140

Tabla. 4.15. Cálculo del VAN del proyecto.....	143
Tabla. 4.16. Cálculo del TIR del proyecto.....	145
Tabla. 4.17. Análisis Financiero.....	147

Índice de Figuras

CAPITULO I

Figura. 1.1. Sistema Punto – Multipunto LMS4000.....	4
Figura. 1.2. Topología del servicio ADSL – Andinanet	7
Figura. 1.3. Topología del servicio SDSL – ANDINANET	8
Figura. 1.4. Módem Inalámbrico EUM3005.....	12
Figura. 1.5. Arquitectura de la Red LMS4000	17
Figura. 1.6. Modo de Infraestructura WLAN.	25
Figura. 1.7. Modo AD HOC.	25
Figura. 1.8. Roaming entre puntos de acceso.....	26
Figura. 1.9. Esquema Funcional 802.1x en acción.....	37

CAPITULO II

Figura. 2.1. Grafica de Proveedores de Servicios de Internet.....	41
Figura. 2.2. Grafica de abonados de Internet a nivel nacional.....	43
Figura. 2.3. Población Económicamente Activa de la ciudad de Esmeraldas.....	60
Figura. 2.4. Empresas Afiladas a la Cámara de Comercio.....	61
Figura. 2.5. Empresas consideradas para nuestro estudio de Mercado.	61
Figura. 2.6. Grafica de crecimiento de la demanda de acceso a Internet en la ciudad de Esmeraldas.	64
Figura. 2.7. Grafica de Proyección de la demanda de acceso a Internet en la ciudad de Esmeraldas.	68
Figura. 2.8. Usuarios de Internet, varios operadores.....	71
Figura. 2.9. Empresas con acceso a Internet, varios operadores.	71

CAPITULO III

Figura. 3.1. Ciudad de Esmeraldas. Zonas de usuarios SOHO, red WAN.....	80
Figura. 3.2. Arquitectura detallada del NAP.....	82
Figura. 3.3. Arquitectura detallada del CAP.....	88
Figura. 3.4. Rack de Comunicaciones.	95
Figura. 3.5. Estación Base CCU3000 900MHz.	96
Figura. 3.6. Modem EUM3000 900MHz. a) MODEM, b)Antena.....	97
Figura. 3.7. Zonas de coberturas equipos WaveRider, red WAN.	103
Figura. 3.8. Centro de la ciudad de Esmeraldas. Límites: Calle Salinas, Espejo, 6 de Diciembre y Av. Libertad. Capacidad estimada: 300 usuarios.	107
Figura. 3.9. Reparto de canales DSSS a 2,4GHz.	109
Figura. 3.10. Relación entre los estándares IEEE 802.X.	110
Figura. 3.11. Área de Cobertura de los Puntos de Accesos para el Centro de la ciudad de Esmeraldas. Límites: Calle Salinas, Espejo, 6 de Diciembre y Av. Libertad. Capacidad estimada: 400 usuarios.....	114

CAPITULO IV

Figura. 4.1 Total egresos por operación.....	133
Figura. 4.2. Total de empresas por capacidad de canal.....	135
Figura. 4.3. Interfase para equipo CCU3000.....	136
Figura. 4.4. Interfase para equipo EUM3000.	137

GLOSARIO

LETRA	DESCRIPCIÓN
A	
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
AP	Access Point
ARP	Address Resolution Protocol
B	
BER	Bit Error Rate
BRAN	Broadband Radio Access Network
BSS	Basic Service Set
C	
CAP	Communications Access Point
CCU	CAP Channel Unit
CIEEE	Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador
CKK	Complementary Code Keying
CLI	Command Line Interface
CONATEL	Consejo Nacional de Telecomunicaciones
COS	Control of Service
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance
CW	Content window
D	
dB	Decibeles
dBm	Decibeles referidos a 1mW
dBi	Decibeles referido a la ganancia isotropica de una antena
DCF	Distributive Coordination Function
DECT	Digital European Cordless Telephone
DHCP	Dynamic Host Control Protocol
DNS	Domain Name Server
DS	Secuencia Directa
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
E	
EAP	Extensible Authentication Protocol
EMEA	Europa, Medio Oriente y África

LETRA

DESCRIPCIÓN

ESS Extended Service Set
ETSI European Telecommunications Standards Institute
EUM End User Modem

F

FTP File Transfer Protocol

G

GHz Giga Hertz
GOS Gestión de Sistema
GSMK Gaussian Minimum Shift Keying

H

HiperLAN High Performance Radio Local Area Network

I

IBSS Independent Basic Service Set
IFS Inter Frame Space
IP Internet Protocol
IPSec IP Security
ISM Industrial Scientific and Medical
ISP Internet Service Provider
IVA Impuesto al valor agregado

L

LAN Local Area Network

M

MAC Media Access Control address
Mb Mega bits
Mbps Mega bits por segundo
MHz Mega Hertz
MIB Management Information Base

N

NAT Network Access Translations
NAP Network Access Point
NIC Network Interface Card
NLOS Non line of sight

LETRA	DESCRIPCIÓN
NOC	Network Operations Center
O	
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
P	
PAN	Personal Area Network
PCF	Point Coordination Function
PEA	Población Económicamente Activa
PMAC	Polling Media Access Control address
PPTP	Point-to-Point Tunneling Protocol
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet
PIRE	Potencia isotrópica radiada equivalente
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
Q	
QoS	Quality of Service
QS	Quality of signal
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
R	
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
RAM	Memoria de Acceso Dinámico
RF	Radio Frecuencia
RNA	Relación de RSSI al ruido.
RSSI	Receive Signal Strength Indicator
S	
SENATEL	Secretaria Nacional de Telecomunicaciones
SDSL	Symmetric Digital Subscriber Line
SIG	Special Interesting Group
SOHO	Small Office / Home Office
SNMP	Simple Network Management Protocol
SWAP	Shared Wireless Access Protocol
T	
TIR	Tasa Interna de Retorno

LETRA**DESCRIPCIÓN****K**

Kbps

Kilo bits por segundo

V

VAN

Valor Actual Neto

VPN

Virtual Private Network

W

WAN

Wireless Area Network

WECA

Wireless Ethernet Compatibility Alliance

WEP

Wired Equivalent Privacy

WIFI

Wireless Fidelity

WLAN

Wireless Local Area Network

WLI

Wireless LAN Interoperability

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y FACTIBILIDAD DE OPERACIÓN

Actualmente existe el servicio de acceso de banda ancha en la ciudad de Esmeraldas; dirigida a determinados colegios, cybers y empresas que operan en la región. Cabe destacar que las empresas encargadas de brindar el acceso son Andinanet y TexCell.

El servicio de banda ancha en la ciudad de Esmeraldas es limitado; debido a la falta de capacidad que actualmente presenta la red telefónica de Andinatel, así como también al poco interés en promover proyectos de ampliación de la red en la ciudad, para satisfacer la demanda de los abonados con líneas que permitan brindar este servicio de acceso al Internet; motivo por el cual es causa de inconformidad en la población.

Existe servicio de acceso implementado hace pocos meses mediante wireless que soluciona en parte la falta de disponibilidad de la red telefónica de Andinatel; pero los costos de instalación ofrecidos por la empresa TexCell son de \$270, lo que es posible pagar por entidades grandes del sector pero imposibles de cubrir por usuarios SOHO o usuarios

de casa con cuotas mensuales que van de \$67 + IVA para hogar hasta \$350 + IVA para empresas, colegios y cybers que requieren de mayor acceso.

Actualmente está red wireless opera en el rango de frecuencia de 2.4GHz, banda que actualmente se encuentra saturada por lo que sería conveniente cambiar a una nueva banda de frecuencias cuyo espectro no este saturado. Está empresa es una de las primeras operadoras en ofrecer este servicio de acceso y correo electrónico, que a su vez está planificando un crecimiento en infraestructura a largo plazo; pero que no resuelve el alto costo que tiene este servicio de acceso al Internet en la ciudad.

La necesidad de implementar un servicio de acceso inalámbrico a través de wireless en la ciudad de Esmeraldas es un medio eficiente dado a la falta de disponibilidad de la red telefónica de Andinatel.

La razón por la cual se realiza este estudio de interés particular de la empresa SERVITECIN S.A., es de conocer la factibilidad para la creación de una empresa que brinde servicios de acceso de banda ancha en la ciudad; dirigida a estudiantes, colegios, instituciones, centros comerciales y al usuario final; promoviendo la libre competencia, ofreciendo un servicio de mejor calidad a mejor precio.

Como existe un proveedor de acceso inalámbrico en la ciudad, con frecuencia de operación de 2.4GHz; los equipos a implementar serían Wave Rider, conocidos también como NLOS (non-line-of-sight) con frecuencias de operación de 900MHz, evitando de esta manera posibles interferencias en los enlaces.

Como solución se dispondrán de enlaces de última milla mediante los equipos wave rider, que están encargados de operar en la red WAN y para el acceso de los usuarios al

Internet dispondremos de equipos Wi-Fi como son los access point, que son los encargados de operar en la red WLAN.

Los sistemas de banda ancha inalámbricos LMS4000 de wave rider, permiten el “establecimiento de una red abierta de acceso”, al operador de la red inalámbrica ofreciendo el servicio de acceso de banda ancha a su red en el mercado. El acceso abierto permite clientes inalámbricos con limitaciones de banda ancha, permitiendo recuperar la inversión de la infraestructura de la red; proporciona una manera rentable para que el ISPs local entregue servicios de banda ancha inalámbricos en su mercado.

El modelo abierto de acceso es atractivo a los gobiernos municipales y a las empresas de servicio públicas que reconocen la necesidad de banda ancha en su comunidad, y tiene los recursos para desplegar una red, pero desea asociarse con las compañías locales para la entrega de servicios a los suscriptores.

1.2 SISTEMA PUNTO – MULTIPUNTO DE LOS EQUIPOS WAVERIDER

La red de radio LMS4000 de 900MHz proporciona conectividad de alta velocidad inalámbrica a Internet a negocios, SOHO (small office, home office) y a los clientes residenciales. (Figura. 1.1.)

LMS4000 funciona en una configuración punto-multipunto, con una estación base sirviendo eficientemente a muchas estaciones suscriptoras. La transmisión LMS4000 se basa en un alto funcionamiento del protocolo MAC, del enrutamiento estándar del protocolo IP y en la tecnología de conmutación Ethernet. No se requiere ninguna licencia de radio, puesto que el LMS4000 funciona en la banda ISM de 900MHz. El LMS4000 puede transportar el servicio de Internet sobre grandes tramos y a menudo donde las

trayectorias de radio entre la estación base y los suscriptores están parcialmente o totalmente obstruidas, es decir, sin línea de vista (non-line-of-sight). La conexión entre la computadora del usuario final y la estación del suscriptor es a través de un puerto de Ethernet.

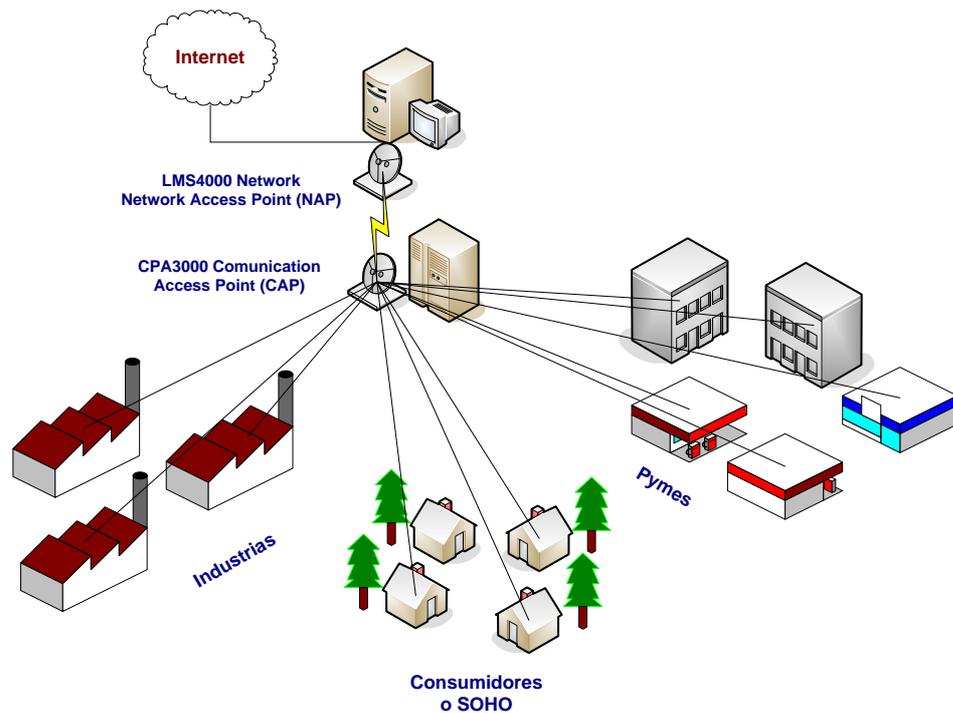


Figura. 1.1. Sistema Punto – Multipunto LMS4000

1.3 SITUACIÓN ACTUAL Y DISPONIBILIDAD DE ACCESO A LA RED DE LOS USUARIOS

Actualmente el mercado de la ciudad de Esmeraldas presenta una gran disconformidad en el servicio de acceso a Internet, por ser de baja velocidad y presentar un alto consumo en la planilla telefónica. La necesidad de contratar un servicio de conexión libre de línea telefónica; como las que usan los usuarios dial-up, es requisito indispensable, siendo las tecnologías de XDSL y de servicio inalámbricos las que suplen estas necesidades.

Los usuarios que tienen acceso a Internet los estimamos de la siguiente manera: cerca de 8.6 usuarios de Internet existen por cada 100 habitantes¹ y siendo la densidad telefónica de Andinatel de 16.41, esto resulta en aproximadamente 1342 usuarios de Internet para la ciudad de Esmeraldas.

Los usuarios dial-up representan un potencial mercado para ofrecer servicios de Internet de mayor velocidad, dada a la gran inconformidad del servicio que poseen.

La disponibilidad de acceso de los usuarios a la red, podemos hacerla mediante la identificación y asignación de direcciones IP. Mediante los siguientes ítems daremos las pautas para establecer una conexión con los usuarios de nuestra red.

1.3.1 IP address management

- Se pueden asignar diferentes rangos de direcciones IP, debido a que el sistema puede soportar múltiples direcciones IP de subredes para cada CCU.
- Cada CCU puede asignarle direcciones IP independientemente a su propio cliente.

1.3.2 GOS management

- El LMS4000 permite distribuir las calidades múltiples de servicio, a cada EUMs selectivamente por políticas de gestión de sistema. Cada CCU puede asignarles la calidad apropiada de servicio independientemente a sus propios usuarios. Esto incluye la habilidad de negar el servicio, o cambiar una calidad previamente asignada de servicio de una manera oportuna.

¹ Fuente: SENATEL, Suptel, Operadoras. Datos a Diciembre del 2005

1.3.3 Ruteado de Tráfico

- El tráfico a y desde cualquier usuario final PC debe poder ser ruteado directamente a través de los medios del CCU apropiado, sin limitación o modificación de volumen.

1.3.4 Contabilidad de datos

- Cada CCU debe haber automatizado el tiempo de acceso del usuario final sobre el uso de datos reales, incluso paquetes totales llevados a cabo encima de los intervalos regulares.

1.3.5 Desempeño del sistema supervisor

- El CCU debe tener la habilidad de supervisar la calidad de la radio regularmente que une a los EUMs que sirve a sus clientes.

1.4 PROVEEDORES LOCALES DE SERVICIO DE BANDA ANCHA DE LA CIUDAD

Actualmente en la ciudad de Esmeraldas tenemos los siguientes proveedores de Banda ancha con los siguientes servicios²:

1.4.1 ANDINANET

Productos

- ADSL (Línea Digital Asimétrica)



² Fuente: <http://www.andinanet.net/corporativo.htm>, <http://www.esmeral.net/intro.html>, <http://www.on.net.ec>

- SDSL (Línea Digital Simétrica)

1.4.1.1 ADSL

- Asymmetric digital subscriber line
- Tecnología de líneas digitales sobre redes telefónicas convencionales
- Mayor ancho de banda de bajada y menor ancho de banda de subida
- Uso simultaneo del canal de voz y de datos
- Velocidades asimétricas desde 128kbps de bajada x 64kbps de subida en adelante
- Última milla es necesaria para conectar al cliente con el ISP.

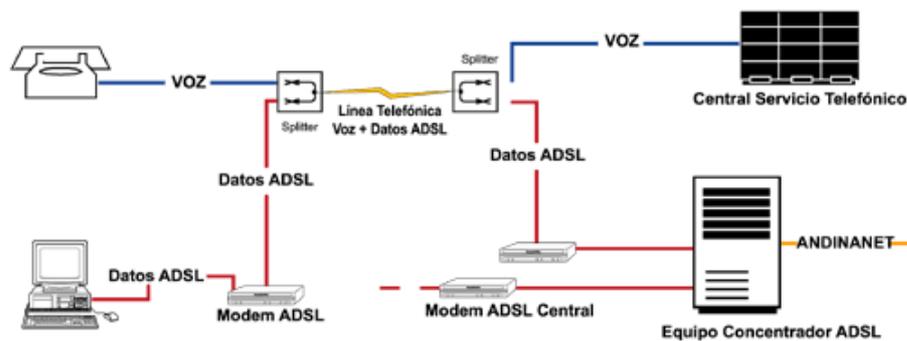


Figura. 1.2. Topología del servicio ADSL – Andinanet

Ventajas del servicio

- Alta velocidad (banda ancha)
- Conexión 24 horas
- Conexión sin generar llamada telefónica
- Descongestión de líneas telefónicas

Requisitos técnicos para la instalación del servicio

- Línea telefónica digital cerca del computador (no extensión)
- Computadora PC o MAC con al menos 32 Mb en memoria RAM

- 1 mega de espacio libre en disco duro
- Tarjeta de red ethernet 10/100 Mbps
- Internet Explorer 4.0 o superior o Netscape 4.5 o superior, en caso de no tenerlo, podrá ser provisto por ANDINANET

1.4.1.2 SDSL

- tecnología de líneas digitales sobre redes telefónicas convencionales
- velocidad simétrica de transmisión de información
- línea telefónica exclusiva para el Internet
- velocidades desde 64kbps en adelante

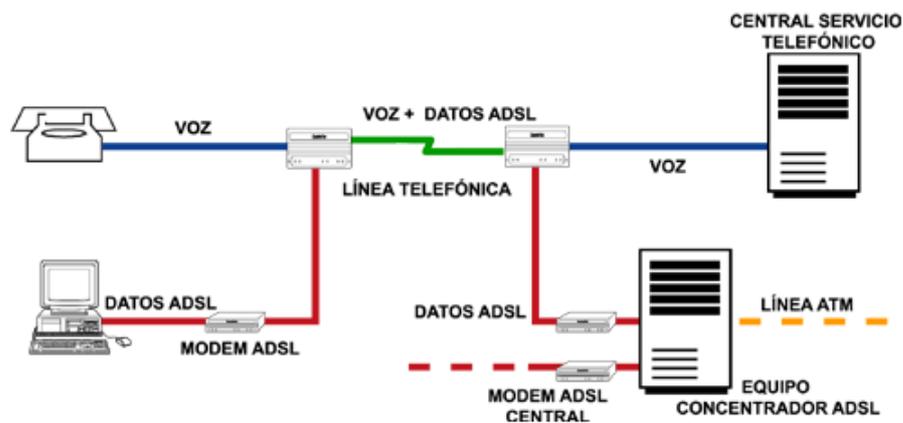


Figura. 1.3. Topología del servicio SDSL – ANDINANET

Requisitos técnicos para la instalación del servicio

- Disponibilidad de red telefónica externa para un nuevo par de cobre
- Red de computadoras
- Tarjeta de red libre en el servidor
- Servidor proxy para administrar y compartir la señal a la red
- Andinanet provee del modem SDSL

Tabla. 1.1. Planes de Tarifas FAST BOY - ANDINANET

PLAN	COSTO	DESCRIPCION
FASTBOY 128*64	\$ 39,90	ADSL Banda Ancha Ilimitada sin consumo telefónico
FASTBOY 256*128	\$ 65,00	ADSL Banda Ancha Ilimitada sin consumo telefónico
FASTBOY 512*128	\$ 79,99	ADSL Banda Ancha Ilimitada sin consumo telefónico
INSTALACION USD (único pago) \$ 50,00		

Costo de Instalación para cualquiera de los planes es de \$ 50,⁰⁰

Costo de Modem de usuario es de \$ 49,⁹⁰

Tabla. 1.2. Planes de Tarifas ADSL CORPORATIVO - ANDINANET

PLANES	INSCRIPCIÓN	COSTO
ADSL 128/64	\$ 50,00	\$ 49,90
ADSL 256/64	\$ 50,00	\$ 79,90
ADSL 512/256	\$ 50,00	\$ 99,90
ADSL 768/192	\$ 50,00	\$ 175,00
ADSL 1024/512	\$ 50,00	\$ 230,00
ADSL 1536/384	\$ 50,00	\$ 350,00
ADSL 2048/512	\$ 50,00	\$ 450,00

Estos planes no incluyen impuestos

1.4.2 TEXCELL

Servicios:

- Banda Ancha (Radio enlace)

1.4.2.1 BANDA ANCHA INALÁMBRICO

- Asymmetric digital subscriber line
- Tecnología digital sobre redes inalámbricas
- Mayor ancho de banda de bajada y menor ancho de banda de subida
- Velocidades asimétricas desde 128kbps de bajada x 64kbps de subida en adelante

Tabla. 1.3. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS - TEXCELL

PLANES	INSCRIPCIÓN	COSTO
128/64 Kbps	\$ 270,00	\$ 200,00
256/64 Kbps	\$ 270,00	\$ 350,00
1Pc's 64/32 Kbps	\$ 270,00	\$ 67,00
2Pc's 128/64 Kbps	\$ 270,00	\$ 105,00

Estos planes no incluyen impuestos

1.4.3 ESMENET

Servicios:

- Navegación
- Correo electrónico.
- Transferencia de archivos FTP.
- Servicios de noticias (News)
- Listas de discusiones
- Servidores de chat
- Soporte técnico a usuarios
- Asesoría técnica y consultoría Informática en:
- Análisis, diseño e instalación de redes de área local (LAN) para acceso a Internet.
 - Web hosting:
 - Alojamiento de páginas web.
 - Diseño de web sites y E-bussines.

**Tabla. 1.4. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS - ESMENET**

PLANES	COSTO
Dial Up full time	\$ 20,00
Dial Net full time	\$ 350,00
Acceso directo a líneas dedicadas 32 Kbps.	\$ 450,00
Web hostings por 25 Mbps. de espacio en disco	\$ 25,00

Estos planes no incluyen impuestos

1.4.4 ONNET

Servicios:

- Navegación
- Correo electrónico.
- Servicios de noticias (News)
- Soporte técnico a usuarios
- Asesoría técnica y consultoría Informática en:
 - Web hosting:
 - Alojamiento de páginas web.
 - Diseño de web sites y E-bussines.



Tabla. 1.5. Planes de Tarifas CORPORATIVOS y USUARIOS – ONNET

PLANES	Descripción	COSTO
Tarjeta de Internet de \$2	Más de 3 horas	\$ 2,00
Tarjeta de Internet de \$5	Más de 9 horas	\$ 9,00
Tarjeta de Internet de \$6 nocturna	Más de 40 horas	\$ 6,00
Tarjeta de Internet de \$6 ilimitada	Ilimitada por 5 días	\$ 6,00
Tarjeta de Internet de \$10	Más de 20 horas	\$ 10.00
La Familiar de Internet \$25	3 meses, 20 horas por mes	\$ 25.00
La cajita de Internet \$48	6 meses, 20 horas por mes	\$ 48.00

Estos planes no incluyen impuestos

1.5 TECNOLOGÍA WAVERIDER

El LMS4000 de WaveRider es en el mundo el más avanzado sistema inalámbrico de banda ancha NLOS (non-line-of-sight) diseñado específicamente para el espectro de 900MHz. El LMS4000 entrega altas velocidades, fiabilidad y ofrece una avanzada gestión para servir a negocio y subscriptores residenciales.

Las Capacidades de los sistemas NLOS del LMS4000 es la solución ideal para las áreas de cobertura con abundantes árboles u otras barreras en línea de vista. Desarrollado específicamente para el espectro de 900MHz, el sistema entrega conexiones NLOS hasta 3.2 kilómetros con la antena interior de WaveRider y 8 kilómetros con una antena exterior.

El equipo de usuario final del LMS4000 de WaveRider incluye un módem inalámbrico (EUM3005) y una antena interior que puede instalarse fácilmente por los suscriptores. Los operadores que ofrecen los servicios de instalación pueden instalar varias unidades por día, reduciendo significativamente los costos de operación.

La alta capacidad del LMS4000 es totalmente escalable, soportando a 300 negocios o suscriptores residenciales en una sola radio base, y cerca de 1.000 usuarios en un punto de acceso. El registro dinámico MAC de WaveRider, proporciona el uso eficiente de canales, habilitando el control de calidad de servicio que permiten a los operadores garantizar las velocidades de acceso a sus clientes.

El LMS4000 de WaveRider permite planificar la red de manera que resulte fácil localizar daños en los clientes y proporcionar niveles más altos de servicio. El analizador de espectro y la utilidad del estudio móvil son herramientas probadas en el campo que aseguran una red profesionalmente planeada.



Figura. 1.4. Módem Inalámbrico EUM3005

El LMS4000 de WaveRider es totalmente compatible con RADIUS AAA. También ofrece el soporte de gestión de SNMP y PPPoE, permitiéndoles a los operadores que manejen números grandes de suscriptores fácilmente en un solo sistema.

1.5.1 Descripción del Sistema

Es una red de acceso abierta típica que resuelve los requisitos de operación, aprovechándose de la flexibilidad del sistema LMS4000. El operador de la red, tiene el acceso y el control de toda la administración de la red, así como también la localización de averías en el sistema. Hay tres protocolos estándares de la industria que son dominantes a la puesta en práctica acertada de la red:

1.5.1.1 DHCP

La llave a la gerencia de las direcciones del IP es el uso avanzado de DHCP. Cada cliente usuario final tiene acceso a la red LMS4000 con un EUM específico, y el “EUMID” pertenece a la ISP apropiada. Cuando una PC del usuario final solicita un IP address usando el protocolo de DHCP, la opción de la información del agente del relay de DHCP puesta en ejecución en la CCU agrega dos slots de información dominantes a la petición de DHCP: su propio identificador y el EUMID a través de los cuales la petición del IP address fue recibida. Puesto que todo el EUMID es único, un servidor a través del puerto 82 puede identificar si ese EUM pertenece a su red, y si es así puede seleccionar un IP address del registro, apropiada para la subred de radio identificado de la CCU. Puesto que cada subred de radio de la CCU puede soportar hasta 8 subredes de IP, varios ISPs pueden funcionar independientemente sobre cada CCU usando sus propias asignaciones del servidor y de IP address de DHCP. Observar que las peticiones de DHCP de una CCU se pueden limitar para ser enviado solamente a los servidores de DHCP que apoyan EUMs en esa CCU particular.

1.5.1.2 RADIUS

El RADIUS es un protocolo de gran alcance apoyado por la red LMS4000 que puede manejar varios aspectos claves de los suscriptores.

A cada EUM se puede asignar un grado de servicio vía una base de datos del RADIUS manejada independientemente. Este GOS se puede poner al día como sea necesario, con la actualización dada regularmente por la CCU. Observar que este GOS controla la capacidad de un usuario final de tener acceso a la red y al nivel del servicio que será proporcionado

La CCU divulgará regularmente la información de contabilidad básica para cada EUM usando el protocolo del RADIUS. Esta información incluye niveles del tráfico en ambas direcciones durante intervalos especificados. Se puede utilizar esta información para los propósitos de la facturación.

Por facilidades de la puesta en práctica, un solo servidor del RADIUS administrado por el encargado de red del sistema puede enlazarse automáticamente a bases de datos más simples que proporcionen las cualidades requeridas para una propia base de datos del cliente.

Con el soporte del LMS4000 la función de la ayuda de RADIUS, se puede manejar el nivel del acceso de sus suscriptores a la red, y recoge la información básica del uso (y facturación).

1.5.1.3 SNMP

Las redes LMS4000 soportan un extenso conjunto de herramientas de gestión que pueden usarse para supervisar y solucionar problemas en la red. Desde la perspectiva de los proveedores de servicio, su primer interés está en ser capaz de confirmar que el enlace de la radio a sus subscriptores reúne los requisitos de la actuación mínimos para asegurar un servicio adecuado. Al mismo tiempo, la gerencia del sistema querrá restringir los accesos de ISP múltiples de enlaces de radio, accesos que podrían impactar la capacidad o integridad del sistema y/o los clientes de otros proveedores.

Un lector único MIB se proporciona al CCU que le permite obtener la información de calidad del enlace para cada EUM que sirve a sus clientes. Específicamente este MIB proporciona la Fuerza de la Señal de Recepción (RSSI), Calidad de la Señal (SQ), y la relación de RSSI al Ruido (RNA) para el EUM. Comparando estos valores a las normas aceptadas para el sistema, o rastreando los cambios en estos valores pueden indicar una posible degradación en la red inducido en el radio EUM.

A través del uso de SNMP y MIB's, se puede detectar problemas de radio en la red de acceso de los clientes, o responder de una manera oportuna mientras se soluciona el problema a una queja del cliente.

1.5.2 Arquitectura de la red

En la figura 1.5 se muestra la arquitectura de la red LMS4000. Según las indicaciones de la figura 1.3, la red consiste en tres nodos de red importantes, el punto de acceso de red (NAP – Network Access Point), el punto de acceso de las comunicaciones (CAP – Communications Access Point) y el módem del usuario final (EUM – End User Modem).

El NAP representa la colección de los sistemas de gerencia y del cliente que se utilizan para administrar la red. Los elementos dominantes de un NAP incluirán alguno o todos los elementos siguientes:

- ✓ Un router que conecta la red LMS4000 al Internet.
- ✓ Un servidor DHCP (Dynamic Host Control Protocol) que asigna las direcciones IP a los equipos de los usuarios cuando tal equipo aparece en la red.
- ✓ Un encargado del Simple Network Management Protocol (SNMP) que tiene en cuenta la colección automatizada de información dominante del funcionamiento del sistema.
- ✓ Una autenticación remota Dial-In del servicio del usuario (RADIO) servidor que permite el ajuste remoto de los parámetros de las claves del servicio del cliente y de la colección dominante de información.

Aunque el NAP se demuestra aquí como una sola entidad con todos los elementos co-localizados, las porciones del NAP se pueden distribuir en diversas localizaciones interconectadas a través del Internet.

El CAP representa el punto de acceso para una región inalámbrica de cobertura. El CAP radio módem (CCU) proporciona el acceso de hasta 300 EUMs y la cobertura para una CCU puede ser omni-direccional o sectorial, con hasta 4 CCUs por CAP. Una red típica LMS4000 consistirá en muchos CAPs distribuidos a través de una amplia área de servicio geográfica.

Cada sitio del usuario final es servido por un EUM, que convierte la señal de radio a un interfaz de Ethernet que se puede conectarse directamente con una computadora del usuario final, o a un router que sirve a una red de computadoras del usuario final. EUMs es

de bajo costo, los módems son fáciles de instalar por el usuario final o instalado profesionalmente en una variedad de configuraciones flexibles.

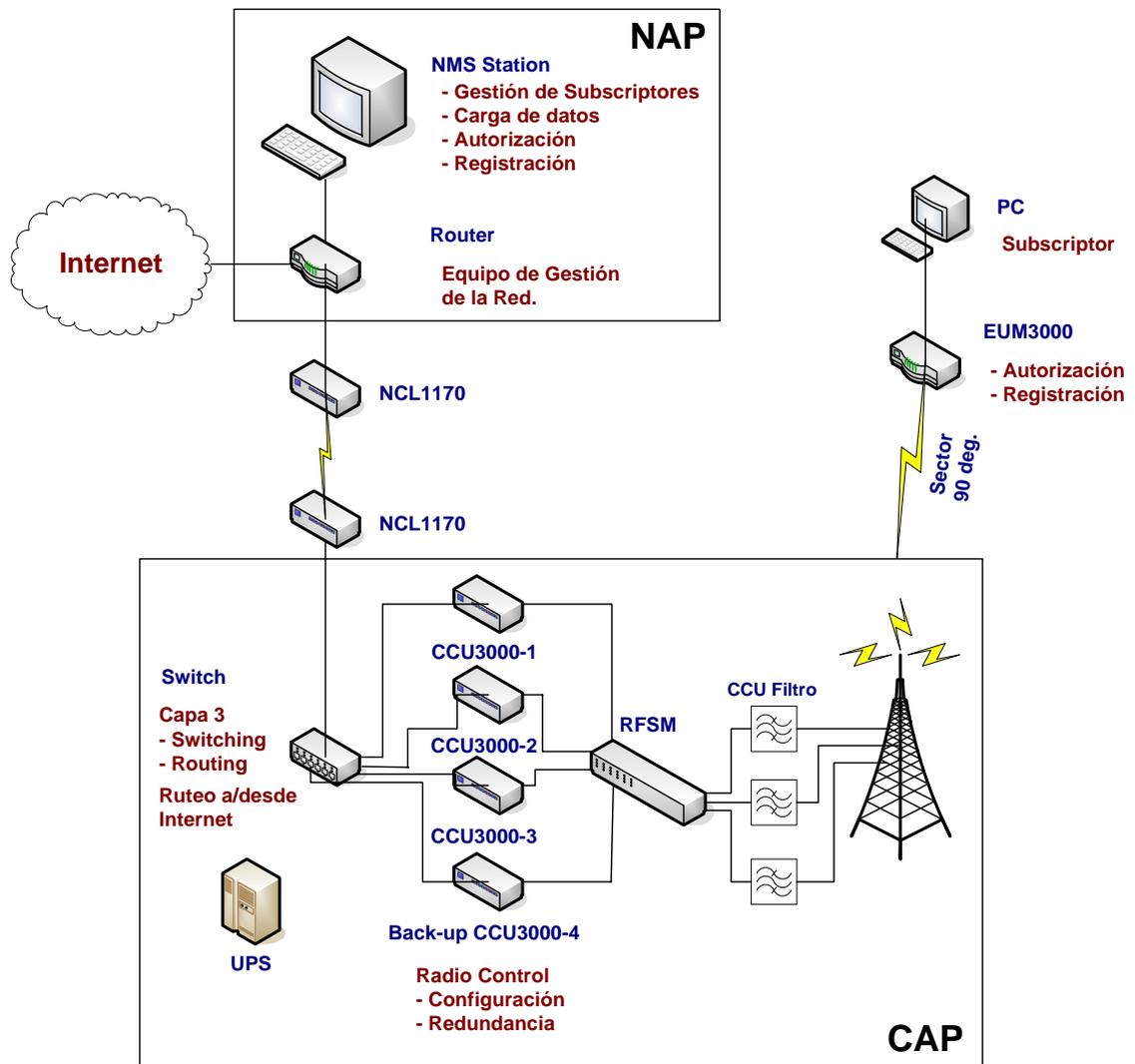


Figura. 1.5. Arquitectura de la Red LMS4000

1.5.3 Ventajas y desventajas de los sistemas

Es un hecho simple de física que a más baja frecuencia de radio la energía viaja más lejos a través de los cables, del aire, y alrededor de abundantes árboles, colinas y edificios.

A continuación se proporcionan los ejemplos de pérdida de la propagación a ser esperado en la banda de 900MHz, 2.4GHz y 5.8GHz.

Pérdida en el espacio libre.- La pérdida de energía debido a la radio que generalmente atraviesa el aire con una zona de Fresnel clara, una señal de 900Mhz viaja a través del aire con mucho menos pérdida que una señal de frecuencia más alta.

	900 MHz	2.4 GHz	5.8 GHz
Ejemplo: 4.8 Kilómetros	105.2 dB	113.7 dB	121.3 dB

Pérdidas en el cable.- La pérdida de energía a esperar en el radio que atraviesa los cables de RF.

	900 MHz	2.4 GHz	5.8 GHz
Ejemplo: 45.7 metros, LMR400	5.9 dB	10.0 dB	16.1 dB
45.7 metros, LMR900	2.6 dB	4.4 dB	7.2 dB
45.7 metros, LMR1200	1.9 dB	3.4 dB	5.6 dB

Pérdida por vegetación.- Es la pérdida esperada de energía de la radio que absorbe la humedad de la vegetación. Esta pérdida variará para cada situación, sin embargo la pérdida típica de frecuencias esperada en árboles se ha estimado por la Unión de la Telecomunicación Internacional.

	900 MHz	2.4 GHz	5.8 GHz
Ejemplo: 45.7 metros, LMR400	9 dB	25.0 dB	60.0 dB

Pérdida por pared y cristal.- Es la pérdida esperada de energía de la radio que es absorbida mientras atraviesa las paredes y ventanas de un edificio. La cantidad de absorción varía, dependiendo de los materiales de la construcción y espesor. Generalmente más energía es absorbida en las frecuencias más altas.

Ganancias por Reflexión.- en el mundo real, la energía de la radio no sigue simplemente un camino desde el transmisor al receptor.

En un ambiente de NLOS desordenado (por ejemplo muchos edificios que rodean el módem receptor), la señal recibida realmente es la suma de muchas señales que se han reflejado fuera de los edificios circundantes, la tierra, de los árboles, etc. Con frecuencias más altas, más señales se absorben durante una reflexión. Con frecuencias más bajas como señales de 900MHz, más energía alcanzará la antena receptor, en las reflexiones, finalmente.

Ganancias por Difracción.- La difracción es lo que pasa cuando una señal de radio “curva” alrededor de un obstáculo, como una colina, un edificio o un árbol. Por ejemplo si una antena de 900 MHz de una estación de base se localiza fuera o sobre los árboles, un camino curvo puede existir alrededor de los árboles, permitiendo un enlace más fuerte. Este beneficio no está disponible a la misma magnitud en las frecuencias más altas.

- ✓ Sobre el aire la tasa de transmisión de datos proporcionada es de 2.75Mbps y las velocidades de acceso es de 2.0Mbps.
- ✓ El rango promedio NLOS es de 3.2 kilómetros con la antena interior (8 kilómetros con antena exterior).
- ✓ En LOS van hasta 40 kilómetros (antena exterior).
- ✓ Soporta hasta 300 usuarios por estación de radio base.
- ✓ Registro dinámico MAC.

- ✓ Analizador de espectro incorporado.
- ✓ Soporta una tabla de modelo comercial.
- ✓ Rápido ROI.
- ✓ Utilidad de estudio móvil.
- ✓ Soporta RADIUS AAA.
- ✓ Gestión de SNMP.
- ✓ Soporte de PPPoE.

1.6 TECNOLOGÍA WIRELESS FIDELITY (WI-FI).

Una red de área local inalámbrica puede definirse como a una red de alcance local que tiene como medio de transmisión el aire. Por red de área local entendemos una red que cubre un entorno geográfico limitado, con una velocidad de transferencia de datos relativamente alta (mayor o igual a 1 Mbps tal y como especifica el IEEE), con baja tasa de errores y administrada de forma privada.

Por red inalámbrica entendemos una red que utiliza ondas electromagnéticas como medio de transmisión de la información que viaja a través del canal inalámbrico enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la red. Estos enlaces se implementan básicamente a través de tecnologías de microondas y de infrarrojos. En las redes tradicionales cableadas esta información viaja a través de cables coaxiales, pares trenzados o fibra óptica.

Una red de área local inalámbrica, también llamada wireless LAN (WLAN), es un sistema flexible de comunicaciones que puede implementarse como una extensión o directamente como una alternativa a una red cableada.

Este tipo de redes utiliza tecnología de radiofrecuencia minimizando así la necesidad de conexiones cableadas. Este hecho proporciona al usuario una gran movilidad sin perder conectividad. El atractivo fundamental de este tipo de redes es la facilidad de instalación y el ahorro que supone la supresión del medio de transmisión cableado. Aún así, debido a que sus prestaciones son menores en lo referente a la velocidad de transmisión que se sitúa entre los 2 y los 10Mbps frente a los 10 y hasta los 100Mbps ofrecidos por una red convencional, las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite, y en general las WLAN se utilizarán como un complemento de las redes fijas.

1.6.1 Estándar IEEE 802.11x

Como en todos los segmentos del networking, lo ideal sería que existiera una sola norma para todos los productos inalámbricos, pero lo cierto es que el mercado WLAN gira alrededor de al menos siete estándares y otros tantos consorcios industriales que las apoyan. En sí no es esto algo negativo, pero el mercado es todavía demasiado estrecho como para soportar tantos protocolos.

Por ello, los principales fabricantes optan por apoyar a varios estándares al tiempo. Si bien lo cierto es que, al día de hoy, la gran mayoría cuentan con productos 802.11b – la norma con mayor presencia en el mercado –, van creciendo los compromisos con la nueva 802.11a e, incluso, con la europea HiperLAN 2. Otros añaden a estas alternativas Bluetooth, ya sea para atacar el mercado empresarial o el doméstico.

Ratificado en junio de 1997, IEEE 802.11 opera en la banda de 2,4GHz y define el funcionamiento e interoperatividad de las redes inalámbricas a una velocidad de 2Mbps, con una modulación de señal de espectro expandido por secuencia directa (DS). Este primer estándar es la base de dos nuevas especificaciones (802.11b y 802.11a) que se adaptan a las necesidades actuales de ancho de banda.

802.11b o HR domina hoy el mercado, con una cuota del 83,6% de las ventas durante el primer semestre de 2001, según NPD Intelligence. Gartner, por su parte, estima que, a finales de 2002, la tasa de penetración de las WLAN basadas en esta norma ascenderá al 50% de las redes corporativas. Además, para 2005 la consultora prevé que el 95% de los PC notebooks estarán preparados para trabajar en estos entornos, lo que potenciará su presencia también en pymes y pequeñas oficinas.

Como su antecesor, funciona en la banda de 2,4GHz, y se apoya en la técnica de modulación CKK (Complementary Code Keying). Está diseñado para proporcionar una velocidad de transmisión de entre 1 y 11Mbps para sistemas DS.

En agosto de 1999 los principales promotores de la tecnología DS formaron WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), encargada de certificar la interoperatividad de productos IEEE 11b; sólo un mes después adoptó WI-FI (Wireless Fidelity) como sello distintivo. Wi-Fi es un certificado de interoperatividad que aparece como logo en los productos testados.

802.11a alcanza una velocidad máxima de 54Mbps y opera a 5GHz. Emplea la técnica de modulación OFMD (Orthogonal Frequency Division Multiplex), cuya principal ventaja es la resistencia a los ecos multicamino típicos de los entornos móviles e interiores.

Otro estándar con una presencia muy limitada es OpenAir, arquitectura de espectro expandido FH a 2,4GHz, que puede alcanzar velocidades de hasta 1,6Mbps. En 1996 se creó WLI Forum (Wireless LAN Interoperability) para apoyar la norma.

Bajo la denominación High Performance Radio Local Area Networks (HiperLAN) se reúne la familia de estándares desarrollados por ETSI (European Telecommunications Standards Institute).

HiperLAN 1, ratificado en 1996, emplea la tecnología de modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying), soporta velocidades de hasta 24Mbps, opera a 5GHz e incorpora parámetros específicos de calidad de servicio (QoS) que priorizan el tráfico de la red.

Recientemente, ETSI ha aprobado las especificaciones técnicas para HiperLAN 2, cuya tecnología de modulación es OFDM y soporta velocidades de hasta 54Mbps. A fin de garantizar la interoperatividad entre este estándar y 802.11a, el comité BRAN (Broadband Radio Access Networks) de ETSI ha estado colaborando con IEEE. Esta norma europea es apoyada por HiperLAN2 Global Forum (H2GF).

Otro de los estándares de tecnologías inalámbricas, pero orientado casi exclusivamente al mercado doméstico, es SWAP, inspirado en la norma de telefonía inalámbrica DECT (Digital European Cordless Telephone) y los algoritmos de networking de 802.11. La especificación SWAP (Shared Wireless Access Protocol), base de HomeRF, coincide en algunos aspectos con Bluetooth y ofrece una velocidad de datos y voz digital de 1Mbps. Pero, según NPD Intelligence, su presencia se limita al 8,1% de las ventas realizadas durante el primer semestre de 2001. No obstante, se está preparando una versión 2.0 a 10Mbps con capacidades multimedia.

HomeRF tendrá que luchar muy duramente en el hogar con el muy publicitado Bluetooth, que ahora parece orientarse también a algunas aplicaciones corporativas complementarias.

Originalmente concebida como una tecnología de conectividad inalámbrica de corto alcance para sincronizar datos entre PC, dispositivos de mano y teléfonos móviles, muchos de los 1.200 miembros del Bluetooth SIG (Special Interest Group) están intentando posicionar esta tecnología como networking inalámbrico. A pesar de que técnicamente no es un estándar WLAN, sino PAN (Personal Area Network), muchos fabricantes planean integrarla en sus soluciones de LAN inalámbricas, ya que emplea modulación FH y opera en la banda de 2,4 GHz.

Sin embargo, actualmente no soporta verdadera topología de red y su configuración maestro/esclavo punto a punto de corto alcance es muy limitada. En cualquier caso, parece una tecnología destinada más a complementar que a competir con las actuales WLAN. Incluso su velocidad de 1Mbps podría disuadir de adaptar Bluetooth en las redes domésticas hasta que la especificación 2.0 traiga 4Mbps y la posibilidad de operar a mayores distancias.

1.6.2 Modelo de Referencia, Arquitectura y Servicios

La arquitectura básica, características y servicios de 11b están definidos en el estándar original 802.11. La especificación 11b afecta sólo al nivel físico, añadiendo mayores velocidades de datos y una conectividad más robusta.

802.11 define dos tipos de equipos: estación inalámbrica, generalmente equipada con tarjetas de red inalámbricas, y puntos de acceso, que actúan como una estación base, haciendo de puente entre las redes cableadas y las inalámbricas. Asimismo, establece dos modos de operación: *modo infraestructura* y *modo ad hoc*.

En el *modo de infraestructura*, la red inalámbrica consta de al menos un punto de acceso conectado a la infraestructura de red cableada y un conjunto de estaciones finales inalámbricas. Esta configuración es conocida como Basic Service Set (BSS). Un Extended

Service Set (ESS) es un conjunto de dos o más BSS que forman una sola subred. Teniendo en cuenta que la mayoría de las WLAN tendrán la necesidad de conectarse a las LAN cableadas corporativas, éste será el modo de operación generalmente adoptado.

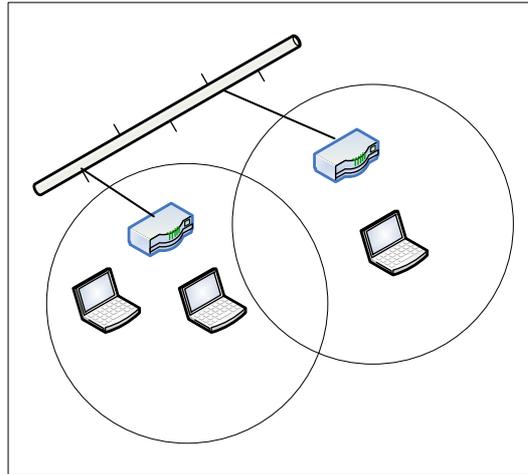


Figura. 1.6. Modo de Infraestructura WLAN.

El *modo ad hoc* (también conocido como peer-to-peer o Independent Basic Service Set -IBSS) define simplemente un conjunto de estaciones inalámbricas que se comunican directamente entre sí, sin utilizar puntos de acceso para conectarse a la LAN cableada. Esta modalidad resulta útil cuando se ha de levantar una red allí donde previamente no existe o no se requiere infraestructura cableada, como hoteles o aeropuertos.

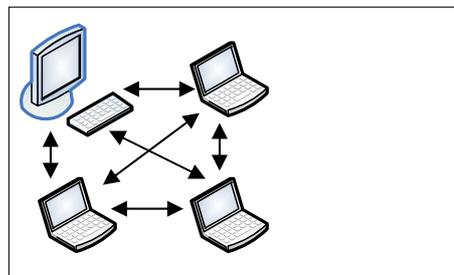


Figura. 1.7. Modo AD HOC.

Basic Service
Set (BSS)
única célula

Cuando un cliente entra en la cobertura de uno o más puntos de acceso se efectúa el proceso denominado de “asociación”: elige el punto de acceso del que depender en función de la fuerza de la señal y de la ratio de error de paquetes que proporcione cada uno, siempre buscando los niveles óptimos. Asimismo, cuando dichos niveles se degradan o el cliente percibe que puede obtener mejores condiciones de señal y transmisión cambia de punto de acceso. Es lo que se conoce como “reasociación”, un proceso típico en los desplazamientos de los usuarios a través de las distintas coberturas de varios puntos de acceso.

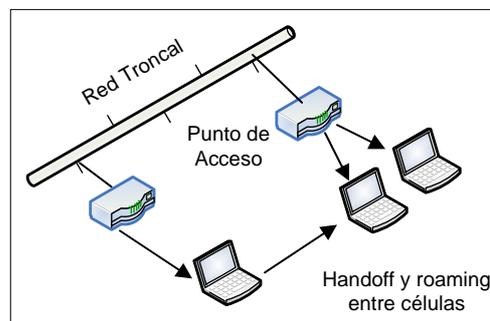


Figura. 1.8. Roaming entre puntos de acceso.

Este proceso dinámico de asociación y reasociación permite a los administradores de redes establecer WLAN con muy amplia cobertura creando una serie de células 11b superpuestas a través de un edificio o campus.

Para ello, habrá que emplear reutilización de canal, evitando que los puntos de acceso sobre un canal DSSS no se solapen con un canal utilizado por su punto de acceso vecino.

A fin de cursar tráficos de voz y vídeo, 802.11 soporta Point Coordination Function (PCF), según la cual sólo el punto de acceso controla el acceso a los medios. Como PCF da

a cada estación la oportunidad de transmitir en un modo predeterminado, se garantiza un nivel máximo de latencias.

En cuanto a seguridad, 802.11 utiliza encriptación WEP (Wired Equivalent Privacy), y para controlar los accesos se programa ESSID, también conocido como WLAN Service Area ID, en cada punto de acceso. Y más allá del Nivel 2, emplea los mecanismos de seguridad propios de todas las tecnologías LAN 802, como loggin al sistema operativo de red, estando abierto además a la encriptación avanzada IPSec (IP Security), entre otras alternativas. Estas tecnologías de mayor nivel pueden ser usadas para crear redes seguras de extremo a extremo que incluyan tanto redes cableadas como inalámbricas.

En definitiva, si las WLAN 802.11 tienen ya cierta presencia en grandes mercados verticales, con el estándar 802.11b han comenzado a ampliar su presencia en otros segmentos de la demanda aportando un rendimiento cinco veces superior al de la norma original. Su amplia aceptación por parte de la industria de networking hace posible que los usuarios dispongan de soluciones interoperativas y compatibles tanto en grandes y pequeñas empresas como en el hogar.

1.6.3 Aplicaciones, ventajas y limitaciones de los sistemas WLAN

1.6.3.1 Aplicaciones

Actualmente las redes WLAN han encontrado una gran variedad de nuevos escenarios de aplicación tanto en el ámbito residencial como en entornos públicos, más allá de su origen corporativo. Estas nuevas aplicaciones son:

1. *Escenario Residencial:* Una línea telefónica terminada en un router ADSL al cual se conecta un AP para formar una red WLAN que ofrece cobertura a varios ordenadores en el hogar.
2. *Redes Corporativas:* Una serie de Puntos de Acceso distribuidos en varias áreas de la empresa conforman una red WLAN autónoma o complementan a una LAN cableada. Son aplicaciones de alta densidad tráfico con altas exigencias de seguridad.
3. Acceso público a Internet desde cafeterías, tiendas, etc. En estos establecimientos se ofrece a los clientes una tarjeta inalámbrica (NIC) que permiten acceso a Internet desde sus propios portátiles o PDA'a. Es un escenario de acceso, involucrando un bajo número de Puntos de Acceso, parecido al residencial, pero que necesita mayores funcionalidades en el núcleo de red.
4. Acceso público de banda ancha en entornos rurales, hoteles, campus universitarios. En general este escenario necesita múltiples Puntos de Acceso para garantizar la cobertura del área considerada.
5. *Es necesario distinguir entre dos tipos de redes:* las redes sin ánimo de lucro o redes libres que ofrecen un servicio gratuito a una comunidad. El otro tipo de redes son las redes que ofrecen servicios de pago a clientes que residen o transitan por la zona de cobertura. Las redes públicas son del tipo de pago por servicios siempre hay un operador de telecomunicaciones detrás de su gestión. Un operador establecido (especialmente los móviles) dispone de gran parte de la infraestructura necesaria para ofrecer un servicio de amplia cobertura. Actualmente existen varios tipos de operadores actuando en el sector WLAN: Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura local de banda ancha en pueblos o en pequeñas ciudades utilizando WLAN. Operadores "Wireless ISP" que ofrecen cobertura nacional en los puntos de alta densidad de tráfico conocidos como "hotspots".
6. WLAN para cobertura de "Hotspots". Estas redes cubren áreas donde se concentra un gran número de usuarios de alto tráfico como aeropuertos, estaciones de ferrocarril, centros de congresos, ... La red a instalar requiere un elevado número de Puntos de Acceso así como importantes exigencias de seguridad, gestión de red, facilidades de facturación, etc.
7. Acceso a Internet desde medios públicos de transporte. En mucho de estos casos la solución está basada en un acceso Wi-Fi en el interior del avión que termina un

enlace vía satélite con la red Internet. En las otras aplicaciones Wi-Fi forma parte tanto de la red de acceso como de la solución de transporte hacia la red fija.

1.6.3.2 Ventajas

Las principales ventajas tecnológicas asociadas a la tecnología WLAN son las siguientes:

1. Su principal ventaja es que dotan a los terminales de movilidad. Este es el punto fuerte de las WLAN's, inalcanzable para las redes cableadas. Es especialmente interesante para cubrir salas de reunión, laboratorios, centros de alta itinerancia, donde haya portátiles y en general para facilitar reuniones de trabajo en cualquier punto. Así los ordenadores, impresoras podrían cambiarse fácilmente de ubicación, sin depender de una localización cercana a una toma de red.
2. Son sistemas de gran flexibilidad dentro de la zona de cobertura de la red inalámbrica los nodos se podrán comunicar y no estarán atados a un cable para poder estar comunicados por el mundo. Esto les dota de gran libertad y capacidad para adaptarse a las necesidades que los usuarios tengan.
3. Requieren muy poca planificación y tiempo de implantación, con respecto a las redes cableadas. Antes de cablear un edificio o unas oficinas se debe pensar mucho sobre la distribución física de las máquinas, mientras que con una red inalámbrica sólo nos tenemos que preocupar de que el edificio o las oficinas queden dentro del ámbito de cobertura de la red. Esto reduce altamente los esfuerzos de planificación.
4. El diseño de los equipos es muy sencillo y de fácil integración. Los receptores son bastante pequeños y pueden integrarse dentro de un dispositivo y llevarlo en un bolsillo. Esto permite que cualquier dispositivo pueda integrarse en las redes WLAN.
5. Robustez ante fallos de la integridad de la red. Ante eventos inesperados que pueden ir desde un usuario que se tropieza con un cable o lo desenchufa, hasta un pequeño terremoto o algo similar. Una red cableada podría llegar a quedar

completamente inutilizada, mientras que una red inalámbrica puede aguantar bastante mejor este tipo de percances inesperados.

6. Son sistemas que ofrecen una mayor cobertura que las redes clásicas de cable, al poder éstas cubrir amplias zonas con un único punto de acceso.

1.6.3.3 Limitaciones

Las principales desventajas tecnológicas asociadas a la tecnología de acceso WLAN son las siguientes:

1. La seguridad es el talón de Aquiles de las WLAN. En dos vertientes: Por una parte seguridad e integridad de la información que se transmite. Este campo está bastante criticado en casi todos los estándares actuales, que, según dicen no se deben utilizar en entornos críticos en los cuales un “robo” de datos pueda ser peligroso. Por otra parte este tipo de comunicación podría interferir con otras redes de comunicación (policía, bomberos, hospitales, etc.) y esto hay que tenerlo en cuenta en el diseño.
2. Las WLAN operan en un pedazo del espectro radioeléctrico. Éste está muy saturado hoy día y las redes deben amoldarse a las reglas que existan dentro de cada país. Concretamente en España, así como en Francia y en Japón, existen unas limitaciones en el ancho de banda a utilizar por parte de ciertos estándares.
3. Las redes inalámbricas ofrecen una peor calidad de servicio que las redes cableadas. Estamos hablando de velocidades que no superan habitualmente los 11 Mbps (802.11b, existen estándares de hasta 54 Mbps), frente a los 100 que puede alcanzar una red normal y corriente. Por otra parte hay que tener en cuenta también la tasa de error debida a las interferencias. Esta se puede situar alrededor de 10^{-4} frente a las 10^{-10} de las redes cableadas. Esto significa que hay 6 órdenes de magnitud de diferencia y eso es mucho. Estamos hablando de 1 bit erróneo cada 10.000 bits o lo que es lo mismo, aproximadamente de cada Mb transmitido, 1 Kb será erróneo. Esto puede llegar a ser imposible de implantar en

algunos entornos industriales con fuertes campos electromagnéticos y ciertos requisitos de calidad.

4. Son unas redes altamente sensibles a la Interferencias, al operar en el espectro radioeléctrico. Las WLAN no solo se ven afectadas por las interferencias entre diferentes dispositivos conectados a una red, sino también entre otro tipo de dispositivos independientes que generen campos electromagnéticos, por ejemplo, microondas.
5. Las redes WLAN todavía no son capaces de integrar todos los servicios de comunicaciones, ya que pese a ser un potente sistema de acceso a Internet y a entornos multimedia, no soportan de manera efectiva las comunicaciones de voz. Pese a que los nuevos estándares 802.11a y g e HiperLAN2 han trabajado en este sentido, la VoWLAN esta todavía lejos de ser una realidad.

1.6.4 Broadband Wireless Access, Capacidades y cobertura

Para hacer frente a las necesidades de conexión, existen cuatro áreas críticas que los sistemas de conectividad inalámbrica deben cumplir:

Altos rendimientos. El mundo LAN cableado ya ha alcanzado las velocidades de 100Mbps (Fast Ethernet) y 1.000Mbps (Gigabit Ethernet), y muy pronto llegará a 10.000Mbps (10 Gigabit Ethernet). Al mismo tiempo, la potencia de la informática móvil y la riqueza de los contenidos en red no paran de crecer rápidamente. Por ello, todos los esfuerzos de la industria y los cuerpos de estandarización deben ir hacia la ampliación de la capacidad de las WLAN y evitar que se conviertan en un cuello de botella.

Movilidad. Aunque siempre han existido los usuarios móviles, sólo ahora pueden estar conectados mientras se desplazan. Puesto que la mayoría de los actuales sistemas de hardware y software se diseñaron para usuarios fijos, dotar de la suficiente inteligencia a los sistemas de networking inalámbricos es una cuestión crítica a la hora de dar soporte a estos usuarios móviles, a fin de que estén conectados sin interrupciones del servicio.

Seguridad. Dado que la transmisión de señales inalámbricas no puede ser limitada enteramente al espacio privado de una empresa, las WLAN han de contar con sistemas de seguridad fiables y sencillos.

Gestión. Para garantizar el rendimiento, la movilidad y la seguridad, es fundamental proporcionar las herramientas apropiadas para configurar estas opciones, monitorizar las redes inalámbricas y localizar y solucionar problemas.

En la tabla 1.6 se indican los efectos que puede tener nuestra señal al propagarse a través del medio y la atenuación que sufre según el tipo de obstáculo.

Tabla. 1.6. Efecto de la señal a través de diferentes medios de propagación.

Material	Efecto:	Ejemplo:
Aire	Mínimo	
Madera	Bajo	Divisiones
Plástico	Bajo	Paredes Internas
Material Sintético	Bajo	Divisiones
Asbestos	Bajo	Techos
Vidrio	Bajo	Ventanas
Agua	Medio	Madera húmeda
Papel	Alto	Archivos
Concreto	Alto	Piso, paredes exteriores
Metal	Muy Alto	Mesa, etc.

1.6.4.1 Relación Ganancia de la Antena - P.I.R.E. (máximo)

- Las normativas fijan una potencia máxima de emisión y una densidad de potencia.
- Por tanto con una antena de mucha ganancia es preciso reducir la potencia.
- Los límites varían según el ‘dominio regulatorio’. Por ejemplo en el caso de EMEA (Europa, Medio Oriente y África) los límites son los de la tabla adjunta.

La cobertura, de cubrir la totalidad del área con nivel de campo suficiente para alcanzar los 11Mbps de capacidad de pico, el nivel de señal en las zonas de interés debe superar los -84dBm.

Tabla. 1.7. Relación Ganancia de la Antena – P.I.R.E. (Máximo)

Ganancia (dBi)	Pot. Máx. (mW)
0	100
2,2	50
5,2	30
6	30
8,5	5
12	5
13,5	5
21	1

A continuación se especifica la cobertura de los puntos de acceso según la velocidad de transmisión:

Tabla. 1.8. Áreas de las zonas de cobertura WiFi.

Velocidad	Rango		
	Zonas abiertas	Zonas Semiabiertas	Oficinas
Alta	160 m	50 m	25 m
Media	270 m	70 m	35 m
Estándar	400 m	90 m	40 m
Baja	550 m	115 m	50 m

1.6.5 Throughput, Estabilidad, QoS

La gran apuesta en cuanto a calidad de servicio (QoS) y multimedia en redes 802.11b que está haciendo IEEE se está concretando en el desarrollo del estándar 802.11e, que fué

ratificado en el 2002. La nueva norma será aplicable tanto en WLAN 802.11b como en su competidora 802.11a mediante una simple actualización firmware, de modo que los usuarios no tendrán que adquirir nuevo equipamiento.

Y para no sucumbir ante las nuevas alternativas de alta velocidad a 54Mbps, 802.11a e HiperLAN II, incompatibles con 802.11b, allí donde 11Mbps sea una velocidad demasiado baja, IEEE está finalizando una línea de evolución para los entornos 802.11b con el propósito de alcanzar hasta 22Mbps. El estándar 802.11g a 54Mbps, que también operará a 2,4GHz, garantiza su compatibilidad con 802.11b.

Todos estos factores, que garantizan el presente y el futuro de las WLAN 802.11b, están haciendo posible que las expectativas de este mercado se estén disparando. A finales de 2002, la tasa de penetración de las LAN inalámbricas basadas en el estándar IEEE 802.11b fue del 50% de las redes corporativas. Para 2005, el 95% de los PC notebooks están preparados para trabajar en estos entornos, lo que potenciará su presencia también en pymes y pequeñas oficinas.

El nuevo estándar 11b estandariza el soporte a nivel físico de 5,5 y 11Mbps. Para ello, DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) fue seleccionada como la única técnica de nivel físico para evitar problemas regulatorios. Por tanto, 802.11b sólo interoperará con los sistemas 802.11 basados en DSSS, pero no con los que trabajan en FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). La norma 802.11 original recoge ambas opciones.

Además, para incrementar las velocidades de datos se emplea la nueva técnica de codificación avanzada CCK (Complementary Code Keying), que consiste en un conjunto de 64 palabras código de 8 bits. La técnica de modulación sigue siendo la misma de 802.11 para 2Mbps, QPSK (Quadrature Phase Shift Keying). Para soportar entornos con niveles de ruido elevados, así como distancias amplias, 11b utiliza Dynamic Rate Shifting, que

permite que las velocidades se ajusten automáticamente a fin de compensar la naturaleza cambiante de los canales de radio.

Como todos los estándares IEEE 802, 802.11 y 802.11b se centran en los dos niveles más bajos del modelo OSI, el físico y el de enlace de datos. Así, cualquier aplicación, sistema operativo de red o protocolo LAN, incluidos TCP/IP e IPX, corren sobre la WLAN tan fácilmente como sobre Ethernet.

1.6.6 Seguridad

La vulnerabilidad en los sistema de encriptación WEP (Wired Equivalent Privacy), empleado por las LAN inalámbricas 802.11a y 802.11b, es una gran preocupación entre los usuarios de estos sistemas. La seguridad es hoy día uno de los asuntos prioritarios para los responsables de redes, cuando se trata de infraestructuras sin cables.

Tanto IEEE como los fabricantes están dedicados a solucionar estas y otras cuestiones de seguridad que afectan a los entornos inalámbricos. No sólo el grupo de trabajo de IEEE encargado del nuevo mecanismo de autenticación 802.1 para WLAN está ya desarrollando la norma con el objetivo añadido de minimizar estas vulnerabilidades de WEP; también los propios fabricantes de WLAN adoptaron esquemas de encriptación propietarios que minimizan la exposición a potenciales peligros.

Las empresas como Guardent y SafeNet empezaron a preparar soluciones que ayudan a los usuarios a cubrir las debilidades descubiertas de WEP.

Teniendo en cuenta tales medidas en marcha, ISAAC y WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) recomiendan a las empresas seguir utilizando el sistema de

encriptación WEP de las WLAN 802.11 pero reforzando la seguridad de estas redes inalámbricas con la amplia gama de herramientas hoy disponibles, como VPN (redes privadas virtuales), IPSec (IP Security) , cortafuegos y servidores de autenticación RADIUS.

1.6.6.1 Autenticación Centralizada

Pero la seguridad depende de mucho más que la sola encriptación. Es necesario disponer de un sólido mecanismo de autenticación que, además de garantizar la identidad de los usuarios y estaciones de trabajo, ayude a escalar sin temores los entornos inalámbricos 802. La nueva norma 802.1X ayuda en la tarea proporcionando un mecanismo estándar para autenticar centralmente estaciones y usuarios, simplificando así el soporte de cientos o miles de puestos.

802.1X será además lo suficientemente flexible para soportar distintos algoritmos de autenticación, y, como estándar abierto, facilitará a los fabricantes el desarrollo de innovaciones y mejoras complementarias.

Básicamente, 802.1X se apoya en el protocolo de autenticación EAP (Extensible Authentication Protocol), vinculándolo al medio físico de la red. Para ello, los mensajes EAP son encapsulados en mensajes 802.1X, creando lo que se conoce como EAP over LAN.

1.6.6.2 Esquema Funcional

La autenticación 802.1X para WLAN se basa en tres componentes principales: el solicitante (generalmente el software cliente), el autenticador (el punto de acceso) y el servidor de autenticación (por lo general, pero no necesariamente, un servidor RADIUS - Remote Authentication Dial-In User Service).

Cuando un puesto cliente intenta conectar con el punto de acceso, éste le detecta y activa su puerto para proceder a la autenticación, al tiempo que le desautoriza a que transmita ningún tipo de tráfico salvo el relacionado con 802.x. El cliente entonces, utilizando EAP, envía un mensaje de inicio al punto de acceso, que, al recibirlo, devuelve un mensaje de petición de identidad. El cliente le remite acto seguido un mensaje de respuesta con su identidad, que será pasado al servidor de autenticación. El resultado es un paquete de aceptación o rechazo que el servidor envía al punto de acceso, que, nada más recibirlo, vuelve a autorizar al puerto del cliente a que comience la transmisión.

Con este simple esquema centralizado de funcionamiento, 802.1X tiene el potencial de simplificar la gestión de la seguridad de grandes despliegues inalámbricos. Pero hay que recordar que la autenticación no es la única pieza del puzzle de la seguridad de los entornos 802.11. Su utilización requiere obviamente la presencia de un algoritmo de autenticación y de un sistema de encriptación de datos. Juntos, los tres componentes ofrecen a los administradores de redes un modo efectivo de proporcionar servicios de red móviles, flexibles, gestionables y escalables.

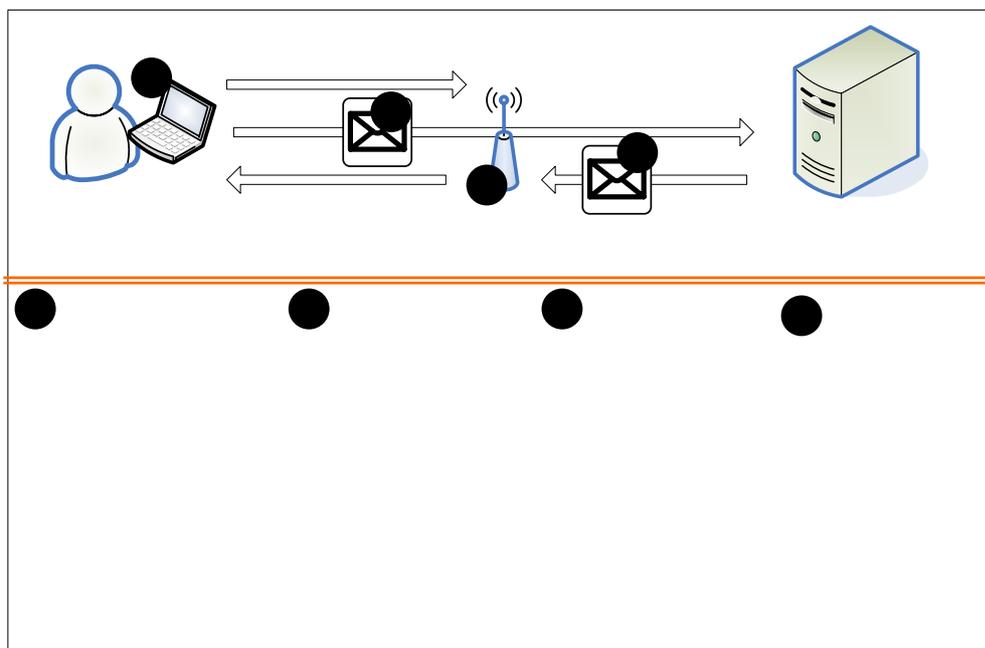


Figura. 1.9. Esquema Funcional 802.1x en acción.

CAPITULO II

ESTUDIO DE MERCADO

2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE MERCADO

- ✓ Identificar la demanda estimada que tendrá el producto en la ciudad de Esmeraldas.
- ✓ Detectar cuantos usuarios y pymes poseen el servicio de Internet en el mercado esmeraldeño.
- ✓ Determinar las actividades que realizan los usuarios y pymes en el Internet.
- ✓ Medir el grado de satisfacción del usuario y pymes con el servicio actualmente contratado.
- ✓ Identificar la concentración de usuarios y pymes por sectores geográficos en la ciudad de Esmeraldas.
- ✓ Demostrar la necesidad del servicio de Internet en el mercado esmeraldeño.
- ✓ Establecer los parámetros básicos de servicios de datos y comercio electrónico para las pymes dentro del mercado esmeraldeño e Internet.

2.2 ESTRUCTURA DEL MERCADO

Se entiende por mercado al espacio en el cual confluyen las fuerzas oferta y la demanda para realizar transacciones de bienes y servicios para establecer un precio único.

“Es el conjunto de individuos y/o entidades, cuyos requerimientos ponen en juego el mecanismo de la oferta y la demanda, conduciendo así a establecer el precio de determinado bien o servicio”.

Es decir por un lado la demanda con su poder adquisitivo para satisfacer las necesidades de sus consumidores y por otro la oferta ofreciendo sus productos para que sean negociados logrando un resultado satisfactorio entre las dos partes.

Para el estudio del mercado debemos tomar en cuenta cinco agentes que determinan los lineamientos a seguir para el desarrollo del mismo. Dichos agentes nos ayudarán a tomar una mejor decisión al momento de establecer las estrategias de comercialización. Dichos agentes son:

- Proveedor
- Competidor
- Distribuidor
- Consumidor
- Externo

2.2.1 Proveedores

El mercado de la ciudad de Esmeraldas esta presentando un crecimiento en el servicio de acceso a Internet, en el que existen varias empresas que ofrecen servicios de acceso. En lo referente a proveedores de servicios de acceso a Internet dial-up tenemos: Andinanet, Esmenet y Onnet; y de banda ancha: Andinanet y Texcell.

Adicionalmente ofrecen servicios de dominio y almacenamientos como: hosting, webservers, e-mails y más; para aquellas empresas que requieran soporte técnico de Internet.

2.2.2 Competencia

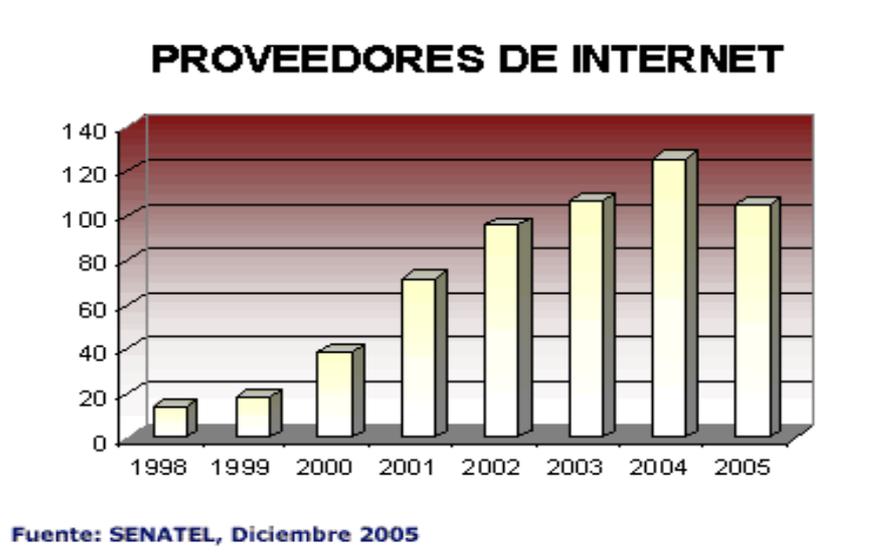
A nivel nacional el crecimiento de proveedores de Internet ha sido significativo, en especial en las ciudades más grandes del país. Como se observa en la tabla 2.1, el total de proveedores de acceso a Internet fue de 105 en el año 2005; con un crecimiento considerable durante el periodo de los años 2000-2001.

Esto permitió reducir considerablemente los costos de servicios de acceso a Internet por la necesidad de brindar cobertura donde no tienen, obteniendo como resultado en la ciudad de Esmeraldas como proveedor dominante a Andinanet con el 85%, Esmenet con el 10% y Onnet con el 5% de usuarios de Internet.

En la siguiente figura 2.1 se muestra el crecimiento anual de los proveedores de servicios a Internet en el Ecuador.

Tabla. 2.1. Proveedores de Internet.³

PROVEEDORES DE INTERNET EN EL ECUADOR	
AÑO	CANTIDAD
1998	14
1999	18
2000	39
2001	72
2002	96
2003	107
2004	126
2005	105

**Figura. 2.1. Grafica de Proveedores de Servicios de Internet.**

El crecimiento de proveedores de servicios de Internet se debe a la efectividad y necesidad que en la actualidad presenta el mercado.

³ Fuente: http://www.conatel.gov.ec/website/estadisticas/indices.php?cod_cont=158

2.2.3 Distribución

Para brindar el servicio de Internet es necesario dar a conocer la necesidad que en la actualidad presenta el mercado Esmeraldeño, los beneficios que ofrecen el Internet y la capacidad de crecimiento que una empresa puede conseguir a través del comercio electrónico.

Se deberá visitar a las pymes y usuarios de los sectores comerciales de la ciudad que podrían interesarse en el servicio, para lograr una mayor penetración en el mercado local.

2.2.4 Consumidor

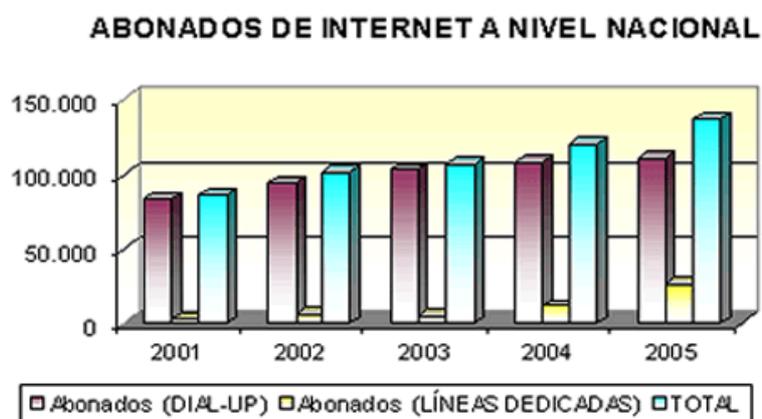
A nivel nacional, el consumo del servicio de Internet ha tenido un crecimiento considerable en los usuarios, con un total 137.326 usuarios en el año 2005; siendo 108.169 usuarios dial-up y 26.786 usuarios de banda ancha.

En la tabla 2.2 y la figura 2.2 se muestra el crecimiento de usuarios a nivel nacional según datos encontrados en el SENATEL.

El servicio está orientado principalmente a las medianas y pequeñas empresas de la ciudad de Esmeraldas, preferentemente a las que posean una red informática instalada o una computadora, es claro que no se descartará las empresas que no posean redes informáticas, pero las primeras son óptimas para el servicio por el cual se crea el presente proyecto: el proveer servicio de acceso a Internet a las pymes.

Tabla. 2.2. Abonados de Internet a Nivel Nacional.⁴

CUENTAS DE INTERNET A NIVEL NACIONAL (ABONADOS)			
Año	Abonados(DIAL-UP)	Abonados(LÍNEAS DEDICADAS)	TOTAL
2001	83.007	2.623	85.630
2002	94.164	6.499	100.663
2003	102.787	4.563	107.350
2004	108.169	11.599	119.768
2005	110.540	26.786	137.326



FUENTE: SUPTTEL, SENATEL - DICIEMBRE 2005

Figura. 2.2. Grafica de abonados de Internet a nivel nacional.

2.3 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO O SERVICIO

2.3.1 Características del producto o servicio

Casi todo negocio, ya sea pequeño o grande, poseen sistemas informáticos para su óptimo funcionamiento; sin embargo, la mayoría de veces, tener acceso a Internet brinda una oportunidad de mantenerse informado de los recientes cambios del mercado, no solo a nivel local, sino a nivel global.

⁴ Fuente: http://www.conatel.gov.ec/website/estadisticas/indices.php?cod_cont=158

Por lo tanto las empresas necesitan adquirir un servicio de acceso a Internet que no resulte demasiado costoso, una alternativa es contratar servicios de Internet de banda ancha de proveedores locales, para disminuir los costos de arriendo de enlace y ultima milla. El presente proyecto ofrecerá asesoramiento y soporte a las pequeñas y medianas empresas de Esmeraldas, pero usando infraestructura local que permitirá ofrecer mejores precios que otros proveedores que operan fuera de la ciudad.

Entre las áreas que conforman el servicio estarán:

- ✓ Mantenimiento y soporte técnico especializado en redes empresariales.
- ✓ Instalación, configuración, mantenimiento de terminales para pymes y usuarios.
- ✓ Capacitación para el correcto uso del navegador Internet Explorer.

Este servicio es totalmente orientado a brindar acceso a Internet, siendo su principal objetivo el demostrar los beneficios y la importancia que tiene el Internet hoy en día. Mediante el uso de Internet daremos soluciones de acceso flexible, económico y de gran velocidad de navegación para cualquier pymes o usuarios de la ciudad obteniéndose así un mayor grado de desarrollo tecnológico, convirtiéndonos en una solución de acceso con soporte local.

2.3.1.1 Clasificación por su uso / efecto

Las empresas modernas necesitan estar actualizadas por los continuos cambios de los mercados donde operan, que permita plantear estrategias eficaces de acuerdo a los modelos cambiantes del mercado global. El servicio de acceso a Internet está orientado a ofrecer en forma eficiente estos requerimientos importantes para la toma de decisiones de las empresas.

Se ha comprobado que el uso de Internet actualmente es una herramienta de trabajo que ha permitido a las empresas obtener información al instante, realizando así ciertas funciones con mayor rapidez y precisión.

Para esto es necesario contar con un servicio de acceso rápido y eficiente, que permita de acuerdo a las necesidades comunicarnos a la red de Internet y administrar correctamente otros programas y proteger la información tanto de factores internos como externos.

El presente proyecto establecerá según las necesidades de los clientes enlaces de canales compartidos que varían de velocidad y costo por el servicio de acceso a Internet. Es por esto que se debe realizar un análisis de la información de cada cliente, sus necesidades y diferentes aplicaciones para obtener un servicio exitoso.

Proyectos como el presente tienen gran aceptación por estar orientados a los clientes, creando en la población un hábito de uso del Internet y promover la necesidad de tecnología que actualmente la ciudad de Esmeraldas requiere para su crecimiento y así apoyar como socios estratégicos, ayudando a viabilizar y potenciar de una manera correcta los recursos informáticos en las pymes Esmeraldeñas.

2.3.2 Productos o Servicios complementarios

Los servicios complementarios del presente proyecto los hemos clasificado de la siguiente manera:

2.3.2.1 Desarrollo de páginas Web

Desarrollo de paginas webs según la actividad de las empresas, como Cybers, navieras, almacenes, distribuidores, ferreterías, cooperativas, comerciales entre otros. Esto permitirá ofrecer sus productos al mercado global de Internet y de esta manera incentivar a las empresas a contratar nuestro servicio de acceso.

2.3.2.2 Servicios de Hosting y Mensajería

Mediante el uso del sistema operativo Linux RedHat 10 Enterprise, se configuraran los servidores de acceso para nuestro ISP, utilizando las siguientes aplicaciones para brindar el soporte requerido:

- Mail Servers: Sendmail, Qmail, Exim, HP Open Mail.
- Samba Server.
- SQUID Proxy Server.
- Web Server Apache.
- Asignación de Ancho de Banda.

2.3.2.3 Protección de Redes y Accesos Remotos

- Implementación de Redes Privadas Virtuales.
- Protección Antivirus en Servidores de Archivos y Servidores de Correos.
- Enrutamiento con Linux, soportando protocolos de enrutamiento estático y dinámicos (RIP1, RIP2, OSPF, BGP4).
- Firewall sobre Linux, IPCHAINS, IPTABLES, Checkpoint Firewall-1.
- Clustering sobre Linux
- Remote Access Server Stand Alone o con soporte RADIUS.

2.3.3 Normatividad técnica y comercial

Los sistemas de modulación digital de banda ancha, son los sistemas de radiocomunicación que utilizan técnicas de codificación o modulación digital en una anchura de banda asignada con una densidad espectral de potencia baja compatible con la utilización eficaz del espectro.

El SENATEL aprobará la operación de sistemas de radiocomunicaciones que utilicen técnicas de Modulación Digital de Banda Ancha en las siguientes bandas de frecuencias:

Tabla. 2.3. Bandas Libres de Frecuencias.

BANDA (MHz)
902 - 928
2400 - 2483.5
5150 – 5250
5250 – 5350
5470 – 5725
5725 - 5850

Entre los requisitos para uso de frecuencias – personas naturales o jurídicas, los interesados en instalar y operar sistemas de espectro ensanchado de gran alcance, sean estos PRIVADOS o de EXPLOTACIÓN, en cualquier parte del territorio nacional, deberán presentar los siguientes requisitos:

2.3.3.1 Información Legal

1. Solicitud dirigida al Señor Secretario Nacional de Telecomunicaciones, indicando el tipo de Servicio al cual aplica; debe también constar el nombre y la dirección del

- solicitante (para personas jurídicas, de la compañía y el nombre de su representante legal).
2. Copia de la cédula de ciudadanía (para personas jurídicas, del representante legal).
 3. Recibo de pago de la contribución del 1/1000 del valor del contrato de los servicios profesionales del ingeniero de telecomunicaciones a cargo del sistema de radiocomunicaciones, que exceda el valor de USD 12 conforme lo determina el Artículo 26 de la Ley de Ejercicio Profesional de la Ingeniería.
 4. Otros documentos que la SENATEL solicite.

2.3.3.2 Información Técnica

5. Estudio técnico del sistema elaborado en los formularios disponibles en la página Web del CONATEL, suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones, con licencia profesional vigente en una de las filiales del Colegio de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos del Ecuador (CIEEE) y registrado para tal efecto en la SENATEL.
6. Copia de la licencia profesional vigente del ingeniero que ha realizado el estudio de ingeniería correspondiente.

Adicionalmente están publicados los formularios que deben ser presentados en el SENATEL y son: Instructivo , Formulario RC-1B, Formulario RC-2A, Formulario RC-3A, Formulario RC-4A, Formulario RC-9A, Formulario RC-9B, Formulario RC-9C, Formulario RC-14A, Formulario RC-15A.

Las tarifas se establecen de acuerdo al *Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico*.

Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, en las bandas que el CONATEL determine, pagarán una tarifa por uso de frecuencias por anticipado, por un período de un año, según la ecuación 2.1:

$$TA(US\$) = K_a \cdot \alpha_6 \cdot \beta_6 \cdot B \cdot NTE \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

TA = Tarifa anual en dólares de los Estados Unidos de América.
(US\$)

K_a = Factor de ajuste por inflación.

α_6 = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

β_6 = Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

B = Constante de servicio para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

NTE = Es el número total de Estaciones Fijas, de Base, Móviles y estaciones Receptoras de Triangulación, de acuerdo al sistema.

El valor del coeficiente α_6 se detalla en la Tabla 1, Anexo 5 y el valor de la constante B para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha se detalla en la Tabla 2, Anexo 5.

La reglamentación se detalla a continuación:

- Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha
- Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico.
- Plan Nacional de Frecuencias

2.4 ETAPAS DEL ESTUDIO DE MERCADO

2.4.1 Análisis Histórico

El uso de Internet de los usuarios en Cybers como en el hogar, cada año es más frecuente en sus labores cotidianas de estudio e investigación. Esto ha implicado a los Cybers que operan actualmente en la ciudad requieran de un canal de mayor velocidad y ancho de banda para suplir estas necesidades de sus consumidores.

En la tabla 2.4 tenemos los datos anuales sobre el uso de canales dial-up y dedicados comprendidos entre los años 2001 y 2005 que con frecuencia usan los usuarios.

Se puede observar el poco crecimiento de canales para acceso de Internet en la ciudad de Esmeraldas; esto se debe principalmente por el alto costo que tiene el servicio. El ingreso de nuevos proveedores de acceso a Internet no suplen las necesidades del mercado por brindar solo accesos de baja velocidad como es dial-up y principalmente porque no operan de manera local en la ciudad sino solo a través de acceso remoto.

Tabla. 2.4. Cybernautas anuales de la ciudad de Esmeraldas.

Cybernautas			
Año	Cybernautas (Dial up)	Cybernautas (Dedicados)	Total
2.001	896	283	1.179
2.002	711	491	1.202
2.003	872	387	1.259
2.004	624	669	1.293
2.005	392	950	1.342

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Estadística CONATEL. 2005

2.4.2 Análisis de la situación vigente del mercado

Un error que se intenta corregir es el de pensar que el valor de usuarios de Internet solamente depende del número de usuarios que se conectan ya sea a través de cuentas dial-up o en su defecto mediante enlaces dedicados o corporativos.

Asumir esto, es excluir a todos los ecuatorianos que acceden a Internet por medio de "ciber cafés" o telecentros. Para mejorar el cálculo de la penetración de Internet, se harán los cálculos utilizando los datos oficiales publicados en la página Web del SENATEL2 sobre el número de usuarios que tiene Andinatel S.A. a nivel nacional y los índices de densidad telefónica, de usuarios de internet que actualmente presenta el Ecuador.

Para la determinación del grado de compartición se utilizó el trabajo de investigación realizado por el autor del presente proyecto de grado en el mes Mayo de 2006, a través de 173 encuestas efectivas a usuarios y 84 a pymes en la ciudad de Esmeraldas.

Tabla. 2.5. Usuarios que poseen servicio de acceso a Internet.

Usuarios por cuenta		
Total encuesta	Respuestas	%
173 usuarios	93	54,0%
84 pymes	84	100,0%

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Encuesta Mayo 2006

Los usuarios dial-up en la ciudad de Esmeraldas se presentan a continuación en la tabla 2.6. Se toman como referencia los datos nacionales y densidad telefónica para estimar el número de usuarios que actualmente posee Andinatel S.A.

El número de Cibernautas para la provincia de Esmeraldas se presenta en la tabla 2.7 calculado a partir de los datos a nivel nacional e índice de usuarios de Internet por cada 100 habitantes. Dentro de los usuarios dedicados están comprendidos los servicios de ADSL y radio enlace contratados por las pymes; las cuales presentan un valor considerable de usuarios por ser servicios de acceso para el público en general.

Tabla. 2.6. Estadística Telefónica de la ciudad de Esmeraldas.

Estadística Telefonía Fija		
	Nacional	Esmeraldas
Categoría A (Popular)	18.673	328
Categoría B (Residencial)	737.984	12.978
Categoría C (Comercial)	130.979	2.303
Total	887.636	15.610
Densidad Telefónica		
	16,41%	
Total Esmeraldas	95.124	

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Estadística CONATEL. 2005

Podemos concluir que actualmente son 1.342 usuarios que usan frecuentemente el servicio de Internet en la ciudad de Esmeraldas.

Tabla. 2.7. Cybernautas actuales de la ciudad de Esmeraldas.

Cybernautas		
	Nacional	Esmeraldas
Cybernautas (Dial up)	331.620	392
Cybernautas (Dedicados)	803.580	950
Total	1.135.200	1.342
Usuarios de Internet por cada 100 habitantes	8,60%	
Total Esmeraldas	1.342	

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Estadística CONATEL. 2005

2.4.3 Análisis de la situación proyectada

Se estima que el uso de Internet se duplicara en los próximos años tanto en la ciudad de Esmeraldas como a nivel nacional. Las futuras negociaciones sobre el acceso de los cables de fibra óptica Panamericano permitirán la reducción considerable en los costos y ofrecerán un servicio de menor precio y mayor capacidad de acceso.

Para esto es necesario que las empresas estatales de Telecomunicaciones del estado aceleren el contrato de acceso a Internet a través de los cables marinos de fibra óptica del pacífico y sirviendo como medio portador a las empresas que operan a nivel nacional.

En cuanto a incentivo de los usuarios por el uso de Internet en los colegios e instituciones está creando un hábito en ellos, lo que beneficia a las empresas que ofrecen

este servicio un crecimiento en sus cuentas de acceso con demandas cada vez mayor, orientado hacia el mundo de la enseñanza y el desarrollo tecnológico.

Es claro que estrategias implementadas por Andinatel como es EVO, que ofrece paquetes de minutos a servicio telefónico e Internet permite que a mediano plazo sean más los usuarios que puedan contratar un servicio de acceso a Internet mediante este medio, esto involucra que cada vez que más usuarios sientan la necesidad del servicio de acceso a Internet y de cambiar estos paquetes de acceso limitados en velocidad y capacidad por otros de mayor velocidad y capacidad de acceso como son los servicios de banda ancha.

Un factor muy importante es la calidad de servicio que se ofrece y el precio que sea competitivo entre los operadores. Es notable que en los últimos años el precio por acceso a Internet se haya reducido como se muestra en la tabla 2.8.

Tabla. 2.8. Costos anuales de acceso a Internet.

Precio por acceso a Internet		
Año	Capacidad	Costo
2003	64Kbps	\$99,00
2004	64Kbps	\$88,00
2005	64Kbps	\$60,00
2006	64Kbps	\$44,00

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Investigación personal.

Se puede observar en la tabla 2.8 que la tendencia en los precios por canal de acceso a Internet es reducirse a medida que se logran nuevos contratos de acceso Mundial por parte de los portadores nacionales, permitiendo de esta manera que sean cada vez más los usuarios que se integren al Internet.

Basándose en los datos aquí presentados sobre el comportamiento del mercado de Internet, podemos asegurar que existe un futuro promisorio para las empresas que ofrezcan servicios de acceso al Internet.

2.5 INVESTIGACIÓN DE MERCADO

2.5.1 Segmentación de mercado

Como se puede apreciar en la tabla 2.9, en la ciudad de Esmeraldas existen 160 empresas legalmente constituidas. El proyecto está orientado principalmente a las pequeñas y medianas empresas y usuarios con conocimientos del uso de Internet en la ciudad.

Es considerado el 47% de las pymes para el presente proyecto como son: Cyber, navieras, almacenes y distribuidores. Se excluyeron las demás pymes de la segmentación por ser un sector carente de sistema de computación o dedicados a otras actividades que no requieren el servicio de Internet como herramienta de negocio.

Según datos obtenidos en la investigación de campo realizado por el autor, el 52% de las pymes de la ciudad de Esmeraldas poseen al menos un computador, representando un total de 83.

El 50% de las pymes poseen servicio de acceso a Internet, representando un total de 80 y el 93% de las pymes encuestadas están abiertas a cambiar o contratar un servicio de acceso a Internet, representando un total de 78.

Tabla. 2.9. Criterio de Segmentación del Mercado

Criterios de segmentación	Segmentos típicos del mercado	Valores
Ubicación del consumidor		
Región	Ecuador, provincia de Esmeraldas, Esmeraldas	95.124,00
Tipo de consumidor		
Tamaño	Usuarios y Medianas y pequeñas empresas (pymes) de la ciudad de Esmeraldeña	36.017,00
Industria	Todos los sectores empresariales y Cybers, excepto, agricultura.	160,00
Empresas que utilicen PCs	El 52% de las empresas medianas y pequeñas de Esmeraldas por lo menos tienen un computador PC.	83,00
Empresas que tienen servicio de datos y acceso a Internet.	El 50% de medianas y pequeñas empresas poseen servicio de datos y acceso a Internet.	80,00
Empresas abiertas a cambiar de proveedor de servicio de Internet	El 93% de las medianas empresas encuestadas desean contratar un nuevo proveedor de Servicios de acceso a Internet	78,00
Usuarios dispuestos a contratar servicio de acceso a Internet	El 81% de los usuarios encuestados están dispuestos a contratar un servicio de acceso a Internet.	140,00

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Cámara de Comercio de Esmeraldas. 2005

2.5.2 Tamaño del Universo

El universo seleccionado para el proyecto es de 35.881 usuarios que representan la población económicamente activa de la ciudad y un total de 160 conformado por las pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Esmeraldas que pueden contratar un servicio de acceso a Internet y buscan una opción más sólida.

Tabla. 2.10. Población Económicamente Activa – PEA –

	Total	PEA
Ecuador	12'156.608	4'585.575
Esmeraldas	95.124	35.881

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: INEC. VI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. 2001

2.5.3 Prueba Piloto

La prueba piloto se realizó de entre 15 usuarios y pymes con la siguiente pregunta tipo:

¿Usted estaría dispuesto a contratar un servicio de acceso a Internet?

Dicha pregunta está asignada con el número 3 en el formulario de la encuesta, el número de respuestas positivas fue de 12, con esta información procedemos a calcular la porción de la muestra piloto:

$$\hat{p} = \frac{x}{n} = \frac{12}{15} = 0.87 = 87\% \quad (\text{Ec. 2.2})$$

2.5.4 Tamaño de la muestra

Para el cálculo de la muestra se utilizará el muestreo aleatorio simple el cual se caracteriza porque todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser incluidos en la muestra, es el tipo más simple de muestreo.

La fórmula para calcular el tamaño de muestra es la siguiente:

Universo:

Usuarios: 35881 abiertas a contratar el servicio de acceso a Internet.

Pymes: 160 abiertas a contratar el servicio de acceso a Internet.

Tamaño de la prueba piloto: 15 encuestas.

Respuestas positivas frente a la posibilidad de contratar un servicio de acceso a Internet = 13; entonces se tiene:

Tamaño de la muestra sin considerar el factor de corrección

$$n_0 = \frac{z^2 \times \hat{p} \times (1 - \hat{p})}{e^2} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Si tenemos un 95% de confianza, entonces:

$Z(0,95) = 1,96$, y un error de estimación del 5%, entonces:

$$\begin{aligned} n_0 &= \frac{1.96^2 \times 0.87 \times 0.13}{0.05^2} \\ n_0 &= \frac{0.4345}{0.0025} \\ n_0 &= 173.79 \end{aligned}$$

Luego procedemos a calcular el tamaño de la muestra real:

$$n_{universo} = \frac{n_0 \times N}{n_0 + (N - 1)} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$n_{usuarios} = \frac{173.79 \times 35881}{173.79 + (35881 - 1)}$$

$$n_{usuarios} = 172.96$$

$$n_{pymes} = \frac{173.79 \times 160}{173.79 + (160 - 1)}$$

$$n_{pymes} = 83.56$$

Por lo tanto se realizarán 173 encuestas para los usuarios y 84 encuestas para las pymes.

2.5.5 Metodología de la investigación de campo

a. Levantamiento de la información

Este proyecto se basará en resultados obtenidos por encuestas, con el fin de diversificar los datos de muestreo (tamaño de la muestra), ya que de esta manera se puede obtener un panorama general de la apreciación de los usuarios.

Fuentes Primarias.- Para la investigación se considera el uso de estas fuentes, puesto que esta permitirá recoger y registrar de forma ordenada los datos relativos al tema del proyecto.

Fuentes Secundarias.- Adicionalmente se tomará en cuenta las fuentes secundarias, fácilmente todo el conocimiento humano puede hallarse en libros, o en otros impresos. La investigación bibliográfica tiene como objetivo encontrar respuestas a los problemas formulados siendo el instrumento de consulta los documentos son una clase de conocimiento fijado de forma material y susceptible de ser empleado para un estudio o prueba.

Esta información se obtendrá en documentos como:

Libros e Internet: Serán la fuente más importante de consulta pues nuestra investigación se basará en la información que en ellos se pueda encontrar.

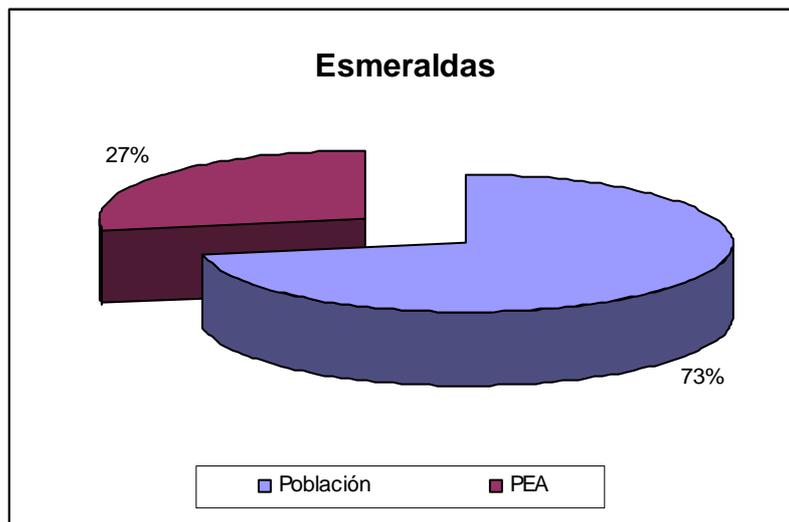
Revistas: Se utiliza como fuente que pueda proporcionar artículos especializados en lo que se refiere a los Indicadores de Telecomunicaciones de Ecuador.

Varios: (indicadores, documentos, publicaciones, etc) Son fuentes secundarias que pueden contener información que utilizaremos en nuestra investigación.

b. Procesamiento de la información

Luego de la aplicación de la encuesta se procederá a procesar la información en tablas y cuadros estadísticos como se puede observar en el Anexo 1. A continuación se presentan la porción de usuarios y pymes que se consideran para nuestro estudio de mercado.

USUARIOS



Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: INEC. VI Censo Nacional de Población y V de Vivienda. 2001

Figura. 2.3. Población Económicamente Activa de la ciudad de Esmeraldas.

PYMES

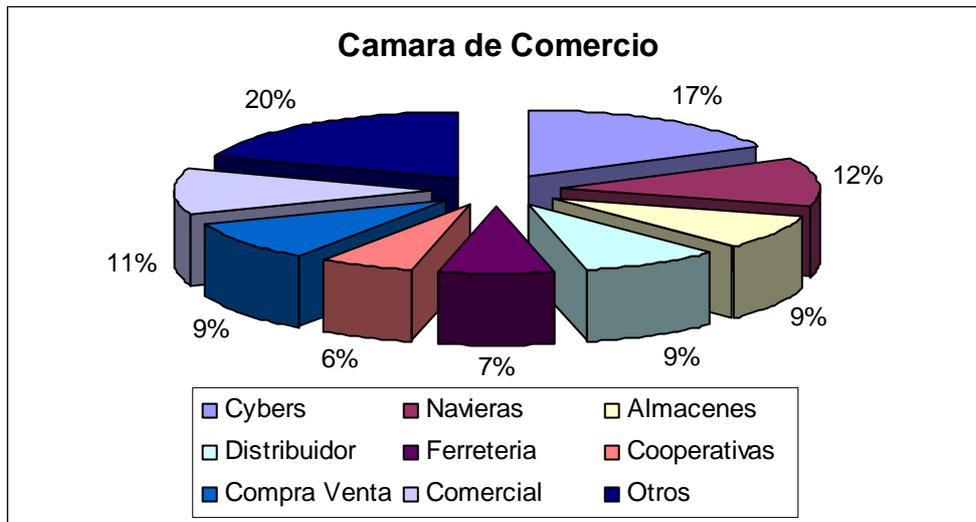
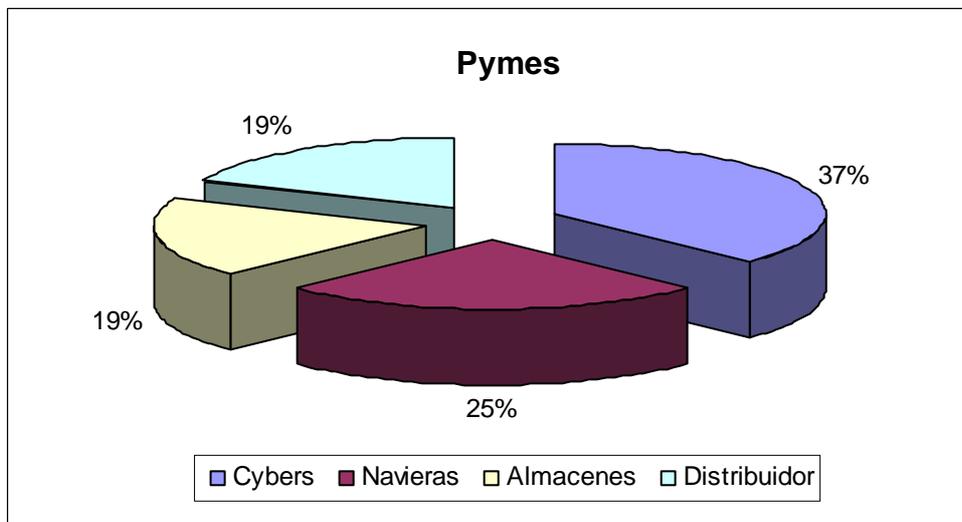


Figura. 2.4. Empresas Afiladas a la Cámara de Comercio.



Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Cámara de Comercio de Esmeraldas

Figura. 2.5. Empresas consideradas para nuestro estudio de Mercado.

2.6 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.6.1 Factores que afectan a la Demanda

La demanda es la cantidad de un bien que una persona está dispuesta a comprar durante un periodo determinado, y a un precio establecido. Este elemento de mercado es de vital importancia para realizar cualquier proyecto de inversión.

El propósito que se persigue mediante el análisis de la demanda es determinar y medir cuales son los factores que afectan los requerimientos del mercado con respecto a un bien o servicio, de igual manera determinar la posibilidad de participación del servicio de migración en la satisfacción de dicha demanda.

La demanda es función de una serie de factores, como son:

*La necesidad real que se tiene de ese bien o servicio.*_ Hemos expresado en párrafos anteriores la necesidad que tienen las pymes y los usuarios por canales de mayor velocidad y ancho de banda. Esta necesidad cada vez es mayor a medida que nuevas aplicaciones sean utilizadas en la red, aumentando el tráfico de la misma y volviendo el servicio más lento.

*El precio.*_ Las redes inalámbricas presentan una inversión menor que las redes cableadas, esto es fundamental al momento de ofrecer un servicio por el retorno de la inversión que se ve reflejada en el precio por acceso a los usuarios y pymes. Los precios ofrecidos por acceso deben ser competitivos a los presentes en el mercado, debe ser suplir nuestras necesidades, así como también nos debe ofrecer más escalabilidad, estabilidad y robustez.

*El nivel de ingreso de la población.*_ Es por todos conocido los problemas económicos que tiene la población del Ecuador, y por ende las empresas deben buscar reducir costos y tener mayor efectividad en sus actividades. Los altos costos de acceso son un gran problema ya que evitan que muchas pymes y gran parte de la población carezca de este servicio de acceso a Internet, es por esto que ofrecer un servicio de acceso de bajo costo y versatilidad se convierte en una excelente opción para la población y las pymes en la ciudad de Esmeraldas.

a. Tamaño y Crecimiento de la Población

El servicio de acceso a Internet desde su aparición ha tenido como objetivo facilitar y optimizar el trabajo de los usuarios y empresas. Es así que con el pasar del tiempo se ha convertido en una herramienta casi indispensable en sus labores cotidianas de trabajo.

Podemos observar que existen computadores hasta en los pequeños micro mercados, licorerías, boutiques, etc., en donde los utilizan principalmente para llevar un control de los inventarios, la tecnología nos ha permitido dar un mayor grado de seguridad a nuestros registros.

Tabla. 2.11. Crecimiento de usuarios y pymes al servicio de acceso a Internet.

Cantidad de usuarios y pymes por cuenta		
Años	Empresas	Usuarios
2003	37	368
2004	57	679
2005	70	921
2006	84	1.342

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Encuesta Mayo 2006

Para la ciudad de Esmeraldas se ha logrado recopilar un estimado de cuantas pymes y que cantidad de la población poseen este servicio de acceso a Internet; así como el crecimiento de su utilización a través de los últimos años.

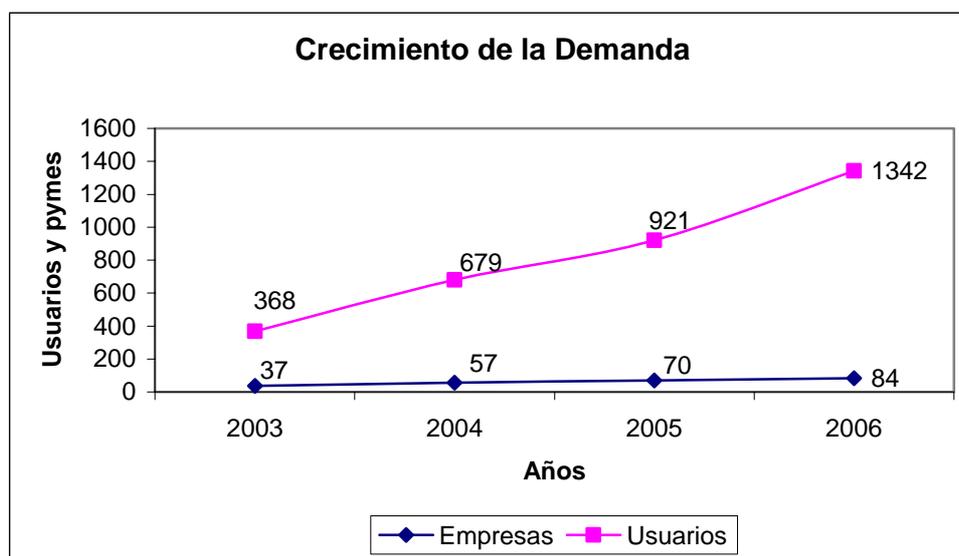


Figura. 2.6. Grafica de crecimiento de la demanda de acceso a Internet en la ciudad de Esmeraldas.

b. Hábitos de Consumo

En la utilización del servicio de Internet no existe un dato específico que nos enseñe el hábito de consumo, debido a que este servicio se adquiere una sola vez; tanto para el hogar, empresas o cyber, sin embargo mediante la encuesta se ha logrado averiguar que el 28% de los usuarios y el 44% de las pequeñas y medianas empresas esmeraldeñas están insatisfechos con el servicio de acceso al Internet que poseen.

Esta insatisfacción hace que los usuarios y las empresas busquen opciones para el manejo de su información que cumplan con las siguientes características⁵:

⁵ Fuente: Encuesta Mayo 2006

- ✓ Soporte Técnico especializado.
- ✓ Factibilidad y robustez en el acceso.
- ✓ Mayor velocidad y ancho de banda.
- ✓ Alternativas de software
- ✓ Mejor seguridad
- ✓ Máxima calidad

c. Gustos y Preferencias

Las empresas y los usuarios esmeraldeños tradicionalmente han usados servicios de acceso a Internet a través de dial-up como lo demuestran los datos obtenidos por la encuesta.

Esta preferencia no está dada exactamente por sus excelentes características y seguridad, simplemente se ha dado por ser hasta hace poco tiempo el único medio de acceso a Internet en la ciudad al alcance de los usuarios y pymes.

Otro motivo de preferencia es la falta de información sobre servicios de radio enlace alternativos y el desconocimiento por parte de las pymes y usuarios de los avances tecnológicos al servicio de las telecomunicaciones.

d. Niveles de Ingreso y Precios

Mediante la aplicación de la encuesta llegamos a conocer que el 100% de las pymes gastan por el servicio de acceso a Internet cerca de 3000 dólares anuales, nuestro servicio buscará posicionarse en el área de entre 2000 y 2500 USD por lo tanto significa que nuestro servicio será muy llamativo para el 94% de las pymes basándonos en los resultados de la encuesta.

De la misma manera llegamos a conocer que el 54% de los usuarios gastan por servicio de acceso a Internet cerca de 600 dólares anuales, nuestro servicio buscará posicionarse en el área de entre 460 y 500 USD por lo tanto significa que nuestro servicio será muy llamativo para el 69% de los usuarios basándonos en los resultados de la encuesta.

2.6.2 Demanda Actual del Producto o Servicio

a. Interna

La demanda interna esta representada por aquellos consumidores potenciales que residen en la ciudad de Esmeraldas, esto significa que los usuarios y las pequeñas y medianas empresas que poseen equipos PC que necesitan contratar un servicio de acceso a Internet. Por medio de la encuesta sabemos que el 79% de los usuarios y el 100% de las pymes buscan sistemas de acceso de mayor velocidad y ancho de banda.

El 46% de los usuarios no poseen servicio de acceso a Internet, por lo tanto existe una apertura para adquirir este servicio que le permita estabilidad en sus operaciones y navegación en la red de Internet.

b. Externa

La demanda en el mundo entero de servicio de acceso a Internet se ha incrementado significativamente, a medida que las computadoras penetran cada vez más en todos los aspectos de la sociedad. Los países desarrollados y en desarrollo, los gobiernos, ONG's, sector privado están en un acelerado proceso de informatización cada vez más amplio y que exige la más variada selección de soluciones de alta calidad.

En el Ecuador está demanda en servicio también se a incrementado y se estima que se duplicarán los usuarios de Internet en el próximo año.

2.6.3 Proyección de la Demanda

“Cuando un consumidor tiene que comprar un servicio generalmente busca un servicio de excelente calidad y al menor precio posible, el cual satisfaga alguna necesidad o grupo de necesidades concretas”⁶

Las empresas al adquirir un servicio de acceso a Internet buscan solucionar y optimizar problemas de manejo de información, desean obtener servicios eficaces, seguridad y estabilidad en sus transacciones.

En la mayoría de los casos, vemos que los usuarios y pymes constantemente se quejan por los continuos problemas que presenta su servicio y el tiempo que se requiere para que el personal técnico atienda sus necesidades que surgen a diario. Esto de debe a que el operador del servicio que se ha contratado no cumple con las reglas básicas para operar eficientemente en su entorno.

Basándose en este criterio y en los resultados de la encuesta, que indica que el 28% los usuarios tienen problemas con el servicio y que estarían abiertos a probar un nuevo proveedor de servicios de Internet, podemos concluir que la demanda de alternativas con mayor velocidad, ancho de banda, robustez y seguridad esta en constante crecimiento.

⁶ **Fuente:** Estudio de Mercados para Proyectos, Carlos Yupanqui Marín

Cerca de 83 medianas y pequeñas empresas de Esmeraldas poseen por lo menos un computador en sus instalaciones, se prevé que dichas empresas deberán realizar inversiones en tecnología.

Tabla. 2.12. Proyección de la demanda.

Años	Usuarios de Internet
2006	1342
2007	1476
2008	1624
2009	1786
2010	1965

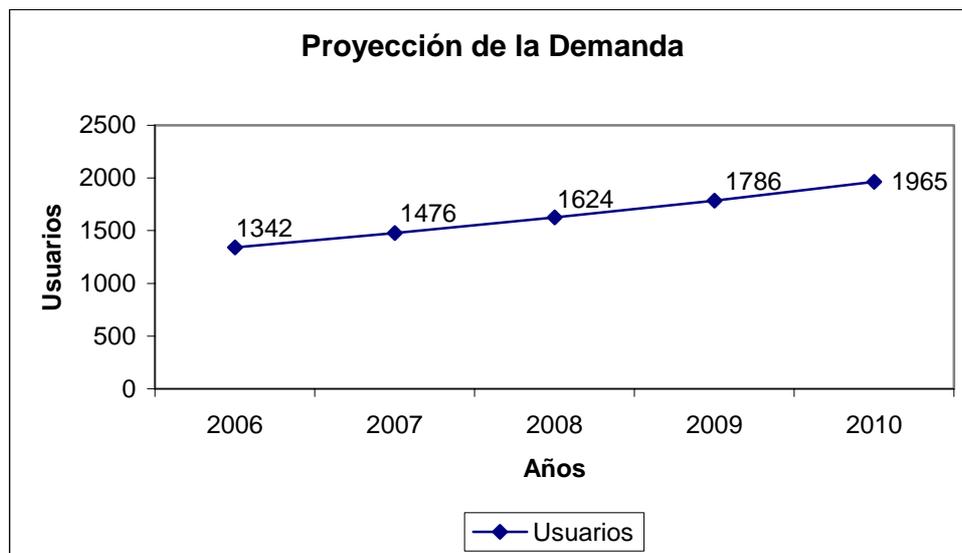


Figura. 2.7. Grafica de Proyección de la demanda de acceso a Internet en la ciudad de Esmeraldas.

En la actualidad el número de usuarios de Internet por cada 100 habitantes es de 8,60%, según datos publicados en la página web del CONATEL. La tendencia es aumentar este porcentaje en los próximos años.

Dicha proyección se espera que aumente en un 10% anual, resultado de la implementación de cursos de capacitación e información a través de los medios de comunicación.

2.7 ANÁLISIS DE LA OFERTA

2.7.1 Clasificación de la Oferta

2.7.1.1 Oferta Competitiva o de Libre Mercado

Es aquella en la que los productores se encuentran en circunstancias de libre competencia, sobre todo debido a la gran cantidad de productores del mismo artículo, la capacidad del mercado está determinada por factores como la calidad, el precio y el servicio que se ofrece al consumidor. También se caracteriza porque generalmente ningún productor domina el mercado.

2.7.1.2 Oferta Oligopólica

Se caracteriza porque el mercado se encuentra dominado por solo unos pocos productores y que por esa misma razón, son ellos quien imponen la calidad y precios en el mercado.

2.7.1.3 Oferta Monopólica

Se caracteriza porque existe un solo productor del bien o servicio, y por tal motivo, domina totalmente el mercado imponiendo calidad, cantidad y precios.

2.7.2 Factores que afectan a la Oferta

a. Número y Capacidad de Producción de los Competidores

Actualmente en la ciudad de Esmeraldas existen cuatro empresas de servicio de Internet; las cuales son: Andinanet, Esmenet, Onnet y Texcell. Por políticas de las empresas no se pueden proporcionar a usuarios particulares datos de números de cuentas de Internet que tienen contratados; por lo tanto se realizó una investigación entre la gente mediante encuesta para estimar el porcentaje de cuentas que manejan mencionadas empresas actualmente.

Podemos observar el crecimiento anual de las cuentas en usuarios y empresas en la tabla 2.13, lo que nos indica el número estimadas de cuentas en cada operador de servicio de Internet y la capacidad que poseen.

Tabla. 2.13. Número de Abonados de Internet, varias operadoras.

Años	Usuarios			Empresas		
	Andinanet	Esmenet	Onnet	Andinanet	Esmenet	Texcell
2003	313	37	18	9	2	26
2004	577	68	34	14	3	40
2005	783	92	46	18	4	49
2006	1141	134	67	21	4	59

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

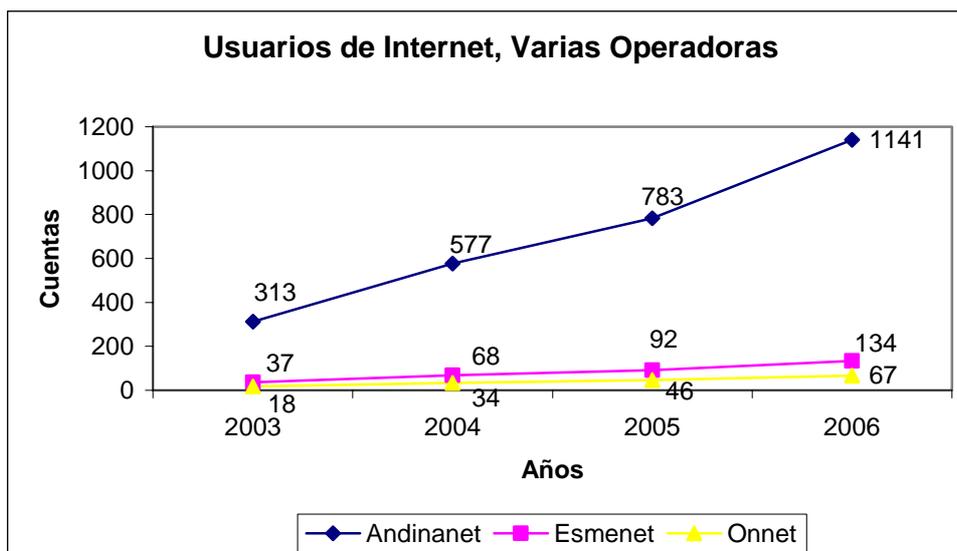


Figura. 2.8. Usuarios de Internet, varios operadores.

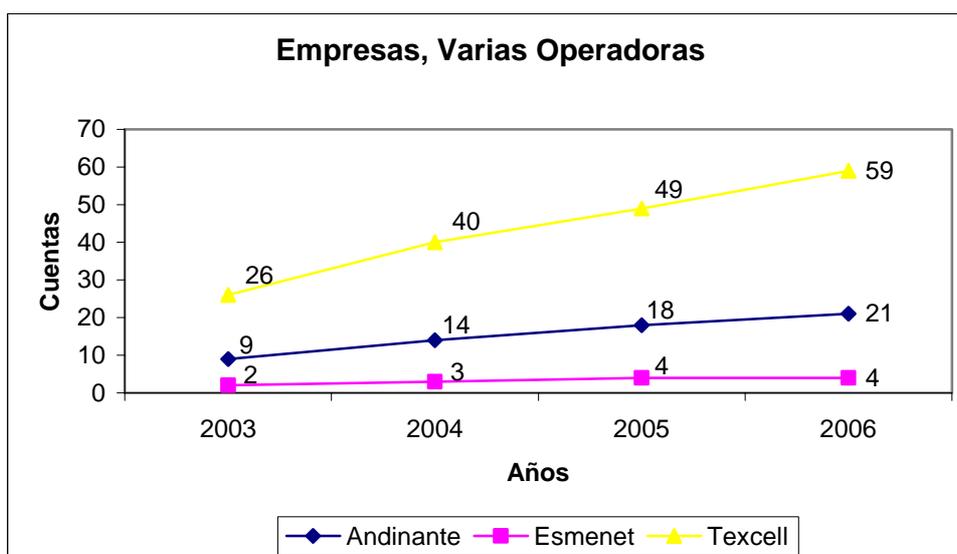


Figura. 2.9. Empresas con acceso a Internet, varios operadores.

b. Precios de los Productos o Servicios Relacionados

En el capítulo uno, página 9 a 11 se presentan los costos por operador y servicio de Internet, en el cual se detallan los costos por enlace e instalación.

2.7.3 Comportamiento Histórico de la Oferta

En términos generales “oferta es la cantidad de bienes o servicios que un cierto número de oferentes está dispuesto a poner a disposición del mercadeen un periodo de tiempo y a un precio determinado”⁷.

Como se pudo observar en los cuadros anteriores, la empresa con mayor número de usuarios es ANDINANET, posicionamiento adquirido por existir muy poca competencia con otras empresas.

Su penetración en el mercado se debe a que es parte de ANDINATEL, operadora de telefonía pública y dueña de la última milla; lo que evita los acuerdos legales con otras operadoras y promocionar ofertas como EVO que son estrategias de mercado al alcance del público.

2.7.4 Oferta Actual

Las operadoras de servicio de Internet para lograr mayor penetración en el mercado esmeraldeño ofrecen paquetes ilimitados o servicios adquiridos entre dos personas para lograr reducir costos de instalación. Esto no ha tenido acogida por el público en general debido a los costos de instalación que siguen siendo altos.

Lo que actualmente la población requiere es un acceso que no ocupe la línea telefónica al momento de acceder al Internet y sea de bajo costo tanto de servicio como de instalación acorde a sus necesidades.

⁷ **Fuente:** Estudio de Mercados para Proyectos, Carlos Yupanqui Marín

El mercado esmeraldeño está dominado por estos dos operadores, pero su crecimiento se ha visto estancado por los siguientes motivos: para ANDINATEL la falta de masificación del servicio de ADSL detiene la oferta de servicio de ancho de banda a los usuarios y empresas de la ciudad; mientras que TexCell por los altos costos de instalación y servicio no a penetrado en los usuarios sino en ciertas empresas del mercado local.

En la siguiente tabla 2.14 se detalla los costos de las dos operadoras de servicio con mayor penetración en el mercado:

Tabla. 2.14. Costo de Servicio de acceso a Internet.

Operador	Costo de Instalación	Costo del Servicio	Capacidad del canal.	# de PCs
Andinanet	\$50.00	\$45.00	128/64Kbps	1
Texcell	\$270.00	\$105.00	128/64Kbps	2

2.7.5 Proyección de la Oferta

Se estima que el crecimiento de los usuarios al servicio de acceso a Internet se duplique cada año, la misma que está representada en la tabla 2.15

La oferta está orientada a brindar un servicio de acceso a Internet inalámbrico, de costo asequible y de mayor velocidad que los comprendidos por el servicio dial-up.

En la siguiente tabla se muestra el costo de nuestro servicio, capacidad de canal que tendrán los usuarios y empresas:

Tabla. 2.15. Costo de Servicio de acceso a Internet de nuestro operador.

Servicio	Costo de Instalación	Costo del Servicio	Capacidad del canal.	# de PCs
Usuarios	\$50.00	\$39.00	64Kbps	3
Pymes	\$200.00	\$100.00	128Kbps	7

2.8 DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA INSATISFECHA

En la ciudad de Esmeraldas existen 83 empresas medianas y pequeñas que utilizan en sus instalaciones al menos un computador. Basándonos en la investigación de mercado realizado sabemos que el 100% de las empresas poseen un servicio de acceso a Internet, es decir 84 pymes y el 54% de los usuarios encuestados poseen servicio de acceso a Internet, es decir 93 personas.

El 52% de los usuarios encuestados, es decir 48 usuarios, están insatisfechos por algún problema en su servicio de Internet, de está el 64% no está satisfecho con el servicio por ser lento, es decir 31; el 69% estaría dispuesto a contratar el servicio que ofrece el proyecto, es decir 119 usuarios.

El 44% de las pymes encuestados, es decir 37 pymes, están insatisfechos por algún problema en su servicio de Internet, de está el 46% no está satisfecho con el servicio por ser lento, es decir 17; el 94% estaría dispuesto a contratar el servicio que ofrece el proyecto, es decir 79 pymes.

Como conclusión se estima que 79 pymes y 119 usuarios son posibles candidatos a cambiar de operador y contratar nuestro servicio de acceso a Internet, esta sería la demanda

insatisfecha, el presente proyecto buscará atender a todos los usuarios y pymes insatisfechas.

2.8.1 Comercialización (Estrategias de Mercadeo)

2.8.1.1 Estrategias de Precios

La empresa se ha diseñado para que minimice costos y maximice las utilidades, busque la manera de ser competitiva en calidad, servicio, promoción y fundamentalmente en precios. Esto permitirá romper mercados, hacer nichos de mercado y tener posibilidades de disputar espacios que pueden tener otras empresas, pero que pueden superarse con una política de precios que se fundamente en la eficiencia y productividad, lo que de manera directa redundará en beneficio del usuario final, que tendrá la oportunidad de escoger entre alta calidad y precios razonables.

2.8.1.2 Estrategias de Promoción

La promoción y publicidad del servicio de acceso a Internet en el mercado de la ciudad de Esmeraldas, deben realizarse a través de los medios que lleguen al mercado objetivo, por lo que se diseñará un plan de mercado a través de medios de radio fusión local y periódicos.

Promoción del producto en la televisión por cable, o por visitas de los agentes de ventas a las empresas con charlas de capacitación y demostración de las ventajas de nuestros servicios de acceso a Internet, capacitación a colegios, e institutos con el objetivo de popularizar el uso de Internet a todos los niveles, mediante la promoción en ferias como la expo-compu, o con la participación en eventos de carácter técnico profesional.

2.8.1.3 Estrategias de Servicio

El servicio ofertado por el presente proyecto busca presentar soluciones a los problemas de acceso a Internet de las empresas y usuarios, mediante enlaces factibles y robustos, que pertenezcan al espectro considerado como frecuencia libre.

El servicio buscará dar estabilidad al acceso de Internet mediante el uso de radio enlace garantizando un nivel de seguridad más alto, eliminando así problemas de virus, spams, accesos no autorizados, cuelgues y caídas del enlace.

Se monitoreara todos los posibles problemas de la red que vaya presentando cada cliente, también se realizará visitas periódicas a las instalaciones como soporte preventivo.

2.8.1.4 Estrategia de Plaza

Para evitar enfrentar problemas relacionados con la cobertura para llegar al consumidor se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

La atención debe ser personalizada, directa y eficiente, a más de ser económica, debemos buscar convertirnos en socios estratégicos para los clientes, quitarles un peso de encima en lo que se refiere a problemas del servicio de Internet. Para esto se ofrecerá un monitoreo constante y visitas preventivas.

Las políticas del departamento de ventas son importantes en la estrategia de mercado, al implantar políticas por el pago de contado, aceptación de documentos que garanticen el pago, crédito. Estas políticas determinarán que se establezca una relación duradera entre el cliente y la empresa.

2.8.1.5 Análisis de Precios

Este aspecto es fundamental en la empresa. El precio de un producto influye directamente sobre los salarios, el alquiler, los intereses, las utilidades, sobre los pagos que se hacen a los factores de la producción, como son: capital, tierra, trabajo y empresarios, el precio es un regulador básico en el sistema económico.

Para el presente proyecto se ha elaborado los siguientes planes de servicio de soporte técnico.

Para el servicio de hosting hemos fijado los siguientes precios:

Tabla. 2.16. Planes de Hosting, mantenimiento y soporte técnico.

	MINI	BASICO	PLUS	PREMIUM
Dominio Incluido		X	X	X
Precio Mensual	\$ 3	\$ 8	\$ 14	\$ 20
Transferencia Máxima mensual	1 GB	2 GB	5 GB	10 GB
Espacio en disco	100 MB	500 MB	1 GB	2 GB
Soporte telefónico o email	X	X	X	X
Estadísticas del sitio online	X	X	X	X
Cuentas email	9	20	ilimitado	ilimitado
Interfase de administración vía web	X	X	X	X
Antivirus			X	X
Antispam		X	X	X
Email vía web		X	X	X
Acceso FTP 24/7	X	X	X	X
PHP / MySQL			X	X
Servicio de posicionamiento buscadores				X
Chat y Weblog incluido			X	X
Manejador Contenido (Nuke, Xoops)				X
Tienda Ecommerce y Help Desk				X
Galería de fotos		X	X	X

Este es un servicio complementario para la empresa los precios son mensuales y consisten en el desarrollo y hospedaje de las páginas webs de cada empresa. El precio de la creación de la página web dependerá de la complejidad que requiera el cliente y del lenguaje de programación a usarse.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA INALÁMBRICO

Las redes inalámbricas LMS4000 de WaveRider con su tecnología punto – multipunto ofrece a los proveedores de servicios de datos un método de acceso local de gran capacidad, que requiere una inversión menos intensa que una solución cableada y más rápida de desarrollar; ofreciendo una forma efectiva para la “ultima milla” al correspondiente operador y puede usarse para dar servicios directamente al usuario final.

3.1 WIRELESS AREA NETWORK (WAN)

En las condiciones de NLOS, la propagación en 900MHz puede beneficiarse por la difracción y la capacidad de penetración para permitir enlaces fiables. Los factores que afectan la cobertura incluyen obstrucción por bosques muy densos, paredes exteriores espesas y edificios localizados juntos. Esto permite que a 900MHz los enlaces operen por encima del 90% a través de obstrucciones, mientras que a 2.4GHz o 5.8GHz, estén afectados a tasas menores del 2%.

Para nuestro diseño de la red WAN, es necesario conocer la distribución física de los lugares a ser atendidos, que nos permitan establecer las zonas de coberturas de los equipos WaveRider. Esto permitirá determinar zonas densas de árboles, edificios y las condiciones de terreno y ambiente que pueden afectar el enlace.

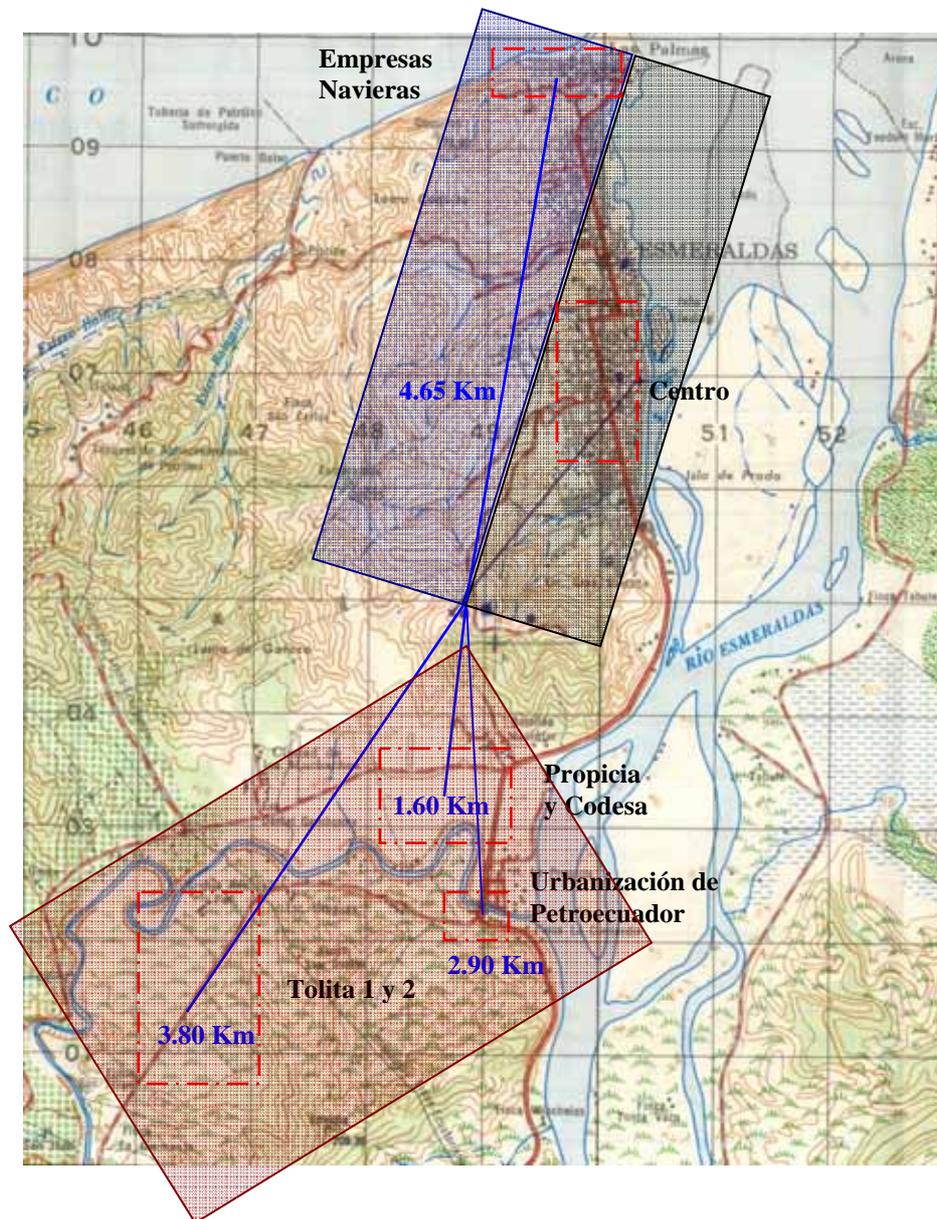


Figura. 3.1. Ciudad de Esmeraldas. Zonas de usuarios SOHO, red WAN.

Se puede observar en la Figura 3.1 la distribución de las zonas a ser atendidas donde tenemos la mayor concentración de pymes así como Cyber que funcionan en la ciudad. Los

equipos WaveRider proporcionan un enlace NLOS de 3.2 Km. con antena interior y 8 Km. con antena exterior; permitiendo de esta manera cubrir la demanda requerida de la ciudad con enlaces de cobertura dentro de los rangos establecidos por los fabricantes de los equipos WaveRider.

3.1.1 Arquitectura de la red WAN

Los sistemas LMS4000 poseen gran variedad de posibles arquitecturas, la mayoría diseñadas para accesos punto – multipunto y con soporte de tecnología de transporte IP. Debido a su topología y geografía del terreno en la ciudad de Esmeraldas es viable la utilización de estos equipos.

A continuación se detalla el diseño de la red que estableceremos y la configuración de los equipos con sus respectivas direcciones IP, tanto para la red de gestión NAP y la red de comunicación CAP.

3.1.1.1 NAP – Network Access Point

Las siguientes posibilidades del NAT (Network Address Translations), están enlistadas para referencia pero usted necesita planear cuidadosamente la mejor configuración aplicable para usted. Esto depende de las direcciones Ip registradas disponibles para usted y la naturaleza de la base de suscriptores. Por ejemplo, usuarios de negocios pueden requerir NAT's estáticos, mientras que un NAT dinámico puede ser usado por un usuario de casa promedio.

- *Traducción de direcciones estáticas dentro de la fuente.*- Está es una traducción uno a uno y requiere una dirección IP registrada para cada dirección IP no registrada. Esto es recomendado si los usuarios dentro de una red privada son requeridos

mantener servidores, mail, ftp, etc., que necesitan ser accedidos desde direcciones de afuera.

- *Traducción de direcciones dinámicas dentro de la fuente.*- Este tipo de traducciones están basadas en traducción dinámica, la cuál establece un mapeo entre un grupo de direcciones locales y un gran grupo de direcciones globales. Está traducción es útil cuando se tiene un gran grupo de usuarios no registrados, los cuales desean acceder a los servicios de red. Por ejemplo, dependiendo del tráfico 10 direcciones IP registradas pueden servir a 40 suscriptores.
- *Sobre poniendo una dirección global interna.*- Está técnica reduce en gran parte el número de direcciones IP registradas que se necesitan. Cuando la sobre posición es configurada, el router mantiene suficiente información de los niveles altos de los protocolos para traducir la dirección global hacia una correcta dirección privada.

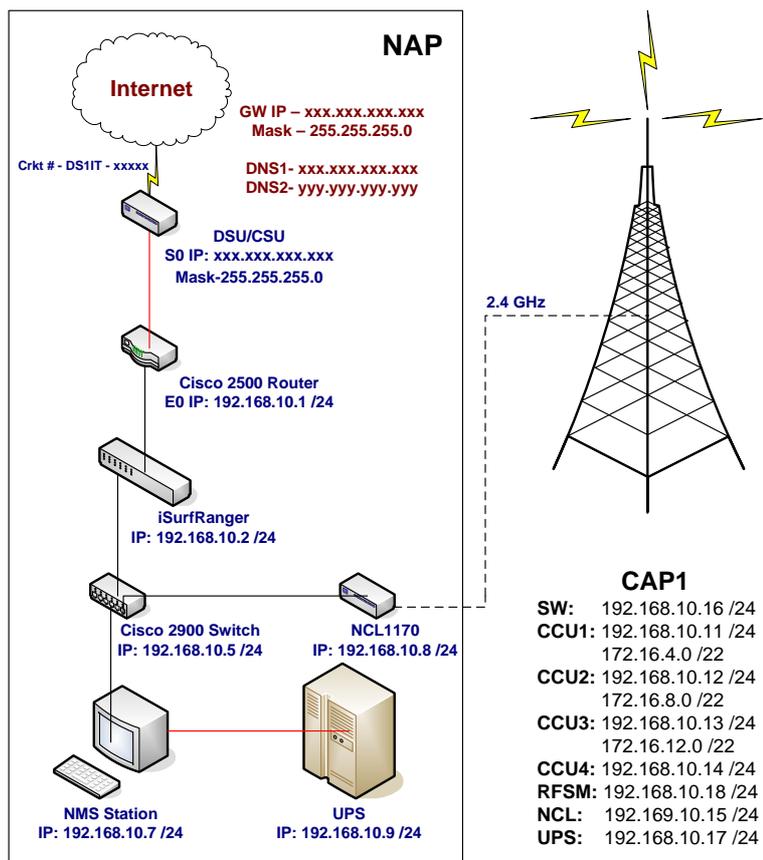


Figura. 3.2. Arquitectura detallada del NAP.

Aunque el NAP se demuestra aquí como una sola entidad con todos los elementos co-localizados, las porciones del NAP se pueden distribuir en diversas localizaciones interconectadas a través del Internet.

3.1.1.2 CAP – Communications Access Point

Para obtener un mejor rendimiento sobre el canal del CAP, es necesario tener un plan de direcciones IP basados en los requerimientos y números de usuarios de la red. Para esto tomaremos en cuenta los siguientes puntos:

- La dirección IP ethernet y gateway del CCU pueden ser sobre una misma subred.
- El CCU actúa como un router, como tal, la interfaz de radio CCU puede estar soportada sobre una red diferente a la interfaz ethernet CCU.
- El plan de IP para la radio de el CCU3000 puede crecer hasta 601 registros o direcciones IP para los suscriptores.
- Desde la perspectiva de la red el EUM es un bridge, como tal, la interfaz de radio y ethernet pueden ser configurados como elementos de la red en la interfaz de radio del CCU.
- La red IP del cliente es miembro de una subred de los EUM, así las direcciones IP del cliente está soportada por la subred.
- Las 601 direcciones IP provistas sobre una subred requiere como mascara 22 bit.
- Cada suscriptor PC posee una dirección IP estáticas asignadas mediante DHCP.
- El uso de direcciones IP desde registros contiguos facilitan el uso de asignación de DHCP cuando esto es requerido.

CCU3000

- El CCU3000 opera como un router estático, asignando direcciones IP a través del puerto de red de la radio base al puerto ethernet del modem.

- El CCU3000 requiere de los siguientes parámetros: frecuencia de operación de la radio, dirección IP ethernet, dirección IP de radio y dirección IP del gateway.
- Estos parámetros pueden ser ingresados a través del puerto serial, o usando un programa de configuración.
- Cada uno de estos parámetros son ingresados y el CCU3000 automáticamente empieza a operar como un router. Adicionalmente las direcciones estáticas pueden ser ingresadas, pero estas no son requeridas para el sistema básico de operación.
- Como todo router, el CCU3000 realiza las configuraciones usando la memoria ram; por lo que se debe grabar con la opción **save** los cambios efectuados.
- Los cambios de IP y frecuencia de radio no toman efecto hasta que el equipo sea peseteado, después de guardar los cambios escribimos **reset** para efectuar los cambios.
- Si estos cambios son programados a través del puerto serial (usando la interfaz de línea de comandos – CLI (Command Line Interface)), en la consola prompt de el CCU los cambios de operación se pueden observar a continuación:

```
Console> ip
```

```
Ethernet IP Address: 192.168.10.11
```

```
Ethernet Net Mask : ffffff00
```

```
Radio IP Address: 172.16.4.1
```

```
Radio Net Mask : fffffc00
```

```
Customer IP Address: 0.0.0.0
```

```
Customer Net Mask : ffff0000
```

```
CCU Gateway IP Address: 192.168.10.1
```

```
CCU Gateway Net Mask : ffffff00
```

```
Registration Server IP Address : 0.0.0.0
```

```
Registration Server Net Address : ffff0000
```

```
Console> mac frequency
```

```
Radio Frequency: 9116
```

```
Console> exit
```

- La configuración del CCU usando el CLI es como se muestra a continuación:

```
Console> ip ethernet 192.168.10.11 24
```

```
Console> ip radio 172.16.4.1 22
Console> ip gateway 192.168.10.1 24
Console> mac frequency 9116
Console> save
Basic configuración file saved
MAC configuration file saved
Console> reset
```

Rebooting now

- El CCU incorpora un monitoreo de eventos que examina el número de operaciones a ser borrados por una anormal condición y reiniciara la unidad si muchas condiciones son detectadas. Estos factores incluyen corrupción de datos o que los EUMs presentes no están registrados. Durante la instalación no toda condición puede ser encontrada. Por ejemplo, si un EUM no recibe la confirmación de registro desde el CCU, el monitoreo indicará un error y se reiniciará. Para evitar esto podemos deshabilitar el monitoreo durante la instalación del equipo, y se lo deberá habilitar antes de reiniciar la unidad.
- Una tabla Address Resolution Protocol (arp) es creada en el CCU basado en el tráfico IP entre el puerto ethernet y el puerto de radio. Estas tablas muestran las direcciones IP y MAC activa para los EUMs. A través de los comandos ping, telnet o SNMP podemos saber si un EUM está enviando o recibiendo datos.
- La tabla de registro (reg) contiene una lista de todos los EUMs activos. El CCU automáticamente crea estas tablas al comunicarse el EUM con el CCU. Esta tabla muestra las direcciones IP ethernet de todos los EUMs y las direcciones IP del cliente. Si un EUM es apagado, o se pierde la señal rf de conexión con el CCU, se remueve de la tabla de registro luego de 3 minutos.

EUM3005

- El EUM3005 opera como un bridge, conectando el puerto ethernet de la PC con el CCU.
- El EUM3005 requiere de los siguientes parámetros: frecuencia de radio, dirección IP ethernet, dirección IP del cliente y dirección IP del gateway (CCU radio IP).

- La interfaz de radio y ethernet pueden ser configurados sobre una misma dirección de red como por ejemplo la interfaz de el CCU.
- Estos parámetros pueden ser ingresados a través del puerto serial, o usando un software de configuración.
- Para la consola promp del EUM se procede de la siguiente manera:

```
Console> ip
```

```
Ethernet IP Address: 172.16.4.2  
Ethernet Net Mask : fffffc00
```

```
Radio IP Address: 172.16.4.2  
Radio Net Mask : fffffc00
```

```
Customer IP Address: 172.16.6.1  
Customer Net Mask : fffffc00
```

```
CCU Gateway IP Address: 172.16.4.1  
CCU Gateway Net Mask : fffffc00
```

```
Registration Server IP Address : 0.0.0.0  
Registration Server Net Address : ffff0000
```

```
Console> mac frequency  
Radio Frequency: 9116  
Console> exit
```

- El comando de configuración del EUM usando el CLI (Command line interface) es de la siguiente manera:

```
Console> ip ethernet 172.16.4.2 22  
Console> ip radio 172.16.4.2 22  
Console> ip gateway 172.16.4.1 22  
Console> mac frequency 9116  
Console> save  
Basic configuración file saved  
MAC configuration file saved  
Console> reset
```

```
Rebooting now
```

- El EUM3005 solamente posee una dirección mac conectada al puerto ethernet. Está dirección mac puede tener una dirección IP semejante a la dirección IP asignada al EUM del cliente.

- El Receive Signal Strength Indicator (RSSI) determina si el enlace está estabilizado. El RSSI evalúa si solamente es validado un paquete de datos recibido y demulado por el EUM. El RSSI puede ser leído a través de un programa de configuración o del CLI.
- WaveRider provee gran diversidad de antenas para instalaciones internas. Esto resulta eficaz en las aplicaciones para NLOS anulando posibles interferencias en el enlace.

Suscriptor PC

- Este equipo se conecta al EUM3005. Es requerido usar cable cruzado CAT5. Este cable es proporcionado como parte del kit EUM.
- Los parámetros a configurar en el equipo son: dirección estática IP, subnet, gateway (CCU radio IP) y dirección IP del DNS (primaria y secundaria).
- La configuración de estos parámetros dependerá de la operación del sistema.

La Figura 3.3 representa la arquitectura de la configuración básica de la red que nuestro ISP utilizará para proporcionar servicio de alta velocidad de acceso a Internet a nuestros clientes.

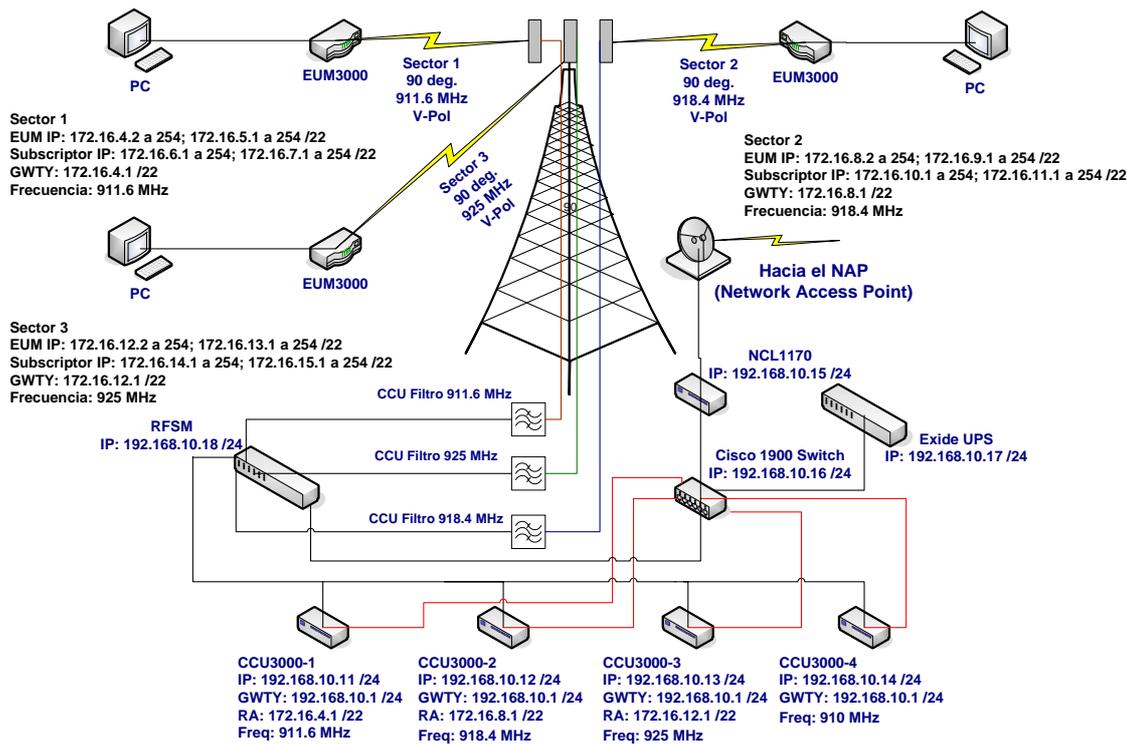


Figura. 3.3. Arquitectura detallada del CAP.

3.1.2 Diseño de acceso WAN

Para conectar un usuario a Internet dos condiciones deben estar presentes. La primera es que el usuario o suscriptor debe tener una dirección IP registrada. La segunda es que debe existir un camino para conectar la PC suscriptor al destino de Internet.

3.1.2.1 Registro de dirección IP

Hay tres condiciones con respecto a asignar una dirección IP registrada o pública al dispositivo host del suscriptor. (PC o dispositivo de compartición IP).

1. *Asignamiento estático.* Este método requiere del uso de dos direcciones IP para cada suscriptor (una para el EUM y otra para el PC host). Adicionalmente, una puede ser requerida para una interfaz de radio del CCU. (Como se menciono

anteriormente para poder tomar ventaja de futuras capacidades del CCU3000 en más de 300 usuarios, esto debe ser traducido en 601 IP requeridas.) Si una IP pública es usada directamente, 601 de esas direcciones son requeridas. Si una dirección privada es usada, entonces el NAT debe ser usado para traducir estas direcciones privadas a públicas.

2. *Traducción de direcciones de red (NAT)*. Está es la manera preferida para asignar direcciones públicas. Dos métodos han probado ser exitosos, el dinámico (uno para varios) y el estático (uno a uno). La identificación de host suscriptor es traducida en el router. Todo el direccionamiento detrás del router pueden ser IP's no registradas (privadas).
3. *Protocolo de DHCP*. No está disponible en el EUM o el CCU en este momento. Sin embargo para futuros lanzamientos del CCU3000 podrá tener la característica de DHCP. Esto lo podemos tener en cuenta cuando planeemos el esquema de direccionamiento IP. Cuando esto este disponible el direccionamiento estático de direcciones IP en el suscriptor no será requerido.

3.1.2.2 Registro Dinámico MAC

El registro dinámico MAC (PMAC) incluye varios servicios que significativamente mejoran la actuación y la eficacia operacional de WaveRider CCU3000 y EUM3000; productos que introdujo WaveRider en abril del 2002. La naturaleza del registro dinámico MAC es un rasgo que reduce el número de registros de usuarios inactivos.

El resultado es esa capacidad mínima de canal que consume por los registros de los dispositivos inactivos, permitiendo números grandes de suscriptores "siempre activos". WaveRider es propietario del registro de algoritmo máximo a través de 300 estaciones en modo punto - multipunto. Comparado a CSMA/CA, WaveRider con su registro MAC, dramáticamente reduce las colisiones de paquete. En modo punto - multipunto el registro puede aumentar eficazmente hasta un 500%. Entre las altas transmisiones de datos y la capacidad del suscriptor, el PMAC proporciona estos beneficios adicionales:

Equilibrio de carga automático.- El registro dinámico MAC del CCU3000 asigna la capacidad del medio de transmisión disponible entre todos los usuarios en el canal. Esto le impide a un usuario muy activo dominar o acaparar el canal de otros usuarios. Esta capacidad puede asegurar que todos los usuarios en un canal obtengan una porción de capacidad.

Control integrado de Calidad de Servicio (COS).- El control COS proporciona un nivel de acceso de ancho de banda dentro de los WaveRider CCU3000 y dispositivos EUM3000. Este rasgo le permite a un operador de la red estructurar cuatro niveles de servicio dentro de un CCU3000. Por ejemplo, algunos operadores pueden poner como prioridad normal que los usuarios residenciales sean limitados a 384kbps, mientras que otros pudieran ser de prioridad más alta como usuarios comerciales.

Son sólo cuatro configuraciones COS asignables que pueden existir simultáneamente en el CCU. Este cambio puede hacerse mientras el CCU está activo, y se efectúa inmediatamente.

En la siguiente tabla se ilustra el funcionamiento de la configuración de los archivos COS, con los valores predeterminados de fábrica. Esta configuración de archivo COS predefinido se aplica para redes que consisten en ambos usuarios residencial y de negocio.

Tabla. 3.1. Archivos de configuración COS para los CCU3000.

Clase de Servicio	Tasa de Transmisión [Kbps]	Uso Típico
Mejor Desempeño	0 – 348	Residencial Estándar / SOHO
Bronce	0 – 1024	Residencial Premium / SOHO
Plata	128 – 256	Pequeños negocios
Oro	256 – 512	Medianos negocios

Elimina el problema CSMA/CA “nodo oculto”.- La comunicación punto - Multipunto que usa CSMA/CA a menudo se cae por el problema de "nodo oculto": las colisiones frecuentes e incesantes de paquetes y reintentos causan en las estaciones bases que no pueden oírnos directamente, y por consiguiente a menudo transmite simultáneamente los paquetes. El registro dinámico MAC del CCU3000 elimina este problema.

3.1.2.3 Análisis de Tráfico

Este estudio nos permitirá hacer un dimensionamiento completo de la red, además de servirnos para el análisis de la demanda, proceso que se encuentra dentro de la planificación del sistema LMS4000. Con los datos obtenidos, administraremos mejor el ancho de banda y velocidad de transmisión.

Dado a que el tráfico es irregular, se asumirá un comportamiento estable. Para el análisis aplicaremos el promedio de personas que tengan acceso por empresa, dato que obtuvimos de la encuesta.

Para un mejor análisis del tráfico estableceremos tres celdas sectoriales como se muestra en la figura 3.1, cada uno de 90°, siendo los sectores propuestos el Amarillo con 130 usuarios, el Azul con 20 usuarios y el Rojo con 10 usuarios.

En la siguiente tabla se establecen las áreas de las zonas de coberturas que serán atendidas por los equipos WaveRider, siendo: Amarillo – el centro; Azul – la zona Naviera y Rojo – la Urbanización Tolita 1 y 2.

Tabla. 3.2. Áreas de las zonas de cobertura.

Sector	Dimensión		Área	Capacidad de Usuarios
	Largo [Km.]	Ancho [Km.]	[Km ²]	
Centro	4.00	1.75	7.00	40.00
Navieras	0.10	0.30	0.03	20.00
Tolita 1 y 2	0.70	0.40	0.28	10.00
			Total	70.00

Dado a que el número de usuarios no es uniforme en los tres sectores planteados, se realizará el estudio diferente de tráfico por cada sector. El tráfico ascendente esta considerado por el tráfico desde el Terminal a la base, mientras que el tráfico en sentido descendente esta considerado por el tráfico desde la base al Terminal.

El siguiente análisis se hace de acuerdo al número de empresas interesadas en contratar el servicio de acceso a Internet; calculando de está manera el tráfico total por sector, mediante la siguiente expresión:

$$\text{Total Tráfico Ascendente} = \text{Total de flujo ascendente} / \text{usuarios potenciales de Internet.}$$

$$\text{Total Tráfico Descendente} = \text{Total de flujo descendente} / \text{usuarios potenciales de Internet.}$$

Para realizar este análisis consideraremos a las empresas en tres segmentos que son: empresas de capacidad baja, empresas de capacidad media y empresas de capacidad alta; de las cuales haremos el estudio detallado para cada segmento en cada sector.

Para esto consideraremos que el tráfico generado de acceso a Internet es asimétrico, asumiendo para efectos de cálculos:

- ✓ Para empresas de baja capacidad, el 49% del total de la empresa de cada usuario potencial utiliza el acceso a Internet, a su vez tenemos que el 13% del total de las personas estarían usando simultáneamente este servicio.
- ✓ Para empresas de media capacidad, el 38% del total de la empresa de cada usuario potencial utiliza el acceso a Internet, a su vez tenemos que el 38% del total de las personas estarían usando simultáneamente este servicio.
- ✓ Para empresas de alta capacidad, el 13% del total de la empresa de cada usuario potencial utiliza el acceso a Internet, a su vez tenemos que el 49% del total de las personas estarían usando simultáneamente este servicio.

Tomando en cuenta que se trabaja con una velocidad de 64Kbps para el enlace descendente y una velocidad de 16Kbps para enlaces ascendentes. Se usa esta velocidad de transmisión ya que es mayor la cantidad de información que se recibe, comparada con la que se envía desde los PC's.

De lo analizado anteriormente se puede sintetizar la siguiente expresión:

Flujo Total Ascendente para empresas de baja capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.49 \times 0.13 \times \#total \text{ de usuarios} \times 64\text{Kbps}$$

Flujo Total Descendente para empresas de baja capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.49 \times 0.13 \times \#total \text{ de usuarios} \times 128\text{Kbps}$$

Flujo Total Ascendente para empresas de media capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.38 \times 0.38 \times \#total \text{ de usuarios} \times 128\text{Kbps}$$

Flujo Total Descendente para empresas de media capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.38 \times 0.38 \times \#total \text{ de usuarios} \times 256\text{Kbps}$$

Flujo Total Ascendente para empresas de alta capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.13 \times 0.49 \times \#total \text{ de usuarios} \times 256\text{Kbps}$$

Flujo Total Descendente para empresas de alta capacidad / Usuarios Potencial

$$\text{Trafico Ascendente} = 0.13 \times 0.49 \times \#total \text{ de usuarios} \times 512\text{Kbps}$$

La siguiente tabla muestra el estudio completo de tráfico con sus respectivos análisis de flujos.

Tabla. 3.3. Tráfico de flujo por sector para el servicio de Acceso a Internet.

Sector	Capacidad	Usuarios	Tráfico Ascendente [Kbps]	Tráfico Descendente [Kbps]
Amarillo	Alta	5	82.00	163.00
	Media	15	277.00	554.00
	Baja	20	82.00	163.00
Promedio			661.00	
Azul	Media	20	185.00	370.00
Promedio			278.00	
Rojo	Media	10	92.00	185.00
Promedio			139.00	
Total			1,078.00 Kbps	

Todos los datos calculados tienen un fundamento, los mismos que se basan en una encuesta de mercado. Los datos utilizados en el cálculo son obtenidos de la encuesta realizada a las pymes sobre la cantidad de usuario con acceso a Internet y su uso diario.

Como se puede observar la capacidad requerida para operar las 70 pymes requerida es de 0,5 E1's; los que nos permite dimensionar la capacidad que requerirá nuestro sistema LMS4000.

3.1.3 Equipos WaveRider

3.1.3.1 Características y Funcionalidad del CAP

El CAP proporciona los siguientes servicios:

- Enlaces con modems inalámbricos.

- Conectividad de datos entre el NAP y los modem inalámbricos.
- Soporte de autenticación de usuarios.
- Distribución de datos a usuarios finales en el CAP en áreas seguras.
- Operación reforzada, alarmas y mantenimientos.
- Redundancia.



Figura. 3.4. Rack de Comunicaciones.

3.1.3.2 Estación Base CCU3000 900MHz

- Soporta hasta 300 modem (EUM3000) por estación base (CCU3000).
- Opera en la banda de los 902-928MHz ISM usando tecnología DSSS (Secuencia Directa de Espectro Ensanchado).
- Proporciona hasta 2.7Mbps de tasa de transmisión o 2Mbps de rendimiento de datos a usuarios.
- Alto rendimiento en filtros pasivos pasa-baja.
- Funcionalidad de ruteo de direccionamiento estático y dinámico.
- Configuración remota o local con fácil uso en Windows o telnet.
- Manejo total de SNMP.
- Soporta alta ganancia en antenas de 900MHz Omnidireccional o sectorial.
- Alto rendimiento de poder: +26 dBm eliminando la necesidad de amplificadores externos.

- Arquitectura celular escalable.
- Proporciona registro dinámico de MAC:
 - Soporta hasta 300 subscriptores por CCU3000 (CCU) o 900 subscriptores por CAP.
 - Equilibrio de carga automático.
 - Calida integrada en servicios de control.
 - Elimina el problema de nodo oculto.
 - Asignación de ancho de banda por registro dinámico a usuarios activos.
 - Filtrado de puerto IP.
 - Función de asignación DHCP.
 - Utilidad para la rápida instalación y mejor diagnostico.
 - Soporta múltiples PC's por EUM.
 - Autenticación y registro de EUM.
 - Programa de tiempo la red SNTP.



Figura. 3.5. Estación Base CCU3000 900MHz.

3.1.3.3 Modem EUM3000 900MHz

El modem EUM3000 es el equipo que proporciona la conectividad inalámbrica RF entre el LMS4000 y las redes de usuarios o computadoras. El EUM3000 es de compacto diseño para el uso de escritorio (8.2"x5.2"x1.5"). El EUM3000 sirve como un modem inalámbrico que conecta la radio a una interfaz 10BaseT. Proporciona a los usuarios un rendimiento de hasta 2Mbps.

La antena EUM3000 es una diversidad con optimización en la funcionalidad para equipamiento de uso interno. Es de conveniente tamaño 6.2"x6.2"x2.2", e incluye un

montaje para instalaciones de pared. La antena puede ser fácilmente dirigida para conseguir una señal óptima desde el LMS4000. Alternativamente la antena exterior puede ser usada en aplicaciones de línea de vista para lograr conexiones a grandes distancias.



Figura. 3.6. Modem EUM3000 900MHz. a) MODEM, b)Antena

3.1.4 Estudio Radioeléctrico

La siguiente tabla 3.4 muestra la posible área de cobertura del radio con los típicos escenarios. Tenga presente que los resultados son reglas generales. Los resultados reales pueden variar, dependiendo significativamente del ambiente circundante. Estos rangos se han actualizados para reflejar las instalaciones de los subscritor reales.

Tabla. 3.4. Cobertura típica de los radios (Radios CCU/NCL1900 antena).

Instalación de Subscritores	LOS	LOS (a través de ventanas)	NLOS (Azoteas visibles desde la antena base)	NLOS (Azoteas no visibles desde la antena base)
Antena Interna	no	5 Km.	3.2 Km.	1.6 Km.
Antena Externa	40 Km.	no	8.0 Km.	5.0 Km.

El radio de cobertura en 900MHz es determinado por lo siguiente:

3.1.4.1 La dinámica de la radio

- ✓ Poder de rendimiento del transmisor.
- ✓ Sensibilidad del receptor (especificado a la tasa ftp de datos dado a un BER).
- ✓ Ganancia de la antena incluido las pérdidas del cable.
- ✓ Tipo de antena de la estación base - para la penetración interior.
- ✓ Altura de la antena.
- ✓ El ambiente de RF en banda y fuera de banda de interferencia.

3.1.4.2 Desorden (uso de la Tierra)

- ✓ Árboles - hojas, altura, densidad.
- ✓ Edificios - un solo piso a múltiples pisos.
- ✓ Calles - una sola vía a múltiples vías.
- ✓ Campo - césped, cosechas, huertos.

3.1.4.3 El terreno

- ✓ Llano.
- ✓ Pendiente.
- ✓ Depresión.
- ✓ Agua.
- ✓ Montañas.

3.1.4.4 Penetración interior

- ✓ Materiales de construcción - vidrio, adhesivos, ladrillo, metal, hormigón.
- ✓ Tamaño de las ventanas
- ✓ Localización de subscriptores por unidad relativa a la torre base.

Para nuestra predicción del área de cobertura usaremos los modelos de propagación de Okumura-Hata para 900 MHz y Cost-Hata 231 para 2.4GHz⁸. Para calcular la intensidad de campo eléctrico hacemos uso de las formulas de conversión.

3.1.4.5 Fórmulas de conversión⁹

Sobre la base de la propagación en el espacio libre, se pueden utilizar las fórmulas de conversión siguientes:

Intensidad de campo para una onda dada transmitida isotrópicamente:

$$E_n = P_{Tx} - 20 \cdot \text{Log}(d) + 74.8 \quad (3.1)$$

Potencia recibida isotrópicamente para una intensidad de campo dada:

$$P_{Rx} = E_n - 20 \cdot \text{Log}(f_c) - 167.2 \quad (3.2)$$

Pérdida de transmisión básica en el espacio libre para una potencia e intensidad de campo dadas transmitidas isotrópicamente:

$$L_{bf} = P_{Tx} - E_n + 20 \cdot \text{Log}(f_c) + 167.2 \quad (3.3)$$

Densidad de flujo de potencia para una intensidad de campo dada:

$$S = E_n - 145.8 \quad (3.4)$$

donde:

P_{Tx} : potencia transmitida isotrópicamente ($dB(W)$).

P_{Rx} : potencia recibida isotrópicamente ($dB(W)$).

E_n : intensidad de campo eléctrico ($dB(\mu V/m)$).

⁸ Paper - Evaluación de Enlaces Inalámbricos urbanos usando protocolo IEEE 802.11b

⁹ Rec. UIT-R PN.525-2

f : frecuencia (GHz).

d : longitud del trayecto radioeléctrico (Km).

L_{bf} : pérdida básica de transmisión en el espacio libre (dB).

S : densidad del flujo de potencia (dB(W/m²)).

3.1.4.6 Modelos

Es sabido que al propagarse una señal electromagnética por el ambiente sufre pérdidas, que deben ser establecidas en la fase de diseño para determinar si el nivel de recepción es suficiente para mantener un enlace con una calidad de servicio razonable.

Modelo Okumura - Hata: El modelo Hata formula empíricamente los gráficos de pérdidas por propagación del modelo Okumura. Las pérdidas existentes en el enlace pueden ser obtenidas por medio de la ecuación (3.1), en que se ha incluido el factor de corrección suburbano.

$$L_b (dB) = 69.12 + 26.16 \cdot \text{Log}(f_c) - 13.82 \cdot \text{Log}(h_{ef}) - 3.2 \cdot (\text{Log}(11.75 \cdot h_{Rx}))^2 + (44.9 - 6.55 \cdot \text{Log}(h_{ef})) \cdot \text{Log}(d) - 2 \cdot \left(\text{Log}\left(\frac{f_c}{28}\right) \right)^2 \quad (3.5)$$

donde:

L_{b50} (dB): Pérdidas por propagación al 50% de recepción de señal.

f_c : Frecuencia portadora en MHz .

h_{ef} : Altura efectiva de la antena transmisora en metros.

h_{Rx} : Altura efectiva de la antena receptora en metros.

d : Distancia entre el transmisor y el receptor en km.

Modelo Hata-Extendido: También conocido como modelo COST-231, esta extensión del modelo Hata puede ser utilizado para un rango de frecuencia entre 1.500 y 2.000 MHz, pero puede ser extrapolado y ser aplicado a los 2.45 GHz. La altura efectiva del transmisor va desde 30 a 200 m, la altura efectiva del receptor desde 1 a 10 m y la distancia entre el transmisor y receptor debe estar en el rango 0.2 a 1 km. Las pérdidas de enlace pueden ser obtenidas mediante la ecuación (3.2).

$$L_{bf} (dB) = 51.27 + 33.9 \cdot \text{Log}(f_c) - 13.82 \cdot \text{Log}(h_{ef}) - 3.2 \cdot (\text{Log}(11.75 \cdot h_{Rx}))^2 + (44.9 - 6.55 \cdot \text{Log}(h_{ef})) \cdot \text{Log}(d) \quad (3.6)$$

La simbología de los términos y los supuestos que se han aplicado a esta ecuación son idénticos al modelo Hata.

Tabla de Resultados:

Nombre:	Loma el Gatazo
Latitud:	00° 56' 59" N
Longitud:	79° 39' 39" W
Altura:	233 m a.s.m.n.

Datos

Frecuencia de Operación:	900,00 MHz
Potencia de Transmisión:	400,00 mW
	26,00 dBm
Ganancia de la antena de Tx:	10,00 dBi
Ganancia de la antena de Rx:	6,50 dBi
Altura antena de Tx:	30,00 m
Altura antena de Rx:	3,00 m
P.I.R.E:	2,92 dB(W)
	1,96 W

Pérdidas Transmisión

Línea de Transmisión:	0,01 dB/m
Longitud de la línea de transmisión:	30,00 m
Pérdidas de duplexor:	0,50 dB
Pérdidas de acoplador:	0,50 dB
Total pérdidas de transmisión:	3,08 dB
Sensibilidad del receptor	-89,00 dBm

Tabla. 3.5. Distancia óptima teórica para las zonas de cobertura.

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (Km)
Radial 0°	194,23	47,28	115,00	2,60
Radial 45°	164,24	47,28	115,00	2,38
Radial 90°	118,19	47,28	115,00	2,00
Radial 135°	230,17	47,28	115,00	2,86
Radial 180°	173,30	47,28	115,00	2,44
Radial 225°	178,20	47,28	115,00	2,48
Radial 270°	192,67	47,28	115,00	2,59
Radial 315°	259,00	47,28	115,00	3,06

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. Para ello seguimos los siguientes pasos para nuestro cálculo correspondiente:

1. Calcular la intensidad de campo eléctrico E_n mediante la formula (3.2).
2. Calcular la perdida básica de transmisión en el espacio libre L_{bf} mediante la formula (3.3).
3. Mediante el modelo Okumura-Hata calcular la distancia óptima para los enlaces a 900MHz mediante la formula (3.5).

En la Figura 3.7 se indica el área de cobertura que tendrá nuestro CAP teórica. Para su implementación es necesario realizar un análisis de campo para comprobar los valores aquí calculados.

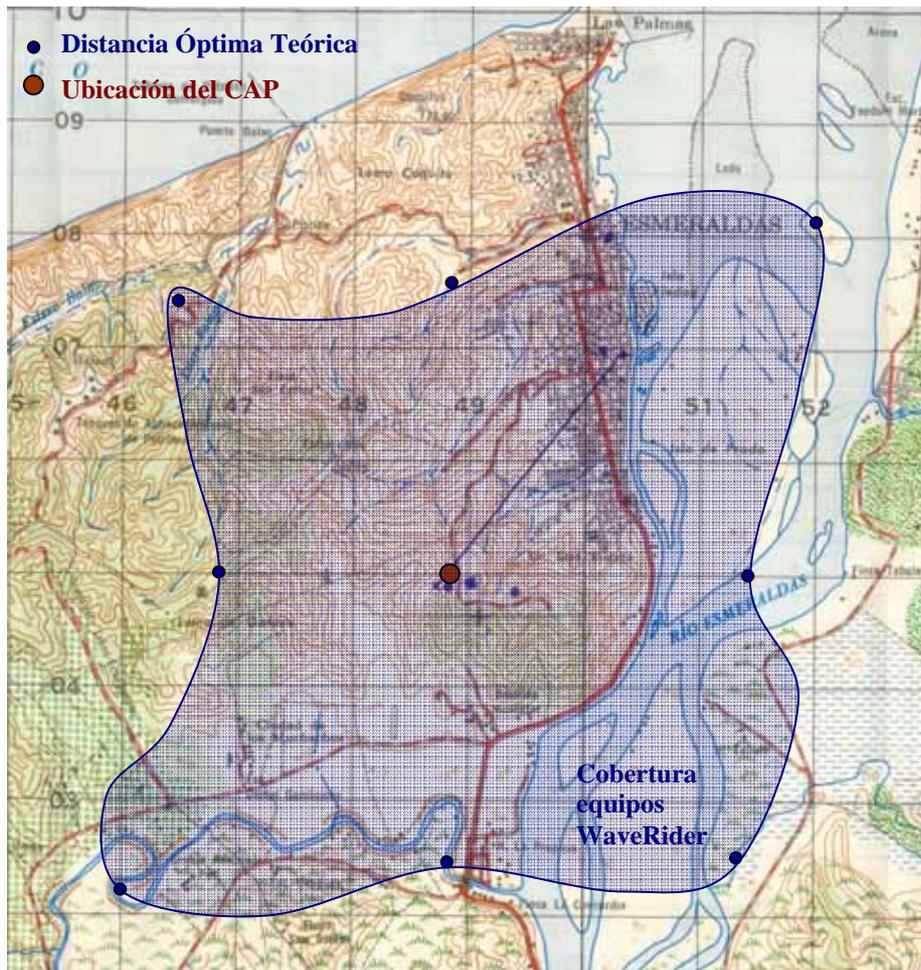


Figura. 3.7. Zonas de coberturas equipos WaveRider, red WAN.

3.1.5 Especificaciones Técnicas

El CAP está ubicado en el cerro El Gatazo a 233m sobre el nivel del mar; que permitirá establecer el enlace inalámbrico con el usuario final mediante los equipos CCU3000 y los equipos remotos EUM3000. Se tienen tres equipos CCU3000 para el servicio de acceso y un equipo CCU3000 para back up. Cada equipo CCU3000 se especifica en las tablas a continuación.

Tabla. 3.6. Especificaciones Técnicas de los CCU3000.

Punto de Acceso 1	
Denominación del punto de acceso	CCU3000-1
Ubicación	Lat : 00° 56' 59" N Log: 79° 39' 39" W
Canal asignado	2
Frecuencia de trabajo	911,6MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-89dBm
Capacidad de carga	2.048Mbps
IP Asignada	192.168.10.11 /24
Gateway	192.168.10.1 /24
IP Radio	172.16.4.1 /22

Punto de Acceso 2	
Denominación del punto de acceso	CCU3000-2
Ubicación	Lat : 00° 56' 59" N Log: 79° 39' 39" W
Canal asignado	3
Frecuencia de trabajo	918,4MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-89dBm
Capacidad de carga	2.048Mbps
IP Asignada	192.168.10.12 /24
Gateway	192.168.10.1 /24
IP Radio	172.16.8.1 /22

Punto de Acceso 3	
Denominación del punto de acceso	CCU3000-3
Ubicación	Lat : 00° 56' 59" N Log: 79° 39' 39" W
Canal asignado	4
Frecuencia de trabajo	925,0MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-89dBm
Capacidad de carga	2.048Mbps
IP Asignada	192.168.10.13 /24
Gateway	192.168.10.1 /24
IP Radio	172.16.12.1 /22

Punto de Acceso 4	
Denominación del punto de acceso	CCU3000-4
Ubicación	Lat : 00° 56' 59" N Log: 79° 39' 39" W
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	910,0MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	Back up
Nivel de señal mínimo estimado	-89dBm
Capacidad de	2.048Mbps
IP Asignada	192.168.10.11 /24
Gateway	192.168.10.1 /24

3.1.5.1 Emisiones Radioeléctricas.

Potencia Máxima de Salida.

Para los sistemas con salto de frecuencia que operen en la banda de 902 – 928MHz la potencia máxima de salida del transmisor será la siguiente:

- Sistemas que empleen a lo menos 50 saltos de frecuencias: 1 vatio
- Sistemas que empleen entre 25 y 50 saltos de frecuencias: 0,25 vatios

Los sistemas que no sean punto a punto y punto – multipunto, y que empleen antenas direccionales con ganancias superiores a 6dBi, deberán reducir la potencia máxima de salida del transmisor, de 1 vatio, en 1dB por cada 3dB de ganancia de la antena que exceda de los 6dBi.

Los equipos CCU3000 operan a una potencia de transmisión de 400mW y la ganancia de la antena es 11dBi, dado que lo normal es 6dBi, esto resulta una potencia de transmisión no mayor a 500mW. De esta manera cumplimos con lo estipulado en el párrafo anterior.

3.1.5.2 Matriz de cumplimiento de especificaciones.

Es necesario que una vez instalado nuestro CAP se cumplan los requerimientos mínimos para su correcta operación. En la siguiente tabla se detallan los parámetros mínimos que deben ser cumplidos para las redes de operación WLAN.

Tabla. 3.7. Matriz de cumplimiento de especificaciones.

Parámetros	Especificaciones
Número de puntos por acceso	3
Capacidad neta por usuarios en carga (160 usuarios)	256Kbps
Capacidad total neta de la instalación	2048Mbps
Capacidad bruta de pico por usuario	2048Mbps
Nivel mínimo de señal en la zona de servicio	-89dBm
Porcentaje total del área de servicio cubierta	100 %
Caudal de la red requerido en carga	N.A.
Señal fuera de la zona de servicio	Mínima
Potencia de Salida del Transmisor	400mW
Ganancia de la antena de transmisión	10dBi
P.I.R.E	3dB(W) 2W

3.2 WIRELESS LOCAL AREA NETWORK (WLAN)

Para el desarrollo de nuestra red, en primer lugar debemos identificar el proceso de diseño que debemos seguir. Este proceso es como se muestra a continuación:

- Análisis de requerimientos.
- Diseño Lógico.
- Diseño Físico.
- Pruebas, optimización y documentación.
- Implantación y puesta en marcha.
- Optimización y seguimiento.

En primera instancia el espacio físico en el cual va a funcionar la red inalámbrica está representado en la Figura 3.8. En el siguiente grafico se observa la distribución del centro de la ciudad de Esmeraldas, que será nuestra área a ser atendida.

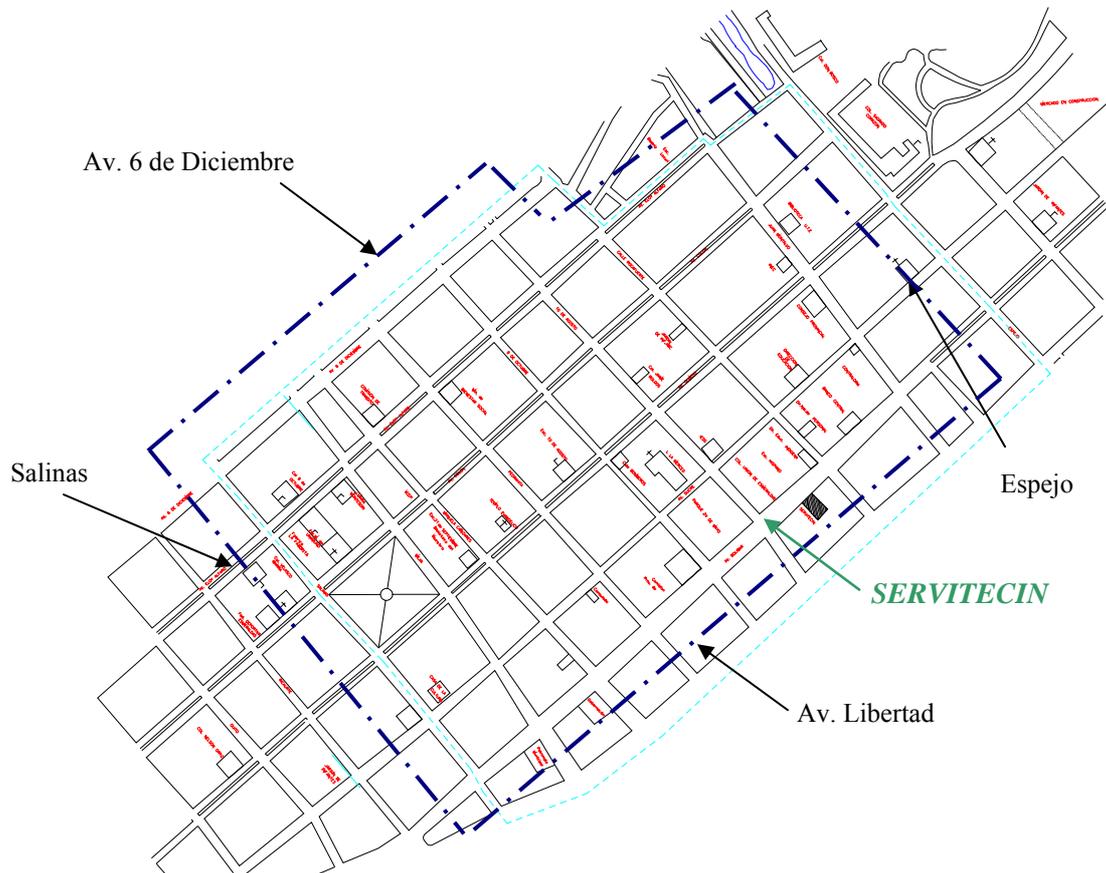


Figura. 3.8. Centro de la ciudad de Esmeraldas. Límites: Calle Salinas, Espejo, 6 de Diciembre y Av. Libertad. Capacidad estimada: 300 usuarios.

Nuestro diseño se basa en cuatro nodos de accesos distribuidos en el centro de la ciudad, mediante enlaces inalámbricos. Los cuatro equipos NCL1170 WaveRider serán los puntos de acceso, los equipos EUM3000 permitirán el enlace inalámbrico y un router SOHO por cada punto de acceso que autentificará a los usuarios para el acceso al servicio de Internet. Más adelante se indicaran los cálculos y las ganancias de las antenas en el presente diseño.

La ubicación y distribución de los equipos wireless será de un access point por cada dos cuadras con un área de cobertura aproximado a 0,04 Km², y un router. De este modo, cada cliente envía su información a un Punto de Acceso, para poder acceder así al Internet.

3.2.1 Canales de Transmisión

El estándar 802.11b está diseñado para operar en la banda de frecuencias entre 2,4 y 2,4835GHz. Esta banda tiene la peculiaridad de que es de uso libre y por lo tanto no hay que tener ningún permiso especial ni pagar cuota alguna para su utilización.

Dado que esta banda de 2,4 a 2,5GHz es de uso libre, cada usuario es responsable de las posibles interferencias que puede haber entre usuarios, además teniendo en cuenta que la no existencia de control tanto es en el ámbito de las bandas como en cuanto a sus potencias (en Europa se recomienda un máximo de 100mW).

Tabla. 3.8. Efecto de la señal a través de diferentes medios de propagación.

Canales 802.11b/g DSSS a 2,4 GHz			
Canal	Frecuencia Central (MHz)	América ITU-R	AB
1	2412	x	22 MHz
2	2417	x	22 MHz
3	2422	x	22 MHz
4	2427	x	22 MHz
5	2432	x	22 MHz
6	2437	x	22 MHz
7	2442	x	22 MHz
8	2447	x	22 MHz
9	2452	x	22 MHz
10	2457	x	22 MHz
11	2462	x	22 MHz
12	2467		22 MHz
13	2472		22 MHz
14	2484		22 MHz

Dentro de esta banda se definen hasta 14 canales, cada uno de ellos de 22MHz con una separación entre ellos de 5MHz. Esto provoca una superposición entre canales adyacentes como se puede ver en la figura 3.9. En la tabla 3.8 se indican los canales y las frecuencias de operación para América.

Por esta razón se recomienda en una instalación el uso de como máximo tres canales, de forma que no se superpongan y por tanto no se interfieran. El máximo es de tres canales en América: canales 1, 6 y 11. Con diferentes canales se pueden constituir LANs inalámbricas independientes en una misma zona.

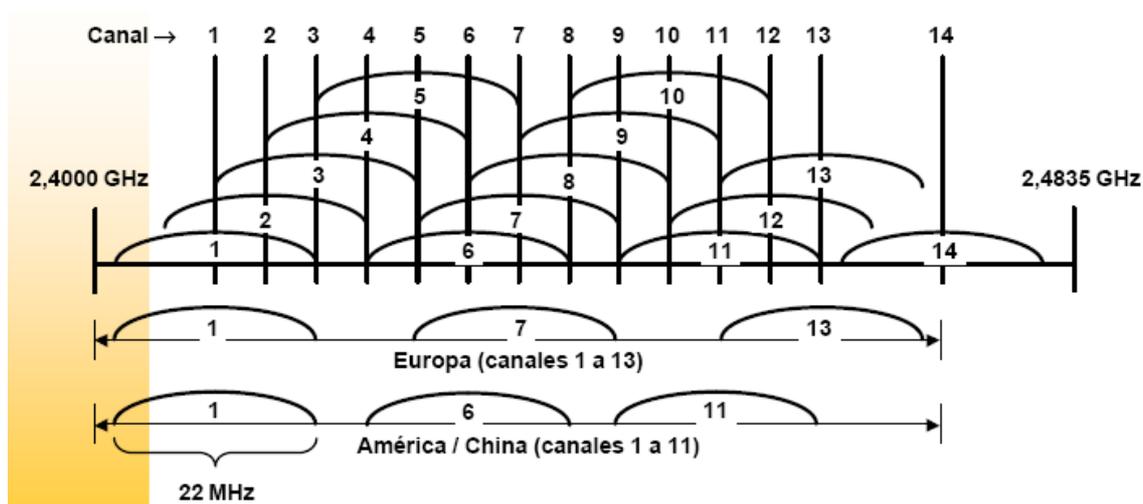


Figura. 3.9. Reparto de canales DSSS a 2,4GHz.

3.2.2 Control de acceso al medio (MAC)¹⁰

El comité IEEE ha definido un conjunto de estándares para el acceso a las redes de área local. Los diferentes métodos de acceso de la familia IEEE 802 están diseñados según el modelo de referencia OSI y se encuentran ubicados en el nivel físico y en la parte inferior del nivel de enlace o subnivel MAC.

¹⁰ Grupo de Comunicaciones Móviles y de Banda Ancha Departamento de Matemática Aplicada i Telemática (DMAT) Universidad Politécnica de Catalunya.

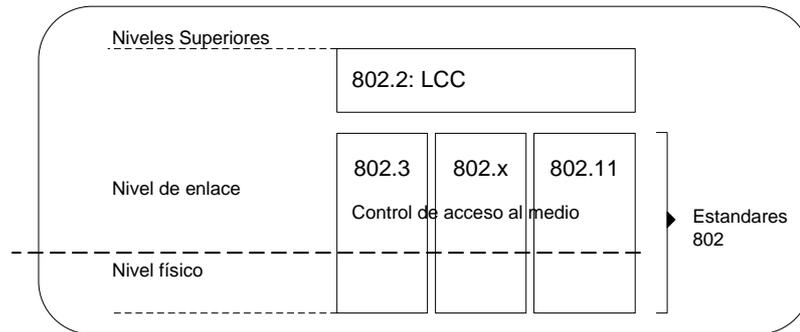


Figura. 3.10. Relación entre los estándares IEEE 802.X.

3.2.2.1 Arquitectura del subnivel MAC

La arquitectura MAC del estándar 802.11 se compone de dos funcionalidades básicas: la Función de Coordinación Puntual (PCF) y la Función de Coordinación Distribuida (DCF).

Definimos función de coordinación como la funcionalidad que determina, dentro de un conjunto básico de servicios (BSS), cuándo una estación puede transmitir y/o recibir unidades de datos de protocolo a nivel MAC a través del medio inalámbrico.

En el nivel inferior del subnivel MAC se encuentra la función de coordinación distribuida y su funcionamiento se basa en técnicas de acceso aleatorias de contienda por el medio. El tráfico que se transmite bajo esta funcionalidad es de carácter asíncrono ya que estas técnicas de contienda introducen retardos aleatorios y no predecibles no tolerados por los servicios síncronos. El algoritmo básico de acceso a este nivel es muy similar al implementado en el estándar IEEE 802.3 y es el llamado CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance). Este algoritmo funciona tal y como describimos a continuación:

1. Antes de transmitir información una estación debe testear el medio, o canal inalámbrico, para determinar su estado (libre / ocupado).

2. Si el medio no esta ocupado por ninguna otra trama la estación ejecuta una espera adicional llamada *espaciado entre tramas* (IFS).
3. Si durante este intervalo temporal, o bien ya desde el principio, el medio se determina ocupado, entonces la estación debe esperar hasta el final de la transacción actual antes de realizar cualquier acción.
4. Una vez finaliza esta espera debida a la ocupación del medio la estación ejecuta el llamado algoritmo de Backoff, según el cual se determina una espera adicional y aleatoria escogida uniformemente en un intervalo llamado *ventana de contienda* (CW). El algoritmo de Backoff nos da un número aleatorio y entero de ranuras temporales (slot time) y su función es la de reducir la probabilidad de colisión que es máxima cuando varias estaciones están esperando a que el medio quede libre para transmitir.
5. Mientras se ejecuta la espera marcada por el algoritmo de Backoff se continua escuchando el medio de tal manera que si el medio se determina libre durante un tiempo de al menos IFS esta espera va avanzando temporalmente hasta que la estación consume todas las ranura temporales asignadas. En cambio, si el medio no permanece libre durante un tiempo igual o superior a IFS el algoritmo de Backoff queda suspendido hasta que se cumpla esta condición.

Por encima de la funcionalidad DCF se sitúa la función de coordinación puntual, PCF, asociada a las transmisiones libres de contienda que utilizan técnicas de acceso deterministas. El estándar IEEE 802.11, en concreto, define una técnica de interrogación circular desde el punto de acceso para este nivel. Esta funcionalidad está pensada para servicios de tipo síncrono que no toleran retardos aleatorios en el acceso al medio.

Estos dos métodos de acceso pueden operar conjuntamente dentro de una misma celda o conjunto básico de servicios dentro de una estructura llamada supertrama. Una parte de esta supertrama se asigna al periodo de contienda permitiendo al subconjunto de estaciones que lo requieran transmitir bajo mecanismos aleatorios. Una vez finaliza este periodo el punto de acceso toma el medio y se inicia un periodo libre de contienda en el que pueden transmitir el resto de estaciones de la celda que utilizan técnicas deterministas.

3.2.3 Equipos ruteadores

3.2.3.1 Puntos de Acceso.

Redes

- Configuración en puente de acuerdo con IEEE 802.1d
- SNMP v1, v2 (incluyendo alarmas personalizadas)
- Traspaso transporte entre Puntos de Acceso.

Seguridad

- El re-envío entre clientes está deshabilitado por defecto.
- El filtro de direcciones MAC dirige el tráfico a través del contador de acceso, protegiendo de esta manera el NOC (Centro de Operación de Red).

Gestión

- SNMP v1 & v2 (incluyen alarmas personalizadas)
- Gestión segura mediante herramientas basadas en Web (HTTPS)
- Estado en tiempo real e información de trazas del protocolo.

3.2.3.2 Controlador de Puntos de Acceso.

Autenticación y Autorización

- Pantallas de entrada HTML seguras personalizables y configurables.
- Soporta 802.1x
- RADIUS AAA
- Autenticación a nivel MAC para servicios no-http
- Soporta 100 usuarios concurrentes.

Redes

- DHCP Servidor/Cliente
- Cliente PPPoE
- Enrutamiento IP/IPX
- Redireccionamiento SMTP (e-mail)

Seguridad

- Autenticación mediante RADIUS AAA
- Cliente integrado de PPTP para conexiones seguras con el NOC
- Firewall (cortafuegos) configurable y personalizable.
- 802.1x

3.2.4 Estudio de cobertura radioeléctrica

El nivel de señal que queda fuera de la zona de cobertura debe ser el mínimo posible que - 84dBm. La capacidad disponible en cualquiera de los puntos de acceso debe ser tal que ofrezca por usuario una capacidad equivalente de 24Kbps. Además se ha estimado un total de 400 usuarios para los centros comerciales del centro de la ciudad. La red debe ser accesible desde todos los puntos de las zonas de cobertura. El acceso debe, así mismo, estar controlado por el sistema central de autenticación de usuarios de la red de propósito general. Los usuarios podrán acceder a Internet.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla. Para ello seguimos los siguientes pasos para nuestro cálculo correspondiente:

1. Calcular la intensidad de campo eléctrico E_n mediante la formula (3.2).
2. Calcular la perdida básica de transmisión en el espacio libre L_{bf} mediante la formula (3.3).
3. Mediante el modelo Cost - 231 calcular la distancia óptima para los enlaces a 2400MHz mediante la formula (3.6).

En el Anexo 2 se pueden observar las tablas con los resultados del estudio de cobertura para el servicio de WIFI en el centro de la ciudad.

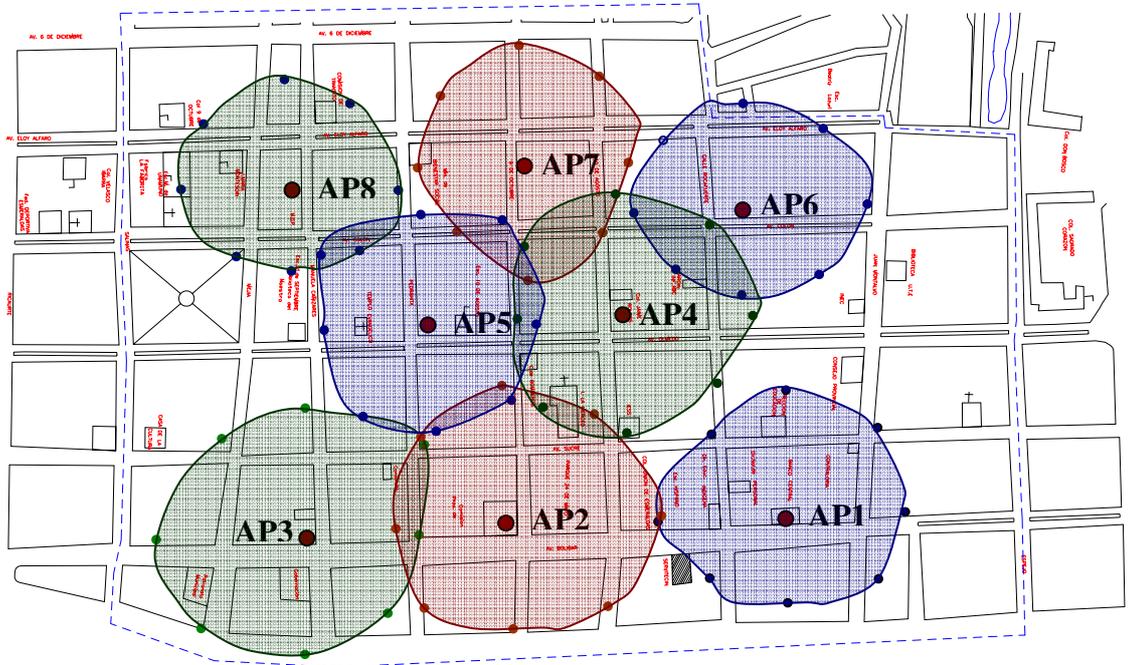


Figura. 3.11. Área de Cobertura de los Puntos de Accesos para el Centro de la ciudad de Esmeraldas.
Límites: Calle Salinas, Espejo, 6 de Diciembre y Av. Libertad. Capacidad estimada: 400 usuarios.

3.2.5 Especificaciones Técnicas

Para determinar la ubicación más adecuada de los puntos de acceso se realiza un proceso iterativo, mediante el cual se ubican los puntos de acceso y se verifica si se cumplen todos los requisitos, en caso negativo, se realiza un cambio de ubicación hasta que el resultado fuera totalmente satisfactorio.

Tabla. 3.9. Especificaciones técnicas de los puntos de accesos en el centro de la ciudad.

Punto de Acceso 1	
Denominación del punto de acceso	P1 AP1 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 22" N Log: 79° 39' 00" W
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 2	
Denominación del punto de acceso	P2 AP2 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 11" N Log: 79° 38' 59" W
Canal asignado	6
Frecuencia de trabajo	2437MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 3	
Denominación del punto de acceso	P3 AP3 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 08" N Log: 79° 38' 57" W
Canal asignado	11
Frecuencia de trabajo	2462MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 4	
Denominación del punto de acceso	P4 AP4 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 13" N Log: 79° 39' 07" W
Canal asignado	11
Frecuencia de trabajo	2462MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 5	
Denominación del punto de acceso	P5 AP5 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 08" N Log: 79° 39' 04" W
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 6	
Denominación del punto de acceso	P6 AP6 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 17" N Log: 79° 39' 10" W
Canal asignado	1
Frecuencia de trabajo	2412MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 7	
Denominación del punto de acceso	P7 AP7 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 11" N Log: 79° 39' 10" W
Canal asignado	6
Frecuencia de trabajo	2437MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

Punto de Acceso 8	
Denominación del punto de acceso	P8 AP8 (NCL1170)
Ubicación	Lat : 00° 58' 01" N Log: 79° 39' 09" W
Canal asignado	11
Frecuencia de trabajo	2462MHz
Porcentaje del área de interés cubierta	90 %
Nivel de señal mínimo estimado	-84dBm
Capacidad media en carga	11Mbps
Capacidad media de pico	11Mbps

3.2.5.1 Emisiones Radioeléctricas.

En previsión del cumplimiento de los niveles de emisiones radioeléctricas, se detallan los valores a continuación de perímetro de seguridad para los niveles máximos en la banda de frecuencias de trabajo (2.4GHz) en cada uno de los puntos de acceso utilizando en ambas zonas de despliegue.

$$D_{\max} = \sqrt{\frac{M \cdot P_{PIRE}}{4 \cdot \pi \cdot S_{\max}}} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

Tabla. 3.10. Distancia segura a las emisiones radioelétrica.

Nivel de referencia (S_{\max} permitida)	10 (W/m²)
Potencia por canal	320mW
Número de canales simultaneos	1
Ganancia de la antena	11dBi
Pérdidas en los cables	3,1dB
P.I.R.E.	2W 3dB
Factor de reflexión	4
Distancia de seguridad	6cm

La distancia de seguridad resultante D_{\max} es de 6cm (Ec. 3.7) quedará cubierta por la ubicación de los puntos de acceso próximos al techo y fuera del alcance de los usuarios.

3.2.5.2 Matriz de cumplimiento de especificaciones.

Tabla. 3.11. Matriz da cumplimientos.

Parámetros	Especificaciones
Número de puntos por acceso	4
Capacidad neta por usuarios en carga (480 usuarios)	32Kbps
Capacidad total neta de la instalación	10Mbps
Capacidad bruta de pico por usuario	11Mbps
Nivel mínimo de señal en la zona de servicio	-80dBm
Porcentaje total del área de servicio cubierta	100 %
Caudal de la red requerido en carga	10Mbps
Señal fuera de la zona de servicio	Mínima
PIRE	3dB(W) 2W

3.2.6 Cálculos de los access point según capacidad

Para el cálculo de los access point hemos estimado una demanda de 400 usuarios en el centro de la ciudad. Los límites a tener en consideración de la zona céntrica está dada entre las calles:

Salinas, Espejo, 6 de Diciembre y Olmedo. Esta zona comprende el centro de la ciudad y los principales comercios de la misma; donde encontramos a los usuarios PEA.

Para el cálculo de los access point procedemos de la siguiente manera:

- 400 usuarios/centro

En total 400 usuarios potenciales en el centro de la ciudad.

Capacidad total máxima, calculada teniendo en cuenta 32Kbps por usuario:

$$C_{\max} = 400 \text{ usuario} \cdot 24 \text{ Kbps} / \text{usuario} = 9600 \text{ Kbps} \approx 10 \text{ Mbps}$$

La capacidad que ofrece cada punto de acceso según la norma IEEE 802.11b es de 11Mbps brutos que resultan ser 5Mbps netos.

Por tanto asumiendo que el reparto de carga entre puntos de acceso es equilibrado, son necesarios:

$$N_{AP} = 10 \text{ Mbps} / 5 \text{ Mbps} = 2 \text{ puntos de acceso}$$

Por último, la capacidad de salida que dará la red no tiene por que ser de 10Mbps debido a que no todos los usuarios se conectan a la vez. Teniendo en cuenta un factor de simultaneidad del 33%:

$$\text{Capacidad de salida garantizada} = C_{gar} = 9.6 \text{ Mbps} \cdot 33\% = 3.2 \text{ Mbps}$$

Lo que se traduce a un canal de 4Mbps que es igual a 2E1's. La capacidad de los equipos EUM3005 solo es de 1E1 distribuiremos por cada punto de acceso un Modem teniendo así la capacidad requerida por la demanda del mercado.

En la siguiente tabla indicaremos las áreas de cobertura total que deberán ser cubiertas por nuestros puntos de accesos.

Tabla. 3.12. Áreas de las zonas de cobertura WiFi.

Sector	Dimensión		Área	Capacidad de Usuarios
	Largo [Km.]	Ancho [Km.]	[Km ²]	
Centro	0.90	0.50	0.45	400.00
Total usuarios SOHO				400.00

La distancia máxima de alcance prevista por AP es de 170m, por lo que cada punto de acceso ha de cubrir 0.03 Km². Es necesario redimensionar los puntos de acceso ya que la cobertura de los mismos no cubre la demanda geográfica de los usuarios, por lo que es necesario crear nuevos puntos de accesos. Se estiman ocho puntos de accesos para el centro de la ciudad con lo cual llegaremos a cubrir la demanda requerida de usuarios.

3.2.7 Ancho de banda necesario

Los sistemas que operen con salto de frecuencia en las bandas de 2.400 – 2.483,5MHz y 5.725 – 5.850MHz deberán utilizar a lo menos 75 saltos de frecuencias. El ancho de banda máximo a 20dB del canal de salto será de 1MHz. El promedio de tiempo de ocupación de cualquier frecuencia no deberá ser mayor a 0,4 segundos en un período de 30 segundos.

El ancho de banda es simplemente una medida de rango de frecuencia. Si un rango de 2400MHz a 2480MHz es usado por un dispositivo, entonces el ancho de banda sería 0,08GHz (o más comúnmente 80MHz).

Se puede ver fácilmente que el ancho de banda que definimos aquí está muy relacionado con la cantidad de datos que puedes transmitir dentro de él; a más lugar en el espacio de frecuencia, más datos caben en un momento dado. El término ancho de banda es a menudo utilizado por algo que

deberíamos denominar tasa de transmisión de datos, como en “mi conexión a Internet tiene 1Mbps de ancho de banda”, que significa que ésta puede transmitir datos a 1 megabit por segundo.

3.2.8 Normas de operación de las redes WLAN¹¹

3.2.8.1 Potencia Máxima de Salida.

Para los sistemas con salto de frecuencia o secuencia directa que operen en las bandas de 2.400 – 2.483,5MHz ó 5.725 – 5.850MHz, la potencia máxima de salida del transmisor autorizado será de 1 vatio.

Si la ganancia de la antena direccional empleada en los sistemas fijos punto a punto y punto – multipunto que operan en la banda 2.400 – 2.483,5 MHz es superior a 6dBi, deberá reducirse la potencia máxima de salida del transmisor, de 1 vatio, en 1dB por cada 3dB de ganancia de la antena que exceda de los 6dBi. Los sistemas fijos punto a punto y punto – multipunto que operen en la banda 5.725 – 5.850 MHz podrán utilizar antenas con una ganancia superior a 6dBi, sin reducir la potencia máxima del transmisor.

Para nuestro caso la potencia de salida del transmisor es de 320mW y la ganancia de la antena de transmisión es de 11dBi. Por lo que tenemos un P.I.R.E calculado a continuación:

$$\begin{aligned}
 P.I.R.E \text{ db}(W) &= P_{Tx} \text{ dB}(W) + G_{Tx} \text{ dB} - L_b & P.I.R.E(W) &= 10^{\frac{\text{dB}(W)}{10}} \\
 P.I.R.E \text{ db}(W) &= -4,9 \text{ dB}(W) + 11 \text{ dBi} - 3,08 \text{ dB} & P.I.R.E(W) &= 10^{\frac{3,02}{10}} \\
 P.I.R.E \text{ db}(W) &= 3,02 \text{ dB}(W) & P.I.R.E(W) &= 2,0W
 \end{aligned}$$

¹¹ Resolución 538-20-CONATEL-2000

Dado a que el P.I.R.E. calculado es menor a $2W$, se cumple con las normas establecidas por el CONATEL en la Resolución 538-20, Ley N° 94, Registro Oficial N° 770.

3.2.8.2 Intensidad de Campo Eléctrico.

La intensidad de campo máxima permitida para las emisiones de los equipos de espectro ensanchado, a que hace referencia esta Norma, deberá cumplir con los siguientes valores para las bandas mencionadas:

Los límites de intensidad de campo indicados en la Tabla 3.13 serán medidos a 3 metros de distancia de la antena y corresponden al valor medio.

Tabla. 3.13. Intensidad de Campo Eléctrico.

Frecuencia Asignadas en las bandas (MHz)	Intensidad de campo de la frecuencia fundamental (mV/m)	Intensidad d campo de las armónicas (μ V/m)
902 – 928	50	500
2.400 – 2.483,5	50	500
5.725 – 5.850	50	500

La emisión de radiaciones fuera de la banda, con la excepción de las armónicas, deberá estar atenuada a lo menos 50dB bajo el nivel de la frecuencia asignada.

3.2.8.3 Anchos de banda de emisión y condiciones de uso de los canales.

Sistemas de Salto de Frecuencia

- Los sistemas que empleen salto de frecuencia tendrán sus canales separados como mínimo a 25kHz, o el ancho de banda a 20dB del canal de salto, el que sea mayor. Todos los canales serán usados en condiciones de igualdad en base a una lista de frecuencias administrada por una secuencia pseudoaleatoria.
- Para los sistemas de salto de frecuencia que operan en la banda 902 – 928MHz, si el ancho de banda a 20dB del canal de salto de frecuencia es menor a 250kHz, el sistema usará a lo

menos 50 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no podrá ser superior a 0,4 segundos dentro de un período de 20 segundos. Si el ancho de banda a 20dB del canal de salto de frecuencia es mayor o igual a 250kHz, el sistema deberá utilizar a lo menos 25 saltos de frecuencias y el promedio de tiempo de ocupación en cualquier frecuencia no deberán ser mayores que 0,4 segundos en un período de 10 segundos. El máximo ancho de banda a 20dB permitido en un canal de salto es de 500kHz.

- Los sistemas que operen con salto de frecuencia en las bandas de 2.400 – 2.483,5MHz y 5.725 – 5.850MHz deberán utilizar a lo menos 75 saltos de frecuencias. El ancho de banda máximo a 20dB del canal de salto será de 1MHz. El promedio de tiempo de ocupación de cualquier frecuencia no deberá ser mayor a 0,4 segundos en un período de 30 segundos.

Sistemas de Secuencia Directa.

- Los sistemas de espectro ensanchado que operen con secuencia directa, tendrán un ancho de banda a 6dB de al menos 500 kHz.
- La densidad espectral pico de potencia de salida a la antena no deberá ser superior a 8dBm en un ancho de 3kHz durante cualquier intervalo de tiempo de transmisión continua.

CAPITULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICOS Y BENEFICIOS DE LA RED

En este capítulo se analizarán el costo de cada uno de los equipos, este rubro será el costo de los equipos ya en Esmeraldas. Es decir dicho costo contendrá todos los aranceles e impuestos correspondientes incluidos. Cabe anotar que dichos montos fueron calculados la última semana de Julio del año 2006, por lo que los porcentajes aquí estipulados son los vigentes en dicha fecha. Dentro de las cantidades que por ley deben ser pagadas se encuentra el pago del arancel para la importación, el cual es del 10% del valor de los equipos. Además se requiere pagar el Impuesto al Valor Agregado (IVA), el cual es el 12% del valor de los equipos. Finalmente se debe considerar el pago del transporte y del seguro correspondiente, estos rubros alcanzan el 9% del valor de los equipos. Es decir que a los costos de los equipos en USA, se le debe aumentar un 36% por conceptos de impuestos, aranceles y transporte para obtener los costos finales de los equipos en Esmeraldas. Debido a que el objetivo de este capítulo es analizar la factibilidad económica del proyecto, los costos a presentarse son los finales una vez pagadas todas las cantidades estipuladas.

A continuación se presentará una descripción de todos los costos de los equipos necesarios para el sistema, como se analizó en capítulos anteriores. Además se analizará rubros que se tienen que pagar, como la instalación, mantenimiento, uso de las frecuencias, entre otros.

4.1 COSTOS DE IMPLANTACIÓN DE LA RED.

4.1.1 Costos de los equipos.

En la Tabla. 4.1. se presenta un detalle de los costos de todos los equipos electrónicos usados en el sistema LMS4000. Como se dijo anteriormente, estos costos son de los equipos ya en Esmeraldas. Los equipos se encuentran organizados según el diseño de la red, es decir, los equipos a utilizar en el NAP, CAP y los remotos; así como los que se necesitarán para los Puntos de Accesos en el centro de la ciudad. Tenemos además, en la misma tabla, el número de los equipos comprados, su costo unitario y el costo total por cada uno de los equipos.

Tabla. 4.1. Costo de los equipos usados en el Sistema LMS4000.

Ítem	Descripción	Cantidad	Fabricante	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
NAP – Network Access Point					
1	Router Cisco 2500	1	Cisco	100.00	136.00
2	ISurfRanger	1	WaveRider	1,500.00	2,040.00
3	Switch Cisco 2900	1	Cisco	150.00	204.00
4	SERVIDOR MBO INTEL SE-75001HG2 2XEON,DDRA,.2 SCSI	2	Intel	670.00	1,822.40
5	NCL1170	1	WaveRider	1,295.00	1,761.20
6	Antenex FM2 Antenna Mount for fiberglass base antenna	1	WaveRider	21.14	28.75
7	Antenex Fiberglass/Omni Antenna 900MHz 12dBi	1	WaveRider	141.00	191.76
8	2.4 GHz Lightning Arrestor(Quarter-wave)	5	WaveRider	69.00	469.20
9	CCU Shelf (110 VAC) for 19" Rack	1	CCU Shelf	600.00	816.00
10	UPS CDP 1000VA, 5-25min, 8 OUTLETS, RJ11/RJ45 HS	1	CDP	130.00	176.80
CAP – Communications Access Point					
11	5 Pack - CCU3000 Kit	1	WaveRider	8,302.00	11,290.72
12	911.6 - 918.4 - 925 MHz Filter	3	WaveRider	550.00	2,244.00

Tabla. 4.1. Costo de los equipos usados en el Sistema LMS4000.

Ítem	Descripción	Cantidad	Fabricante	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
13	RFSM	1	WaveRider	1,500.00	2,040.00
14	Switch Cisco 1900	1	Cisco	65.00	88.40
15	NCL1170	1	WaveRider	1,295.00	1,761.20
16	902-928MHz 9.2dBi Sector Panel Antenna	1	WaveRider	138.00	187.68
17	902-928MHz 10dBi Sector Panel Antenna	3	WaveRider	146.00	595.68
18	CCU Shelf (110 VAC) for 19" Rack	1	CCU Shelf	600.00	816.00
19	UPS CDP 1000VA, 5-25min, 8 OUTLETS, RJ11/RJ45 HS	1	CDP	130.00	176.80
EUM – End User Modem					
20	50 Pack - EUM3005 End User Modem	1	WaveRider	18,950.00	25,772.00
21	CAT 5e UV rated shielded Cable - 1000ft	1	Rated	246.11	334.71
22	CAT-5 Modular Connectors - 100 Pack	2	Crimp	26.59	72.32
Total					\$53,025.62

Tabla. 4.2. Costo de los equipos usados en los Puntos de Acceso Wi-Fi en el centro de Esmeraldas.

Ítem	Descripción	Cantidad	Fabricante	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
AP – Access Point					
1	Router Cisco SOHO	3*	Cisco	195.00	795.60
2	NCL1170	3*	WaveRider	1,295.00	5,283.60
3	Antenex FM2 Antenna Mount for fiberglass base antenna	3*	WaveRider	21.14	86.25
4	Antenex Fiberglass/Omni Antenna 900MHz 12dBi	3*	WaveRider	141.00	575.28
5	2.4 GHz Lightning Arrestor(Quarter-wave)	3*	WaveRider	69.00	281.52
6	Caja Metálica	3*		50.00	204.00
7	EUM3005 End User Modem	3*	WaveRider	449.00	1,831.92
8	Sistema puesta Tierra	3*		600.00	2,448.00
Total					\$11,506.17

En la Tabla. 4.2. se presenta un detalle de los costos de todos los equipos electrónicos que conforman los puntos de acceso en el centro de la ciudad de Esmeraldas con tecnología Wi-Fi.

* El proyecto iniciará como se muestra en la tabla 4.3 con un número de usuarios y la ubicación de los puntos de acceso. Se habilitarán los restos de puntos de accesos estimando un crecimiento en tres años de la siguiente manera:

Tabla. 4.3. Habilitación anual de los Puntos de Acceso Wi-Fi en el centro de Esmeraldas.

Años	Demanda Inicial de Usuarios	Numero de puntos de accesos Habilitados	Punto de Acceso
1	150.00	3	AP1, AP2, AP3
2	290.00	2	AP4, AP5
3	400.00	3	AP6, AP7, AP8

4.1.2 Costos Operativos y de depreciación de los equipos

En esta sección se analizará los costos por el uso del ancho de banda que se requiere para satisfacer la demanda de la red, acceso a Internet, instalación del enlace, así como las tarifas que se debe pagar a la SENATEL. Además de un rubro por el uso de un sistema de espectro ensanchado. La Tabla. 4.4 contiene costos que serán pagados tan solo una vez al año, previo al inicio de la operación del sistema.

Otro rubro que se debe considerar en el proyecto es el pago de una autorización para la operación de un *Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha*¹². Las tarifas se establecen de acuerdo al *Reglamento de Derechos por Concesión y Tarifas por Uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico*. Los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, en las bandas

¹² (Sustituido por el Art. 6 de la Res. 416-15-CONATEL-2005 R.O. 142, 10-XI-2005)

que el CONATEL determine, pagarán una tarifa por uso de frecuencias por anticipado, por un período de un año, según la ecuación 4.6:

Tabla. 4.4. Costo de Gastos de Operación del Sistema LMS4000.

Ítem	Gastos de Operación	Costo 1 Año	Costo 2 Año	Costo 3 Año
1	Concesión Frecuencia por 5 años SENATEL (Amortización)	1,200.00		
2	Uso de Frecuencia (Tarifa anual)	15,158.48	27,869.49	37,896.22
3	Acceso Internet xE1's	41,676.00	62,514.00	83,352.00
4	Instalación de Enlace con Proveedor Internet	1,300.00		
Total		\$59,334.48	\$90,383.49	\$121,248.22

$$TA(US \$) = K_a \cdot \alpha_6 \cdot \beta_6 \cdot B \cdot NTE \quad (\text{Ec. 4.6})$$

Donde:

$\alpha_6 = 6.4$ Modulación digital de Banda Ancha.

$\beta_6 =$ Coeficiente de corrección para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

$B = 12$ para los Sistemas punto a punto y punto – multipunto.

$K_a =$ factor de ajuste por Inflación.

$NTE =$ Numero de estaciones fijas y estaciones receptoras de triangulación, de acuerdo al sistema.

Para la determinación de K, se tomó el dato más actual pronosticado del índice de inflación anual, promediado a partir de Junio 31 de 2005 a Junio 30 de 2006¹³, el factor de ajuste tarifario “K” será igual a 2,8%.

¹³ http://www.bce.fin.ec/indicador.php?tbl=inflacion_acumulada

Para el caso de NTE, tenemos 5 estaciones que conforman el “backbone”. El número de suscriptores en una etapa inicial es de 187. Con este número de suscriptores NTE sería igual a 192.

Reemplazando estos valores en la fórmula tenemos:

$$TA(US \$) = K_a \cdot \alpha_6 \cdot \beta_6 \cdot B \cdot NTE$$

$$TA(US \$) = 2,8\% \cdot 6,4 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 192$$

$$TA(US \$) = 15.158,48$$

Tabla. 4.5. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el primer año.

Ítem	Equipos	Costo Unitario	Valor (%)	Depreciación
1	Equipos	64,531.80	33.00%	21,295.49
2	Torre 30m incluye materiales	3,750.00	10.00%	375.00
3	Mástil 3m incluye materiales	300.00	20.00%	60.00
4	4 Ordenadores Personales	3,200.00	33.00%	1,056.00
5	Muebles de Oficinas	5,500.00	10.00%	550.00
Total				\$23,336.49

Tabla. 4.6. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el segundo año.

Ítem	Equipos	Costo Unitario	Valor (%)	Depreciación
1	Equipos	64,531.80	33.00%	21,295.49
2	Torre 30m incluye materiales	3,750.00	10.00%	375.00
3	Mástil 3m incluye materiales	300.00	20.00%	60.00
4	4 Ordenadores Personales	3,200.00	33.00%	1,056.00
5	Muebles de Oficinas	5,500.00	10.00%	550.00
6	Equipos EUM3000	5,698.00	33.00%	1,880.34
Total				\$25,216.83

Ahora nos compete analizar los costos anuales que tendremos por la depreciación de los equipos del sistema. Para este efecto, la Tabla. 4.5 contiene un detalle de dicho rubros. En dicha tabla podemos encontrar cual será la tarifa total anual que se debe pagar por la depreciación del sistema.

Tabla. 4.7. Costo de depreciación del Sistema LMS4000 en el tercer año.

Ítem	Equipos	Costo Unitario	Valor (%)	Depreciación
1	Equipos	64,531.80	33.00%	21,295.49
2	Torre 30m incluye materiales	3,750.00	10.00%	375.00
3	Mástil 3m incluye materiales	300.00	20.00%	60.00
4	4 Ordenadores Personales	3,200.00	33.00%	1,056.00
5	Muebles de Oficinas	5,500.00	10.00%	550.00
6	Equipos EUM3000	11,396.80	33.00%	15,157.74
Total				\$27,097.17

4.1.3 Costos de Personal o Empleados

Los gastos correspondientes a todo el personal y empleados en general que laborarían en nuestra empresa son estimados en este ítem, el detalle de los sueldos, con todas las compensaciones que recibe un trabajador en el año son considerados, resultando de esta manera los gastos que tendremos en puesta en marcha de nuestra empresa. A continuación detallaremos cada uno de los puestos requeridos: una secretaria, un contador, 3 personas para ventas, 2 técnicos, 1 ingenieros para el área de ingeniería y 2 ingenieros para el área de sistemas y 2 personas que ayudarán en la instalación. Este es el personal que conformara la empresa para nuestro sistema LMS4000 opere satisfactoriamente.

Este factor de gasto se refiere al sector de Recurso Humano, el mismo que fue calculado con las leyes y normas laborales vigentes en el país para el año 2006¹⁴, incluyendo en el sueldo el componente salarial y beneficios adicionales, como son los

¹⁴ Dato obtenido de la Tablita Tributaria al 2 de Mayo del 2006

aportes patronal, el décimo tercero, el décimo cuarto y vacaciones. Estos gastos son presentados en la tabla 4.8.

Tabla. 4.8. Costo de personal.

Ítem	Gasto de Personal / empleados	Cantidad de Personas	Salario Unificado	Salario Unificado Anual	Beneficios de Ley	Total Anual	Total \$USD
1	Secretaria	1	180.00	2,270.00	413.75	2,683.75	2,683.75
2	Contador	1	300.00	3,710.00	473.75	4,183.75	4,183.75
3	Dep. de Ventas (Lic.)	2	150.00	1,910.00	398.75	2,308.75	4,617.51
4	Dep. Técnico (Ing.)	1	750.00	9,110.00	698.75	9,808.75	9,808.75
5	Dep. Técnico (Téc.)	2	200.00	2,510.00	423.75	2,933.75	5,867.51
6	Ayudante de Instalación	2	150.00	1,910.00	398.75	2,308.75	4,617.51
7	Dep. de Sistemas (Ing.)	1	600.00	7,310.00	623.75	7,933.75	7,933.75
Total							\$39,712.53

Como podemos observar los gastos por personal representan un valor de **\$39,712.53 USD** dentro de los gastos de operación.

4.1.4 Ingresos y Egresos

4.1.4.1 Egresos

Como anteriormente explicamos, tenemos dos partes fundamentales para la puesta en marcha de nuestro proyecto, el costo de la inversión y los egresos operacionales, estos dos factores son considerados como salida de capital. Por consiguiente detallaremos la

parte de la inversión y luego lo que representa los egresos operacionales dentro de nuestro proyecto.

A continuación se detalla el desglose de nuestra inversión inicial en la tabla 4.9. La puesta en marcha del proyecto nos tomará unos tres meses aproximadamente.

Tabla. 4.9. Inversión Detallada.

Inversión				
Ítem	Equipos	No.	Costo Unitario	Costo Total
1	Equipos (Tabla 4.1 y 4.2)	1	64,531.80	64,531.80
2	Software para Gestión de Red	1	2,325.93	2,325.93
3	Torre 30m de altura Incluye materiales	1	3,750.00	3,750.00
4	Mástil 3m, incluye materiales	3	100.00	300.00
Total Equipos				\$70,907.73
Infraestructura				
5	Arrendamiento Espacio de Terraza (1 m2)	3	50.00	1,800.00
6	Arriendo de Espacio Loma el Gatazo (5m2)	1	150.00	1,800.00
7	Arriendo Oficina	1	150.00	1,800.00
8	Construcción Caseta Loma el Gatazo	1	700.00	700.00
9	Ordenadores Personales	4	800.00	3,200.00
10	Muebles de Oficina	5	1,100.00	5,500.00
11	Línea Telefónica	2	50.00	100.00
12	WIRELESS SOLUTIONS Site Survey Kit	3	2,500.00	7,500.00
Total Infraestructura				\$22,400.00
Total Inversión				\$93,307.73

Considerando como egresos operacionales a todos los costos detallados en la tabla 4.4 y 4.8 siendo los gastos de operación y de personal respectivamente, el monto de la inversión asciende a **\$192,354.74** para el primer año de la puesta en marcha del proyecto.

A continuación presentamos en un gráfico explicativo la relación de los tres factores de egresos en la figura 4.1.

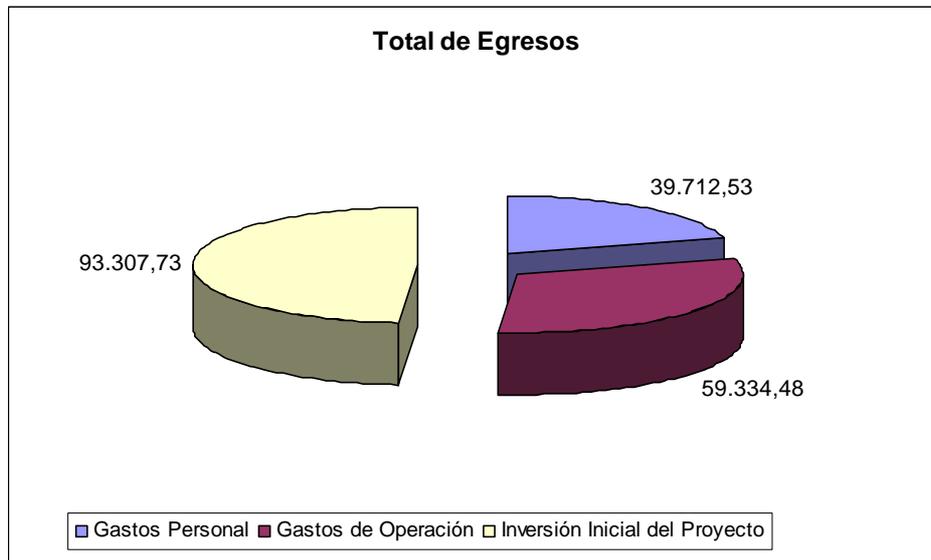


Figura. 4.1 Total egresos por operación.

4.1.4.2 Ingresos

Dentro de este análisis están las tarifas que tendrán nuestros servicios, además de una ganancia por sobre el valor de los equipos de estaciones terminales vendidos a los clientes.

Para el establecimiento de las tarifas de servicio de Internet se considera que el cliente o pymes requerirá diferentes tipos de velocidad como son: 64, 128, 256, 512, 1024 y 2048Kbps, entonces como estimamos el tráfico que maneja cada cliente en el estudio de tráfico, simplemente sacamos un promedio entre el flujo de subida y el flujo de bajada (uplink, downlink), luego tabulamos según la velocidad que se encuentra dentro del promedio y contamos cuantas empresas manejan las distintas velocidades.

Los resultados totales se presentan en la tabla 4.10, donde se detalla el costo del servicio al tercer año de operación de nuestro sistema en base al estudio de mercado de 70 empresas que requieren contratar un mejor servicio.

Es importante rescatar que nuestros precios de venta de equipos y servicios están a la par a los precios del mercado y de competencia que rigen para los servicios ofertados por empresas de telecomunicaciones en el país.

Tabla. 4.10. Costo del Servicio de Acceso al Internet al tercer año de operación.

Costo de Servicio de Acceso a Internet				
Ítem	Descripción	Cantidad de Empresas	Pvta/mes	Total Anual
1	64Kbps - 3PC's	0.00	80.00	0.00
2	128Kbps - 7PC's	31.00	130.00	48,360.00
3	256Kbps - 14PC's	35.00	240.00	100,800.00
4	512Kbps - +20PC's	4.00	480.00	23,040.00
5	1024Kbps - +20PC's	0.00	1,100.00	0.00
6	2048Kbps - +20PC's	0.00	2,100.00	0.00
Total				\$172,200.00

A continuación presentamos en un gráfico explicativo la relación de las pymes versus la capacidad del canal requerido en la figura 4.2.

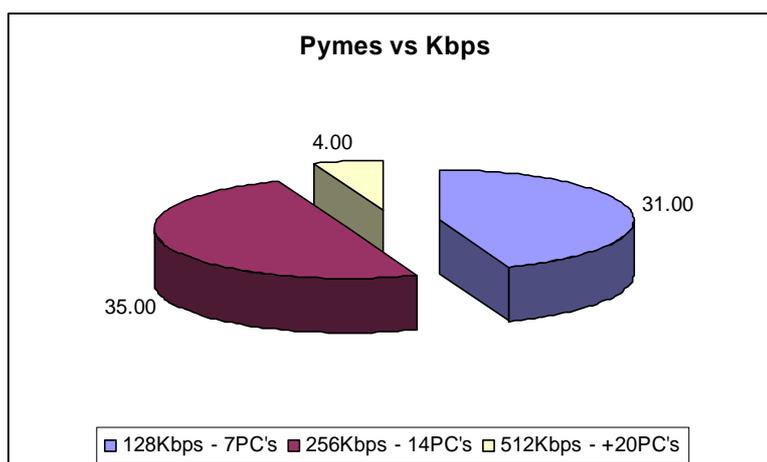


Figura. 4.2. Total de empresas por capacidad de canal.

Tabla. 4.11. Costo del Servicio de Acceso al Internet al primer año de operación.

Costos 1 año de Operación	
Pymes	70.00
Total al 3º año	\$172,200.00
Promedio mensual (\$)	\$205.00
Pymes inicial	37.00
Total	\$91,020.00

El precio del primer año calculado según lo estimado en la tabla 4.11 es como se muestra a continuación. Se estima mediante el promedio del costo al tercer año de operación, dividido por el número de 70 pymes que alcanza el proyecto, esto es porque no se tienen los datos de capacidad de las empresas con las que se inicia el proyecto.

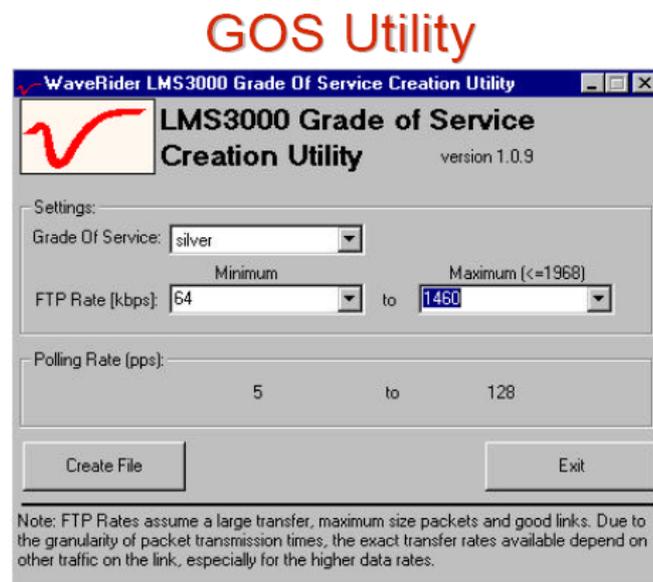
4.2 COSTOS DEL DESARROLLO DEL SISTEMA

Los costos para el desarrollo del Software para la gestión de la red, diseño de páginas Web y configuración de los servidores se detallan en la siguiente tabla 4.12.

Tabla. 4.12. Costo de desarrollo del Software para el Sistema.

Sistema de Gestión WaveRider				
Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Precio Total (\$)
1	WaveRider LMS4000 Grade of Service Creation Utility	1	0.00	0.00
2	EUM3000 Configuration Utility	1	0.00	0.00
3	Desarrollo de la página Web y configuración de Servicios.	2	300.00	600.00
4	Licencia Ret Hat Linux Enterprise	1	1,725.93	1,725.93
Total				\$2,325.93

El software de WaveRider es proporcionado para la configuración de los equipos mediante una interfase de Windows por la compra de los equipos; siendo esto no necesario debido a que los equipos CCU3000 y EUM3000 pueden ser programados a través de telnet.

**Figura. 4.3. Interfase para equipo CCU3000.**

En la figura 4.3 y 4.4 la interfase del programa que permite una configuración fácil y sencilla. En el Anexo se muestran ejemplos de configuración de los equipos CCU3000 y EUM3000.

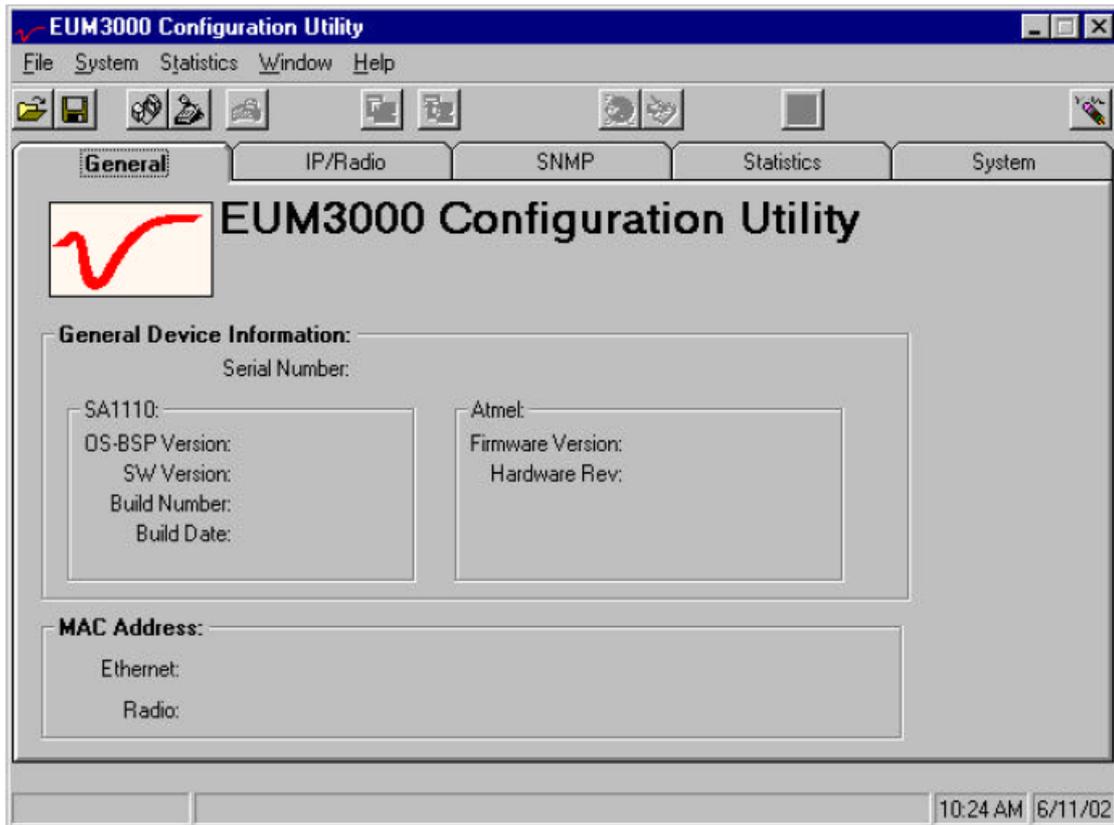


Figura. 4.4. Interfase para equipo EUM3000.

4.3 SENSIBILIDAD ECONÓMICA

Con frecuencia nos enfrentaremos a consideraciones más amplias tales como si deberíamos lanzar o no un nuevo producto o ingresar a un nuevo mercado. Este tipo de decisiones determinará la naturaleza de las operaciones de la empresa y de los productos de los años venideros.

Por este motivo, el presupuesto de capital es probablemente el aspecto más importante de las finanzas corporativas. La manera en la cual una empresa decida financiar sus operaciones y la forma en que administre sus actividades operativas a corto plazo son aspectos importantes; pero son los activos fijos los que definen el negocio de la empresa.

Es necesario considerar el crecimiento anual de los usuarios para estimar los ingresos y egresos de operación que tendremos. A continuación se presenta un modelo matemático que nos ayudara con el cálculo de demanda para pymes y usuarios.

4.3.1 Proyección de la demanda.

Para el cálculo de la proyección de la demanda se debe considerar el crecimiento que han tenido las telecomunicaciones en el Ecuador.

Modelo Matemático.

Para tener una mejor aproximación del crecimiento de la demanda inicial de los usuarios, nuestro modelo matemático se encuentra en la utilización de la tasa de crecimiento exponencial. La misma que se deduce como a continuación se presenta:

<i>Tiempo</i>	<i>Cantidad de usuarios</i>
t	Q
0	Q_0
1	$Q_0 \cdot \tau + Q_0 = Q_0 \cdot (1 + \tau)$
2	$Q_0 \cdot (1 + \tau) + Q_0 \cdot (1 + \tau) \cdot \tau = Q_0 \cdot (1 + \tau)^2$
.	.
.	.
n	$Q_0 \cdot (1 + \tau)^n$

Obteniendo finalmente la siguiente formula:

$$Q_n = Q_0 \cdot (1 + \tau)^n$$

Ecuación 4.1. Tasa de Crecimiento

En donde:

Q_0 = cantidad inicial de usuarios potenciales.

Q_n = cantidad de usuarios potenciales luego de n años.

n = número de años.

τ = tasa de crecimiento promedio acumulativo actual.

De las 84 empresas encuestadas, el 44% está dispuesto a contratar un servicio de acceso a internet; lo cual nos representa 37 empresas como usuarios potenciales inicial. De los 173 usuarios encuestados, el 69% está dispuesto a contratar un servicio de acceso a internet; lo cual nos representa 120 usuarios potenciales inicial.

Procedemos a calcular la demanda final de usuarios con la ecuación 4.1 analizada anteriormente.

Datos :

$n = 3$ años

$Q_0 = 37$ empresas

$\tau = 23,68\% \rightarrow 0,24$

$$Q_n = Q_0 \cdot (1 + \tau)^n$$

$$Q_3 = 37 \cdot (1 + 0,24)^3$$

$$Q_3 = 70,00 \text{ empresas pymes}$$

Datos :

$n = 3$ años

$Q_0 = 150$ personas

$\tau = 38,70\% \rightarrow 0,39$

$$Q_n = Q_0 \cdot (1 + \tau)^n$$

$$Q_3 = 150 \cdot (1 + 0,39)^3$$

$$Q_3 = 400,00 \text{ usuarios}$$

Esta cifra nos permite corroborar que dentro de 3 años estaríamos llegando a abarcar el mercado resultante de nuestro análisis estadístico de las empresas y usuarios existentes en la ciudad y centro de Esmeraldas. Tomando en consideración un punto fundamental que

es el del crecimiento de usuarios en un 38,70% y para pymes es de 23,68% anual si nos ponemos como meta el entregar nuestro servicio a 400 usuarios y 70 pymes en 3 años. En la tabla 4.13 se muestra el crecimiento anual tanto de empresas como también de usuarios.

Tabla. 4.13. Crecimiento anual de la demanda de empresas y usuarios.

Años	Qn empresas	Qn usuarios
1.0	37.00	150.00
2.0	56.60	289.00
3.0	70.00	400.00

Los gastos, la inversión y los ingresos por venta de equipos y servicios, nos permiten presentar para la ejecución de nuestro proyecto una proyección de Estado de Resultados con respecto al primer año de funcionamiento del proyecto. La tabla 4.14 muestra este flujo efectivo que se tendrá durante los tres años de operación del sistema LMS4000.a

Tabla. 4.14. Estado de Resultados.

Año	Flujo	Descripción	Cantidad	Valor (\$)	Total Anual (\$)	Total (\$)
1	Ingreso	Pymes	37.00	\$205.00	\$91,020.00	
		Instalación Pymes	37.00	\$200.00	\$7,400.00	
		Instalación Usuarios	150.00	\$50.00	\$7,500.00	
		Usuarios WiFi	150.00	\$39.00	\$70,200.00	\$176,120.00
	Egreso	Gastos de Depreciación	1.00	\$23,336.49	-\$23,336.49	
		Tarjetas PCI WiFi	150.00	\$30.00	-\$4,500.00	
		Costos Financieros	12.00	\$5,139.89	-\$61,678.68	-\$89,515.17
Flujo Efectivo						\$86,604.83
2	Ingreso	Pymes	57.00	\$205.00	\$140,220.00	
		Instalación Pymes	20.00	\$200.00	\$4,000.00	
		Instalación Usuarios	139.00	\$50.00	\$6,950.00	
		Usuarios WiFi	289.00	\$39.00	\$135,252.00	\$286,422.00

Tabla. 4.14. Estado de Resultados.

Tabla. 4.14. Estado de Resultados.						
	Egreso	Gastos Operación	1.00	\$90,383.49	-\$90,383.49	
		10 Pack EUM3000	1.00	\$5,698.00	-\$5,698.00	
		Costo Personal	1.00	\$39,712.53	-\$39,712.53	
		Costos Financieros	24.00	\$5,139.89	-\$61,678.68	
		Servicios Básicos	1.00	\$7,800.00	-\$7,800.00	
		Gastos de Oficina	1.00	\$1,200.00	-\$1,200.00	
		Habilitar 2 Access Point	2.00	\$2,820.14	-\$5,640.28	
		Gastos de Depreciación	1.00	\$25,216.83	-\$25,216.83	
		Tarjetas PCI WiFi	139.00	\$30.00	-\$4,170.00	-\$241,499.82
		Flujo Efectivo				
3	Ingreso	Pymes	70.00	\$205.00	\$172,200.00	
		Instalación Pymes	13.00	\$200.00	\$2,600.00	
		Instalación Usuarios	111.00	\$50.00	\$5,550.00	
		Usuarios WiFi	400.00	\$39.00	\$187,200.00	\$367,550.00
	Egreso	Gastos Operación	1.00	\$121,248.22	-\$121,248.22	
		10 Pack EUM3000	1.00	\$5,698.00	-\$5,698.00	
		Costo Personal	1.00	\$39,712.53	-\$39,712.53	
		Servicios Básicos	1.00	\$9,600.00	-\$9,600.00	
		Costos Financieros	36.00	\$5,139.89	-\$61,678.68	
		Gastos de Oficinas	1.00	\$1,200.00	-\$1,200.00	
		Habilitar 3 Access Point	3.00	\$2,820.14	-\$8,460.42	
		Gastos de Depreciación	1.00	\$27,097.17	-\$27,097.17	
	Tarjetas PCI WiFi	111.00	\$30.00	-\$3,330.00	-\$278,025.02	
	Flujo Efectivo					\$89,524.98
4	Ingreso	Pymes	70.00	\$205.00	\$172,200.00	
		Usuarios WiFi	300.00	\$39.00	\$187,200.00	\$359,400.00
	Egreso	Gastos Operación	1.00	\$121,248.22	-\$121,248.22	
		Costos Financieros	48.00	\$5,139.89	-\$61,678.68	
		10 Pack EUM3000	1.00	\$5,698.00	-\$5,698.00	
		Costo Personal	1.00	\$39,712.53	-\$39,712.53	
		Servicios Básicos	1.00	\$9,600.00	-\$9,600.00	
		Gastos de Oficinas	1.00	\$1,200.00	-\$1,200.00	
Gastos de Depreciación	1.00	\$28,977.51	-\$28,977.51	-\$268,114.94		
Flujo Efectivo					\$91,285.06	

El costo financiero se calcula para un valor de \$195,000.00 USD, a cuatro años plazo; teniendo el valor de las cuotas mensuales de \$5,139.8915 según datos obtenidos en el portal web del Banco de Guayaquil.

A continuación presentaremos tres técnicas para el análisis de negocios, en el cual el concepto más importante es el VAN.

4.3.2 Análisis de Valor Actual Neto (VAN)

Se dice que conviene realizar una inversión cuando ésta crea valor para sus propietarios, es decir, el presupuesto de capital: determinar si una inversión o un proyecto propuesto valdrán más, una vez que estén en operación, de lo que cuestan.

La diferencia entre el valor de mercado de una inversión y su costo recibe el nombre de valor actual neto de la inversión, lo cual se abrevia VAN. En otras palabras, el VAN es una medida de la cantidad de valor que se crea o añade el día de hoy como resultado de haber realizado una inversión.

4.3.2.1 Estimación del VAN

En primer lugar trataremos de estimar los flujos futuros de efectivo que producirá el nuevo negocio. Posteriormente aplicaremos nuestros procedimientos básicos de flujo de efectivo descontado para estimar el valor actual de dichos flujos. Una vez que tengamos esta estimación, determinamos el VAN como la diferencia entre el valor presente de los flujos futuros de efectivo y el costo de la inversión.

¹⁵ http://www.bancoguayaquil.com/productos_servicios/banca_nacional/multicredito.asp

Una inversión debe ser aceptada si su VAN es positivo y debe ser rechazada si es negativo.

La formula para calcular el VAN es la siguiente:

$$VAN = \frac{C}{(1+i)^n} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

donde:

C = Valor de Egreso o Ingreso al tiempo n .

VAN = C traído a valor presente ($t = 0$)

n = Año en el cual existe C .

La estimación del VAN es una forma de evaluar la rentabilidad de una inversión propuesta. Dado que el VAN es positivo, el proyecto es aceptado, con un tiempo de operación de cuatro años como se muestra a continuación.

Tabla. 4.15. Cálculo del VAN del proyecto.

Valor Actual Neto

Costo del Proyecto (\$)	\$192,354.74
Tasa de descuento (%)	15.00%

Año	Flujo de efectivo
0	-\$192,354.74
1	86,604.83
2	44,922.18
3	89,524.98
4	91,285.06
VAN	\$27,978.08

4.3.3 Análisis de Tasa Interna de Retorno (TIR)

El TIR está estrechamente relacionada con el VAN. Con la TIR tratamos de encontrar una sola tasa de rendimiento que resuma los méritos de un proyecto. Además, deseamos que esta tasa sea una tasa “interna”, es decir, que solo dependa de los flujos de efectivo de una inversión en particular, no de las tasas que se ofrezcan en alguna otra parte.

Con base en la regla de la TIR, una inversión es aceptable si la TIR es superior al rendimiento requerido. De lo contrario, debería ser rechazada.

Sabemos que somos indiferentes entre las alternativas de emprender y no emprender está inversión cuando su valor actual neto es igual a cero. En otras palabras, esta inversión es económicamente una proposición de punto de equilibrio cuando el VAN es de cero, porque no se crea ni se destruye ningún valor. Para encontrar el punto de equilibrio de la tasa de descuento, establecemos el VAN igual a cero y despejamos el valor de rendimiento sobre la inversión.

La TIR de una inversión es el rendimiento requerido que da como resultado un VAN de cero, cuando se usa como tasa de descuento.

La TIR recibe algunas veces el nombre de rendimiento por flujo de efectivo descontado o rendimiento FED.

El proyecto es viable dado que la tasa calculada de 21.8% supera a la tasa estimada de 15.0% requerida para su implementación.

Tabla. 4.16. Cálculo del TIR del proyecto.**Tasa Interna de Rendimiento**

Costo del Proyecto (\$) **\$192,354.74**

Año	Flujo de efectivo
0	-\$192,354.74
1	86,604.83
2	44,922.18
3	89,524.98
4	91,285.06
TIR	21.8%

4.3.4 Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad, es una variante del análisis de escenarios, de gran utilidad para señalar aquellas áreas en las que el riesgo de la preparación de pronósticos es especialmente severo. En el análisis de sensibilidad, la idea básica es congelar todas las variables excepto una y analizar posteriormente qué tan sensible son nuestras estimaciones del VAN ante los cambios en esa variable. Si nuestra estimación del VAN resulta ser muy sensible ante cambios relativamente pequeños en el valor potencial de algún componente de los flujos efectivos de los proyectos, el riesgo de la preparación de pronóstico asociado con esa variable será alto y requiere de una mayor investigación.

El análisis de sensibilidad es útil para señalar aquellas variables que merecen la mayor atención. Si encontramos que nuestro VAN estimado es especialmente sensible ante los cambios en una variable que es difícil de pronosticar, el grado de riesgo de la preparación de pronóstico es alto.

Debido a que el análisis de sensibilidad es una forma de análisis de escenarios, adolece de los mismos inconvenientes. A pesar de que es útil para señalar las áreas en las que los errores de los pronósticos ocasionarán los mayores daños, no nos indica qué es lo que deberemos hacer en relación con los posibles errores.

4.4 ANÁLISIS FINANCIERO

Tiene por objetivo calcular la rentabilidad sobre la inversión, la rentabilidad sobre las ventas y el factor de costo-beneficio del proyecto estudiado. Entendiendo por rentabilidad a la “capacidad de que dispone un activo, sea real o financiero, para reproducirse o producir otro activo”.

La rentabilidad sobre la inversión es la relación entre la utilidad líquida o la utilidad de operación calculada anteriormente sobre el patrimonio neto o la inversión inicial. La rentabilidad sobre las ventas es el porcentaje que resulta de la comparación entre la utilidad líquida y el producto de venta que es el total de ventas ya anteriormente calculado. Podemos observar el valor de cada rentabilidad en la tabla 4.16 presentada a continuación.

De la tabla 4.17 podemos decir que nuestro proyecto es altamente rentable, ya que la inversión inicial es onerosa y que beneficios que obtendrán nuestros clientes son significativamente trascendentales. Es decir, al invertir en el presente proyecto generaremos fuentes de trabajo y apoyaremos el desarrollo tecnológico de nuestro país. El proyecto es totalmente viable porque al obtener una rentabilidad sobre las ventas con un alto porcentaje inicial, este supera ostensiblemente el valor de la inflación con lo cual se ratifica que nuestra propuesta es rentable desde cualquier punto de vista.

El análisis de costo-beneficio resulta de la comparación entre el valor total de los costos contra el valor total de las ventas, esto nos indica que nuestro proyecto tiene una

relación inicial de 51% de beneficio en relación al costo de operación; que luego es superado con los años siguientes.

Tabla. 4.17. Análisis Financiero.

Análisis Financiero					
Descripción		Resultados			
Años		1	2	3	4
Rentabilidad sobre la inversión	Utilidad líquida/ Patrimonio neto	45.02%	23.35%	46.54%	47.46%
Rentabilidad sobre las ventas	Utilidad líquida/ Producto ventas	49.17%	15.68%	24.36%	25.40%
Costo - beneficio	Costo total/ Ventas totales	0.51	0.84	0.76	0.75

Es importante tener en cuenta que el sistema LMS4000, presenta un costo/beneficio óptimo a la medida en que los servicios proporcionados ocupen un segmento importante de su máxima capacidad.

Son considerados enlaces solo simétricos; ya que para los enlaces asimétricos se debe especificar el ancho de banda del camino asimétrico (uplink y downlink).

CONCLUSIONES

El sistema LMS4000 de Wave Rider ofrece los servicios de banda ancha de manera inalámbrica que incorpora a las telecomunicaciones del Ecuador un esquema de comunicación de alta velocidad confiable mediante el establecimiento de una red abierta de acceso. Esta red es atractiva a los gobiernos municipales y a las empresas de servicios públicos que reconocen la necesidad de banda ancha en la comunidad.

El sistema LMS4000 es un sistema de radiocomunicación que utiliza técnicas de modulación digital de banda ancha que operan en las bandas de frecuencia 902 – 928MHz, proporcionando conectividad de alta velocidad inalámbrica a Internet a negocios, SOHO y clientes residenciales, proporcionando servicios donde las trayectorias de radio entre estación base y los suscriptores están parcial o totalmente obstruido, es decir, sin línea de vista (non-line-of-sight).

La alta capacidad de los sistemas LMS4000 es totalmente escalable, soportando a 300 suscriptores residenciales en una sola radio base, y cerca de 1000 usuarios en un punto de acceso.

Es necesario plantear los parámetros con los que desarrollaremos nuestro proyecto, como son la capacidad de nuestra red wireless y la capacidad de información de tráfico que usarán los usuarios. Esto nos permite dimensionar la red y brindar un servicio con calidad de acceso.

La configuración de los access point nos permite la creación de celdas y la interconexión entre puntos de accesos a manera de puentes, lo que le permite al usuario la facilidad de movilidad dentro del área de cobertura.

Es importante tener en cuenta que las redes inalámbricas no tienen una seguridad de la información cien por ciento confiables, debido a que son más vulnerables ya que el medio en el que viajan es compartido y la información puede no estar protegida sino se toman las medidas necesarias.

En nuestra red es necesario establecer los canales de transmisión en los puntos de acceso y el ruteador, con la finalidad de evitar interferencias entre celdas y pérdida de información en la transmisión de los datos.

Mediante el estudio de mercado realizado en el presente proyecto se estableció la demanda de la red considerando las zonas más pobladas, mediante la ubicación física de las radio base, considerando los siguientes aspectos: elevación del sitio con respecto al nivel del mar, altura de la edificación, línea de vista y su ubicación respecto a todos los usuarios que comprenden la celda. Al finalizar un enlace se debe generar un perfil del mismo, en el cual conste información detallada sobre todos los parámetros calculados.

Para nuestro diseño de cobertura de la red LMS4000 es necesario realizar un análisis de los siguientes parámetros: sectorización, línea de vista, altura de la torre, elevación del terreno, enlace microonda, pérdidas en el espacio libre y generación del perfil del enlace.

La sectorización de la red es fundamental para el cálculo y distribución de la capacidad de los usuarios de la celda. Se debe evitar la sobrecarga del canal de enlace a un determinado sector ya que esto influiría en volver más lento el servicio.

El análisis de tráfico es fundamental en el estudio de la demanda, basándonos en los requerimientos de los clientes para el dimensionamiento de la red. El dimensionar la red permite conocer el tráfico promedio que se manejará en la red y de esta manera poder aprovechar mejor la capacidad de los equipos. La capacidad de la red se deriva del total de clientes por celdas y por el sector que atiende cada radio base del punto de acceso. Según la cantidad de tráfico que contrate cada cliente cada radio base puede manejar hasta 300 suscriptores.

El sistema LMS4000 permite la asignación del ancho de banda a cada suscriptor mediante la configuración del archivo de control integrado de calidad de servicio (COS) que se aplican para redes que consisten en ambos usuarios residenciales y de negocios.

En el estudio económico de nuestro proyecto fue propuesto como meta llegar a cubrir en tres años el total de 84 pymes y 400 usuarios, resultante de la encuesta hecha, partiendo de usuarios potenciales.

El análisis financiero nos proporciona valores muy confiables para la relación costo – beneficio, demostrando que tendremos un margen superior de ventas sobre el costo total del proyecto, manteniendo el cobro de servicio dentro de un margen aceptable dentro del resto de empresas que entregan similares servicios.

Para el cálculo de los puntos de acceso por capacidad, en el centro de la ciudad se requerían de dos para cubrir la demanda de los usuarios; pero debido a la dispersión de los mismos en el centro de la ciudad, fue necesario sobredimensionar los puntos de accesos para satisfacer la demanda por ubicación geográfica de los clientes.

RECOMENDACIONES

Se recomienda brindarle el suficiente impulso comercial a las nuevas empresas que brinden servicios como acceso a Internet inalámbrico con respecto a otras redes cableadas que en la actualidad monopolizan el mercado.

Se recomienda escoger bandas de frecuencias de rangos bajos para obtener una mayor cobertura con menor número de celdas. Estas asignaciones de frecuencias depende del CONATEL, organismo encargado de la licitación de bandas para este tipo de sistemas de telecomunicaciones.

El punto de acceso debe situarse en el cerro del Gatazo, de acuerdo a estudios realizados en el presente proyecto, el cual no brinda una zona estratégica, cobertura y línea de vista a todos los suscriptores.

Se recomienda utilizar sectorización de 90° en la celda, ya que los usuarios están situados en tan solo tres sectores, cubriendo el centro, norte y sur de la ciudad.

Para los estudios de cobertura se recomienda detallar los siguientes parámetros: distancia entre los puntos del enlace, latitud, longitud, azimut, elevación, altura, frecuencia y factor $k=1$ considerado para tierra plana.

Para la distribución de clientes por celdas en cada sector, se recomienda clasificar por tipos de empresas y usuarios residenciales, con el propósito de manejar de mejor manera el estudio de tráfico por sector.

Los equipos a utilizar en un servicio de telecomunicaciones obligatoriamente deberán ser de última generación con el propósito de ofrecer mejores servicios y mayor eficiencia a nivel de clientes, reduciendo así errores en el enlace y permitiendo la actualización e los equipos sin tener que reemplazarlos completamente.

Asegurar una alta calidad de servicio, ofreciendo una conexión segura y la interconexión de está red con otras.

Es importante considerar el grupo socio-económico al que vamos a dirigir nuestro servicio, debido a que en base a esto se realizará la proyección de crecimiento de nuestra empresa.

Se recomienda realizar para cualquier proyecto el análisis costo-beneficio ya que nos permitirá establecer cuán factible es dicho proyecto.

Es recomendable mantener una rentabilidad sobre la inversión de cualquier proyecto un margen superior al porcentaje de interés que mantienen las entidades bancarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- www.ieee802.org
- www.Wirelan.org
- http://www.radioptica.com/Recursos/abrir_enlace.asp?id=101
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Wifi>
- <http://www.emagister.com/cursos-informatica-telecomunicaciones-tematica-2.htm>
- <http://www.wi-fi.org/>
- <http://www.3com.es/>
- <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>
- <http://cwc.ucsd.edu/~rgholmie/WirelessPaper/WirelessPaper.html>
- <http://www.bluetooth.com/>
- http://www.iec.org/online/tutorials/home_net/topic03.html
- <http://www.senatel.gov.ec/>
- <http://www.conatel.gov.ec/>
- <http://www.inen.com.ec/>
- [UIT-R PN 525-2](#)
- [Resolución 538-20-CONATEL-2000](#)
- <http://www.bancodeguayaquil.com/>
- [Tablita Tributaria actualizada a Mayo del 2006](#)
- [YUPANQUI MARÍN, Carlos, Estudio de Mercado para Proyectos, Tomo I, Editorial Norma S.A, Tercera Edición, Barcelona 1974](#)

ANEXO 1

RESULTADO DEL ESTUDIO DE MERCADO REALIZADO EN LA CIUDAD DE ESMERALDAS

Encuesta para usuarios:

1. Posee usted actualmente un servicio de acceso a Internet?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. Si la respuesta al ítem anterior es negativa; señale el motivo por el cual usted no posee este servicio de acceso a Internet?

3. Usted estaría dispuesto a contratar un servicio de acceso a Internet?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

4. Cuanto está dispuesto a pagar por el servicio de acceso a Internet?

5. Que tipo de servicio de acceso a Internet usted considera adecuado a sus necesidades?

Conexión telefónica	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

6. Cuales son los principales motivos por los que usa el servicio de Internet?

Chat	<input type="checkbox"/>	e-mail	<input type="checkbox"/>
Juegos en Internet	<input type="checkbox"/>	Educación	<input type="checkbox"/>
Descarga de Archivos	<input type="checkbox"/>	Consultas Bancarias	<input type="checkbox"/>
Investigación	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

7. Con que frecuencia usted usa el servicio de Internet al día?

1 hora	<input type="checkbox"/>
2 horas	<input type="checkbox"/>
3 horas	<input type="checkbox"/>
más de 3 horas	<input type="checkbox"/>

8. Está usted conforme con el servicio de Internet que actualmente posee?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

9. Señale el principal problema que tiene con su servicio de Internet.

Pésimo servicio al cliente	<input type="checkbox"/>
Problemas de acceso al Internet	<input type="checkbox"/>
Es muy lento	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

1. ¿Posee usted actualmente un servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.11

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
54 %	46 %	173	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

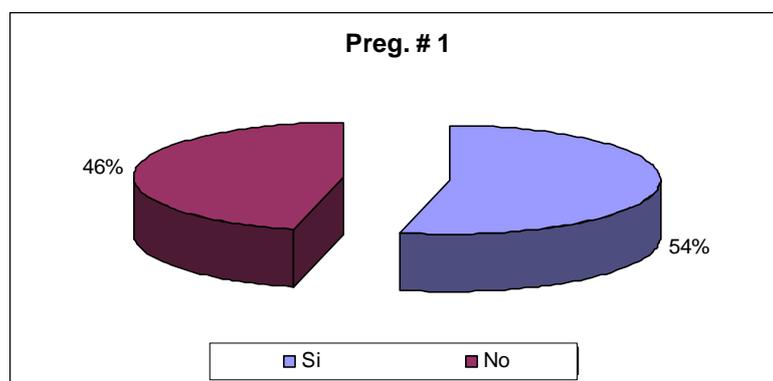


Fig. 2.3 Grafica de usuarios que poseen acceso a Internet.

Análisis pregunta 1:

Constatamos que existe un predominio del uso de Internet por parte de los habitantes de la ciudad de esmeraldas con un 54 % por el si y el 46 % no tienen un servicio de acceso a Internet contratado.

2. ¿Si la respuesta al ítem anterior es negativa; señale el motivo por el cual usted no posee este servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.12

Respuesta			Total	
Es caro	No necesita	Falta tiempo	Encu.	Porc.
78 %	11 %	11 %	80	46 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

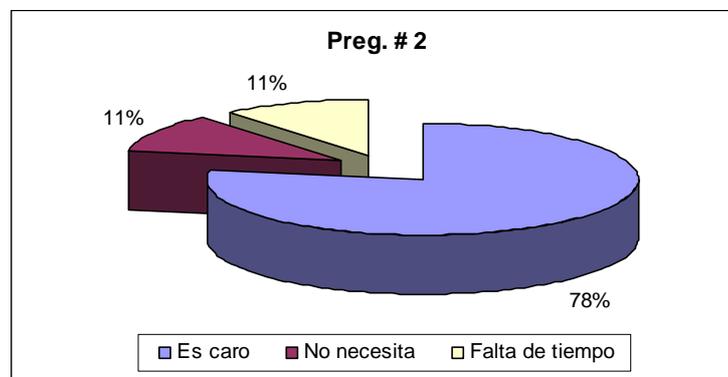


Fig. 2.4 Grafica de carencia de acceso a Internet.

Análisis pregunta 2:

El 78 % de los usuarios no poseen el servicio de Internet porque consideran caro para sus requerimientos y necesidades; el 11 % no necesitan el servicio y el 11 % no usa el Internet por falta de tiempo.

3. ¿Usted estaría dispuesto a contratar un servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.13

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
69 %	31 %	173	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

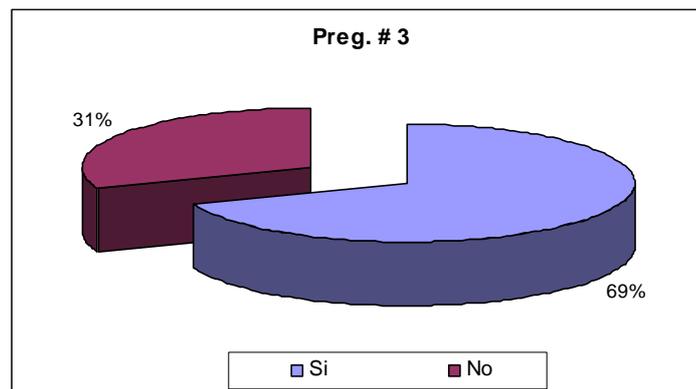


Fig. 2.5 Grafica de contrato de nuevo servicio de acceso a Internet.

Análisis pregunta 3:

El 69 % de los usuarios están dispuestos a contratar un servicio de Internet que satisfaga con sus necesidades y requerimientos; y el 31 % de los usuarios no contratarían este servicio.

4. *Cuanto está dispuesto a pagar por el servicio de acceso a Internet?*

Tabla 2.14

Respuesta				Total	
\$10 a \$20	\$21 a \$30	\$31 a \$40	\$41 a \$50	Encu.	Porc.
30 %	15 %	36 %	19 %	173	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

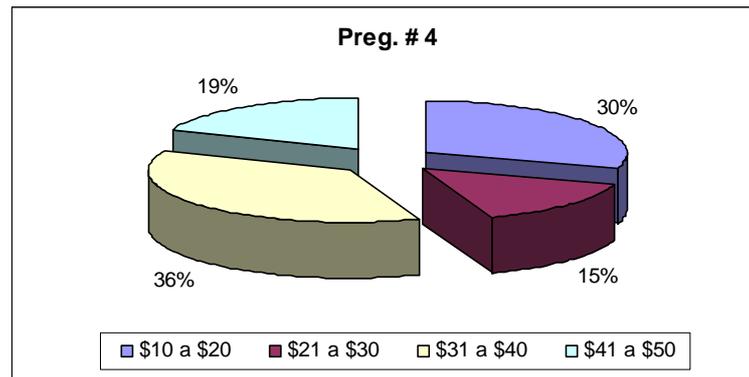


Fig. 2.6 Grafica de pago por servicio de acceso a Internet.

Análisis pregunta 4:

El 36 % de los usuarios están dispuestos a pagar entre \$31 y \$40 por el servicio de acceso a Internet; permitiendo mantener un valor competitivo al que actualmente tenemos en el mercado. El 30 % de los usuarios están dispuestos a pagar entre \$10 y \$20 por el servicio de acceso a Internet, pero este valor no podría cumplir con el presupuesto mínimo requerido para el servicio.

El 19 % de los usuarios están dispuestos a pagar entre \$41 a \$50 por el servicio de acceso a Internet, permitiendo brindar un servicio dedicado y de mayor velocidad.

El 15 % de los usuarios están dispuestos a pagar entre \$21 a \$30 por el servicio de acceso a Internet.

5. *Que tipo de servicio de acceso a Internet usted considera adecuado a sus necesidades?*

Tabla 2.15

Respuesta		Total	
Telefónica	Otros	Encu.	Porc.
21 %	79 %	173	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

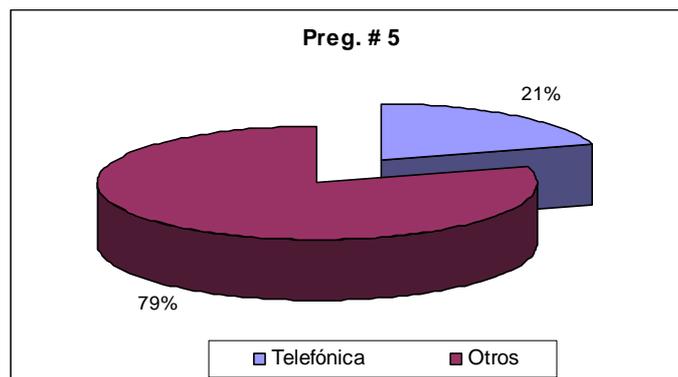


Fig. 2.7 Grafica de tipo de acceso a Internet.

Análisis pregunta 5:

El 79 % considera que el servicio de Banda Ancha es el recomendado a sus necesidades y el 21 % considera adecuado a sus necesidades el servicio telefónico.

6. Cuales son los principales motivos por los que usa el servicio de Internet?

Tabla 2.16

Respuesta								Total	
Chat	Juegos en Red	Descarga de Archivos	Investigación	e-mail	Educación	Consulta Bancarias	Otros	Encu.	Porc.
10%	5 %	4 %	33 %	13%	16 %	14 %	5 %	173	100%

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

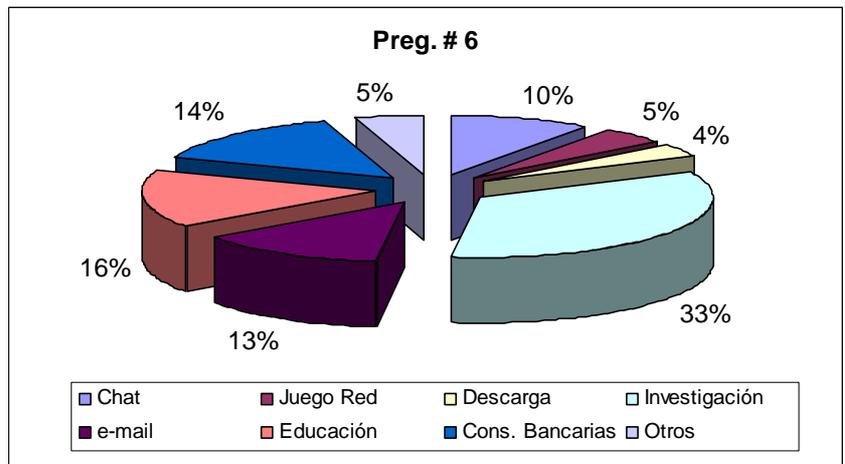


Fig. 2.8 Grafica de principales motivos de usos del Internet.

Análisis pregunta 6:

El 33 % de los usuarios utilizan el Internet para realizar investigación, el 16 % para educación, el 14 % para consultas bancarias, el 13 % para uso de e-mail, el 10 % para Chat, el 5 % para juegos en red, el 5 % para Otras actividades y el 4 % para descargas de archivos. Esto nos permite establecer los requerimientos que buscan los usuarios a la hora de utilizar el Internet.

7. ¿Con que frecuencia usted usa el servicio de Internet al día?

Tabla 2.17

Respuesta				Total	
1 hora	2 horas	3 horas	más de 3 horas	Encu.	Porc.
48 %	31 %	13 %	8 %	173	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

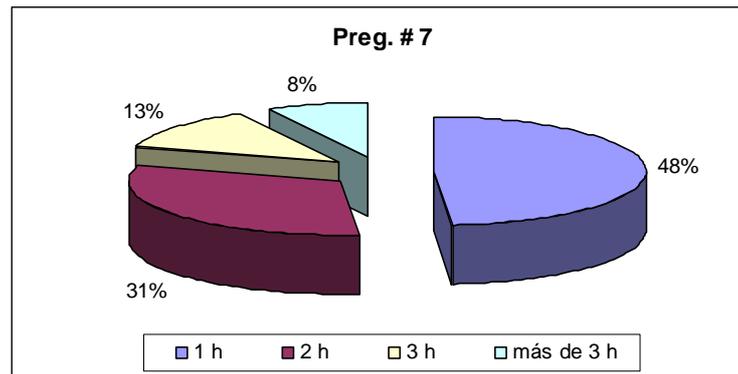


Fig. 2.9 Grafica de frecuencia de uso del Internet.

Análisis pregunta 7:

El 48 % de los usuarios usan una hora al día el Internet entre sus tareas cotidianas, el 31 % usan el Internet dos horas al día, el 13 % de los usuarios usan el Internet tres horas al día y el 8 % de los usuarios usan el Internet más de tres horas al día. Esto nos permite establecer los hábitos por el uso de Internet que tiene la población de la ciudad de Esmeraldas.

8. ¿Está usted conforme con el servicio de Internet que actualmente posee?

Tabla 2.18

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
48 %	52 %	93	54 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

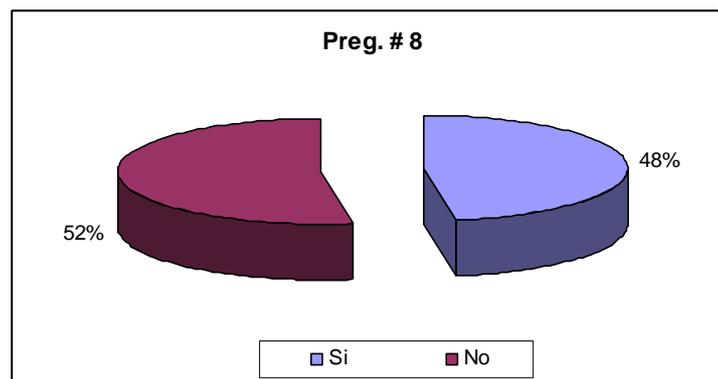


Fig. 2.10 Grafica de conformidad de uso del servicio de Internet.

Análisis pregunta 8:

El 52 % de los usuarios que poseen el servicio de acceso a Internet no están satisfechos con su servicio actualmente contratado; mientras que el 48 % de los usuarios están conformes con el servicio de Internet actualmente contratado.

9. Señale el principal problema que tiene con su servicio de Internet.

Tabla 2.19

Respuesta				Total	
Falta de Soporte Técnico	Problema de Acceso	Lento	Otro	Encu.	Porc.
7 %	29 %	64 %	0 %	48	28 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

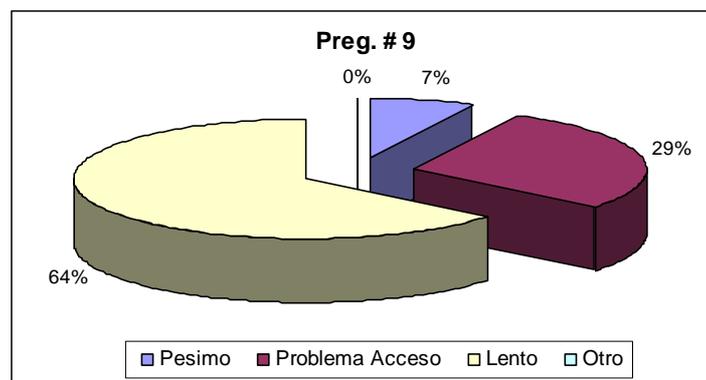


Fig. 2.11 Grafica de inconformidad de uso del servicio de Internet.

Análisis pregunta 9:

El 64 % de los usuarios que no están conforme con el servicio de Internet actualmente contratado por considerarlo lento, el 29 % de los usuarios se quejan por los problemas de acceso al servicio y el 7 % de los usuarios no están conforme por el servicio de soporte técnico.

Encuesta para pymes:

1. Actualmente posee un servicio de acceso a Internet?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

2. Si la respuesta al ítem anterior es negativa; señale el motivo por el cual no poseen este servicio de acceso a Internet?

3. Usted estaría dispuesto a contratar un servicio de acceso a Internet?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

4. Cuanto está dispuesto a pagar por el servicio de acceso a Internet?

64 Kbps	<input type="checkbox"/>	512 Kbps	<input type="checkbox"/>
128 Kbps	<input type="checkbox"/>	2048 Kbps	<input type="checkbox"/>
256 Kbps	<input type="checkbox"/>	Telefónica	<input type="checkbox"/>

5. Que tipo de servicio de acceso a Internet considera adecuado a sus necesidades?

Conexión telefónica	<input type="checkbox"/>
Banda Ancha	<input type="checkbox"/>

6. Qué porcentaje de usuarios actualmente poseen el servicio de acceso Internet dentro de la empresa?

7. Cuales son los principales motivos por los que usa el servicio de Internet?

Transferencia de datos	<input type="checkbox"/>	e-mail	<input type="checkbox"/>
Comercio electrónico	<input type="checkbox"/>	Investigación	<input type="checkbox"/>
Hosting	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

8. Cual es la capacidad de canal que actualmente posee su servicio de Internet?

64 Kbps	<input type="checkbox"/>	512 Kbps	<input type="checkbox"/>
128 Kbps	<input type="checkbox"/>	2048 Kbps	<input type="checkbox"/>
256 Kbps	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>

9. Están conforme con el servicio de Internet que actualmente posee?

Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>

10. Señale el principal problema que tiene con su servicio de Internet.

Falta de soporte técnico	<input type="checkbox"/>
Problemas en el servicio	<input type="checkbox"/>
Es muy lento	<input type="checkbox"/>
Otro	<input type="checkbox"/>

1. ¿Posee usted actualmente un servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.20

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
100 %	0 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

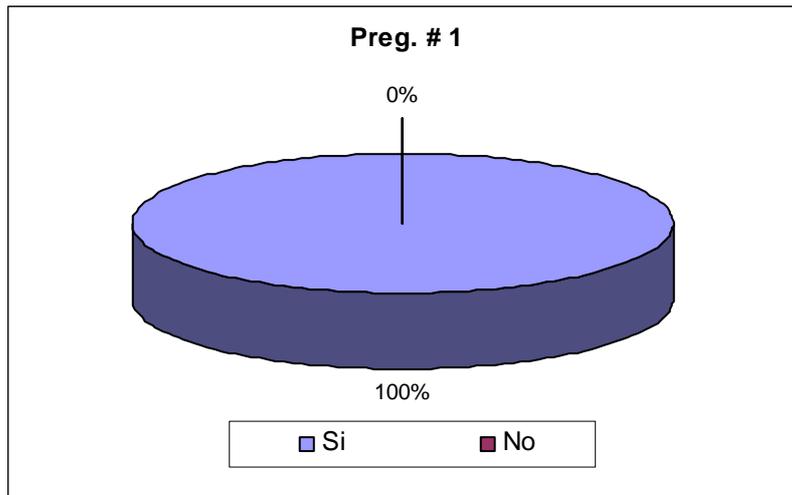


Fig. 2.12 Grafica de pymes que poseen acceso a Internet.

Análisis pregunta 1:

Constatamos que existe un 100 % en el uso de servicio de acceso a Internet por parte de las pymes en la ciudad de esmeraldas.

2. ¿Si la respuesta al ítem anterior es negativa; señale el motivo por el cual usted no posee este servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.21

Respuesta				Total	
Es caro	No necesita	Falta tiempo	Si poseen el servicio	Encu.	Porc.
0 %	0 %	0 %	100 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

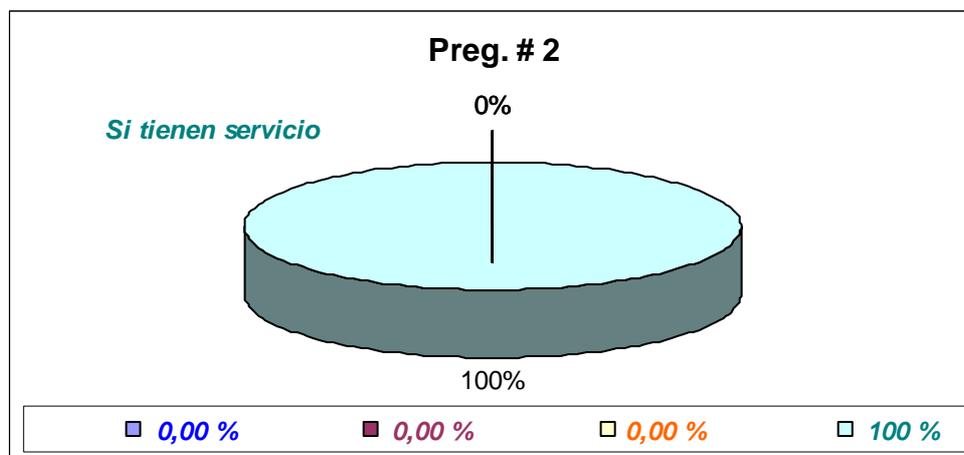


Fig. 2.13 Grafica de carencia de acceso a Internet.

Análisis pregunta 2:

Las pymes encuestadas fueron los Cyber, empresas Navieras y Distribuidores. Por el tipo de actividades que realizan el 100 % poseen servicio de acceso a Internet.

3. ¿Usted estaría dispuesto a contratar un servicio de acceso a Internet de mayor velocidad y precio asequible?

Tabla 2.22

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
94 %	6 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

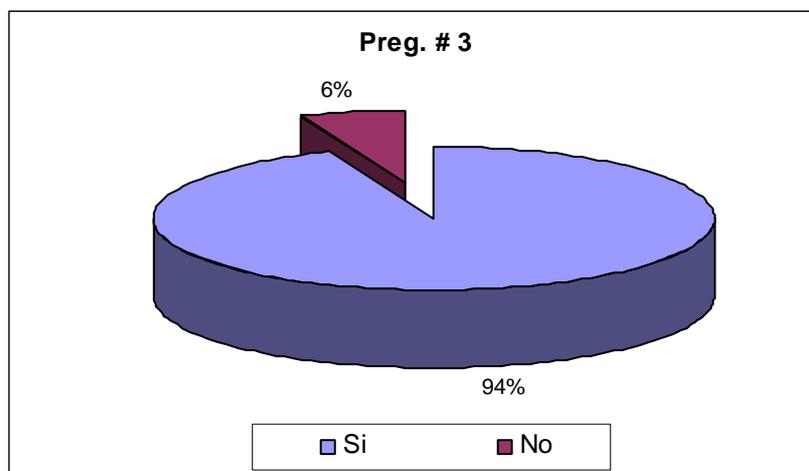


Fig. 2.14 Grafica de contrato de nuevo servicio de acceso a Internet.

Análisis pregunta 3:

El 94 % de las pymes están dispuestas a contratar un servicio de acceso a Internet de mayor velocidad; mientras que el 6 % no considera necesario contratar un nuevo servicio.

4. ¿Cuanto está dispuesto a pagar por el servicio de acceso a Internet?

Tabla 2.23

Respuesta			Total	
\$100 a \$200	\$201 a \$300	\$301 a \$400	Encu.	Porc.
44 %	50 %	6 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

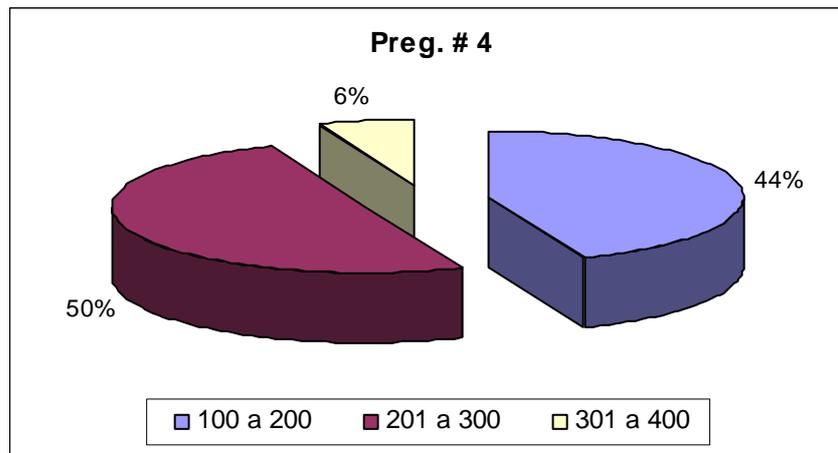


Fig. 2.15 Grafica de pago por servicio de acceso a Internet.

Análisis pregunta 4:

El 50 % de las pymes encuestadas están dispuestas a pagar entre \$201 a \$300, el 44 % están dispuestas a pagar entre \$100 y \$200 y el 6 % están dispuestos a pagar entre \$301 a \$400 por un canal de acceso a Internet de 256kbps.

5. ¿Que tipo de servicio de acceso a Internet usted considera adecuado a sus necesidades?

Tabla 2.24

Respuesta		Total	
Telefónica	Banda Ancha	Encu.	Porc.
0 %	100 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

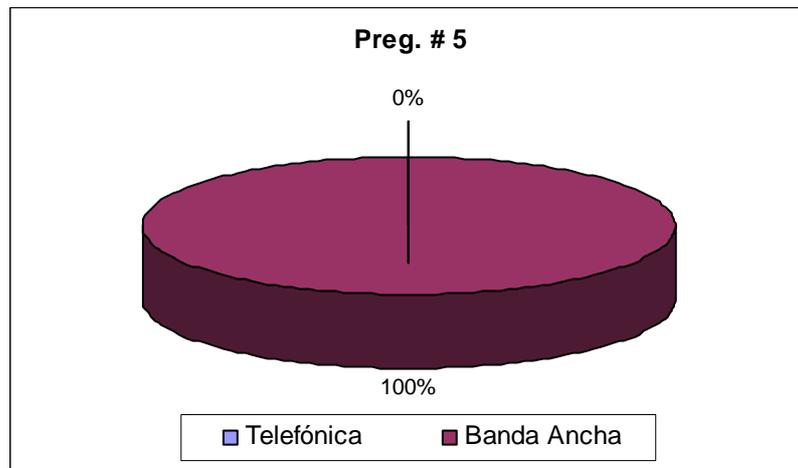


Fig. 2.16 Grafica de tipo de acceso a Internet.

Análisis pregunta 5:

Dado a la capacidad de canal y transmisión de datos que necesitan las pymes el 100 % considera que el uso de Banda Ancha debido a que esté cumple con sus necesidades.

6. ¿Qué porcentaje de usuarios actualmente poseen el servicio de acceso Internet dentro de la empresa?

Tabla 2.25

Respuesta			Total	
1 - 33 %	34 - 67 %	68 - 100 %	Encu.	Porc.
38 %	49 %	13 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

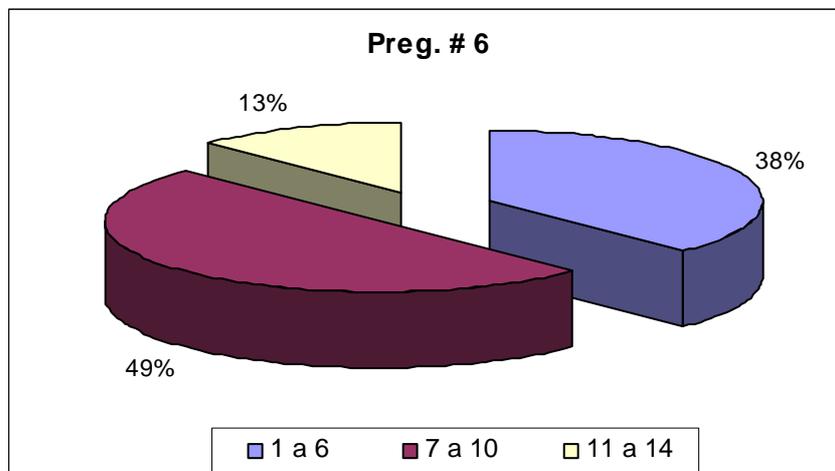


Fig. 2.17 Grafica de porcentaje de usuarios con acceso a Internet.

Análisis pregunta 6:

El 49 % de las empresas poseen entre 1% al 33% usuarios con servicio de acceso a Internet, el 30 % de las empresas poseen entre 34% al 67% usuarios con servicio de acceso a Internet y el 13 % de las empresas poseen entre 68% al 100% usuarios con servicio de acceso a Internet

7. ¿Cuales son los principales motivos por los que usa el servicio de Internet?

Tabla 2.26

Resultados						Total	
Transmisión de Datos	Comercio Electrónico	Hosting	e-mail	Investigación	Otros	Encu.	Porc.
22 %	8 %	0 %	24%	28 %	18%	84	100%

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

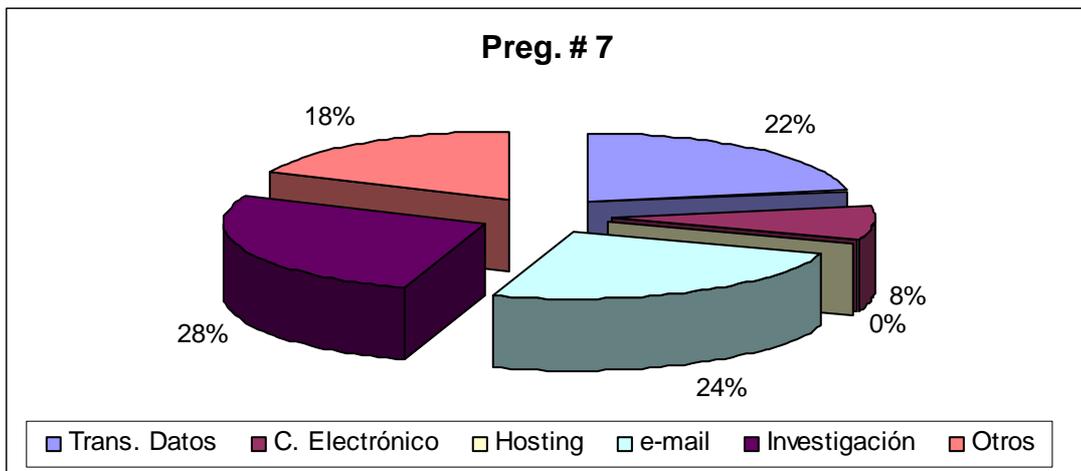


Fig. 2.18 Grafica de principales motivos de usos del Internet.

Análisis pregunta 7:

El 28 % de las pymes usan el Internet para fines de Comercio Electrónico, el 24 % de las pymes usan el Internet para fines de Correo Electrónico, el 22 % de las pymes usan el Internet para fines de Transmisión de datos, el 18 % de las pymes usan el Internet para otros fines, el 8 % de las pymes usan el Internet para fines de Investigación y el 0 % de las pymes usan el Internet para fines de Hosting.

8. ¿Cual es la capacidad de canal que actualmente posee su servicio de Internet?

Tabla 2.27

Resultados					Total	
64Kbps	128Kbps	256Kbps	512Kbps	2048Kbps	Encu.	Porc.
0 %	49 %	38 %	13 %	0 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

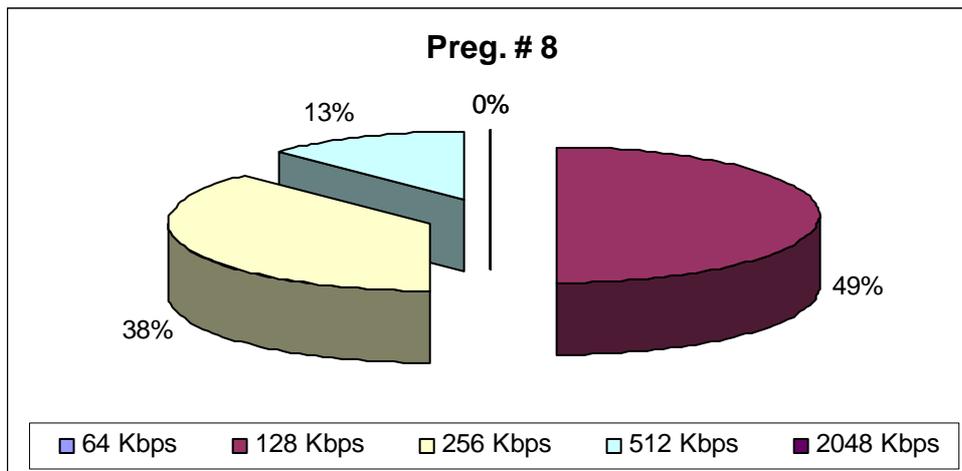


Fig. 2.19 Grafica de capacidad de canal de acceso al Internet.

Análisis pregunta 8:

El 49% de las pymes poseen un canal de 128Kbps, el 38% de las pymes poseen un canal de 256Kbps, el 13% de las pymes poseen un canal de 512Kbps y el 0% de las pymes poseen un canal de 64Kbps y 2048Kbps contratado para el servicio de acceso a Internet.

9. *Está usted conforme con el servicio de Internet que actualmente posee?*

Tabla 2.28

Respuesta		Total	
Si	No	Encu.	Porc.
56 %	44 %	84	100 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

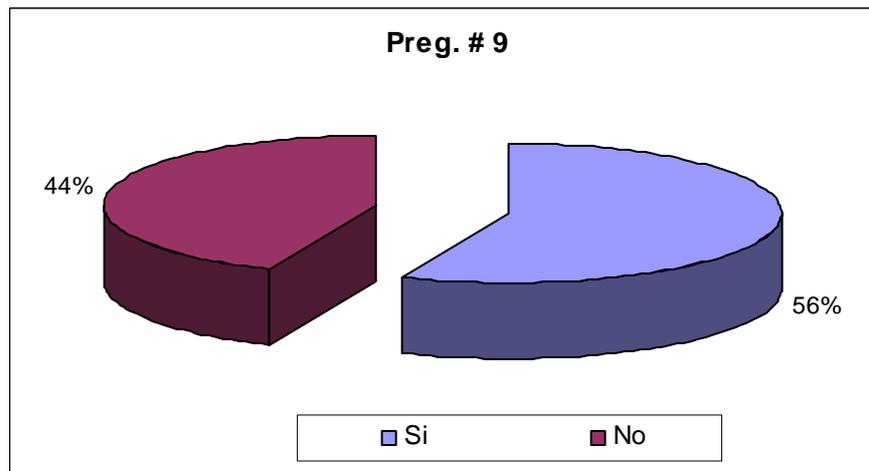


Fig. 2.20 Grafica de conformidad de uso del servicio de Internet.

Análisis pregunta 9:

El 56 % de las pymes están conformes con el servicio de acceso a Internet mientras que el 44 % de las pymes no están conformes con el servicio de acceso a Internet actualmente contratado.

10. Señale el principal problema que tiene con su servicio de Internet.

Tabla 2.29

Respuesta				Total	
Falta de Soporte Técnico	Problema de Acceso	Lento	Otro	Encu.	Porc.
27 %	27 %	46 %	0 %	37	44 %

Elaborado por: Autor del proyecto
Fuente: Observación Directa

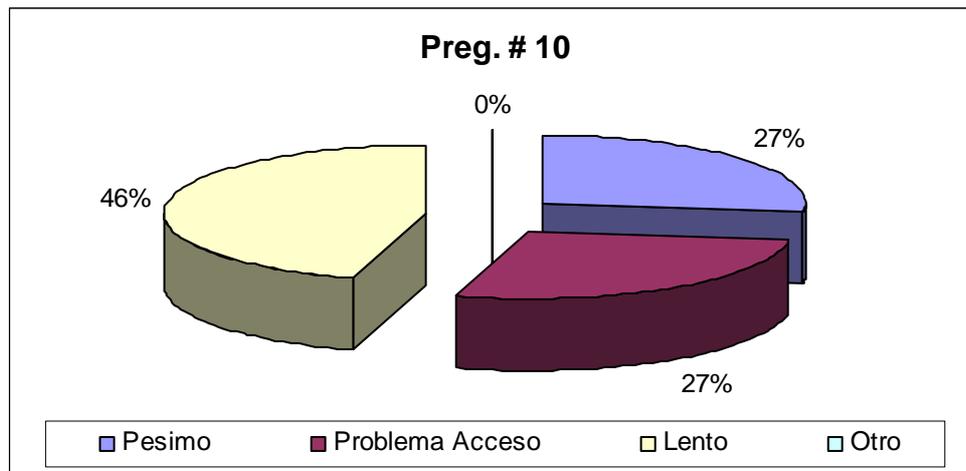


Fig. 2.21 Grafica de principales problemas del servicio de Internet.

Análisis pregunta 10:

El 46 % de las pymes consideran el servicio de acceso a Internet lento, el 27 % de las pymes tienen problemas con la falta de soporte técnico, el 27 % de las pymes tienen problemas de acceso a Internet y el 0% de las pymes tienen otro tipo de problema.

ANEXO 2

ESTUDIO DE COBERTURA WIFI

A continuación se detallan los cálculos para la cobertura de los puntos de accesos en el centro de la ciudad de Esmeraldas.

Los datos son obtenidos a partir de las hojas técnicas y las alturas de las antenas se asumen según la distancia que presente el usuario al punto de acceso más cercano a él.

Estos valores son tomados para los ocho puntos de accesos que serán ubicados en el centro de la ciudad de Esmeraldas.

Datos

Frecuencia de Operación:	2400,00 MHz	
Potencia de Transmisión:	316,23 mW	25,00 dBm
Ganancia de la antena de Tx:	11,00 dBi	
Ganancia de la antena de Rx:	0,00 dBi	
Altura antena de Tx:	3,00 m	
Altura antena de Rx:	1,00 m	

Pérdidas Transmisión

Línea de Transmisión:	0,01 dB/m	
Longitud de la línea de transmisión:	3,00 m	
Pérdidas de duplexor:	0,50 dB	
Pérdidas de acoplador:	0,50 dB	
Total pérdidas de transmisión:	3,08 dB	
Sensibilidad del receptor	-84,00 dBm	
P.I.R.E.	2,92 dB(W)	1,96 W

Nombre:	AP1
Latitud:	00° 58' 22" N
Longitud:	79° 39' 00" W
Altura:	12,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	9,33	60,80	109,00	92,84
Radial 45°	11,08	60,80	109,00	95,85
Radial 90°	11,61	60,80	109,00	96,69
Radial 135°	12,25	60,80	109,00	97,68
Radial 180°	11,33	60,80	109,00	96,25
Radial 225°	13,00	60,80	109,00	98,80
Radial 270°	14,50	60,80	109,00	100,92
Radial 315°	10,92	60,80	109,00	95,58

Nombre:	AP2
Latitud:	00° 58' 11" N
Longitud:	79° 38' 59" W
Altura:	12,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	12,33	60,80	109,00	124,80
Radial 45°	12,61	60,80	109,00	125,38
Radial 90°	11,75	60,80	109,00	123,55
Radial 135°	9,56	60,80	109,00	118,44
Radial 180°	9,56	60,80	109,00	118,44
Radial 225°	11,44	60,80	109,00	122,87
Radial 270°	9,67	60,80	109,00	118,72
Radial 315°	11,21	60,80	109,00	122,35

Nombre:	AP3
Latitud:	00° 58' 08" N
Longitud:	79° 38' 57" W
Altura:	15,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	17,55	60,80	109,00	134,64
Radial 45°	19,79	60,80	109,00	138,29
Radial 90°	17,82	60,80	109,00	135,09
Radial 135°	19,67	60,80	109,00	138,10
Radial 180°	19,67	60,80	109,00	138,10
Radial 225°	21,13	60,80	109,00	140,35
Radial 270°	19,07	60,80	109,00	137,14
Radial 315°	21,25	60,80	109,00	140,53

Nombre:	AP4
Latitud:	00° 58' 13" N
Longitud:	79° 39' 07" W
Altura:	8,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	8,56	60,80	109,00	115,86
Radial 45°	8,00	60,80	109,00	114,32
Radial 90°	8,91	60,80	109,00	116,78
Radial 135°	8,63	60,80	109,00	116,04
Radial 180°	8,63	60,80	109,00	116,04
Radial 225°	9,43	60,80	109,00	118,12
Radial 270°	9,00	60,80	109,00	117,02
Radial 315°	8,71	60,80	109,00	116,26

Nombre:	AP5
Latitud:	00° 58' 08" N
Longitud:	79° 39' 04" W
Altura:	8,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	6,21	60,80	109,00	108,88
Radial 45°	6,04	60,80	109,00	108,31
Radial 90°	6,54	60,80	109,00	109,95
Radial 135°	6,13	60,80	109,00	108,61
Radial 180°	5,50	60,80	109,00	106,43
Radial 225°	6,06	60,80	109,00	108,37
Radial 270°	5,08	60,80	109,00	104,87
Radial 315°	6,00	60,80	109,00	108,17

Nombre:	AP6
Latitud:	00° 58' 17" N
Longitud:	79° 39' 10" W
Altura:	10,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	9,38	60,80	109,00	92,93
Radial 45°	8,31	60,80	109,00	90,91
Radial 90°	6,13	60,80	109,00	86,16
Radial 135°	9,88	60,80	109,00	93,82
Radial 180°	9,25	60,80	109,00	92,69
Radial 225°	9,46	60,80	109,00	93,07
Radial 270°	9,92	60,80	109,00	93,89
Radial 315°	8,83	60,80	109,00	91,91

Nombre:	AP7
Latitud:	00° 58' 11" N
Longitud:	79° 39' 10" W
Altura:	10,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	11,61	60,80	109,00	96,69
Radial 45°	12,44	60,80	109,00	97,97
Radial 90°	10,78	60,80	109,00	95,35
Radial 135°	12,06	60,80	109,00	97,39
Radial 180°	11,75	60,80	109,00	96,91
Radial 225°	12,17	60,80	109,00	97,56
Radial 270°	9,46	60,80	109,00	93,07
Radial 315°	9,92	60,80	109,00	93,89

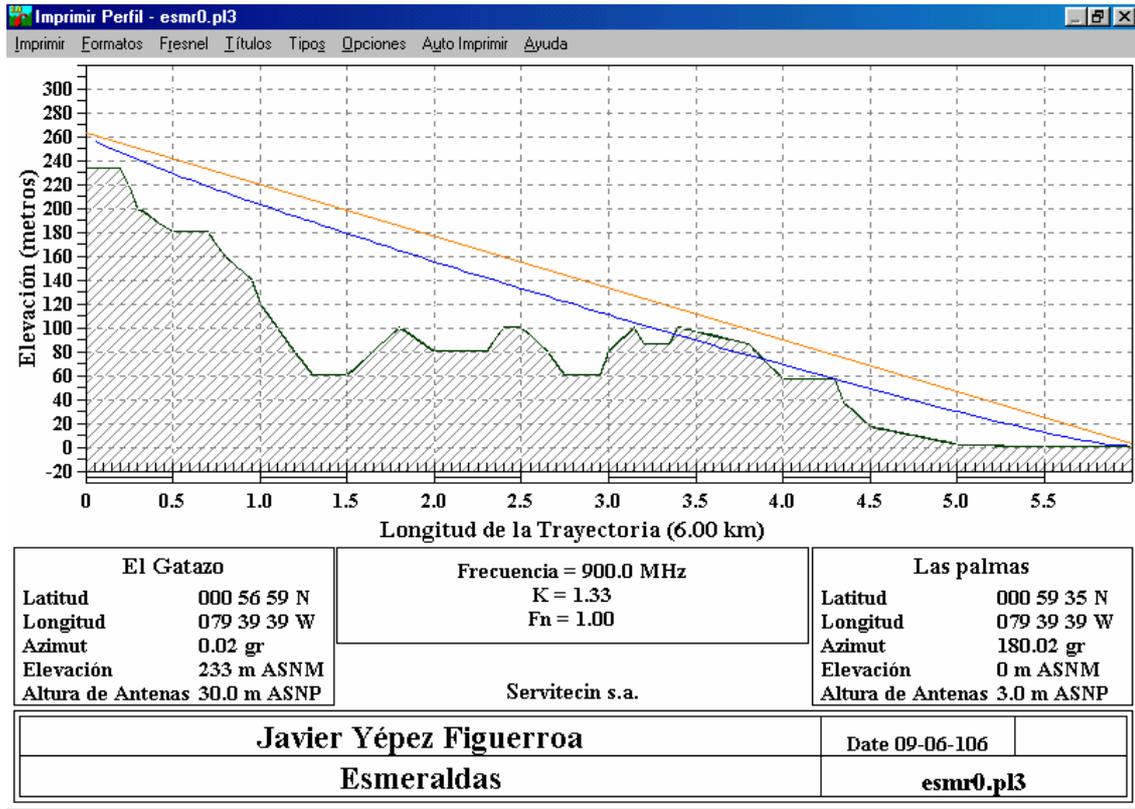
Nombre:	AP8
Latitud:	00° 58' 01" N
Longitud:	79° 39' 09" W
Altura:	8,0 m

Cálculos	Altura efectiva de la antena hef (m)	Campo Eléctrico En (dBuV/m)	Perdidas en el espacio libre Lbf (dB)	Distancia óptima Teórica d (m)
Radial 0°	9,79	60,80	109,00	93,66
Radial 45°	8,36	60,80	109,00	91,00
Radial 90°	8,63	60,80	109,00	91,53
Radial 135°	7,69	60,80	109,00	89,65
Radial 180°	10,08	60,80	109,00	94,17
Radial 225°	10,06	60,80	109,00	94,13
Radial 270°	8,42	60,80	109,00	91,12
Radial 315°	10,12	60,80	109,00	94,24

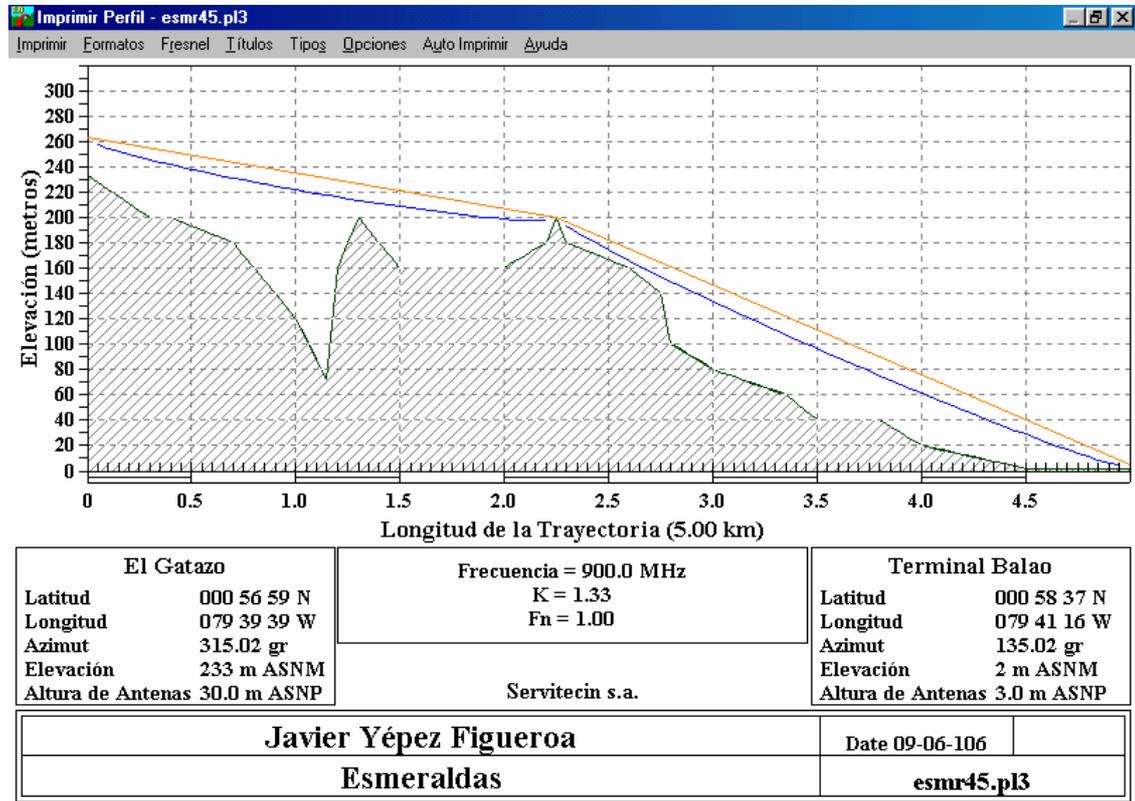
ANEXO 3

ANÁLISIS DE RADIO ENLACES PARA LA DISTANCIA ÓPTIMA DE LOS RADIALES DE LA RED WAN MEDIANTE PATH LOSS

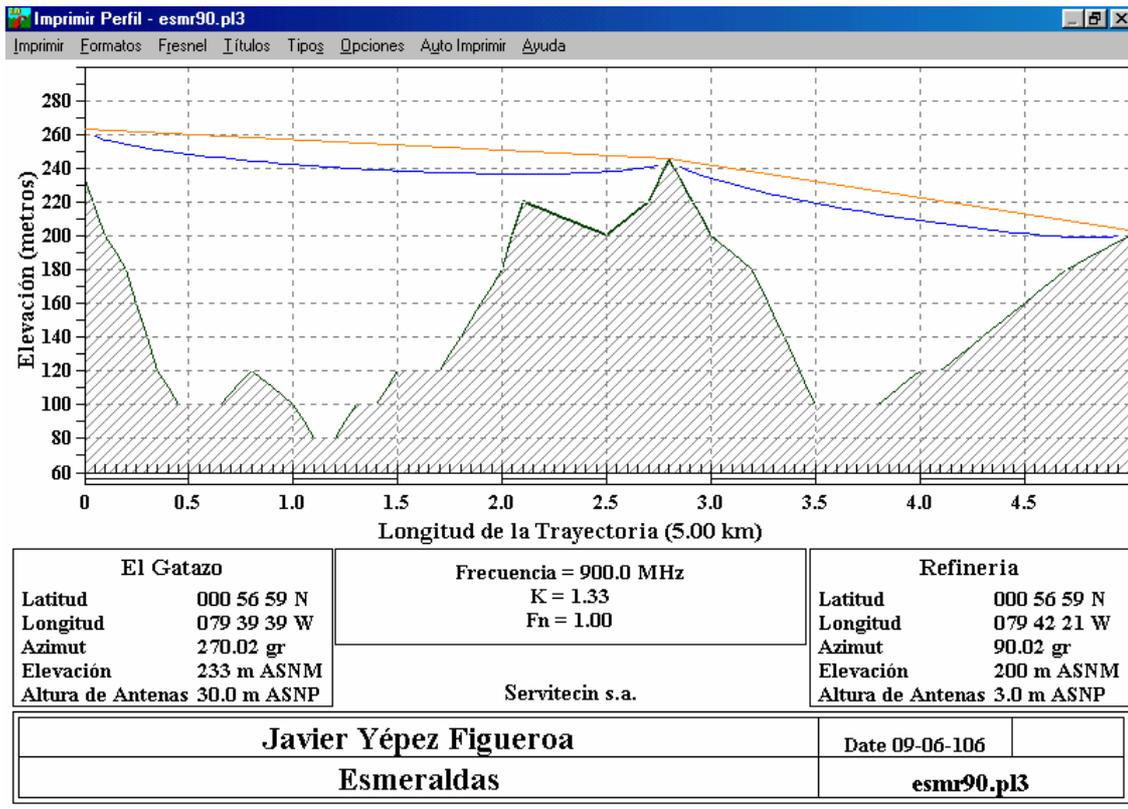
Radial 0°



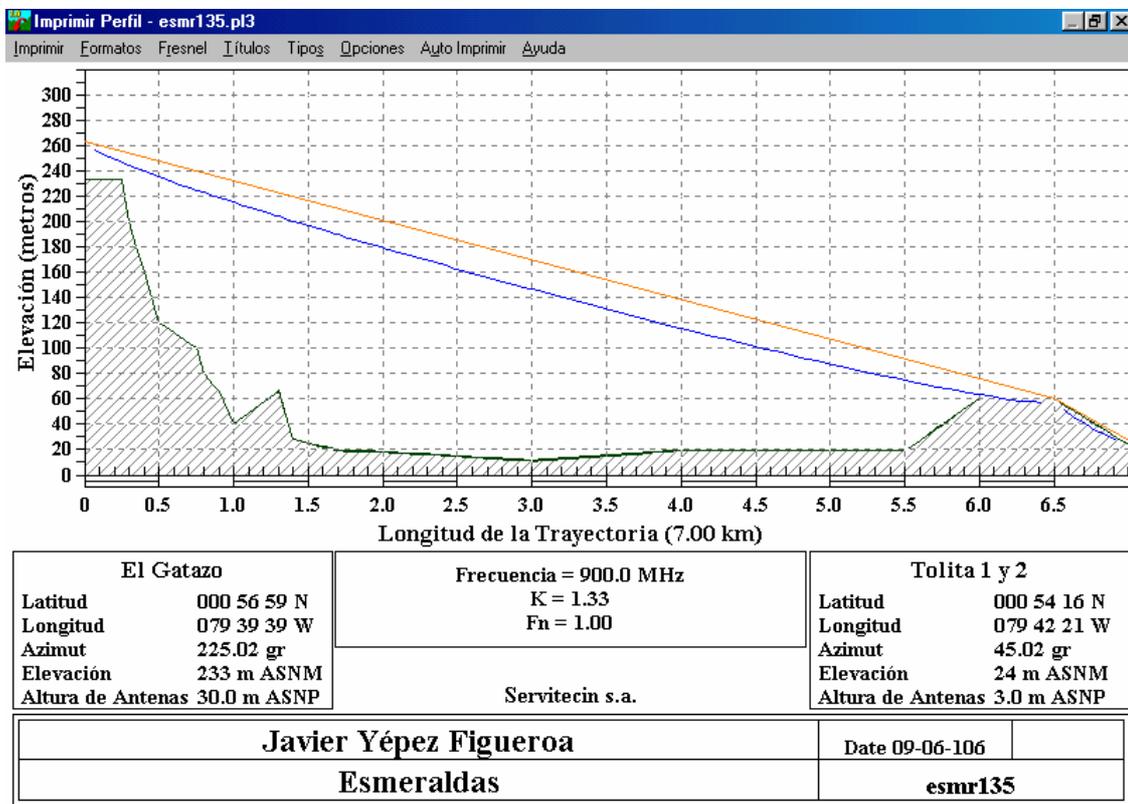
Radial 45°



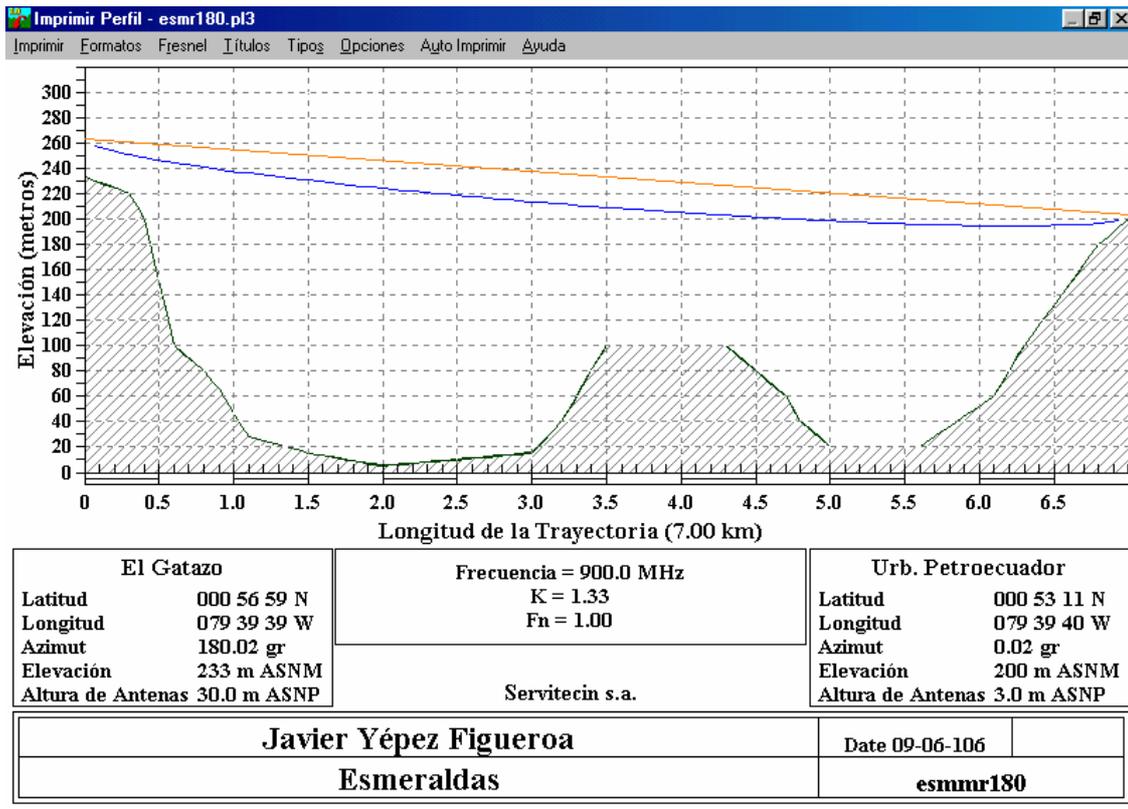
Radial 90°



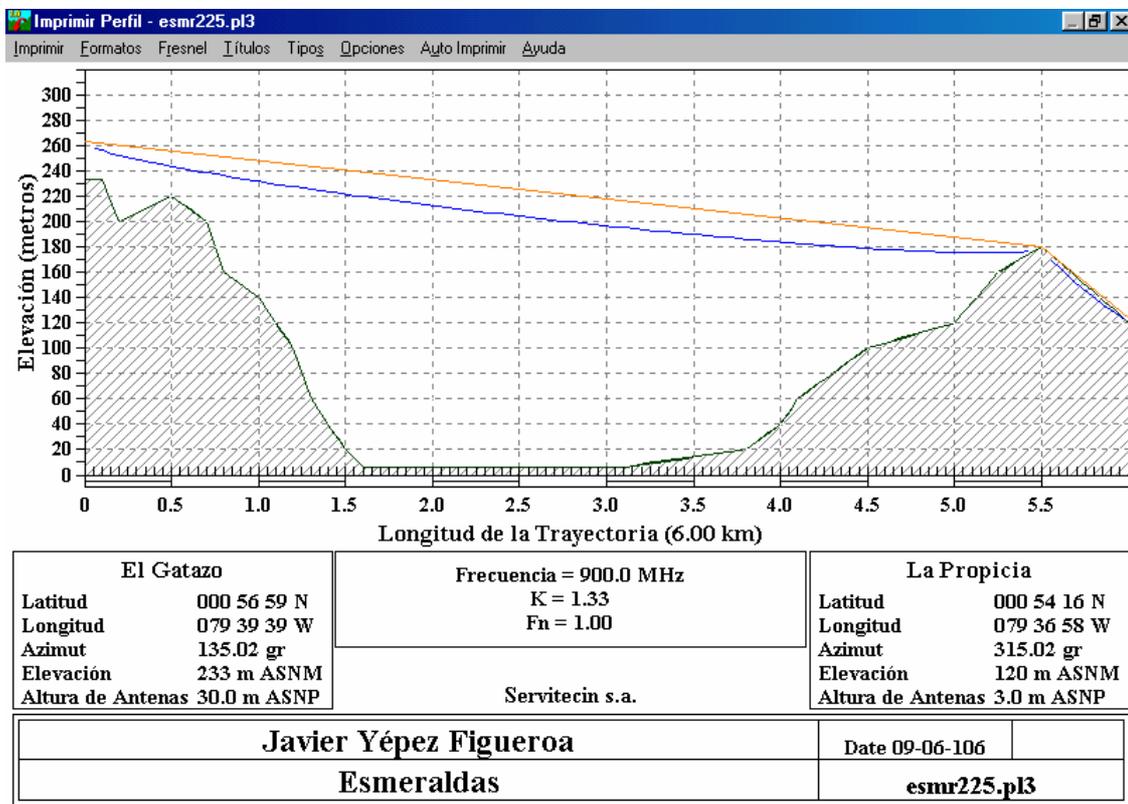
Radial 135°



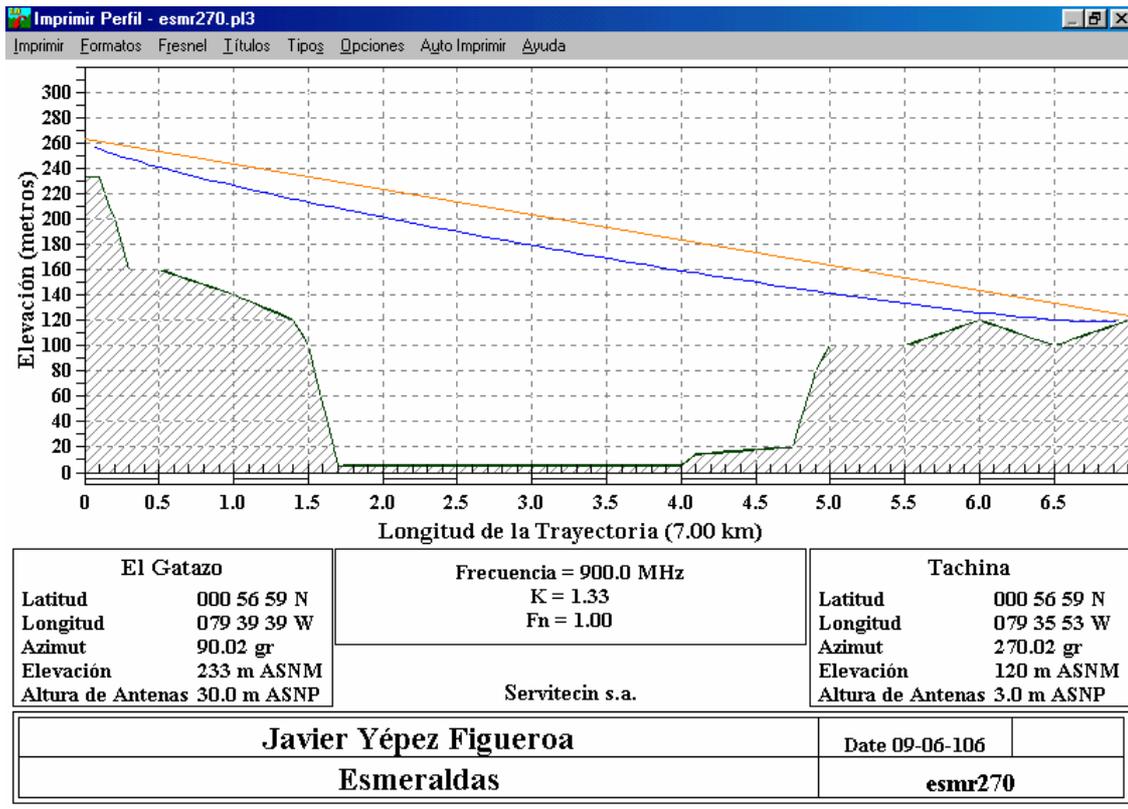
Radial 180°



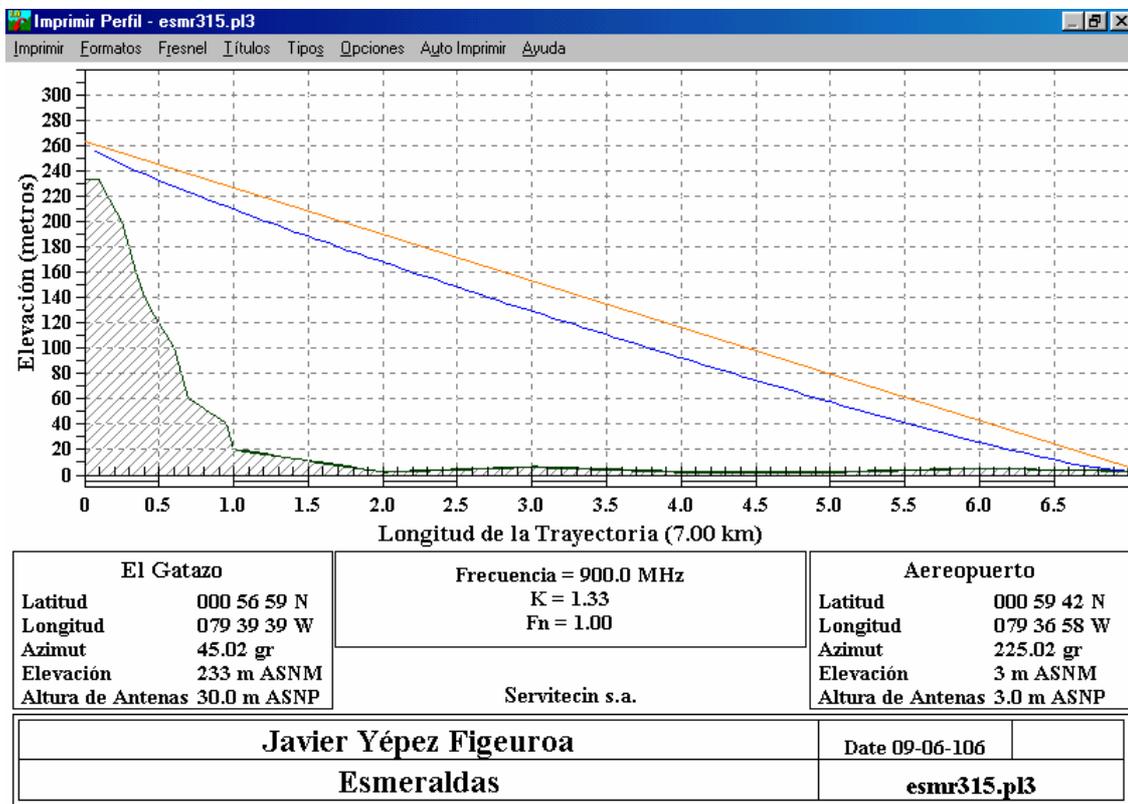
Radial 225°



Radial 270°



Radial 315°



ANEXO 4

EQUIPOS WAVERIDER QUE CONFORMAR EL SISTEMA LMS4000

LMS4000

900 MHz Non-Line-of-Sight System

www.waverider.com

WaveRider LMS4000

WaveRider's LMS4000 is the world's most advanced NLOS (non-line-of-sight) broadband wireless system designed specifically for the 900 MHz spectrum.

The LMS4000 delivers the high speeds, reliability and advanced management features you need to serve both business and residential subscribers.



CCU3000



EUM3005 with active diversity antenna



EUM3006 Integrated Outdoor Modem

Features

True 'Plug and Play' Capabilities

WaveRider has developed built-in deployment tools for the LMS4000 that enable true 'Plug and Play' user installations. Features include automatic CCU discovery, alignment tools, and DHCP client and a SETUP Menu Installation Tool that makes it fast and easy to install and eliminates the need for truck rolls.

Non-Line-of-Sight Capabilities

The LMS4000 is the ideal solution for areas with heavy tree coverage or other line-of-sight barriers. Developed specifically for the 900 MHz spectrum, the system delivers non-line-of-sight (NLOS) connections averaging 3 miles using WaveRider's indoor antenna and 5 miles with the outdoor modem. Customers have experienced LOS links of up to 25 miles using the outdoor modem.

High Capacity

The LMS4000 is fully scalable, supporting up to 300 business or residential subscribers on a single radio, and over 1,000 users on one access point. WaveRider's **Dynamic Polling MAC**, which provides the most efficient channel use in the industry, enables Grade-of-Service controls that permits operators to guarantee access speeds for their customers.

Advanced Management Features

WaveRider's LMS4000 is fully compatible with RADIUS AAA. It also offers SNMP management and PPPoE support, enabling operators to easily manage large numbers of subscribers on a single system.

Rapid ROI

With thousands of installations around the world, WaveRider offers extremely competitive pricing for the LMS4000 CCUs, EUM3004s and WaveRider indoor antenna. With discount prices for volume purchases, the LMS4000 is an affordable solution for wireless broadband networks of all sizes.

Advantages:

- ✓ True 'Plug and Play' end-user equipment
- ✓ Choice of indoor or outdoor-installable user equipment
- ✓ Supports VoIP
- ✓ Over-the-air data rates of 2.75 Mbps and access speeds of 2.0 Mbps
- ✓ Enables Open Access networking
- ✓ Up to 5 miles NLOS range; LOS range up to 25 miles
- ✓ Up to 300 users per base station radio
- ✓ Dynamic Polling MAC
- ✓ Built-in spectrum analyzer
- ✓ Mobile-survey utility
- ✓ Supports RADIUS AAA

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

LMS4000 Technical Specifications

Communications Access Point (CAP) Specifications

CAP Specifications

Maximum Number Operational CCUs & Orthogonal Channels	4
Maximum Number Subscribers per CCU	300 (Varies depending on user profile)
Maximum Number Subscribers per CAP site	1200 (Varies depending on user profile)

CAP Channel Unit (CCU) (for End User Modem (EUM) Specifications see EUM spec sheets)

Radio Specifications

Operating Frequency	902 to 928 MHz
Radio Type	DSSS
Radio Modulation	Complementary Code Keying (CCK)
Maximum Output Power	High setting: +27.3 dBm; Low setting: +15 dBm (software selectable)
RF Rx Threshold	-86 dBm (BER<10 ⁻⁶)
Minimum/Maximum Center Channel Frequency	905/925 MHz
Channel Bandwidth	5.5 MHz
Center Frequency Spacing Increment	0.2 MHz
Orthogonal Channels	4
Orthogonal Channel Separation	6.6 MHz
Orthogonal Channel Set Center Frequencies	905 MHz, 911.6 MHz, 918.4 MHz, 925 MHz
Alternate Channel Isolation Requirement	82 dB (w/ recommended cavity filters 37 dB)
Antenna Connector	WaveRider Proprietary

Radio Performance

Maximum Over-the-Air Raw Data Rate	2.75 Mbps
User Data Rate	Up to 2.0 Mbps
Maximum Link Path Distance	Up to 25 miles (40 km)

Power Specifications

Power Supply Input	Auto-sensing 90-260 VAC, 50/60 Hz
Power Supply Output	7.5 VDC, 2A max
Power Consumption (typical)	15W

Interface Specifications

Data Interface CCU & EUM Ethernet	10BaseT RJ-45 HDX
Configuration/Console Port	RS-232C DB9 DCE
RF Interface	WaveRider proprietary connector WC-(f) External

Dimensions

L x W x H	5.8" x 8.3" x 2"
Weight/Shipping Weight	3.0 lbs/5.0 lbs
Materials	Aluminum housing

Environmental Specifications

Operating / Storage Temperature	(0° C to 55° C) / (-40° C to 70° C)
Operating Humidity	10% to 80% RH (non-condensing)

Approvals

Radio Transmitter	FCC Class A, CFR 47 Part 15. FCC ID: OOX-LMS3000 Industry Canada RSS-102 and RSS-210. Industry Canada ID:32251040A; 3325391187A;
Safety	UL, CSA

Note: WaveRider's Continuous Improvement Policy means that specifications are subject to change without notice.

WaveRider Communications Inc.

255 Consumers Road, Suite 500, Toronto, Ontario, Canada M2J 1R4



LMS4000 Starter Kit

900 MHz Non-Line-of-Sight System

www.waverider.com

WaveRider's LMS4000 Starter Kit

The **LMS4000 Starter Kit** is the first NON-LINE-OF-SIGHT system that enables operators to establish a 900 MHz system that will grow with them as their business expands. The Starter Kit includes all the WaveRider equipment you need to establish a wireless broadband network to serve 5 business or residential subscribers today, and expand to serve up to 300 subscribers without having to re-invest in your base station.

Start your WaveRider NLOS network today for just (U.S.) **\$4,995!**

Starter Kit Includes:

5 Wireless End User Modems (EUM3004)



5 WaveRider Switched-Phase Diversity Indoor Antennas with mounting bracket and 10' Cables

1 CCU Base Station Kit



1 9.5 dBi Outdoor CPE Antenna

1 25' Cable for EUM Modem to Outdoor Antenna



1 902 MHz lightning arrester

You also receive:

- ✓ **3 months of WaveRider's Priority Telephone support**
- ✓ **Single Location Coverage Prediction Plot** *(available in USA only)*

Features

User-installed wireless modem and indoor antenna — no truck roll / professional installations means reduced costs and accelerated network expansion

Operates in the license-exempt 902 MHz spectrum — superior NLOS propagation characteristics

Includes WaveRider's dynamic Polling MAC — enables greater subscriber capacity

Integrated SNMP managed Grade of Service control — allows for better customer service and profitable business model

Scalable solution — supports up to 300 subscribers on one base station radio

Over-the-air data rate of 2.75 Mbps and access speeds of up to 2.0 Mbps

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

LMS4000 Starter Kit Technical Specifications

Communications Access Point (CAP) Specifications

CAP Specifications

Maximum Number Operational CCUs & Orthogonal Channels	4
Maximum Number Subscribers per CCU	300 (Varies depending on user profile)
Maximum Number Subscribers per CAP site	1200 (Varies depending on user profile)

CAP Channel Unit (CCU) and End User Modem (EUM) Specifications

Radio Specifications

Operating Frequency	902 to 928 MHz
Radio Type	DSSS
Radio Modulation	Complementary Code Keying (CCK)
Maximum Output Power	High setting: +26 dBm; Low setting: +15 dBm (software selectable)
RF Rx Threshold	CCU: -86 dBm (BER<10 ⁻⁶) EUM: -89 dBm (BER<10 ⁻⁶)
Minimum/Maximum Center Channel Frequency	905/925 MHz
Channel Bandwidth	5.5 MHz
Center Frequency Spacing Increment	0.2 MHz
Orthogonal Channels	4
Orthogonal Channel Separation	6.6 MHz
Orthogonal Channel Set Center Frequencies	905 MHz, 911.6 MHz, 918.4 MHz, 925 MHz
Alternate Channel Isolation Requirement	82 dB (w/ recommended cavity filters 37 dB)
Antenna Connector	WaveRider Proprietary

Radio Performance

Maximum Over-the-Air Raw Data Rate	2.75 Mbps
User Data Rate	Up to 2.0 Mbps
Maximum Link Path Distance	Up to 25 miles (40 km)

Power Specifications

	CCU	EUM
Power Supply Input	Auto-sensing 90-260 VAC, 50/60 Hz	Auto-sensing 100-240 VAC, 47-63 Hz
Power Supply Output	7.5 VDC, 2A max	4.2 VDC, 3A max
Power Consumption (typical)	15W	10W

Interface Specifications

	CCU	EUM
Physical Interface CCU & EUM Ethernet	10BaseT RJ-45 HDX	10BaseT RJ-45 HDX
Configuration/Console Port	RS-232C DB9 DCE	

Dimensions

	CCU	EUM	Indoor Antenna
L x W x H	5.8" x 8.3" x 2"	5.8" x 8.3" x 2"	6.5" x 6.5" x 2"
Weight/Shipping Weight	3.0 lbs/5.0 lbs	1.5 lbs/ 3.5 lbs	1.0 lb/2.0 lbs
Materials	Aluminum housing	Plastic housing	Plastic housing

Environmental Specifications

	CCU	EUM
Operating / Storage Temperature	(0° C to 55° C) / (-40° C to 70° C)	(0° C to 40° C) / (-40° C to 70° C)
Operating Humidity	10% to 80% RH (non-condensing)	10% to 80% RH (non-condensing)

Approvals

Radio Transmitter	FCC Class A, CFR 47 Part 15. FCC ID: OOX-EUM3004, OOX-LMS3000 Industry Canada RSS-102 and RSS-210. Industry Canada ID:32251040A; 3325391187A; 32258-EUM3003
Safety	UL, CSA

Note: WaveRider's Continuous Improvement Policy means that specifications are subject to change without notice.

LMS4000 Custom Starter Kits

900 MHz Non-Line-of-Sight Systems

www.waverider.com

Oct 2005 v.1.1

WaveRider's LMS4000 Custom Starter Kits



**Fall 2005
Special!**

Throughout
October and November, get your
choice of three
LMS4000 Starter Kits
for just \$2,495 each!

The **LMS4000 Starter Kit** is the first NON-LINE-OF-SIGHT system that enables operators to establish a 900 MHz system that will grow with them as their business expands. The Starter Kit includes all the WaveRider equipment needed to establish a wireless broadband network to serve business or residential subscribers today and expand to up to 300 subscribers without having to invest in upgrades or additions to your infrastructure.

WaveRider's LMS4000 Starter Kits now support **VOIP** (Voice Over Internet Protocol), enabling simultaneous transmission of voice and data traffic on your wireless network.

Now you can choose WaveRider's new EUM3005 end-user equipment for indoor customer installations with true 'plug and play' capabilities, or the EUM3006 integrated outdoor modem with **Power over Ethernet** for outdoor installations – or choose one of each.

Customize your Starter Kit:

1 CCU Base Station



Plus your choice of the following subscriber equipment packages:

2 EUM3005 modems
2 Active Diversity Indoor Antennas



SKU 200-4020

2 EUM3006
Integrated Outdoor Modems
1 MDB1000 Alignment Tool



SKU 200-4022

1 EUM3006
Integrated Outdoor Modem
1 EUM3005
Modem and Indoor Antenna
1 MDB1000 Alignment Tool



SKU 200-4021

You also receive:

- ✓ **1 lightning arrester**
- ✓ **WaveRider's Priority Support**
- ✓ **Single Location Coverage Prediction Plot** (available in USA only)

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® Products, please visit www.waverider.com • 416-502-8657

WaveRider Communications Inc.
255 Consumers Road, Suite 500, Toronto, Ontario, Canada M2J 1R4

WaveRider®

LMS4000 Starter Kit Features

Oct 2005 v.1.1

CCU3000 Base Station



Industry-Leading Performance

- Over-the-air data rate of 2.75 Mbps and access speeds of up to 2.0 Mbps
- Operates in the license-exempt 902 MHz spectrum which offers superior NLOS propagation characteristics
- Scalable solution – supports up to 300 subscribers per radio, and up to 1200 subscribers per access point (with 4 co-located base station radios)
- Average range of 5 miles NLOS, outdoor LOS range up to 25 miles

Advanced Management Capabilities

- Includes WaveRider's dynamic Polling MAC – enables greater subscriber capacity
- Integrated SNMP enables the device to operate easily with any compliant network management system, allowing for operators to easily manage the system
- RADIUS AAA and PPOE support
- Grade of Service control – allows for better customer service and profitable business model

EUM3005 Modem with Active Diversity Indoor Antenna



Active Diversity Indoor Antenna

- Offers advantages such as reduced RF losses since there are no long cable runs
- Enables easy mounting and positioning of the antenna, using a wall, window, window frame, or other surface.
- Active diversity is on a packet-by-packet-basis, providing superior performance in a multipath environment

True 'Plug & Play' Capabilities

- Installation and configuration tools make user-installation quick and easy, eliminating the need for truck rolls
- Built-in spectrum analyzer, automatic CCU discovery and DHCP client facilitate installation and configuration
- Can be installed indoors anywhere there is a signal available

Supports Advanced Applications

- VOIP (Voice over IP) capabilities – supports high-volume, prioritized voice traffic and high-speed data
- Enables high-speed, high-bandwidth data applications

EUM3006 Integrated Outdoor Unit



Smart Diversity Antenna

- Provides superior performance in a multipath environment by automatically switching to either a vertical or horizontal polarization mode
- High-gain (10 dBi) antenna, enables the EUM3006 to generate the full 36 dBm average EIRP allowed by the FCC

Power over Ethernet (PoE)

- Powered by standard 48 VDC PoE (802.3af Mode B compatible)

Weatherproof Package

- Tested to meet ETSI 300-019 environmental standards for outdoor installations, with an extended temperature range of -40° C to 50° C plus solar loading

New Configuration Capabilities

- Auto CCU discovery – selects CCU with best RF signal
- DHCP Client - obtains its IP address, subnet mask and IP gateway information from a DHCP server
- Automatic remote configuration - accepts parameters from a RADIUS server to set other configurable parameters in the modem

Installation Tools

- MDB1000 - hand-held device provides key signal quality information for easy installation and alignment
- SETUP Menu – allows any user to check and troubleshoot the RF link

NCL1170

WaveRider NCL1170 Wireless Bridge/Router

WaveRider's new NCL1170 Bridge/Router sets the standard for performance, robustness, and dependability in wireless broadband communication. The NCL1170 enables reliable broadband connections between two or more corporate computer networks, outlying offices, and the Internet. Employing several key technical innovations, this newest offering in the WaveRider NCL family is the feature and performance leader in license-exempt wireless connectivity for LAN-to-Internet and LAN-to-LAN applications.

Using Direct Sequence Spread Spectrum modulation in the license-exempt 2.4 GHz ISM band, the NCL1170 can be deployed quickly and easily without applying for regulatory approvals, and without incurring any licensing or service charges. Compared to traditional leased lines, NCL1170 wireless links typically deliver ROI payback in less than twelve months.

Best-in-Class Radio Performance

The NCL1170 uses WaveRider's proprietary new radio which has a maximum transmit power of +25 dBm (where regulations permit), as much as 10 times higher than competitive products. Combined with a receive sensitivity of -84 dBm, the NCL1170 can connect sites as far away as 11 km with an omnidirectional antenna, or up to 16 km with a 120° sector antenna. The NCL1170 also offers exceptional performance in environments with heavy EM interference, and in near-line-of-sight applications.

Best-in-Class Data Throughput

The NCL1170 features WaveRider's proprietary polling algorithm, which drastically improves performance in point-to-multipoint applications by eliminating the frequent packet collisions inherent with CSMA/CA. The NCL1170 provides peak data rates of up to **8 Mbps** for up to 30 users per base station, while eliminating the potential for individual users to consume disproportionate bandwidth. In point-to-point mode, the NCL1170 is capable of data throughput rates in excess of **8 Mbps**. The over-the-air data rate of the NCL1170 is 11 Mbps.



NCL1170 at a glance

- High transmit power (25 dBm where regulations permit) and excellent receive sensitivity eliminate the need for expensive external amplifiers
- Maintains optimal links up to 10 miles (16 km) with 120° sector antennas, or 7 miles (11 km) with omnidirectional antennas
- Delivers over-the-air data rates of 11 Mbps, and up to **8 Mbps** of data throughput
- Supports both point-to-point and point-to-multipoint applications maintaining maximum throughput
- Operates in the 2.4 GHz ISM band, license-exempt
- Direct Sequence Spread Spectrum delivers high-speed throughput and ensures secure, reliable communication
- Forwarding Modes: Bridging (default Learning Bridge) and IP Routing (RIP v2 and default Static Routing)
- Front-mounted RSSI (Receive Signal Strength Indicator) LED
- PC-based GUI (Graphical User Interface), Command Line Interface, and Web Browser-based for programming and monitoring RF and IP network conditions
- Built-in SNMP functionality ensures trouble-free integration and management with existing networks
- Built-in RF Network Management and Diagnostic tools, and RSL (Receive Signal Level) monitor.

NCL1170 TECHNICAL SPECIFICATIONS

Model Number: NCL1170
Order Number (SKU): 100-1170

Radio Specifications

Operating Frequency: 2.4000 to 2.4835 GHz
Radio Type: Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
Radio Modulation: CCK (Complementary Code Keying) @ 11, 5.5 Mbps
QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) @ 2 Mbps
BPSK (Binary Phase Shift Keying) @ 1 Mbps

RF Tx Output Power: High setting: +25 dBm
Low setting: +20 dBm
-84 dBm

RF Rx Threshold (<8% PER): -84 dBm
Minimum Center Channel Frequency: 2.412 GHz
Maximum Center Channel Frequency: 2.462 GHz
Channel Bandwidth: 22 MHz
Center Frequency Spacing Increment: 5 MHz
Orthogonal Channels: 3
Orthogonal Channel Separation: 25 Mhz
Orthogonal Channel Set: Channels 1, 6, and 11
Orthogonal Channel Set Center Frequencies: 2.412 GHz, 2.437 GHz, 2.462 GHz
Adjacent Channel Isolation Requirement: 64 dB
Adjacent Channel Isolation Requirement (with optional cavity filters): 24 dB
Antenna Connector: WaveRider Proprietary

Radio Performance

Over-the-Air Raw Data Rate: 11 Mbps (5.5 Mbps, 2 Mbps, 1 Mbps)
User Data Rate: Up to 8 Mbps
Maximum Link Path Distance: Up to 10 miles (16 km)
System Capacity: 30 Stations per Master

Interfaces

Network Interface: Ethernet 10BaseT RJ-45
Configuration/Setup Port: RS-232C DB9 DCE

Power Specifications

Power Supply Input: Auto-sensing 90 - 260 VAC, 50/60 Hz
Power Supply Output: 7.5 VDC, 4 A max
Power Consumption (typical): 15 W

Environmental Specifications

Operating Temperature: 32° F to 131° F (0° C to 55° C)
Operating Humidity: 10% to 80% Relative Humidity (non-condensing)
Product Weight: 2.5 lbs (1.2 kg) excluding power supply
Shipping Weight: 3 lbs (1.4 kg)
Physical Dimensions: 7.5" L x 2" H x 5.9" W (19 cm x 5 cm x 15 cm)

Regulatory Approvals

Radio Transmitter: FCC Class A, CFR 47 Part 15
Industry Canada RSS-102 and RSS-139
Safety: CSA (pending)
UL (pending)

Warranty

1 Year limited parts and labor
(refer to WaveRider Warranty Agreement)

Note: WaveRider's Continuous Improvement Policy means that specifications are subject to change without notice.

Mercury Technologies Authorised Dealer



WaveRider's CCU3000

WaveRider's CCU3000 is a base station with industry leading performance. It supports up to 300 subscribers per radio and up to 1200 subscribers per access point (with 4 co-located base station radios).

Industry-Leading Performance

Over-the-air data rate of 2.75Mbps and access speeds of up to 2.0Mbps.

Operates in the license-exempt 902 MHz spectrum - superior NLOS propagation characteristics.

Scalable solution - supports up to 300 subscribers per radio, and up to 1200 subscribers per access point (with 4 co-located base station radios).

Average range of 5 Miles NLOS, outdoor LOS range up to 25 Miles.



Advanced Management capabilities

Includes WaveRider's dynamic Polling MAC- enables greater subscriber capacity.

Integrated SNMP enables the device to operate easily with any complaint network management system, allowing for operators to easily manage the system.

RADIUS AAA and PPOE Support.

Grade of Service control - allows for better customer service and profitable business model.

WaveRider's CCU3000

CAP Channel Unit (CCU) Technical Specifications

CAP Specifications

Maximum Number Operational CCU's & Orthogonal Channels:	4
Maximum Number Subscribers per CCU:	300 (Varies depending on user profile):
Maximum Number Subscribers per CAP site:	1200 (Varies depending on user profile):

Radio Specifications

Operating Frequency:	902 to 928 MHz
Radio Type:	DSSS
Radio Modulation:	Complementary code keying (CCK)
Maximum Output Power:	High Setting: +26dBm; Low Setting +15dBm (software Selectable)
RF Rx Threshold:	-86 dBm (BER<10-6)
Minimum/maximum Centre Channel Frequency:	905/925 MHz
Channel Bandwidth:	5.5 MHz
Centre Frequency Spacing Increment:	0.2 MHz
Orthogonal Channels:	4
Orthogonal Channel Separation:	6.6MHz
Orthogonal Channel Set Centre Frequencies:	905 MHz, 911.6 Mhz, 918.4 MHz, 925 MHz.
Alternate Channel Isolation Requirement:	82dB (w/ recommended cavity filters 37dB)
Antenna connector:	WaveRider Proprietary

Radio Performance

Maximum Over-the-Air Raw Data Rate:	2.75Mbps
User Data Rate:	Up to 2.0 Mbps
Maximum Link Path Distance:	Up to 20 Kms

Power Specifications

Power Supply Input:	Auto-sensing 90 - 260 VAC, 50/60Hz
Power Supply Output:	7.5 VDC, 2A max
Power Consumption:	15W

Interface Specifications

Physical Interface EUM Ethernet:	10Base T RJ-45 HDX
Configuration / console port:	RS-232C DB9 DCE

Dimensions

L x W x H:	5.8" x 8.3" x 2"
Weight/shipping Weight:	3.0 lbs / 5.0 lbs
Materials:	Aluminum Housing

Environmental Specifications

Operating / Storage Temperature:	(0 degrees Celsius to 55 degrees Celsius) / (-40 degrees Celsius to 70 degrees Celsius)
Operating Humidity:	10% to 80% RH (non-condensing)

Approvals

Radio Transmitter:	FCC Class A, CFR 47 Part 15. FCC ID: OOX-EUM3004, OOX-LMS3000 Industry Canada RSS-102 and RSS 210. Industry Canada ID 32251040; 3325391187A; 32258-EUM3003
Safety:	UL, CSA



NCL1900

900 MHz Wireless Bridge/Router

www.waverider.com

WaveRider NCL1900 900 MHz Wireless Bridge/Router

WaveRider's new NCL1900 Bridge/Router sets the standard for performance, robustness and dependability in wireless broadband communications. The NCL1900 is the first wireless bridge/router to enable true Non-Line-of-Sight (NLOS) connections using the license-exempt 900 MHz spectrum for enterprise applications. The NCL1900 delivers fast, reliable broadband connections for LAN-to-LAN and LAN-to-Internet applications.

Using Direct Sequence Spread Spectrum modulation in the license-exempt 900 MHz band, the NCL1900 can be deployed quickly and easily without applying for regulatory approvals, and without incurring any licensing or service charges. The NCL1900 is designed to be deployed as a base station in conjunction with WaveRider's EUM3003 wireless modems. The NCL1900 can support up to 20 subscriber sites that can be connected using an indoor subscriber antenna (depending on the topology and distance).



WaveRider's NCL1900 is a wireless solution for line-of-sight problems and is ideal for:

- Backhaul
- Enterprise and campus networks
- Extension of existing wireless networks
- Providing broadband access to very small communities or neighborhood pockets
- Leased line back-up and/or replacement

NCL1900 features at a glance

- Over-the-air data rate of 2.75 Mbps and access speeds of up to 2 Mbps
- True non-line-of-sight capability with WaveRider's user-installed wireless modem and indoor antennas
- Range of up to 2 miles NLOS with indoor subscriber antenna and up to 8 miles with external subscriber antenna
- Includes WaveRider's Dynamic Polling MAC
- Operates in the 902-928 MHz license-exempt ISM frequency band
- Supports both point-to-point or point-to-multipoint applications supporting up to 20 subscribers
- Full SNMP management
- Includes remote systems configuration and diagnostics
- Switch or routed mode
- Radius and PPPoE compatible
- Integrated Grade of Service support
- Maximum transmit power of +26 dBm with receive sensitivity of -86 dBm

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

WaveRider NCL1900 Wireless Bridge/Router

NCL1900 Base Station Specifications

Maximum Number Operational NCLs & Orthogonal Channels	4
Maximum Number Subscribers per NCL	20 (varies depending on user profile)
Maximum Number Subscribers per 4 section cell site	80 (varies depending on user profile)

NCL 1900 and End User Modem (EUM3000) Specifics-

Radio Specifications

Operating Frequency	902 to 928 MHz
Radio Type	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)
Radio Modulation	Complementary Code Keying (CCK)
Maximum Output Power	High setting: +26 dBm ; Low setting: +15 dBm (software selectable)
RF Rx Threshold (BER<10 ⁻⁸)	-86 dBm (BER<10 ⁻⁵)
Minimum Center Channel Frequency	905 MHz
Maximum Center Channel Frequency	925 MHz
Channel Bandwidth	5.5 MHz
Center Frequency Spacing Increment	0.2 MHz
Orthogonal Channels	4
Orthogonal Channel Separation	6.6 MHz
Orthogonal Channel Set Center Frequencies	905 MHz, 911.6 MHz, 918.4 MHz, 925 MHz
Adjacent Channel Isolation Requirements (with optional cavity filters)	82 dB 37 dB
Antenna Connector	WaveRider Proprietary

Radio Performance

Maximum over-the-air raw data rate	2.75 Mbps
User data rate	Up to 2.0 Mbps
Maximum Link Path Distance	Up to 8 miles (12 km)

Interface Specifications

Physical Interface NCL & EUM	Ethernet 10BaseT RJ-45
Configuration/Setup Port:	RS-232C DB9 DCE (NCL only)

Power Specifications

Power Supply Input	Auto-sensing 90 - 260 VAC, 50/60 Hz
Power Supply Output	7.5 VDC, 2 A max
Power Consumption (typical)	15 W

Environmental Specifications

Operating/Storage Temperature	
NCL:	(0° C to 50° C) / (-20° C to 70° C)
EUM:	(0° C to 40° C) / (-40° C to 70° C)
Operating Humidity	10% to 80% RH (non-condensing)

Regulatory Approvals

Radio Transmitter	FCC Class A, CFR 47 Part 15; FCC ID: OOX-LMS3000; OOX-EUM3003; Industry Canada RSS-102 and RSS-210, Industry Canada ID: 32251040A; 3325391187A; 3225B-EUM3003
Safety	UL, CSA

Also available for your NCL1900:

- Additional End User Modems
- 6.5 dBi Diversity-Switching Indoor Wall-Mount Antenna

The NCL1900 features WaveRider's proprietary dynamic polling algorithm, which drastically improves performance in point-to multipoint connections, eliminating the frequent packet collisions inherent with CSMA/CA. WaveRider's Dynamic Polling MAC alleviates the "hidden node" and "near-far" problems associated with 802.11-based systems, and supports up to four end-user Grades of Services.

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

EUM3005

900 MHz Plug & Play Indoor Modem

www.waverider.com

WaveRider EUM3005 Indoor Modem with Indoor Active Diversity Antenna



WaveRider's EUM3005 Indoor Modem is the latest addition to WaveRider's LMS4000 900 MHz Non-Line-of-Sight (NLOS) broadband wireless access system.

The EUM3005 Indoor Modem significantly enhances key system capabilities. The modem's active diversity indoor antenna, and higher output power improve its performance. The modem also includes auto CCU discovery, automatic remote configuration, VoIP support, and is DHCP enabled, offering users true 'Plug and Play' capabilities.

Features

Higher RF Power

WaveRider's new EUM3005 provides 27.3 dBm PEAK output power, as allowed under new FCC regulations, increasing the modem's performance. (Canadian units have 26 dBm peak power, as per Industry Canada regulations.)

Easy end-user indoor installation

The EUM3005 includes tools and features that make it simple for end-users to install and configure their modem, eliminating the need for expensive truck rolls. Features include:

DHCP Client

The EUM3005 can obtain its IP address, subnet mask and IP gateway information from a DHCP server. The Network Operator can re-assign IP addresses to EUMs without having to access the EUM itself.

Auto CCU Discovery

The EUM3005 searches the full RF frequency range and selects the CCU with the best RF signal that allows it to register. The user does not need to enter ANY configuration parameters into the EUM3005.

Automatic Remote Configuration

The EUM3005 will accept parameters from a RADIUS server to set other configurable parameters in the modem, including password, all SNMP parameters, RF Frequency (including enabling auto-discovery), and number of customers.

SETUP Menu Installation Tool

The EUM3005 has a SETUP Menu to make installation and alignment easy and error-free. The EUM3005 supports the local link IP address, 169.254.10.250, on its Ethernet port at all times. Using the local-link address, the user can use the password "setup" to call up the setup menu that allows any user to check the RF link quality to help align the EUM3005 and troubleshoot the link. This avoids needing to know the IP address and password of the modem.

Active diversity indoor antenna

The EUM3005's active diversity indoor antenna offers several advantages, including reduced RF losses since there are no long cable runs, and easy mounting and positioning of the antenna, using a wall, window, window frame, or other surface. The antenna's active diversity is on a packet by packet basis, so that the EUM3005 performs better in a multi-path fading environment.

EUM3005 Advantages

- ✓ True "plug and play" capability
- ✓ Advanced tools enable single-user installation
- ✓ Increased power output for improved performance
- ✓ Enables VoIP services
- ✓ Suitable for business and residential subscribers
- ✓ Affordable subscriber unit supports profitable business models

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

WaveRider EUM3005 Indoor Modem with Indoor Active Diversity Antenna

EUM3005 Indoor Modem Specifications

Radio Specifications

Operating Frequency	902 to 928 MHz
Radio Type	DSSS
Radio Modulation	Complementary Code Keying (CCK)
Peak Output Power	+27.3 to 16.3 dBm at antenna port (software selectable) +26.0 to 15.0 dBm at antenna port (EUM3005 (Cdn) – for use in Canada)
RF Rx Threshold	-89 dBm (BER<10 ⁻⁶) at antenna port, not including antenna gain
Minimum/Maximum Center Channel Frequency	905/925 MHz
Channel Bandwidth	5.5 MHz
Center Frequency Spacing Increment	0.2 MHz
Orthogonal Channels	4
Orthogonal Channel Separation	6.6 MHz

Radio Performance

Maximum Over-the-Air Raw Data Rate	2.75 Mbps
User Data Rate	Up to 2.0 Mbps

Antenna Specification

Antenna Package	Active diversity indoor package with mounting bar
Antenna Gain	6.5 dBi
Antenna Beamwidth	45 degrees (approx.) – main beam
Front-Back Min. Ratio	15 dB
Diversity	Automatic diversity selection of beam pattern per packet

Power Specifications

Supply Type	4.2 VDC
Power Supply Input	Auto-sensing 100-240 VAC, 47-63 Hz
Power Supply Output	4.2 VDC, <2.4 A
Power Consumption (typical)	10W
DC Connector	Standard barrel (5.5 x 2.5 x 9.5 mm)

Interface Specifications

Data Interface	10BaseT RJ-45 HDX Ethernet socket
Max. Ethernet Cable Length	330 feet (100 m)
RF Interface	WaveRider proprietary connector WC-(f) External

Dimensions

L x W x H	5.95 x 2.25 x 8.3 inches 14.9 x 5.7 x 21.3 cm
Weight	1 lb
Materials	Plastic

Environmental Specifications

Operating Temperature	-10° C to 50° C
Storage Temperature	-40° C to 70° C
Operating Humidity	0% to 95% RH (non-condensing @ 50C)
Environments	Designed for sheltered conditions

Approvals

Radio Transmitter	FCC Class A, CFR 47 Part 15. FCC ID: OOX-EUM3005 Industry Canada RSS-102 and RSS-210. IC:3225B-EUM3003 (applies to EUM3005 (Cdn) models only)
Safety	UL, CSA

V1.4 – June 2005

Note: WaveRider's Continuous Improvement Policy means that specifications are subject to change without notice.

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

EUM Antenna 13-dBi

www.waverider.com



902-928 MHz 13 dBi Panel Antenna

- Outdoor CPE antenna designed and manufactured exclusively for use with WaveRider's 900 MHz EUM
- Superior performance at a lower price
- Pole and wall mounting kit included
- Order SKU 305-0126

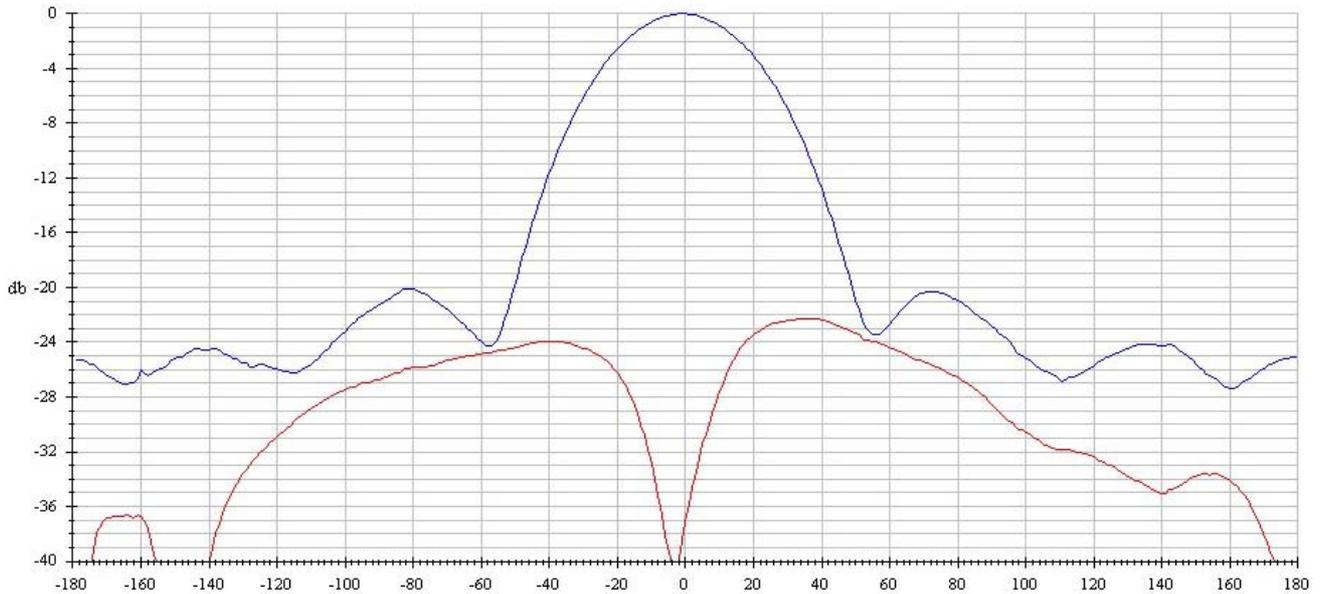
1. ELECTRICAL	
Frequency Range	902 - 928 MHz
Gain	12.5 dBi (min)
VSWR	1.7:1 (max)
3 dB Beamwidth (Related To Vertical Polarization)	Azimuth: 42° (typ) Elevation: 42° (typ)
Polarization	Linear (Vertical or Horizontal)
Sidelobe Level	-19dB (max) @ +/-90°
Cross Polarization	-20dB
F/B Ratio	-24dB
Input Impedance	50 (ohm)
Input Power	6W (max)
2. MECHANICAL	
DIMENSIONS (LxWxD)	18in X 18in x 1 in (450X450X25 mm)
Weight	6.6 lbs (3.0 kg)
Connector	N-Type Female
Radome	Plastic
Base Plate	Aluminum with chemical conversion coating

For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

EUM Antenna 13-dBi

ENVIRONMENTAL				
TEST	STANDARD	DURATION	TEMPERATURE	NOTES
Low Temperature	IEC 68-2-1	72 h	-55°C	-
High Temperature	IEC 68-2-2	72 h	+71°C	-
Temp. Cycling	IEC 68-2-14	1 h	-45°C +70°C	3 Cycles
Vibration	IEC 60721-3-4	30 min/axis	-	Random 4M3
Shock Mechanical	IEC 60721-3-4	-	-	4M3
Humidity	ETSI EN300-2-4 T4.1E	144 h	-	95%
Water Tightness	IEC 529	-	-	IP67
Solar Radiation	ASTM G53	1000 h	-	-
Flammability	UL 94	-	-	CLASS HB
Salt Spray	IEC 68-2-11 Ka	500 h	-	-
Ice And Snow	-	-	-	25mm Radial
Wind Speed Survival Operation	-	-	-	220 Km/h 160 Km/h
Wind Load (Survival): Front Thrust Side Thrust	- -	- -	- -	58.3 kg 3.9 kg

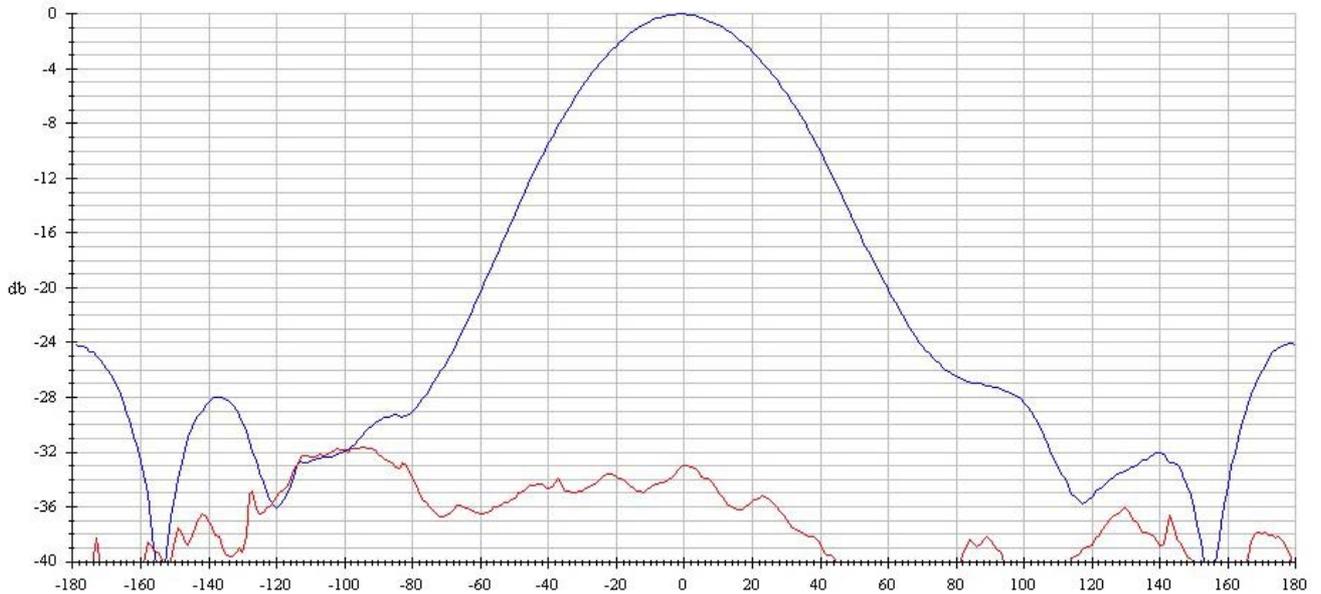
MT_263006N_SN_005_AZ Freq: 915 GHz



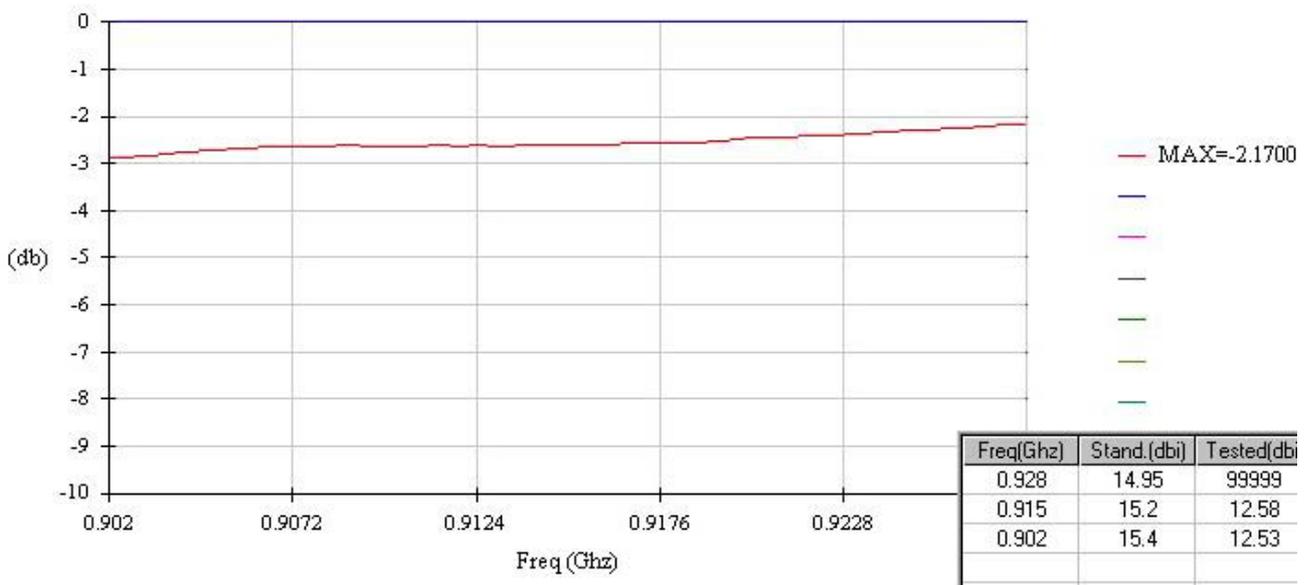
For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

EUM Antenna 13-dBi

MT_263006N_SN_005_EL Freq: 915 GHz



GAIN ANTENNA MT_263006N SN:005



For more information on WaveRider's Last Mile Solution® products, please visit: www.waverider.com • 416 502 8657

ANEXO 5

NORMATIVA TECNICA Y COMERCIAL DE MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA - SENATEL

Sistemas que operan en bandas de modulación digital de banda ancha:

Tabla 1: Coeficiente de valoración del espectro α_6 para sistemas que operen en Bandas de Modulación Digital de Banda Ancha.

Valor de α_6	Sistema
6.40	Modulación digital de Banda Ancha

Tabla 2: Valor de la constante B para los sistemas que operan en Bandas de Modulación Digital de Banda Ancha.

Valor de B	Sistema
12	Sistema punto – punto y punto - multipunto

ACTA DE ENTREGA

El proyecto fue entregado en el Departamento de Eléctrica y Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí, a _____

Sr. Wilton Javier Yépez Figueroa

AUTORIDADES:

Sr. Ing. Gonzalo Olmedo
COORDINADOR DE CARRERA

Sr. Dr. Jorge Carvajal
SECRETARIO ACADÉMICO