



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

TEMA:

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DISEÑO DE UN
PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP) INALÁMBRICO DE
BANDA ANCHA PARA EL CANTON BALZAR EN LA PROVINCIA DEL
GUAYAS”**

Previa la obtención del Título

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL**

ELABORADO POR:

KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO

GUAYAQUIL, 14 DE ENERO DEL 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la estudiante, KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERÍA en TELECOMUNICACIONES.

Ing. Carlos Romero
TUTOR

REVISORES

Ing. Fernando Palacios MSc.

Ing. Carlos Zambrano MSc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Armando Heras Sánchez MSc.

GUAYAQUIL, 14 DE ENERO DEL 2014



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO

DECLARO QUE:

El trabajo de titulación denominado **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP) INALÁMBRICO DE BANDA ANCHA PARA EL CANTÓN BALZAR EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**, ha sido desarrollado con base a una investigación íntegra, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del trabajo de titulación referido.

Guayaquil, 14 de Enero del 2014

Kerly Jesenia Cepeda Carreño

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES CON MENCIÓN EN
GESTIÓN EMPRESARIAL

AUTORIZACIÓN

Yo, KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del proyecto titulado: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y DISEÑO DE UN PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP) INALÁMBRICO DE BANDA ANCHA PARA EL CANTON BALZAR EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad y autoría.

Guayaquil, 14 de Enero del 2014

La autora

Kerly Jesenia Cepeda Carreño

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme y cuidarme durante estos cinco años, en el cual me ha dado salud y la motivación necesaria para presentar el presente trabajo de graduación, también dedico este trabajo a mi padre y madre que estuvieron en todo momento apoyándome durante las etapas de mi vida estudiantil a mis hermanos y familiares a ellos dedico este trabajo.

A los estudiantes de la FETD, que sirva de guía este trabajo.

A mis profesores de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, quienes a través de su enseñanza y amistad, lograron que culmine este trabajo de forma exitosa.

KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia por toda la comprensión y amor, que me ha permitido triunfar y llegar a ser un profesional.

A mis profesores de la FETD, a sus autoridades y en especial al Ing. Carlos Romero, mi tutor, quien pudo guiarme para culminar de forma correcta el presente trabajo de graduación.

La autora

KERLY JESENIA CEPEDA CARREÑO

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
OBJETIVO GENERAL:	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
JUSTIFICACIÓN	5
HIPÓTESIS.....	5
CAPÍTULO 1.....	6
METODOLOGÍA PARA ENCUESTA DE PROYECTO ISP	6
1.1 DEFINICION Y CUANTIFICACION DEL UNIVERSO	6
1.1.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	7
1.1.2 SELECCIÓN DE LOS ENTREVISTADOS.....	7
1.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA	7
1.3 ANÁLISIS GENERAL Y CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN.....	8
1.4 PENETRACION DE INTERNET EN ECUADOR.....	9
CAPÍTULO 2.....	13
INFRAESTRUCTURA DE UN ISP.....	13
2.1 ESTRUCTURAS DE RED JERÁRQUICAS	13
2.2 DISEÑO JERÁRQUICO DE LAS REDES ETHERNET.....	17
2.2.1 CAPA DE ACCESO.....	17
2.2.2 CAPA DE DISTRIBUCIÓN.....	22
2.3 CAPA DE NÚCLEO O <i>CORE</i>	25
2.4 CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO DE UN ISP	27
2.5 ISP INALÁMBRICO UTILIZANDO ESTANDAR WI-FI	28
2.5.1 SEGURIDADES DE UN ISP.....	30
2.6 CALIDAD DE SERVICIO QoS PARA UN ISP	31
2.6.1 CLASIFICACIÓN DE QoS.....	31
2.6.2 QoS EN ESCENARIOS INALÁMBRICOS.....	32
2.7 CONEXIÓN A INTERNET POR PARTE DE UN ISP.....	35
2.7.1 POLÍTICAS SOBRE EL ENRUTAMIENTO	38
2.7.2 RED DE GESTIÓN DEL ISP.....	39
2.7.3 TIPOS DE CONEXIONES INALÁMBRICAS.....	40

2.7.4 ENLACE PUNTO A PUNTO.....	40
2.7.5 ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO	40
2.8 LOS RADIOENLACE DE UN ISP	41
2.8.1 PLANIFICACIÓN INICIAL.....	41
2.8.2 PASOS PARA ESTABLECER UN RADIOENLACE	44
2.9 DESCRIPCION DE TECNOLOGIA WIFI.....	45
2.9.1 LOS MODOS DE FUNCIONAMIENTO.....	47
2.10 CÁLCULO DE LA PROPAGACIÓN ENTRE NODOS	50
2.10.1 SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN.....	53
CAPÍTULO 3.....	56
PROPUESTA DE EQUIPOS PARA ISP	56
3.1 RUTEADOR CONCENTRADOR DE ACCESO.....	56
3.1.1 CONMUTADORES (SWITCHES).....	56
3.1.2 SERVIDOR CACHÉ.....	57
3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE ACCESO.....	58
3.2.1 BASE DE DATOS DE CLIENTES	60
3.2.2 EQUIPOS SERVIDORES PoP3 Y SMTP.....	60
3.2.3 WEBSERVER	62
3.2.4 CHAT	63
3.2.5 SERVIDOR DNS	64
3.2.6 CORTAFUEGOS (FIREWALL).....	65
3.2.7 RUTEADOR PRINCIPAL	66
3.3 SOFTWARE DE TARIFACIÓN Y FACTURACIÓN.....	66
CAPÍTULO 4.....	68
COSTOS REFERENCIALES PARA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS.....	68
4.1 RUTEADOR PRINCIPAL	68
4.2 RUTEADOR CONCENTRADOR DE ACCESO.....	70
4.3 CONMUTADORES O SWITCHES	71
4.4 CORTAFUEGOS (FIREWALL)	71
4.5 SERVIDORES.....	72
4.6 COSTOS DE EQUIPOS NODOS Y EQUIPOS-CLIENTE	74
4.7 ANALISIS COSTO-BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION	75
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	84

GLOSARIO.....	86
ANEXO No 1	89
DATOS ESTADISTICO DE LA ENCUESTA EFECTUADA EN LA CIUDAD DE BALZAR PROVINCIA DEL GUAYAS	89
ANEXO 2:	99

|

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Índice de penetración al internet en América Latina.....	12
Figura 2.1: Modelo jerárquico de redes Ethernet.....	16
Figura 2.2: Gateway con señalización S-7.....	19
Figura 2.3: Esquema de un ISP de banda ancha.....	26
Figura 2.4: Esquema de funcionamiento de un ISP.....	29
Figura 2.5: Efectos de la Congestión para QoS.....	34
Figura 2.6: Topología física NAP.EC.....	37
Figura 2.7: Determinación de nodos del WISP en Balzar, plano con Google Earth.....	43
Figura 2.9: Modo Ad-Hoc.....	49
Figura 2.10: Modo infraestructura.....	50
Figura 2.11: Pérdida en dB en función de la distancia.....	52
Figura 3.1: Arquitectura de ISP.....	59
Figura 3.2: Servidor DNS.....	64

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Requerimientos de QoS en las Aplicaciones.....	33
Tabla 4.1: Comparación entre equipos de diferentes marcas para Ruteador Principal.....	69
Tabla 4.2: Comparación de equipos de Ruteador concentrador de acceso.....	70
Tabla 4.3: Comparación de equipos para Conmutador o Switches.....	71
Tabla 4.4: Comparación de equipos para Cortafuegos (Firewall).....	72
Tabla 4.5: Comparación de equipos para Servidores.....	73
Tabla 4.6: Costos para nodo.....	74
Tabla 4.7: Costos de equipos clientes para el WISP.....	75
Tabla 4.8: Costo aproximado total para implementar un ISP.....	76
Tabla 4.9: Costo estimativo de implementar un nodo de WISP en Balzar.....	78

RESÚMEN

Este trabajo de graduación contempla el estudio de factibilidad técnica de un proveedor de servicio de internet utilizando señal de radio, en la ciudad de Balzar, cantón de la provincia de Guayas, se evidencia demanda de servicio de internet con calidad y de banda ancha, por ello este trabajo ayuda a conocer aspectos técnicos que sirva para que una empresa pueda implementar el ISP inalámbrico.

El trabajo en su primer capítulo, describe las generalidades del tema, el segundo capítulo es el marco teórico acerca de la infraestructura de los ISP's, se especifican los protocolos y equipos que forman un ISP, además que se indican los pasos para establecer un radio enlace.

Calculo de propagación.

El tercer capítulo, es la descripción de equipos tanto del núcleo o red troncal del ISP, como los de la red de distribución, se detallan los servidores que se utilizan un ISP.

El cuarto capítulo, describe costos referenciales para implementar este proyecto de telecomunicaciones, así también se representa con esquemas el diseño de enlaces de los nodos, su ubicación y demas datos que aseguren la conectividad en toda la ciudad de Balzar.

Conclusiones y recomendaciones.

.

ABSTRACT

This graduate work includes the study of technical feasibility of an Internet provider (ISP) using radio signal, in the town of Balzar, canton in the province of Guayas, demand for quality internet service and broadband is evidence this paper therefore helps to know technical aspects serve for a company to implement the wireless ISP.

The work in the first chapter describes the general work, the second chapter is the theoretical framework about the ISP's infrastructure, protocols are specified, and certain teams that are an ISP, also the steps are set to establish a radio link. Calculator spread among.

The third chapter is the description of both the core equipment and ISP backbone network, such as the distribution network, the servers used are detailed ISP.

The fourth chapter describes reference costs to implement this project in telecommunications, is also represented with design schemes linked nodes, location and other data to ensure connectivity throughout the city of Balzar. Conclusions and recommendations.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de titulación, es el desarrollo del estudio de factibilidad técnica y diseño de una red inalámbrica para que sirva como una propuesta de implementar un proveedor de servicios de internet.

Mediante un estudio básico de mercado, se encuestaba a sus ciudadanos acerca de la posibilidad de tener una empresa proveedora de internet, que provea servicio eficiente y de calidad. Les interesa a los Balzareños, tener acceso a internet con calidad y suficiente velocidad de transferencia.

Por medio de cinco puntuales preguntas dirigidas a una muestra de 60 personas, se pudo recolectar información que luego del análisis, se precisa que existe demanda al internet en Balzar, se cree que de forma inalámbrica es la mejor manera, no se pretende desarrollar análisis económico con tasas internas de retorno (TIR) puesto que la propuesta es de factibilidad técnica, se propone una infraestructura de equipo y dispositivos que se utilizan en un ISP.

Se propone establecer 3 nodos ubicados estratégicamente en la ciudad para así cubrir con internet inalámbrico la zona urbana y urbana-marginal (alrededor de 600 km²) de Balzar. Existe demanda evidente de acceso a internet con ancho de banda pues con la convergencia tecnológica, se trata de acceder a descargas de voz video y datos en tiempo real, y este se logra con velocidades mínimas de 512 Kbps.

ANTECEDENTES

San Jacinto de Balzar, tiene una extensión de 2.510 km² y su población es de 58.000 habitantes, estos datos son del último censo realizado en el 2010, de esa población aproximadamente un 21% tienen acceso a internet, el servicio que reciben los balzareños, no es de calidad, siempre se cae la señal por congestión o tráfico de red.

La necesidad en el cantón Balzar, por contar con un servicio de comunicación rápido y confiable como es el internet, es lo que origina este proyecto de graduación, el desarrollo tecnológico de la telefonía celular, la expansión y utilización de computadores personales tanto en oficinas como en los hogares, el uso de teléfonos inteligentes en sus pobladores, han producido una demanda del acceso a internet por parte de la comunidad Balzareña.

Existe demanda evidente de acceso a internet con ancho de banda, se deberá analizar los recursos tecnológicos, la ubicación de nodos y antenas para cubrir toda la cabecera cantonal y sus alrededores.

Se tiene aproximadamente 22 establecimientos denominados ciber café en la parte céntrica de la ciudad, estos negocios han contribuido a la masificación del internet, pero estos establecimientos siempre están llenos de usuarios, esta apreciación es también válida en lo que se denomina más adelante como el planteamiento del problema.

Se tomarán coordenadas de puntos estratégicos del cantón, para lo que sería la red y sus respectivos nodos, se deberá realizar el estudio de propagación de la señal con el fin de obtener línea de vista óptima entre sus nodos y antenas.

Este estudio de factibilidad técnica, dará la motivación para que un emprendedor o una empresa realicen una inversión para implementar un ISP y de esta forma satisfacer la necesidad de acceso a internet en Balzar.

Es fundamental que esta ciudad, así como toda la población del país, cuente con acceso a internet, que sea de calidad, con banda ancha y con precios accesibles para estratos sociales bajos. El plan de conectividad ecuatoriano, establece reducir la brecha digital, como dato informativo, en América Latina había 231 millones de usuarios de Internet hasta el 1 de enero de 2012 (un 40% de la población).

Son datos alentadores, ya que según el informe del banco mundial acerca de la pobreza en América latina, coincide con los reportes de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), puntualizan que en el 2011, el 31% de la población latinoamericana vivía en condiciones de pobreza y el simple acceso a un computador resulta imposible para gran parte de este segmento de la población.

Por países, la mayor penetración de Internet a principios de 2012 se da en Argentina (67%), Chile (59%), Uruguay (56%) y Colombia (56%), mientras

que la menor penetración se da en Nicaragua, Honduras, Cuba y Guatemala.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Existen sectores en el cantón Balzar, que están abandonados y no cuentan con este servicio, según datos del último censo nacional, solo un 21% de la población tienen acceso a internet, los dos proveedores de internet no ofrecen cobertura total para el cantón, solo existe internet en la zona no urbana. No existe un estudio de factibilidad técnica para la creación de un proveedor de servicios de internet (ISP).

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL:

Estudio de factibilidad técnica y diseño de un proveedor de servicios de internet (ISP) inalámbrico de banda ancha para la ciudad de Balzar en la provincia del Guayas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analizar factores de comunicación inalámbrica para enlazar nodos-antenas en el cantón Balzar.
2. Describir los componentes y selección de equipos para la red de internet de un ISP inalámbrico en la ciudad de Balzar.
3. Diseñar una red con nodos y repetidores de banda ancha de internet para la ciudad de Balzar.

JUSTIFICACIÓN

Este estudio de factibilidad técnica permite definir ubicación de nodos-antenas en el cantón Balzar y que servirá de guía para que empresarios puedan invertir en implementar un proveedor de servicios de internet a alta velocidad (ISP). El conocimiento de las telecomunicaciones, compromete a sus profesionales a analizar, transferir o desarrollar conocimientos teórico-prácticos para proponer servicios tecnológicos en beneficio social.

HIPÓTESIS

El proyecto mejorará el acceso de la mayoría de usuarios a internet en Balzar, se mejorará algunos aspectos específicos, como la de educación, porque el internet que proporcionará un nuevo ISP, será un camino a la tecnología y el conocimiento en los ciudadanos y ciudadanas de este cantón.

CAPÍTULO 1

METODOLOGÍA PARA ENCUESTA DE PROYECTO ISP

Este capítulo hace un estudio cuantitativo en base de encuestas preparadas para potenciales usuarios del servicio de internet, se deberá realizar el análisis de la información recabada en las encuestas, con este método se conocerá necesidades insatisfechas en telecomunicaciones, entre otros aspectos más.

En el país existen muchos proveedores del servicio de internet con diferentes tipos de tecnología, sean dial-up, cable modem, ADSL, internet 3.5G e internet satelital. La propuesta para la ciudad de Balzar es plantear un esquema de red inalámbrica (ofrecida por un ISP) que opere en la banda de 5GHz, esta banda no requiere licencia para operar y es mucho mejor si se la compara con la de 2,4 GHZ, aunque ambas pueden podrían implementarse ya que no existe en la ciudad más que un solo proveedor de internet inalámbrico dado por la empresa Inplanet S.A. En cambio CNT provee el servicio por medio cableado de cobre.

1.1 DEFINICION Y CUANTIFICACION DEL UNIVERSO

La población de Balzar según el último censo poblacional efectuado en el 2010, es de 58 mil habitantes. A fecha actual, se considera estimar por 60 mil habitantes, con esa aproximación, se considera necesario definir al 0,10 % de la población urbana que equivale a 60 personas como muestra de investigación.

1.1.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Las encuestas van dirigidas al usuario frecuente de los actuales proveedores de equipos de conexión (Ciber), el muestreo que se plantea es aleatorio y estratificado por el ámbito geográfico de la ciudad de Balzar, también se dirige a los gerentes, propietarios de los mismos cibernets, a unidades educativas, empresariales, industriales etc.

1.1.2 SELECCIÓN DE LOS ENTREVISTADOS

Este paso se realiza a través del método analítico, utilizando técnicas cuantitativas, será aleatoria, es decir al azar, en cuanto a elegir a que personas entrevistar. Después revisando una serie de perfiles relacionados a potenciales usuarios, se procede a clasificarlos por género, por edad, por nivel de educación, nivel económico etc.

1.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Los resultados de la encuesta han sido proyectados por medio de una tabulación detallada sobre los intereses de la comunidad frente a la instauración de un Proveedor de Servicios de Internet que sea versátil, económico y competitivo con el mercado regional de proveedores de conexión a internet.

En el anexo 1, se detalla los resultados de la encuesta.

1.3 ANÁLISIS GENERAL Y CONCLUSIONES DE LA INFORMACIÓN

Como base factible de la investigación, respecto al diseño de un ISP en la ciudad de Balzar, se realizó la muestra y para ello a través de unas preguntas específicas, se forja el análisis general y sus conclusiones, la muestra está ubicada en un 64,3 % dentro de la zona urbana y el 35,7 % de los mismos habitan en áreas rurales del cantón. Permitiendo de esta manera que los servicios del proveedor de internet se oriente a una cobertura total del cantón mencionado.

Actualmente la comunidad ha respondido que el 71.6% desean la conexión inalámbrica a internet y un 28.4% prefieren el internet por cable módem. El costo de conexión a internet es de 28,5 % de usuarios que pagan en promedio de \$30 dólares al mes y del 71,5 % que pagan entre \$30 y \$50 dólares al mes. Hay demanda perceptible para costos promedio de \$40 a \$60 para un servicio con mínimo 512 Kbps.

También la misma población hace uso regular de 5 a 15 horas semanales en proporción del 35,5 % a diferencia de un 7,2% que lo hace ilimitado. Y es mínimo el uso ilimitado, un motivo porque es algo costoso aproximadamente \$50 dólares, la población estaría dispuesta a tener mínimo 200 Kbps a un precio de \$35 dólares, pues hay necesidad de velocidad alta para la transferencia de información por internet.

Existen 2 proveedores de internet, una es la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), que provee internet por cable-modem a la mayoría de los ciber cafés de Balzar, la otra empresa es Inplanet S.A, que

provee de manera inalámbrica el internet pero no ofrece ancho de banda y su cobertura del servicio solo se limita al centro de la ciudad.

CNT lleva el internet por tecnología ADSL en Balzar, no lo hace inalámbricamente, Inplanet S.A., si lo hace, pero lo realiza de forma limitada, apenas tiene un nodo y no cubre todo el centro de la ciudad y con bajo servicio de calidad, así que implementar un ISP inalámbrico y que supere a la competencia, será buen negocio, que las debilidades de los dos proveedores existentes sean las fortalezas del ISP que se propone, cumpliendo con alta velocidad de transmisión, calidad y a precios accesibles.

La cobertura de los nodos usando un arreglo de antenas sectoriales para transmitir y con equipos nanostation 5 (que opera en banda libre de 5GHz), en la casa de los clientes, se enlaza el internet hasta en 10 km a la redonda y con el diseño de la red del ISP utilizando 3 nodos(en forma de rombo) se alcanza a cubrir 600 Km², con esto se garantiza la cobertura en todo el cantón.

1.4 PENETRACION DE INTERNET EN ECUADOR

Las instituciones de regulación y control de las telecomunicaciones, en el país, CONATEL¹ y SUPERTEL² tienen un registro bastante exacto del número de cuentas registradas y el crecimiento que mes a mes se da para cada tipo de conexión. Y los resultados son bajos en cuanto a índice de penetración al internet.

¹ Consejo Nacional de Telecomunicaciones de Ecuador

² Superintendencia de Telecomunicaciones del Ecuador

El gobierno desea que el plan de conectividad mejore estos índices, la CNT, trata de captar clientes con su internet fijo, las operadoras de celulares Claro y Movistar explotan su internet con modem inalámbrico que da cobertura solo en ciertas ciudades del país, con tecnologías 3G³ y 3,5G⁴ son de alta velocidad, aunque los costos dependen de la velocidad contratada, hay aun usuarios en el Ecuador que desean los servicios de internet fijo y móvil. En marzo de 2010, sólo el 3% de abonados a internet de Ecuador fueron en el dial-up⁵, por debajo de 51% a finales de 2008.

Tecnologías de banda ancha disponible en Ecuador incluyen cable modem⁶, ADSL⁷, inalámbrica, satelital, fibra óptica, redes corporativas y dedicado. A pesar de que tuvo un comienzo tardío en el Ecuador, ADSL es la tecnología de más rápido crecimiento, pero el cable módem sigue representando alrededor del 40 % del mercado de banda ancha.

El CONATEL ha determinado un nivel de penetración de banda ancha que llega al 0,2%. Las principales razones que explican esta bajo nivel son los elevados costos que tiene la banda ancha en el Ecuador. En estudios recientes que han realizado se determinó que mientras en países como Colombia o Perú el precio del Kbps es de alrededor de 10 centavos de dólar

³ Tercera generación, conocida también como UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* o servicio universal de telecomunicaciones móviles).

⁴ HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*), también denominada 3.5G, 3G+ o turbo 3G, es la optimización de la tecnología espectral UMTS/WCDMA, incluida en las especificaciones de 3GPP release 5

⁵ Conexión a internet por línea conmutada, ejemplo la que ofrece CNT y otras operadoras de telefonía fija.

⁶ Modem especial que por medio de un cable distribuye servicio de conectividad a Internet sobre esta infraestructura de telecomunicaciones.

⁷ *Asymmetric Digital Subscriber Line* o ADSL ("línea de abonado digital asimétrica") es una tecnología de acceso a internet banda ancha

en el Ecuador bordea los 50 centavos de dólar. Sin embargo el alto precio, tiene varias explicaciones, una de las principales es la ausencia de conexiones internacionales a través de cables submarinos.

El Ecuador solamente se conecta al mundo a través del cable Panamericano que se encuentra saturado, mientras que para conectarse con Arcos-1⁸ o Energía⁹ se lo hace a través de salidas en Colombia o Perú. Por lo cual se deben pagar tasas que encarecen el valor del acceso.

Otra de las razones del alto precio es la falta de intervención del regulador. A pesar de que los reglamentos autorizan al CONATEL a intervenir en el mercado en caso de distorsiones, este organismo ha permanecido impávido ante esta realidad perjudicial para el usuario.

La figura 1.1, muestra datos de penetración en veinte países de América Latina, y el Ecuador está en décimo tercer lugar de 20 países, un lugar que indica que no está por la media del total de países latinoamericanos en cuanto al índice de penetración al internet.

La penetración de Internet es el resultado de dividir los usuarios de Internet entre el total de la población.

⁸CABLE ARCOS-1 *Americas Region Caribbean Optical-ring System*, cable submarino de fibra óptica diseñado para brindar servicios de ancho de banda

⁹ Compañía filial de Telefónica, ha tendido la red de cable submarino más grande de Latinoamérica

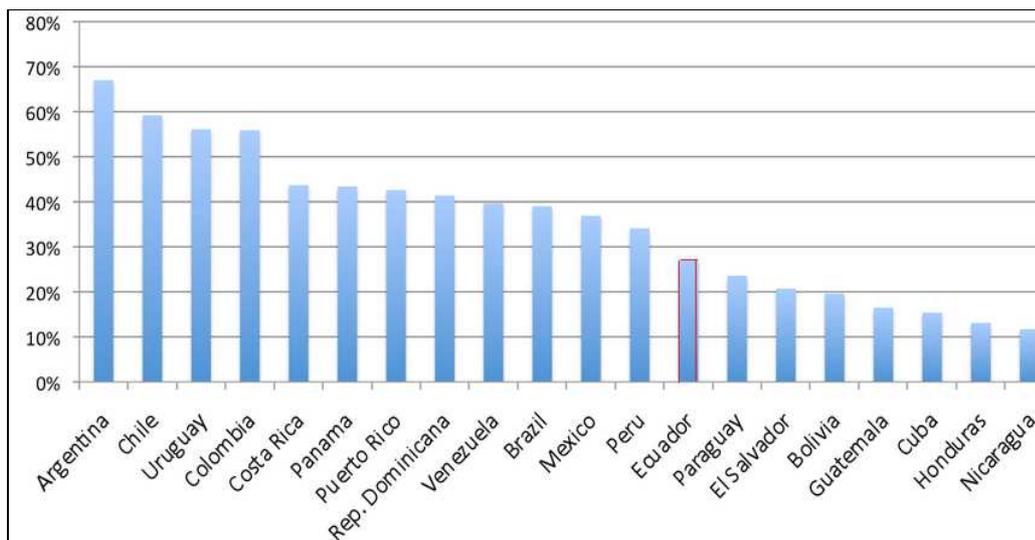


Figura 1.1 Índice de penetración al internet en América Latina.

Fuente: Internet WorldStats, disponible en: <http://latinamericahoy.es/2012/03/29/america-latina-internet-redes-sociales/>

Lo que se percibe, es que la banda ancha móvil va a tener un gran éxito en Ecuador, en mayo de 2011, el número de clientes de banda ancha móvil fue equivalente a más de la mitad el número de suscriptores de banda ancha fija.

CAPÍTULO 2

INFRAESTRUCTURA DE UN ISP

Se conceptualiza y se describe toda la infraestructura de un ISP, se conoce que una red de internet está compuesta por routers interconectados por enlaces de comunicación. Las redes IP más simples están formadas por unos pocos routers de propósito general interconectados por enlaces propios o alquilados.

A medida que las redes se vuelven más complejas, con un número mayor de elementos, se requiere más estructura. Los elementos se especializan en sus aplicaciones, la gestión y la seguridad adquieren mayor importancia, la localización física es un factor a tener en cuenta, y la capacidad de manejar altas densidades de clientes es crítica.

Como los routers trabajan con direcciones lógicas de nivel 3 (modelo OSI¹⁰), que tienen una estructura, al imponer una estructura jerárquica a una red los routers pueden usar caminos redundantes y determinar rutas óptimas incluso en una red que cambia dinámicamente.

2.1 ESTRUCTURAS DE RED JERÁRQUICAS

Los autores (Ariganello & Barrientos Sevilla, 2010) indican que una red jerárquica cuando se diseña e implementa facilita la separación de dominios de difusión. Por otro lado, el mecanismo de enrutamiento del protocolo IP es el enrutamiento salto-a-salto (hop-by-hop) sin estado basado en el destino,

¹⁰*Open System Interconnection*, Modelo de interconexión de sistemas abiertos, que es parte de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) para estandarizar la interconexión de sistemas abiertos.

que tiende intrínsecamente a agregar tráfico en las principales rutas troncales, lo que justifica la implantación de una estructura jerárquica

Un modo de imponer una estructura a una red compleja consiste en asignar tareas específicas a routers particulares. Una solución muy frecuente en las redes de ISP es realizar la siguiente división de routers: Routers de concentración, que proporcionan acceso a la red a los clientes individuales. El autor (Huidrobo, 2006) comenta que, estos equipos tienden a centrarse en soportar números elevados de puertos de relativa baja velocidad conectados a los clientes. Routers de backbone, que proporcionan transporte óptimo entre nodos de la red, enviando paquetes a gran velocidad de un dominio a otro o de un proveedor de servicios a otro.

Así pues, la infraestructura de red necesaria para proveer los servicios IP se puede descomponer a alto nivel en 4 partes:

- Red de acceso.
- Red de concentración.
- Backbone o red troncal, que incluye la interconexión con otros proveedores y salida a Internet.
- Red de gestión, DNS¹¹, Radius¹²/Autenticación. Estas aplicaciones críticas para un ISP se centralizan en un CPD o Centro de Proceso de Datos.

¹¹*Domain Name System*, Sistema de nombres de dominio, es un sistema de nomenclatura jerárquica para computadoras, servicios o cualquier recurso conectado a internet.

¹²*Remote Authenticated Dial-In User Service*, protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1813 UDP para establecer sus conexiones.

La mayor parte de los ISP también imponen una estructura física a sus redes organizándolas en Puntos de Presencia (POP). Los POP del ISP se conectan a un punto de intercambio de internet (IXP, *Internet Exchange Point*). En algunos países, a esto se lo llama punto de acceso a la red (NAP, *Network Access Point*). Un IXP o NAP es donde varios ISP se agrupan para obtener acceso a las redes del otro e intercambiar información.

Actualmente, hay más de 100 puntos importantes de intercambio ubicados en todo el mundo. El backbone de Internet consiste en este grupo de redes que pertenecen a distintas organizaciones y están interconectadas a través de IXP y conexiones privadas entre pares. El backbone de Internet es como una autopista súper rápida de información que brinda enlaces de datos de alta velocidad para interconectar los POP y los IXP en áreas metropolitanas grandes alrededor del mundo. El medio principal que conecta el backbone de Internet es el cable de fibra óptica.

La autora (España, 2003) define al POP, como el punto de conexión entre los equipos que forman parte de la red de acceso y los elementos que pertenecen al proveedor de acceso a Internet. Un POP es una ubicación física donde se dispone, como se aprecia en los apartados siguientes, de una serie de equipos:

- Nodos de acceso o RAS¹³.
- Routers concentradores o distribución de RAS.
- Routers concentradores de clientes con líneas dedicadas.

¹³ *Remote Access Services*, Servicio de acceso remoto, puede ser una central nodal, utiliza Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) para obtener direcciones IP para clientes de marcado, se pasa sólo la dirección de la concesión DHCP al cliente de RAS

- Routers de backbone.

Se entiende por nodo a una infraestructura de telecomunicaciones que puede insertar o extraer información de voz, video y datos, como tarea fundamental, aparte se hacen otras como monitoreo, control etc. Y el termino nodo de acceso o servicio de acceso remoto se refiere a la utilización de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) para obtener direcciones IP para clientes de marcado. Los servidores DHCP proporcionan asignación de direcciones IP estática y dinámica en una red grande

(Mathon, 2004) Señala que la interconexión de los usuarios con la red de datos del proveedor se realiza en estos POP, sea de forma inalámbrica como alámbrica o cableada. De acuerdo con esta estructura de red, en la mayor parte de las redes de los ISP's se tiene tres niveles jerárquicos de interconexión, ver figura 2.1

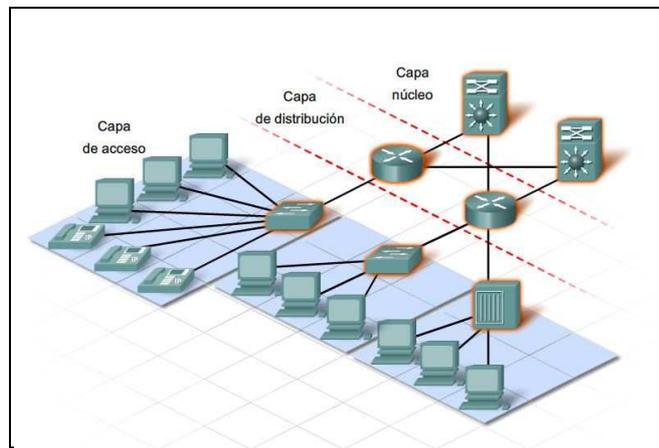


Figura 2.1 Modelo jerárquico de redes Ethernet

Fuente: <http://www.industriaembelahoy.com/%CE%B1-ring-topologia-de-red-ethernet-en-anillo-con-recuperacion-de-fallos-para-vigilancia-ip/>

2.2 DISEÑO JERÁRQUICO DE LAS REDES ETHERNET

Sobre esto una manera de dividir redes grandes es utilizar un modelo de diseño jerárquico. Según los autores (Cancelo & Alonso, 2007) coinciden que el modelo de diseño jerárquico, tiene tres capas básicas:

1. Capa de acceso: proporciona conexiones a los hosts en una red Ethernet local.
2. Capa de distribución: interconecta las redes locales más pequeñas.
3. Capa núcleo: conexión de alta velocidad entre dispositivos de la capa de distribución.

A medida que se incrementen la capacidad de procesamiento y las funcionalidades de los routers, se tenderán a equiparar las funcionalidades de los routers de concentración y backbone.

No obstante, consideramos que se mantendrá en el futuro la diferenciación entre los niveles de concentración y backbone, porque la eliminación de los routers troncales implicaría que los routers restantes tuvieran que comunicarse en una red mallada, sobrecargando el plano de control IP y limitando el crecimiento de la red.

2.2.1 CAPA DE ACCESO

La capa de acceso es el nivel más básico de la red, es la parte de la red que permite a los usuarios obtener acceso a otros hosts, archivos e impresoras compartidos.

Función de los Hub: Un hub es un tipo de dispositivo de *networking* que se instala en la capa de acceso de una red Ethernet. Los hubs tienen varios

puertos que se utilizan para conectar hosts a la red, los hubs son dispositivos simples que no tienen la tecnología electrónica necesaria para decodificar los mensajes enviados entre los hosts de la red.

Sólo es posible enviar un mensaje por vez por un hub Ethernet, puede ocurrir que dos o más *hosts* conectados a un mismo hub intenten enviar un mensaje al mismo tiempo. Si esto ocurre, las señales electrónicas que componen los mensajes colisionan en el hub.

El área de la red en donde un host puede recibir un mensaje confuso como resultado de una colisión se conoce como dominio de colisiones. Un switch Ethernet es un dispositivo que se utiliza en la capa de acceso y mejoran el problema que presenta los hubs en la red.

Acerca de RADIUS, se describe como un estándar de internet adoptado de manera generalizada en las situaciones en las que un dispositivo de acceso remoto necesita autenticar a un usuario de acceso conmutado frente a un servicio de directorio. La salida del RAS se enlaza con un router concentrador de acceso mediante VLAN¹⁴.

Para incrementar el nivel de servicio se realiza un diseño redundante, en el que cada RAS tiene dos salidas. Una Fast Ethernet y otra Ethernet y se conecta a dos VLAN. Cada una de las VLAN tiene conexión con dos routers concentradores de acceso diferentes

Los investigadores (Ania & Gomez de Silva, 2008) indican que, un RAS tendrán dos rutas por defecto; la ruta por defecto a través de la interfaz Ethernet tendrá una métrica superior a la ruta a través de la interfaz

¹⁴Virtual Local Area Network, Red de área local virtual

FastEthernet. En los últimos años han surgido los *gateways* SS7, estos equipos realizan las funciones de un RAS pero se pueden conectar directamente con señalización SS7¹⁵ al punto de interconexión, eliminando la necesidad de puertos de conmutación y de interfaces primarios.

Además estos equipos permiten reducir la congestión de red y aumentar las tasas de conexión. La siguiente figura representa el escenario de un proveedor con un Gateway SS7, ver figura 2.2.

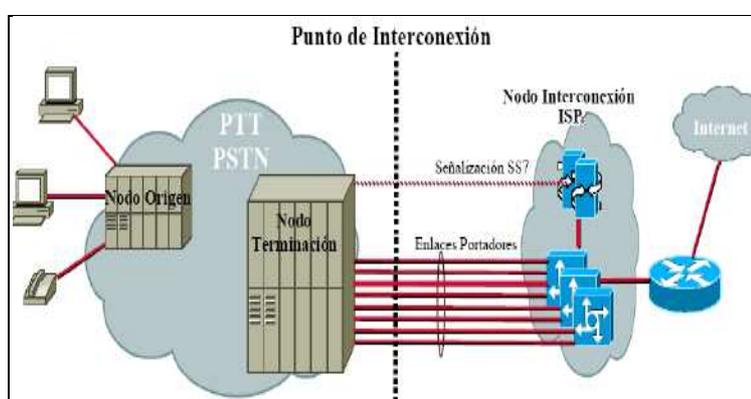


Figura 2.2 Gateway con señalización S-7

Fuente: <http://www.industriaembadahoy.com/%CE%B1-ring-topologia-de-red-ethernet-en-anillo-con-recuperacion-de-fallos-para-vigilancia-ip/>

Para incrementar el nivel de servicio es conveniente considerar una doble conexión física entre el Gateway SS7 y el router. Se describe lo que a nivel de acceso existe las líneas dedicadas o llamadas también alquiladas.

Líneas dedicadas: Uno de los componentes de más rápido crecimiento del acceso a internet es la conectividad entre negocios mediante líneas

¹⁵Sistema de Señalización por canal común No 7, es un conjunto de protocolos de señalización telefónica empleado en la mayor parte de redes telefónicas mundiales.

alquiladas. El tráfico de líneas alquiladas se lo puede hacer por transmisión de tramas digitales, como señal E1¹⁶, E3 ó STM-1¹⁷.

(Bateman, 2003)Comenta al respecto, en este caso los clientes disponen de un router que se enlaza directamente mediante una línea dedicada con un router concentrador de acceso, por el que entra a la red de datos del proveedor. El router concentrador de acceso realiza la agregación del tráfico procedente de líneas alquiladas.

El enlace entre el router de cliente y el router concentrador se soporta actualmente sobre anillos de fibra óptica de área metropolitana.

Los POP's diseñados antes de la generalización de los interfaces SDH (*Synchronous Transport Module*, Módulo de Transporte Síncrono), en los routers requerían una multitud de bastidores de DSU (*Data Service Units*) para terminar E1 sobre pares de cobre tradicionales.

Los routers concentradores de acceso actuales proporcionan una alta densidad de terminaciones para conexiones DS1 y DS3, de modo que una sola tarjeta de línea puede terminar cientos de circuitos DS1 transportados sobre una sola fibra.

Líneas ADSL.- Permiten a los clientes disponer de acceso permanente de banda ancha sobre una línea telefónica convencional, el usuario es provisto de un equipo de cliente que incluye un módem ADSL. Este equipo se conecta al punto de terminación telefónica en el domicilio del usuario, en el

¹⁶ E1 o trama E1 consta en 32 divisiones (time slots), utiliza PCM (pulse code modulation) de 64k cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfono digitales, mas 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación. Equivale a 2.048 Kbps.

¹⁷*Synchronous Transport Module*, Módulo de Transporte Síncrono. Unidad de transmisión básica de la Jerarquía Digital Síncrona (SDH), Equivale a 155.52 Mbps.

otro extremo del par de cobre se localiza el DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), encargado de terminar las conexiones ADSL de nivel físico de múltiples usuarios y de conmutar las celdas ATM¹⁸ transportándolas hacia la red de acceso.

El ISP de Internet se conecta mediante un enlace ATM al Punto de Acceso Indirecto (PAI) del operador de acceso, que establece un PVC (circuito virtual permanente) de ATM entre el usuario y el PAI.

Para soportar el acceso por líneas ADSL es necesario introducir en la red de datos un nuevo elemento denominado BAS o *Broadband Access Server*. Este equipo concentra el tráfico y actúa como frontera entre los niveles 2 y 3, teniendo funcionalidades de enrutamiento, autenticación y control de tráfico.

En las redes de ISP se tiende actualmente a desplegar ATM únicamente en el borde de la red, con la misión de agregar tráfico ADSL de los DSLAM, así como servicios de *FrameRelay*¹⁹, en switches ATM. La mayor parte de ISP ya no despliega ATM en la red troncal.

(Mathon, 2004) Señala al respecto que la demanda de servicios de ADSL exige que los conmutadores o switches ATM tengan capacidad para soportar un número elevado de VC (circuitos virtuales). Los conmutadores ATM no estaban diseñados inicialmente para soportar múltiples DSLAM, que pueden tener cientos de circuitos virtuales por cada circuito DSLAM-conmutador.

¹⁸ *Asynchronous Transfer Mode*, Modo de Transferencia Asíncrona es una tecnología desarrollada para hacer frente a la gran demanda de capacidad de transmisión de datos.

¹⁹ Es una técnica de comunicación mediante retransmisión de tramas para redes de circuitos virtuales, dada por la ITU-T en la recomendación I.122 de 1988. *Frame Relay* proporciona conexiones entre usuarios a través de una red pública, del mismo modo que lo haría una red privada punto a punto.

2.2.2 CAPA DE DISTRIBUCIÓN

La misión de esta capa, situada en el borde de la red de datos, es agregar las conexiones de los clientes en los puntos de presencia del proveedor. Dentro del POP, en el nivel de concentración tenemos dos tipos de routers de concentración, unos dedicados a la concentración de clientes conmutados y otros dedicados a la concentración de clientes dedicados.

Las características clave de los routers concentradores de acceso son:

- Escalabilidad y alto ancho de banda para satisfacer la demanda creciente de transmisión de datos, voz y video.
- Alta densidad de puertos para satisfacer el crecimiento continuado del número de clientes.
- Procesador optimizado para gestionar agregaciones de tráfico de gran volumen y nuevas funcionalidades software.
- Prestaciones de valor añadido adicionales al enrutamiento de paquetes de alta velocidad: redes privadas virtuales, seguridad con listas de acceso extendidas y firewalls, diferenciación de calidad de servicio, soporte multicast, etc.
- Mecanismos para flexibilizar las velocidades de acceso permitidas, como Multilink PPP²⁰, este estándar de internet usa cabeceras de paquetes y procedimientos especiales para distribuir un único flujo de paquetes sobre varios enlaces en paralelo y recomponerlo en el extremo receptor. Esto permite a los clientes cuyas necesidades han

²⁰*Point-to-point Protocol*, Protocolo punto a punto, es un protocolo de nivel de enlace estandarizado en el documento RFC 1661

sobrepasado una línea E1 (2Mbps), utilizar varias líneas E1 en vez de pasar a una línea E3 (34 Mbps), lo cual supone un salto excesivo.

- Este protocolo también se emplea para permitir que un cliente pueda conectarse a Internet utilizando a la vez los 2 canales B de un acceso básico de una red digital de sistemas integrados.

Los routers de concentración, deben disponer de funcionalidades de *routing* OSPF²¹ y BGP²², y políticas de control de tráfico (Parkhurst, 2002).

(Quero, García, & Peña, 2007) Coinciden en que los bordes de la red la política de control de tráfico más empleada es CAR (*Committed Access Rate*), que limita la tasa máxima de tráfico transmitido o recibido, y también puede marcar la precedencia IP de los paquetes. Los dispositivos del interior de la red pueden usar la precedencia IP para determinar cómo se trata el tráfico para entregar la calidad de servicio requerida, usando algoritmos de planificación como:

- WFQ (*WeightedFairQueing*) que es un algoritmo de cola basado en flujos (o sesiones), que realiza dos tareas simultáneamente y de forma automática.
- DWRED (*DistributedWeightedRandomEarlyDiscard*) que es un algoritmo inteligente de gestión de colas para tráfico TCP (*Transport Control Protocol*) que establece en función de la precedencia IP la

²¹*Open Shortest Path First*, es un protocolo de enrutamiento jerárquico de pasarela interior o IGP (*Interior Gateway Protocol*)

²²*Border Gateway Protocol* es un protocolo mediante el cual se intercambia información de encaminamiento entre sistemas autónomos

probabilidad de que un paquete sea descartado, evitando congestiones de los enlaces y mejorando su utilización.

No es propiamente un mecanismo de control de congestión, sino más bien un mecanismo para prevención de congestiones, que evita la sincronización entre sesiones de transporte y las oscilaciones. Sin embargo, la activación de estos mecanismos incrementa la carga en los procesadores de los routers, y limita por tanto el ancho de banda de los enlaces que son capaces de gestionar.

(Bateman, 2003) Señala que se pueden instalar en los routers módulos con procesadores adicionales para ejecutar estos algoritmos en modo distribuido, con lo que se podrían gestionar anchos de banda más elevados (45 Mbps o incluso 155 Mbps).

Si se desea implementar un control de tráfico más refinado en la red, se requieren mecanismos de diferenciación de servicios como Diffserv, o MPLS²³.

(Salavert, 2003) Indica, en cuanto a las políticas de Routing o enrutamiento, en la red de datos, los nodos de acceso remoto implementan generalmente rutas estáticas y usan RIP²⁴v2 para la publicación de las direcciones de las sesiones PPP (*Point to point Protocol*, protocolo punto a punto).

Los routers concentradores de clientes adicionan las direcciones que reciben por RIPv2 y las anuncian vía OSPF a los demás routers de la red. Los

²³*Multiprotocol Label Switching*, es un mecanismo de transporte de datos. Opera entre la capa de enlace de datos y la capa de red del modelo OSI

²⁴*Routing Information Protocol*. Protocolo de Enrutamiento de Información. Es un protocolo de puerta de enlace interna o IGP

routers de backbone no necesitan conocer cada red individual en el nivel de acceso.

Por eso los routers concentradores, en lugar de anunciar al backbone una gran cantidad de información detallada sobre destinos individuales, incrementan o concentran grupos de destinos del nivel de acceso en prefijos de ruta únicos más cortos, y anuncian estas rutas incrementadas al backbone.

2.3 CAPA DE NÚCLEO O CORE

Los autores del libro *Cisco ISP* (Raveendran & Smith, 2002) dicen, en ISP's y grandes empresas de telecomunicaciones el *coreo* núcleo proporciona una "columna vertebral" (backbone) interconectando la distribución de los niveles de los routers de ISP's, NAP's²⁵ y estos a los de acceso como redes LAN, WAN y/o usuario final.

En otras palabras se refiere a las instalaciones de comunicación altamente funcionales que interconectan los nodos primarios. La red central ofrece rutas para el intercambio de información entre los diferentes sub-redes. Cuando se trata de redes de las empresas que sirven a una sola organización, la columna vertebral término se utiliza a menudo en lugar de la red básica, mientras que cuando se utiliza con los proveedores de servicios de la red central término es prominente.

La figura 2.3 muestra un esquema de red ISP banda ancha, en ella la nube grande es la del *carrier* o proveedor mayor de internet, el negocio de un ISP,

²⁵*Network Access Point*, Punto de Acceso a la Red, es el punto donde confluyen las redes de las distintas empresas proveedoras de servicios de internet.

consiste en revender el internet. Hay que destacar que un ISP requiere distintos dispositivos para aceptar la entrada de usuarios finales y brindar servicios. Para participar en una red de transporte, el ISP debe poder conectarse a otros ISP. Un ISP también debe poder manejar grandes cantidades de tráfico.

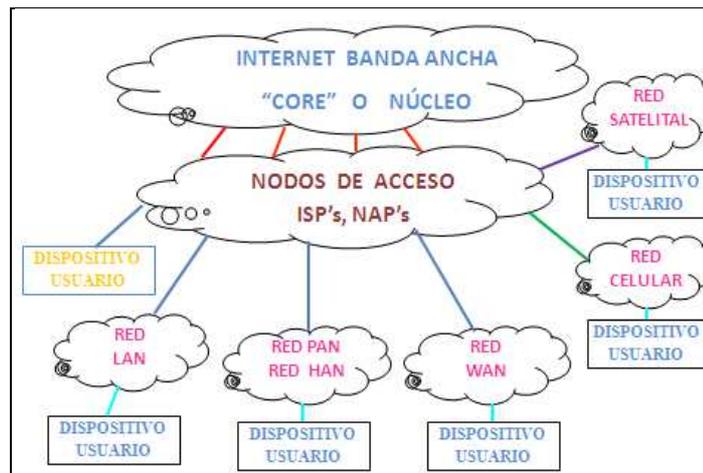


Figura 2.3 Esquema de un ISP de banda ancha

Fuente: diseño Kerly Cepeda

Entre algunos de los dispositivos requeridos para brindar servicios se encuentran:

- Los dispositivos de acceso que permiten a los usuarios finales conectarse al ISP, como un Multiplexor de acceso DSL (DSLAM) para conexiones DSL, un Sistema de terminación de módem por cable (CMTS) para conexiones cable, módems para conexiones dial-up o equipos de puenteo inalámbrico para acceso inalámbrico.
- Los routers de gateway de borde para que el ISP pueda conectarse y transferir datos a otros ISP, IXP o clientes empresariales de grandes corporaciones.

- Servidores para servicios como correo electrónico, asignación de direcciones de red, espacio Web, FTP hosting y multimedia hosting.
- Equipos de acondicionamiento de energía con batería de respaldo sustancial para mantener la continuidad si falla la grilla de energía principal.

2.4 CONSIDERACIONES GENERALES DEL DISEÑO DE UN ISP

Un ISP Inalámbrico puede operar en bandas ISM²⁶ de 2.4 GHz o 5.7 GHz. No es recomendable operar a 900MHz debido a la interferencia con las redes de telefonía celular.

Un ISP Inalámbrico es un servicio terrestre operando como una WAN red de área metropolitana con radiobases o células de 10-12 km de radio. El Sistema de ISP Inalámbrico es un servicio bi-direccional, dónde ambos, el cliente y el nodo central envían y reciben datos. No es un sistema transmisor-receptor, pues cada nodo hace ambas tareas.

El sistema opera en bases punto a multi-punto, y consiste en una estación base y varios nodos clientes en un radio de entre 10 a 12 km alrededor de él. Los nodos cliente se conectan a la unidad base sobre enlaces inalámbricos. Por consiguiente, se requiere una línea de vista directa (LOS^{27}), entre la antena del cliente y la antena de la estación base para establecer la conexión inalámbrica.

²⁶ *Industrial, Scientific and Medical*, son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica.

²⁷ *Line of Sight*, Línea de vista directa

La línea de vista directa entre dos puntos es la posibilidad de ver desde un punto al otro punto sin ningún obstáculo físico, como árboles, hojas o ramas de árboles, edificios, vallas publicitarias, construcciones, cerros etc. Para mayores distancias, puede haber problemas para asegurar la línea de vista debido a la curvatura de la Tierra.

Por ejemplo, la línea de vista directa entre dos puntos localizados a una distancia de 30 km puede asegurarse, si éstos se elevan a 18 metros de altura (aunque para hacerlo efectivamente se hace el cálculo de propagación ente los dos puntos y se calcula la altura de torre que sostendrán las antenas)

2.5 ISP INALÁMBRICO UTILIZANDO ESTANDAR WI-FI

Con la llegada del estándar 802.11 las comunicaciones de datos han evolucionado de forma favorable existe el estándar 802.11 a que es el que se propone para el Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico llamado también WISP, se lo escogió por ser versátil no se necesita licencia para operar entre otros aspectos, etc.

Como trabaja un ISP se ve en la figura 2.4. se observa que para la antena principal se puede realizar una 4 antenas sectoriales que tengan un radio de 90 grados cada una, es mejor que colocar una sola antena omnidireccional. Para el nodo principal se recomienda antenas con ganancia de 32 dB, para enlazar al nodo norte y nodo sur.



Figura 2.4 Esquema de funcionamiento de un ISP

Fuente: <http://khrisier.wordpress.com/tag/wireless-2/>

Las tecnologías utilizadas para las instalaciones centrales son principalmente las tecnologías de red y la capa de enlace de datos, incluyendo el modo de transferencia asíncrono (ATM), IP, red óptica síncrona (SONET) y la multiplexación por división de longitud de onda densa (DWDM). Para las redes troncales utilizadas para las empresas, una tecnología Ethernet 10 Gb Ethernet o Gigabit también se utiliza en muchos casos.

(Ania & Gomez de Silva, 2008) Dicen puede estar unido directamente a un NAP o a otro ISP más grande mediante ruteadores para llegar a los clientes. Cuando se ingresa a una dirección de internet en un navegador, el programa se conecta al *host*(equipo anfitrión) o servidor donde está alojada la página, ya sea dentro del mismo ISP o en otro diferente, para esto utiliza el ancho de banda del ISP.

Al descargar la página, el navegador interpreta el código HTML(*HyperTextMarkupLanguage*) Lenguaje de Marcas de Hipertexto de la página y muestra por pantalla el contenido de la misma(Quero, García, &

Peña, 2007). Para esto, el desarrollo de la tecnología ha permitido que el acceso a internet pueda realizarse desde una amplia gama de dispositivos.

2.5.1 SEGURIDADES DE UN ISP

El proveedor debe asegurar la disponibilidad del servicio de Internet según lo acordado con sus clientes por medio del SLA (*Service Level Agreement*) Acuerdo de Nivel de Servicio, el cual es un contrato escrito entre un ISP y su cliente con el objetivo de fijar el nivel acordado para la calidad de servicio. Dentro de lo que se debe garantizar es el funcionamiento de los servicios tales como correo y DNS.

Para esto el proveedor debe asegurar su infraestructura, servicios y aplicaciones que son las capas de todo sistema de comunicación. Entonces es imperioso realizar una planificación de la seguridad, determinar las posibles amenazas, implementar las medidas necesarias y revisar continuamente el proceso.

El crecimiento exponencial de los servicios de internet desde la perspectiva de la seguridad, puede ser un problema, miles de computadoras conectadas a internet, en promedio varias horas por día, con velocidades importantes y con capacidades de procesamiento apreciables son tentadoras para los atacantes.

En un ISP es importante proteger el hardware, el software y la información. Es necesario tener seguridad física en cuanto a los elementos del ISP. Separar el tráfico en varias redes puede también ayudar a brindar seguridad.

Es también importante controlar cualquier tipo de ataque mediante un cortafuegos o *firewall*.

2.6 CALIDAD DE SERVICIO QoS PARA UN ISP

Desde el punto de vista de un ISP, la calidad de servicio está relacionada principalmente con los siguientes aspectos:

1. Funcionamiento óptimo de los recursos de la red, de manera que sea capaz de atender eficientemente al número de suscriptores previsto, incluso debe haber una proyección de crecimiento.
2. Capacidad de ofrecer a los usuarios un cierto grado de servicio, incluso ante la presencia de congestión en la red.
3. Administración apropiada de la red que permita la solución de problemas en un tiempo mínimo y asistencia técnica de calidad para los clientes.
4. Configuración adecuada de los dispositivos del ISP, para cumplir los criterios de calidad de servicio necesarios en la red y acordados con el usuario.
5. Entrega de una solución rápida y precisa ante cualquier inconveniente

2.6.1 CLASIFICACIÓN DE QoS

Por la sensibilidad del tráfico;

Existen distintos tipos de tráfico de datos en la red, cada uno con diferentes requerimientos de retardo, latencia y ancho de banda. Así, se puede distinguir los siguientes tipos:

1. QoS muy sensible al retardo.-Se trata de tráfico que requiere la garantía de cierta disponibilidad, gran ancho de banda reservado, mínimo retardo y *jitter* (inestabilidad o variabilidad en el retardo).

Para lograrlo se utilizan mecanismos de prioridad. Por ejemplo, videocomprimido y videoconferencia.

2. QoS algo sensible al retardo.-Se origina en aplicaciones que precisan de retardos de máximo un segundo para no ocasionar pérdida de tiempo para el usuario. También requiere garantía de ancho de banda, pero menos que el caso anterior. Por ejemplo, transacciones online.

3. QoS muy sensible a pérdidas.-Es el caso del tráfico tradicional, que es más tolerante al retardo pero menos tolerante a pérdidas. Se busca no descartar paquetes ni desbordar los buffers de almacenamiento. La garantía se da a nivel de acceso, al medio o en capas superiores, pero no a nivel físico. Por ejemplo, correo electrónico y datos tradicionales.

4. QoS no sensible.-Se trata del tráfico que no requiere garantías, y puede aprovechar cualquier oportunidad de transmisión restante, asumiendo que los buffers posteriores tendrán la capacidad de envío suficiente para este tipo de tráfico, por lo que se le asigna la prioridad más baja. El algoritmo del Mejor esfuerzo responde a este tipo de QoS. Ej. El tráfico de noticias.

2.6.2 QoS EN ESCENARIOS INALÁMBRICOS

El entorno inalámbrico es muy hostil para medidas de Calidad de Servicio debido a su variabilidad en el tiempo, ya que puede mostrar una calidad nula

en un cierto instante de tiempo. Esto implica que satisfacer la QoS resulta imposible para el 100% de los casos, lo que representa un serio desafío para la implementación de restricciones de máximo retardo y máximo jitter en sistemas inalámbricos.

Si las redes nunca se congestionaran sería muy fácil brindar Calidad de Servicio. Para ello habría que sobredimensionar todos los enlaces, cosa no siempre posible o deseable.

Los sistemas de comunicaciones ya estandarizados emplean requerimientos de QoS de retardo y jitter en entornos cableados e inalámbricos, pero, en ocasiones sólo pueden garantizar los requisitos para un porcentaje menor al 100% de los casos. Por otro lado, algunas aplicaciones de datos (ej. WiFi) no requieren de restricciones de máximo retardo y jitter, por lo que su transmisión sólo necesita de la calidad media del canal, en la Tabla 2.1 se muestra los requerimientos para QoS.

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD DE SERVICIO DE LAS APLICACIONES				
Aplicación	Fiabilidad	Retardo	Jitter	Ancho de Banda
Correo electrónico	Alta (*)	Alto	Alto	Bajo
Transferencia de ficheros	Alta (*)	Alto	Alto	Medio
Acceso Web	Alta (*)	Medio	Alto	Medio
Login remoto	Alta (*)	Medio	Medio	Bajo
Audio bajo demanda	Media	Alto	Medio	Medio
Video bajo demanda	Media	Alto	Medio	Alto
Telefonía	Media	Bajo	Bajo	Bajo
Videoconferencia	Media	Bajo	Bajo	Alto

Tabla 2.1 Requerimientos de QoS en las Aplicaciones

Fuente: <http://edadmovil.wordpress.com/introduccion/mps-y-qos/>

Para proporcionar QoS con congestión es preciso tener mecanismos que permitan dar un trato distinto al tráfico preferente y cumplir el SLA

(ServiceLevelAgreement). En la figura 2.5, se muestra los efectos de la congestión sobre QoS tanto en el tiempo de servicio y en el rendimiento.

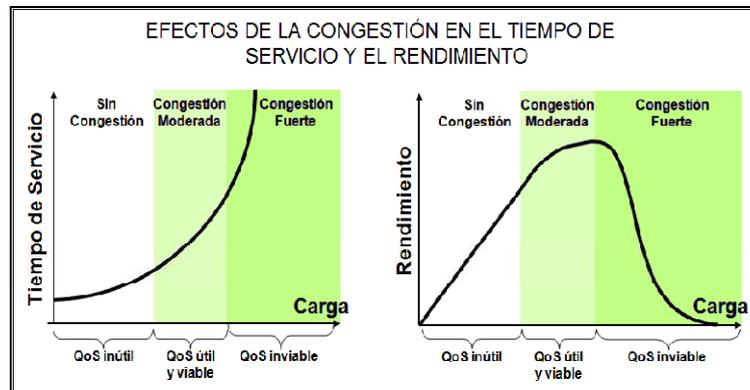


Figura 2.5 Efectos de la Congestión para QoS

Fuente:

Cuando la carga aumenta el tiempo de servicio crece de forma exponencial y como consecuencia de esto las aplicaciones no pueden funcionar o retransmiten la información que creían perdida. Por tanto a partir de un cierto nivel de carga no solo crece el tiempo de servicio, sino que disminuye el rendimiento obtenido del enlace debido a las retransmisiones.

El objetivo de la Calidad de Servicio es asegurar que en casos de carga relativamente elevada (la zona marcada como de 'congestión moderada' en la gráfica) las aplicaciones que lo requieran podrán disfrutar de un tiempo de servicio reducido. Si la red tiene siempre niveles de carga inferiores el funcionamiento se complica y no se obtiene beneficio al aplicar mecanismos de Calidad de Servicio. Si la red tiene normalmente niveles fuertes de congestión los mecanismos de Calidad de Servicio difícilmente serán capaces de asegurar el nivel de calidad pedido a las aplicaciones que así lo requieran.

2.7 CONEXIÓN A INTERNET POR PARTE DE UN ISP

Para proveer de servicios de Internet es necesario estar conectado al Internet, a través de uno o varios enlaces WAN. Por lo tanto, la red troncal se encarga de:

- Agregar el tráfico procedente de las redes de acceso y concentración.
- Interconexión con el resto de POP de la Red.
- Interconexión a otras redes, proveedores de tránsito y puntos neutros.
- La red troncal también mejora el rendimiento estadístico de la red en los routers de concentración.

Además de la conexión externa se debe también considerar una conexión al NAP.EC (*Network Access Point of Ecuador*) Punto de Acceso de Red Ecuador. El NAP.EC consiste en una infraestructura instalada con el objetivo de intercambiar tráfico de Internet originado y terminado en el Ecuador, y es administrado por la AEPROVI (Asociación de Empresas Proveedoras de Servicios de Internet, Valor Agregado, Portadores y Tecnologías de la información).

Un proveedor puede participar del intercambio de tráfico local a través de NAP.EC, pero es indispensable cumplir los siguientes requisitos mínimos:

1. Estar autorizado para la explotación de servicios de Internet conforme a la legislación ecuatoriana vigente.
2. Estar unánime en cumplir el "Acuerdo multilateral para intercambio de tráfico a través de NAP.EC" (documento que trata sobre la calidad mínima que debe tener la conexión).

3. Tener asignado legalmente un número de sistema autónomo (ASN²⁸) público y direcciones IP públicas.

Los proveedores que reúnan los requisitos deberán efectuar el siguiente proceso de inscripción a fin de participar del intercambio de tráfico a través de NAP.EC:

1. Enviar una solicitud de conexión dirigida a AEPROVI. Esta solicitud debe ser remitida por el representante legal del proveedor y en ella se debe indicar: el nodo al cual se desea la conexión y la capacidad inicial del enlace de acceso.
2. Entregar en las oficinas de AEPROVI, el "Acuerdo para intercambio de tráfico a través de NAP.EC" firmado por el representante legal del proveedor (encaso de no haberlo firmado antes).
3. Cancelar el costo por activación de puerto y puesta en marcha del servicio.
4. Coordinar con la administración técnica de NAP.EC la instalación de la última milla (esta debe cumplir los requerimientos exigidos por NAP.EC).
5. AEPROVI asignará los recursos en el equipamiento de NAP.EC y en coordinación con el responsable técnico del proveedor se levantará la conexión.

Actualmente existen 3 nodos que permiten la conexión de los proveedores de internet a NAP.EC: Quito, Guayaquil y Cuenca.

²⁸ Colección de conexión de Protocolo de Internet (IP) de enrutamiento prefijos bajo el control de uno o más operadores de red que presenta una política común, claramente definida de enrutamiento del internet. Una única ASN se asigna a cada uno como para el uso de BGP enrutamiento.

Cada nodo tiene una infraestructura de capa 2 y capa 3: los participantes comparten un medio ethernet y a través de esa conectividad configuran un protocolo de enrutamiento (BGP²⁹).

Las sesiones BGP se levantan entre un servidor de rutas de NAP.EC y el respectivo enrutador de borde de cada proveedor.

Los nodos de NAP.EC están unidos mediante enlaces interurbanos que transportan tráfico entre dichas ciudades (este es un servicio opcional).

La infraestructura de NAP.EC tiene su propio número de sistema autónomo (ASN) y maneja su propio rango de direcciones IP públicas.

La siguiente figura 2.6, muestra la topología física de NAP.EC y los participantes actuales:

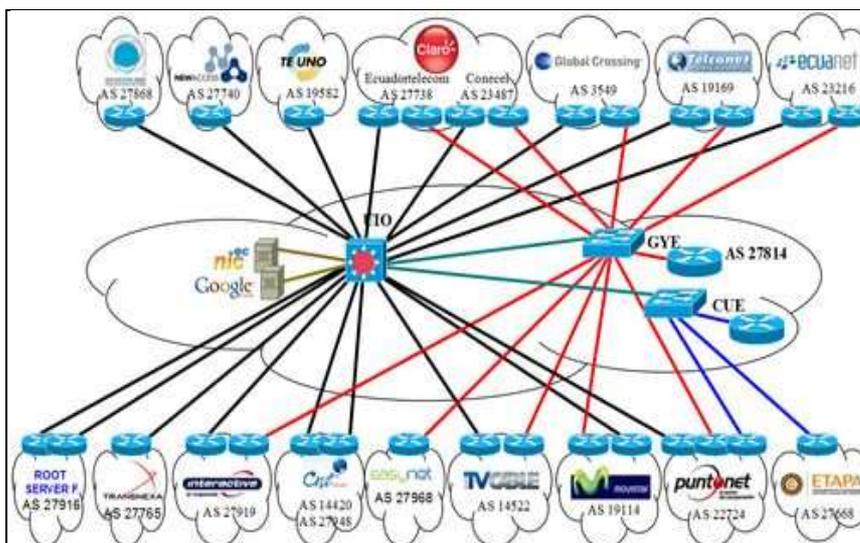


Figura 2.6 Topología física NAP.EC

Fuente:http://www.aeprovi.org.ec/index.php?option=com_content&task=view&id=145&Itemid=85

²⁹ *Border Gateway Protocol*, es un protocolo mediante el cual se intercambian prefijos los ISP's registrados en internet. El protocolo de Gateway fronterizo (BGP) es un ejemplo de protocolo de gateway exterior (EGP). BGP intercambia información de enrutamiento entre sistemas.

2.7.1 POLÍTICAS SOBRE EL ENRUTAMIENTO

Las siguientes políticas de enrutamiento rigen la operación y administración de NAP.EC:

- Una sola sesión BGP por conexión con un servidor de rutas.
- No se permite BGP multi-hop³⁰.
- Se bloquean redes privadas, redes experimentales o de investigación, redes reservadas por IANA³¹ y rutas por defecto.
- Se bloquean prefijos con máscaras de más de 24 bits.
- No se filtran “prefijos válidos”, ni aplicaciones (en ambos extremos de la sesión BGP).
- Se eliminan del ASPATH³² los ASN privados.
- Desde NAP.EC, "todos" los prefijos son anunciados a todos los proveedores con comunidad no-export.
- En el extremo de NAP.EC, se maneja un máximo para el número de prefijos recibidos por sesión.
- Si el proveedor desea configurar un máximo para el número de prefijos recibidos desde NAP.EC, este número máximo deberá ser consultado y coordinado con la administración de NAP.EC.
- Si el proveedor desea utilizar el enlace interurbano de NAP.EC los prefijos que anuncie en cada nodo deberán ser diferentes.

³⁰ Son la forma tradicional de implementar el equilibrio de carga en EBGp enlaces paralelos. Sesión EBGp se establece entre las interfaces de loopback de los routers adyacentes

³¹ *La Internet Assigned Numbers Authority*, es la Agencia de Asignación de Números de Internet.

³² Es la forma de referenciar un archivo o directorio en un sistema de archivos de un sistema operativo determinado. Una ruta señala la localización exacta de un archivo o directorio mediante una cadena de caracteres concreta

- Antes de pasar al proceso de selección de rutas, a todos los prefijos recibidos en NAP.EC se les asigna un valor de cero para el atributo MED³³.
- Luego del proceso de selección de rutas, los prefijos son anunciados por NAP.EC con los siguientes valores del atributo MED: 0 si ha sido recibido en el mismo nodo (ciudad) y 100 si ha sido recibido en otro nodo (ciudad).

2.7.2 RED DE GESTIÓN DEL ISP

Esta red de gestión tiene aplicaciones críticas para un ISP que se centralizan en un CPD (Centro de Proceso de Datos). El CPD se conecta a un router del backbone por dos líneas redundantes y está compuesto por las siguientes redes de área local:

- a) LAN de gestión:** Incluye los servidores de red IP, gestión de equipos de cliente, estadística y acuerdos de nivel de servicio, y máquinas de visualización. El acceso desde la red IP a esta LAN está protegido por un firewall dedicado.
- b) LAN DNS/Radius:** Incluye los servidores de DNS principal, DNS caché y Radius. Debido a que esta LAN incluye los servidores más críticos, el acceso desde la red IP está protegido por dos firewalls dedicados en balanceo de carga.

Esta estructura ha conseguido separar el tráfico de gestión del resto del tráfico.

³³*Multiple-Exit-Discriminator*, conocido como métrica, indica a los peers de eBGP el path preferido para entrar en el AS desde fuera. Por defecto el valor del MED es 0 y cuanto más bajo sea el valor es más preferible.

2.7.3 TIPOS DE CONEXIONES INALÁMBRICAS

Los tipos de conexiones son muchas y se pueden combinar entre ellas haciéndolas muy flexibles. Las más importantes o las más comunes son las conexiones punto a punto y punto multipunto, así como se puede cambiar redes con cableado estructurado a redes inalámbricas.

(Sivianes, Sanchez, Roper, & Rivera, 2010) Dicen algunas de las conexiones y configuraciones más usuales dentro de los enlaces inalámbricos, aunque existen infinitudes de configuraciones, así como de posibilidades, dependiendo de las necesidades de cada uno.

2.7.4 ENLACE PUNTO A PUNTO

Con el enlace Punto a Punto, es posible alcanzar distancias mayores (10km) y proveer de una conexión segura y estable

Entre los atributos más importantes que debe cumplir un ISP se encuentra la simplicidad estructural, ya que permite a los clientes una fácil interconexión y le otorga al proveedor facilidad para adaptarse a cambios tecnológicos.

Los enlaces punto-punto acoplan de forma transparente o enrutada dos redes físicas como si estuvieran unidas por un cable. No requiere de reconfiguración de ningún equipo, respecto a los AP (*Access Point*), las dos redes trabajarán de forma confiable.

2.7.5 ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO

Los enlaces Punto Multipunto funcionan de forma similar a los enlaces Punto a Punto, pero, unen varias redes entre sí. Los enlaces Punto- Multipunto

pueden permitir establecer grandes áreas de cobertura, para enlazar diferentes puntos remotos hacia una central para implementar redes de datos, voz y video.

Este radioenlace consta de una instalación central dotada de una antena multidireccional, a la que apuntan las antenas direccionales del resto de dispositivos. Debido a la flexibilidad de los AP (Puntos de Acceso) se pueden definir reglas de acceso entre las diferentes redes o hacerlas funcionar como una única red.

2.8 LOS RADIOENLACE DE UN ISP

Cuando se diseña radioenlaces, se debe aplicar métodos que involucra toda una serie de cuestiones tales como la elección de la banda de frecuencias, el tipo de antenas y los equipos de radiocomunicación, el cálculo del balance de potencias (presupuesto de potencia), la estimación de los niveles de ruido e interferencia o el conocimiento de las distintas particularidades y fenómenos de propagación radioeléctrica, etc.

2.8.1 PLANIFICACIÓN INICIAL

(Soto, Carbonell, Vidal, & Tarín, 2006) Dicen al respecto, la planificación del enlace radioeléctrico de un sistema de radiocomunicaciones comienza con el cálculo del alcance. Para ello se deben conocer la banda de frecuencias, las características climáticas de la zona y las especificaciones técnicas de los equipos de radio: potencia del transmisor, ganancia de las antenas, sensibilidad del receptor, tasa de error, disponibilidad, etc. En la propuesta de este proyecto se recomienda la banda de 5 GHz.

La utilización de aplicaciones de programas de simulación con cartografías digitales del terreno y de las obstrucciones naturales como cerros y otras elevaciones, dan un buen análisis de propagación de la señal de radio a usarse para un WISP, constituye una potente herramienta de ayuda en la planificación.

Sea que se utilice equipos WiFi (802.11) o Wimax (802.16), estos sistemas se incluyen dentro de la categoría de sistemas terrestres con visión directa (LOS, *Line-Of-Sight*). La característica de visibilidad directa o LOS proviene de la dificultad de las señales de radio de alta frecuencia para propagarse bordeando esquinas o para difractarse en torno a obstáculos.

La figura 2.7 determina 3 nodos para facilitar cobertura en todo el cantón.



Figura 2.7 Determinación de ubicación de nodos del WISP en Balzar, plano con Google Earth

Diseño: Kerly Cepeda

En la ciudad de Balzar se midió las respectivas coordenadas para 3 nodos, se midieron las coordenadas de latitud y longitud, estos datos son los siguientes:

NODO NORTE 01°21'24"S

79°54'36.8" O

NODO SUR 01°20'35"S

79°53'48.6" O

NODO principal 01°22'00"S

79°54'00"O

Tomando en cuenta que la ubicación recomendada para los nodos poseen línea de vista es factible poder enlazarlos para así cubrir toda la ciudad, el radio de cada nodo es de aproximadamente 7 km a la redonda. Si desde la alineación de una de las antenas puede verse la otra, entonces se dice que existe visión directa.

Normalmente, suelen visitarse las posibles instalaciones de las antenas y comprobarse la existencia de visión directa como fase previa a la instalación de los equipos de radio.

Es práctico la búsqueda de zonas geográficas superiores (altas) con buena visibilidad o edificios altos, lugares ideales para la instalación de estaciones base (nodos).

En el caso de enlaces de corto y medio alcance se puede comprobar la existencia de visión directa con ayuda de unos binoculares o larga vistas. La localización visual del otro extremo del enlace puede realizarse con ayuda de una brújula o valiéndose de alguna marca o elemento significativo del mapa.

2.8.2 PASOS PARA ESTABLECER UN RADIOENLACE

Se recomiendan realizar los siguientes pasos:

1. Visita al lugar para tomar o medir las coordenadas exactas de los extremos del radioenlace (latitud, longitud y altura sobre el terreno), con un GPS³⁴ o *Smartphone*³⁵, se puede tomar estas mediciones.
2. Determinación de la orientación del enlace e indicación sobre un mapa de la zona (preferible). Esto ayudará a la localización de posibles obstáculos y elementos significativos sobre el mapa.
3. Realizar el cálculo de presupuesto de potencia, hoy en día se puede contar con programas versátiles como Radiomobile³⁶, que es gratuito y ayudan a comprobar línea de vista, adecuada zona de fresnel³⁷, altura de torres-antenas, potencia de radios etc.

³⁴*Global Positioning System*, Sistema de posicionamiento global, es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros.

³⁵Teléfono inteligente, algunos vienen incorporados con GPS, ejemplos los blackberries.

³⁶Programa para analizar y planificar el funcionamiento de un sistema de radiocomunicaciones fijo o móvil, utiliza mapas con datos digitales de elevación del terreno, junto con los datos de las estaciones de radiocomunicación y algunos algoritmos, que desarrollan modelos de propagación radio, para obtener los niveles de señal en distintos puntos de un trayecto.

³⁷ Se llama zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda electromagnética, y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180°. La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40% de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20%.

4. Seleccionar equipos para el radioenlace, incluye la infraestructura general para establecer enlaces punto a punto, punto multipunto etc., incluye los equipos del WISP.
5. Configuración de los equipos del sistema WISP.
6. Prueba del sistema.

2.9 DESCRIPCION DE TECNOLOGIA WIFI

En 1999 se creó una asociación conocida como *WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance, Alianza de Compatibilidad Ethernet Inalámbrica)*. Esta asociación pasó a denominarse WiFi Alliance en el 2003. El objetivo no era solamente el fomento de la tecnología inalámbrica WiFi, sino, establecer estándares para que los equipos que incorporan esta tecnología inalámbrica fueran compatibles entre sí.

WECA, en abril de 2000 certifica la interoperabilidad de equipos según la norma IEEE 802.11b bajo la marca WiFi. En la actualidad, existe la especificación 802.11n, la cual trabaja a 2,4GHz o 5GHz a una velocidad de transmisión que podría llegar a los 600 Mbps y lograría ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g.

A continuación se describe los distintas modificaciones del estándar 802.11 y su especificación relevante.

802.11a.- El estándar 802.11a admite un ancho de banda superior máximo de 54Mbps aunque en la práctica es de cerca de 30 Mbps. Provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz(llamado WiFi 5).

802.11b.- Uno de los primeros estándares utilizados. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.

802.11c.- No ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11.

802.11d.- Es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.

802.11e.- Este estándar está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la capa de enlace de datos. El objetivo del estándar es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.

802.11f.- Es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Le permite a un usuario cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red.

802.11g.- El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado en el rango de frecuencia no licenciadas de 2,4GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los

dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.

802.11h.-El estándar 802.11h tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo HiperLAN³⁸ 2.

802.11i.- El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación). Este estándar se basa en el AES (estándar de cifrado avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.

802.11r.-El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.

802.11j.-El estándar 802.11j es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

802.11n.- Es una propuesta de modificación al estándar IEEE 802.11-2007 para mejorar significativamente el desempeño de la red, con un incremento significativo en la velocidad máxima de transmisión de 54 Mbps a un máximo de 600 Mbps, con el uso de flujos espaciales en un canal de 40Mhz.

2.9.1 LOS MODOS DE FUNCIONAMIENTO

El estándar 802.11 define dos modos operativos:

1. El modo ad-hoc en el que los clientes se conectan entre sí sin ningún punto de acceso.

³⁸Estándar global para anchos de banda inalámbricos LAN que operan con un rango de datos de 54 Mbps en la frecuencia de banda de 5 GHz

2. El modo de infraestructura en el que los clientes de tecnología inalámbrica se conectan a un punto de acceso. Éste es por lo general el modo predeterminado para las tarjetas 802.11b.

A) MODO AD-HOC

Una red "Ad-Hoc" consiste en un grupo de ordenadores que se comunican cada uno directamente con los otros a través de las señales de radio sin usar un punto de acceso. Las configuraciones "Ad-Hoc" son comunicaciones de tipo igual-a-igual, es decir, una red en la que cada equipo actúa como cliente y como punto de acceso simultáneamente.

La ventaja de este modo es que se puede levantar una comunicación de forma inmediata entre ordenadores, aunque su velocidad generalmente no supera los 11Mbps, esta configuración que forman las estaciones se llama IBSS (*Independent Basic Service Set*) o conjunto de servicio básico independiente.

En una red ad hoc, el rango del BSS independiente está determinado por el rango de cada estación. Esto significa que si dos estaciones de la red están fuera del rango de la otra, no podrán comunicarse, ni siquiera cuando puedan "ver" otras estaciones. A diferencia del modo infraestructura, el modo ad hoc no tiene un sistema de distribución que pueda enviar tramas de datos desde una estación a la otra. Entonces, por definición, un IBSS es una red inalámbrica restringida.

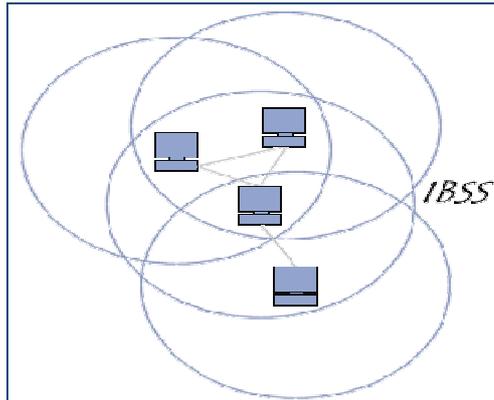


Figura 2.9 Modo Ad-Hoc

Fuente: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/equipamiento-tecnologico/redes/694-administrar-la-red-en-un-ies>

De tal manera que un IBSS crea una red temporal que les permite a los clientes que estén dentro de una misma red intercambiar datos. Los clientes de la red inalámbrica que quieren comunicarse entre ellos necesitan configurar el mismo canal y ESSID (*Service Set Identifier*, identificador de red inalámbrica) que viene a ser como el nombre de la red, pero a nivel WiFi.

b) MODO INFRAESTRUCTURA O MODO MANAGED

Esta forma de funcionamiento es más eficaz que Ad-Hoc, en este modo cada usuario se conecta a un punto de acceso (*AP*) a través de un enlace inalámbrico. Además este modo gestiona y se encarga de llevar cada paquete a su sitio. La configuración formada por el punto de acceso y las estaciones ubicadas dentro del área de cobertura se llama conjunto de servicio básico o BSS.

Cada BSS se identifica a través de un BSSID (*identificador de BSS*) que es un identificador de 6 bytes (48 bits). Ver en la figura 2.5 un esquema de modo infraestructura.

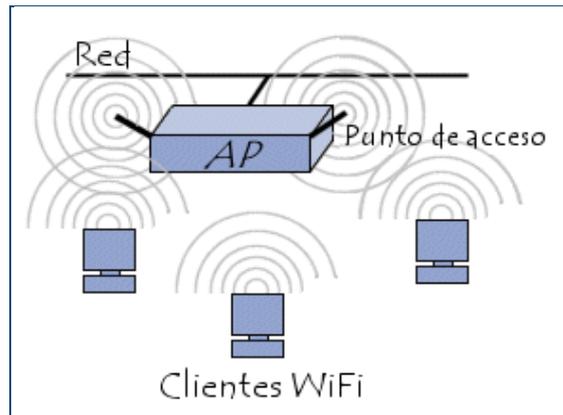


Figura 2.10 Modo infraestructura

Fuente: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/ca/equipamiento-tecnologico/redes/694-administrar-la-red-en-un-ies>

Se puede formar un ESS (*conjunto de servicio extendido*) cuando se vincula varios puntos de acceso juntos, es decir varios BSS, con una conexión llamada SD (*sistema de distribución*) que a su vez se lo puede realizar mediante un sistema cableado o inalámbrico.

2.10 CÁLCULO DE LA PROPAGACIÓN ENTRE NODOS

Continuando con los pasos para diseñar un radioenlace, se realiza el tercer paso, que es calcular la propagación de la señal con la utilización de bandas de 2,4 GHz y 5 GHz. En estos sistemas puede definirse que la existencia de una línea de visión es requisito indispensable. Para ello, el primer aspecto es identificar si existe una línea óptica de visión entre los dos puntos de ubicación de las antenas.

(Soto, Carbonell, Vidal, & Tarín, 2006) Recomiendan para alcanzar la línea de vista, que la línea de visión directa sea calculada por programas profesionales de radio enlaces, el segundo punto es valorar el recorrido entre los dos puntos y la existencia de la línea de visión en términos de

radiofrecuencia (RF) que se asocia a la claridad existente en la zona de Fresnel.

El comportamiento de las ondas electromagnéticas, aún en condiciones sin interferencia, sufre el efecto de atenuación por la propagación en el espacio libre.

Esta expresión se describe como la fórmula:

$$L_p = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d$$

Formula 2.1 Perdidas de propagación en espacio libre

Dónde:

L_p : Pérdidas por propagación en espacio libre en dB

f : Frecuencia en MHz

d : Distancia en Km

Para este proyecto se tiene las siguientes pérdidas por propagación en espacio libre.

Nodo Norte- Nodo Este= 5.99 km

Frecuencia= 5700 MHz

$$L_{dB p} = 32.4 + 20 \log(5700) + 20 \log(5.99) = 123.9$$

La figura 2.11 muestra la pérdida en dB para 2.4 GHz y 5.7 GHz. Se puede ver que después de 1.5 km la pérdida queda como "lineal" en dB.

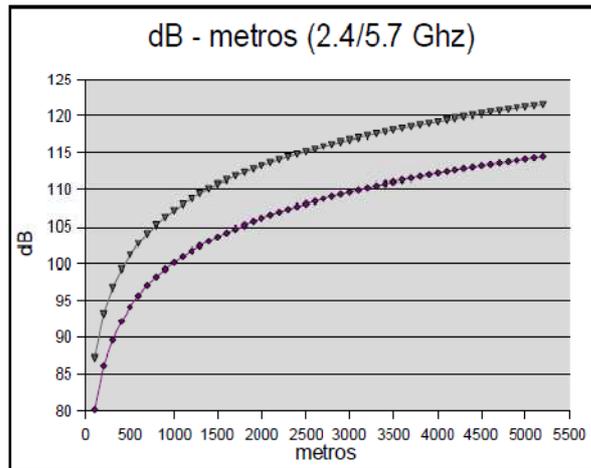


Figura 2.11 Pérdida en dB en función de la distancia

Fuente: <http://www.lacuevawifi.com/manuales/problemas-frecuentes-en-un-enlace-wifi/>

En general, en una red inalámbrica que opera a 2.4 GHz, en el primer kilómetro se pierde 100 dB y la señal es reducida a 6 dB cada vez que la distancia se duplica.

Según (Parkhurst, 2002) señala que un enlace de 2km tiene una pérdida de 106 dB y a 4km tiene una pérdida de 112 dB. Además de las pérdidas de propagación, existen distintos dispositivos que producen pérdida o aportan ganancia a la señal. Las antenas y amplificadores *wireless* añaden ganancias, al igual que las tarjetas y los puntos de acceso. Pero los conectores y los cables añaden pérdidas.

Para un conector, como es difícil saber con qué calidad está fabricado, se puede considerar una pérdida de 0.5dBpor cada conexión, tanto para el macho y la hembra y no hace falta estimar esa doble pérdida. En los conectores no solo es importante la pérdida en el ensamblado con el cable sino la pérdida de inserción que corresponde al unir los dos conectores, por lo tanto si se incorpora un conector externo, se le tiene que añadir una

pérdida de 0.5dB y lógicamente sumarle la ganancia de la antena que se incorpore.

El cálculo teórico del alcance de una transmisión se basará en sumar o restar estos factores. Al final, el nivel de señal que se obtenga y que sea suficiente para una buena recepción dependerá del equipo receptor. Pero se debe recordar que el proceso es inverso, es decir las comunicaciones *wireless* son siempre bidireccionales y los datos técnicos para cada equipo son diferentes si están recibiendo o emitiendo.

Es importante decir que estos cálculos pueden ser realizados por el programa, Radiomobile en él se visualiza con gráficas, las pérdidas del enlace, y zona de Fresnel.

2.10.1 SENSIBILIDAD DE RECEPCIÓN

La sensibilidad de recepción indica el nivel de señal (dBm) que debe recibir un dispositivo wireless para trabajar correctamente a una determinada velocidad de transmisión (bits por segundo)(Tomasí, 2003).

Cuanto mejor es la sensibilidad, mejor será un dispositivo ya que necesitará que le llegue menos potencia para trabajar correctamente (a una velocidad dada). El rango de señal válido para enlaces inalámbricos puede variar desde los -70 dBm.

La sensibilidad de los equipos de los diferentes fabricantes varía mucho más que la potencia. La sensibilidad puede variar, mientras que la potencia está limitada por leyes, entonces es necesario encontrar un receptor que tenga mejor sensibilidad.

Por lo tanto, tomando en cuenta lo detallado, se tiene que el nivel de señal (PR_x) que recibe un equipo será:

$$SR_x = PT_x + GT_x + GR_x - LBT_x - LBR_x - L_p - LA$$

Formula 2.2 Cálculo del Nivel de Señal de Rx.

Dónde:

SR_x = Nivel de señal que llega al equipo receptor, siempre será negativo (dB).

PT_x = Ganancia de salida del equipo transmisor. Es la potencia en dB con la que sale la señal del equipo transmisor (10dBm).

GT_x = Ganancia de la antena del equipo transmisor (18dBi).

GR_x = Ganancia de la antena del equipo receptor (5dBi).

LBT_x = Pérdida cables equipo transmisor (1.5dB).

LBR_x = Pérdida cables equipo receptor (0.5dB).

L_p = Pérdida de propagación (123.9dB).

LA = Pérdidas adicionales debido a las condiciones ambientales.

Entonces se tiene:

$$SR_x = 10 \text{ dBm} + 18\text{dBi} + 15\text{dBi} - 1.5\text{dB} - 0.5\text{dB} - 123.9\text{dB}$$

$$SR_x = -82.9 \text{ dB}$$

Si realmente las condiciones son de espacio libre sin obstáculos, algo que normalmente no ocurre de manera ideal, entonces teóricamente cumplirá estos requerimientos.

Dependiendo de las características del equipo receptor, este nivel de señal es suficiente para una u otra velocidad de transmisión y al tener una

sensibilidad de -95dBm se tiene que la potencia en el receptor será: $PR_x = -82.9 - (-95) = 12.1\text{dB}$

Esta potencia en el receptor de este enlace es conveniente para ambientes urbanos.

Debido a que no es la potencia la que hace el trabajo de enlaces “legales” si no la sensibilidad del receptor, resulta que este enlace es legal en Ecuador.

El presupuesto del enlace se calcula a la mayor frecuencia, lo que garantiza el funcionamiento de la red en frecuencias menores. Con estos valores obtenidos, se procedió a realizar el cálculo para la pérdida de propagación para los otros nodos y los resultados fueron favorables.

La propuesta de selección de equipos y características se lo detalla en el próximo capítulo.

CAPÍTULO 3

PROPUESTA DE EQUIPOS PARA ISP

Se proponen los siguientes equipos

3.1 RUTEADOR CONCENTRADOR DE ACCESO

Un ruteador de acceso ofrece conectividad tanto a los usuarios corporativos como residenciales. A continuación se detallan las características técnicas mínimas del ruteador de acceso:

- ✚ Conectividad LAN (100/1000baseTX, Gbit Ethernet)
- ✚ Conectividad WAN (ATM, ISDN,BRI/PRI, T1/E1)
- ✚ DRAM de 4GB default (expansión hasta 8 GB)
- ✚ Puertos USB´s.
- ✚ Puertos Fijos Ethernet 100/1000 base T, Gbit Ethernety RJ-45
- ✚ 4 Ranuras para módulos WAN/LAN
- ✚ IPv4 e IPv6
- ✚ ACL´s
- ✚ NAT
- ✚ DiffServ (Servicios Diferenciados)
- ✚ Algoritmo de Cifrado AES, DES y Triple DES
- ✚ IEEE 802.1Q VLAN
- ✚ Telnet, SNMP, TFTP, VTP

3.1.1 CONMUTADORES (SWITCHES)

Los conmutadores permiten conectar entre si los dispositivos de la red. En el presente diseño se requiere de un conmutador para interconectar los

diferentes equipos de la red interna del ISP. Debido a que este dispositivo es fundamental se utilizará otro conmutador de las mismas características para redundancia. A continuación se detallan las características técnicas mínimas del conmutador:

- ✚ Puertos Ethernet : 100base TX 112, Gbit Ethernet
- ✚ Puerto UL 1000base TX fijo
- ✚ Nivel de conmutación: Capas 2 y 3 (modelo OSI)
- ✚ DRAM de 4 GB de memoria
- ✚ Puerto de consola RJ-45 asíncrono EIA-232
- ✚ Telnet, SNMP
- ✚ STP (Spanning-Tree Protocol, IEEE 802.1D)
- ✚ Telnet, SNMP, TFTP, VTP
- ✚ DiffServ (Servicios Diferenciados)
- ✚ Puertos half / full duplex.
- ✚ Manejo de enlaces Trunking.
- ✚ IPv6

3.1.2 SERVIDOR CACHÉ

El objetivo del servidor caché es acelerar el suministro de información a los usuarios de la www (World Wide Web). La mayor cantidad de páginas web visitadas ocurren durante el periodo pico de utilización de la red, generando un tráfico elevado.

Durante este periodo el Servidor Caché almacena las páginas visitadas, se recomienda utilizar el software Squid - Servidor Caché, ya que soporta HTTP y FTP, y posee un mecanismo avanzado de autenticación y control de acceso. Para mejorar el desempeño de la red, el Servidor Cache estará ubicado en el mismo segmento que el ruteador principal.

En el cálculo de la capacidad del servidor caché se considerará un periodo pico de 8 horas al día, que es el número de horas laborales en el Ecuador, 70% de tráfico. A continuación se especifican las características técnicas mínimas del servidor caché:

- ✚ Certificación de Soporte RHEL 5, categoría servidor
- ✚ Procesador Intel Dual Core 3.0 GHz
- ✚ 8 GB de RAM con capacidad de expansión
- ✚ 8 GB en disco para software y 500TB para almacenamiento de páginas web
- ✚ Memoria cache externa de 4 GB.
- ✚ Software: Squid
- ✚ Puertos USB 2.0 y 3.0
- ✚ Tarjeta de red con puertos Ethernet :100 baseTX, Gbit Ethernet.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS DE ACCESO

Pueden ser uno o varios equipos de acceso, eso depende de la cantidad de usuarios. Este equipo se conecta con un servidor RADIUS.

El equipo Radius recibe peticiones del Equipo de Acceso relacionadas al usuario que está autenticando; este equipo verifica que el nombre de usuario

y contraseña solicitado por el equipo de acceso sea correcto, además identifica si el tipo de clientes en algunos casos ADSL, solo mail, etc. El equipo Radius está conectado con la Base de Datos de clientes.

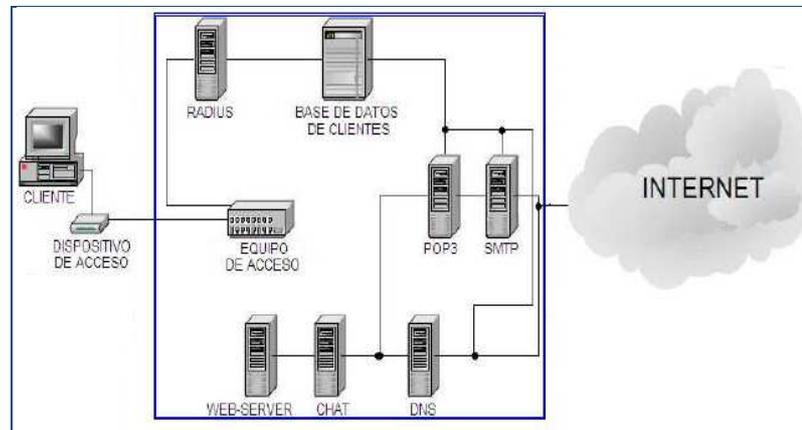


Figura 3.1 Arquitectura de ISP

Fuente: <http://piterpom.blogspot.com/>

Su uso primario es para Proveedores de servicio de internet, pero puede ser usado por empresas que necesiten servicios de contabilidad de servicios de Internet en sus estaciones de trabajo.

Soporta una amplia variedad de esquemas de autenticación, estos pueden ser login/password del servidor de terminales (*Terminal Server*) o usando los protocolos PAP (*PluggableAuthenticationService*) o CHAP (*ChallengeHandshakeAuthenticationProtocol*). Alternativamente se puede usar un password plano usando el protocolo CHAP. A continuación se detallan las características técnicas mínimas del equipo Radius genérico:

- ✚ Servidor Radius: FreeRadius
- ✚ Autenticación: PAP, CHAP
- ✚ Licencia
- ✚ Seguridad: DES

- ✚ Bases de Datos
- ✚ Sistema Operativo LINUX con procesador mayor de 2 GHz
- ✚ 4GB de RAM
- ✚ 500 GB de disco disponibles
- ✚ Tarjeta de red a 10 Mbps

3.2.1 BASE DE DATOS DE CLIENTES

La Base de Datos de un ISP debe ofrecer una delineación de los productos y servicios proporcionados por el ISP. Así como contener información del negocio, la infraestructura de la tecnología y la capacidad de ancho de banda que ofrece el ISP.

A continuación se detallan las características que debe manejar una Base de Datos de un ISP:

- Datos administrativos
- Número de abonados
- Direcciones de correo electrónico
- Nombre de Usuarios
- Tamaño de buzón de casilla
- Número de conexiones utilizadas y disponibles

Además una base de datos debe conocer el tipo de abono que tienen todos los clientes e inclusive si está habilitado para conectarse o no.

3.2.2 EQUIPOS SERVIDORES PoP3 Y SMTP

- a) **El servidor POP3.-** Se encarga de los correos entrantes y es donde se almacenan las casillas de correo. Utiliza el ancho de banda del ISP para

recibir los emails desde internet, y es donde el programa de correo se conecta para bajar los mensajes a la computadora del cliente.

b) El servidor SMTP.-Es el emisor de los mensajes del cliente; cuando un cliente envía un mensaje con un programa de correo, se conecta con el SMTP del ISP para gestionar el envío del mensaje hacia Internet. En el caso de que un cliente esté enviando un mensaje a un destinatario dentro del mismo dominio, el mensaje irá directamente al POP3 para que este se encargue de almacenar el mensaje.

Para tener alta seguridad en el filtrado de correo tanto entrante como saliente, es conveniente instalar también en el servidor de correo electrónico un antivirus y un antispam. Este servidor debe realizar las siguientes funciones:

- Escaneado de tráfico de correo. Escaneo de correo entrante y saliente, escaneo por "asunto", "cuerpo" y "adjunto", utilizando un mínimo de recursos del sistema.
- Prevención sobre el filtrado de información. Filtro de contenido (acciones frente a mensajes con virus), definición de parámetros de actuación en función de un patrón establecido y protección antispam contra envíos masivos.

A continuación se detallan las características técnicas mínimas del servidor de correo electrónico:

-  Procesador de 4 GHz o superior
-  4 GB de RAM con capacidad de expansión

- ✚ 500 GB libres en disco para software y 500GB para almacenamiento de mensajes
- ✚ Memoria cache externa
- ✚ Puertos USB 2.0
- ✚ Antivirus y Antispam
- ✚ Tarjeta de red con puertos Ethernet 100 baseTX, Gbit Ethernet y RJ45

Debe además bloquear correo que proviene de ciertas direcciones predefinidas o direcciones consideradas como SPAM (correo basura: mensajes no solicitados, habitualmente de tipo publicitario, enviados en grandes cantidades que perjudican al receptor).

3.2.3 WEBSERVER

Es un equipo o equipos encargados de alojar los contenidos del ISP, página de inicio, *web mail*, etc. El servicio Web provee a los usuarios de Internet un sistema para poder almacenar información, imágenes, video, o cualquier contenido accesible vía internet. Los sitios se alojan en computadores con servidores instalados, y cuando un usuario los visita, son estas computadoras las que proporcionan al usuario la interacción con el sitio en cuestión.

Gracias a los avances en conectividad y la gran disponibilidad de banda ancha, hoy en día es común establecer los servidores web dentro de la propia empresa, sin tener que recurrir a caros alojamientos en proveedores externos. Esto es posible gracias a que los servidores Web tienen gran estabilidad y confiabilidad.

Las ventajas es que se puede construir un servidor hecho a la medida y permitir la implementación de los últimos y nuevos protocolos.

A continuación se describen las características técnicas mínimas del WebServer:

- ✚ Procesador de 4GHz o superior
- ✚ 4 GB de RAM con capacidad de expansión del 100%
- ✚ 360 GB libres en disco para software y 500 TB para alojamiento web
- ✚ Memoria cache externa de 4GB.
- ✚ Puertos USB 2.0 y 3.0
- ✚ Software: Apache 2.4 con PHP 5.6.6
- ✚ Tarjeta de red con puertos Ethernet: 100 baseTX, Gbit Ethernet y RJ45
- ✚ Unidad de CD-ROM 24x o superior

3.2.4 CHAT

Es el equipo o equipos encargados de brindar el servicio de CHAT del ISP. Son muchas las acepciones de la palabra *chat*, y por lo general agrupa a todos los protocolos que cumplen la función de comunicar a dos o más personas, dentro de éstos los clientes de chat como, por ejemplo, X-Chat, ChatZilla (el cliente deMozilla/SeaMonkey o el mIRC). Estos usan el protocolo IRC (*Internet Relay Chat*).

Otros son protocolos distintos pero agrupados en la mensajería instantánea, tales como MSN Messenger, Yahoo! Messenger, Jabber o ICQ, entre los más conocidos, la variante *webchat*, que no es otra cosa que enviar y recibir mensajes a través de una página dinámica de internet.

3.2.5 SERVIDOR DNS

Es el equipo o equipos encargados de brindar la resolución de nombre para todos los equipos del ISP, Chat, Web, PoP, SMTP, etc.

El servidor de DNS está encargado de recibir y resolver peticiones relacionadas con el sistema de nombres. Un servidor DNS traduce un nombre de dominio en una dirección IP, asigna nombres a las máquinas de una red y trabaja con nombres de dominio en lugar de IP's.



Figura 3.2 Servidor DNS

Fuente:<http://piterpom.blogspot.com/>

Como mínimo, el disco duro del servidor DNS debe tener una capacidad mínima para almacenar el Sistema Operativo y alrededor de 9 GB para almacenar archivos DNS.

Además es importante también adquirir un Servidor DNS de respaldo con la misma capacidad del servidor principal. Según (Rob & Coronel, 2004) indican que BIND se utiliza en la mayoría de servidores DNS de Internet y proporciona una arquitectura estable. A continuación se especifican las características técnicas mínimas del servidor DNS:

- 🚧 Procesador de 4GHz o superior
- 🚧 4 GB de RAM con capacidad de expansión del 100%

- ✚ 500 GB para almacenamiento DNS y 360 GB libres en disco para software
- ✚ Disco duro con capacidad de expansión
- ✚ Memoria cache externa de 4 GB
- ✚ Puertos USB 2.0 y 3.0
- ✚ Tarjeta de red con 2 puertos Ethernet 100 Base TX, Gbit Ethernet.
- ✚ Unidad de CD-ROM 24x o superior

3.2.6 CORTAFUEGOS (FIREWALL)

Un cortafuegos debe tener la capacidad de proteger a la red del ISP contra el acceso exterior no autorizado. Son tanto dispositivos de hardware como aplicaciones de software que se ubican generalmente en el punto de conexión de la red interna con la red exterior. Son independientes de los demás dispositivos y no consumen recursos del sistema, pero las complicaciones que presentan son la de configuración, mantenimiento y actualización.

A continuación se presentan las características de un Firewall:

- ✚ Rendimiento de 2Gbps
- ✚ 4 GB de RAM
- ✚ 8 GB de Flash
- ✚ Puertos Ethernet 100/1000BaseT Gbit Ethernet Y RJ-45.
- ✚ Puertos USB 2.0 y 3.0
- ✚ Puerto de consola (RJ-45)
- ✚ Algoritmo de cifrado AES, DES, 3DES

- ✚ Anti-X (antivirus, antispyware, bloqueo de archivos, antispam, antipishing, y filtrado URL)

3.2.7 RUTEADOR PRINCIPAL

El ruteador principal es un dispositivo de interconexión de redes informáticas que trabaja a nivel de red, permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos, tanto con la conectividad externa, como con la conectividad hacia la red interna del ISP. Es un elemento hardware. A continuación se detallan las características de un ruteador principal:

- ✚ Conectividad LAN (10/100/1000baseTX)
- ✚ Multiservicio (Voz, Datos Video)
- ✚ DRAM de 4GB por defecto (con expansión hasta 8GB)
- ✚ Modular
- ✚ Puertos USB; EIA 232, RJ-45
- ✚ IPv4 e IPv6
- ✚ Algoritmo cifrado AES, DES y Triple DES
- ✚ IEEE 802.1Q VLAN
- ✚ Telnet, SNMP, TFTP, VTP

3.3 SOFTWARE DE TARIFACIÓN Y FACTURACIÓN

Existen varias opciones para software de tarificación y facturación para el diseño del ISP. Para un ISP que recién empieza su funcionamiento, es recomendable adquirir un software ya elaborado, disponible en el mercado y conforme el crecimiento de la empresa, luego en el momento más

apropiado, desarrollar un software con requerimientos específicos del ISP. A continuación se presentan dos opciones:

- Advanced ISP Billing
- Desarrollo de Software a la medida

En el siguiente capítulo se analiza características y costos referenciales de equipos propuestos.

En el anexo 2, se muestra la impresión de pantalla, cuando se utilizó el programa Radiomobile, que permite identificar línea de vista bajo parámetros de propagación, cálculo del enlace, presupuesto de potencia de Tx y Rx, así como de conocer altura necesaria para instalación de antenas, así como del nivel de ganancia que deben tener dichas antenas.

CAPÍTULO 4

COSTOS REFERENCIALES PARA ADQUISICIÓN DE EQUIPOS

Para un buen desempeño de la red es preferible equipos profesionales reconocidos, se recomienda los de la compañía Cisco.

4.1 RUTEADOR PRINCIPAL

En la Tabla 4.1 se presentan tres opciones de equipos para ruteador principal, y se indican los requerimientos del diseño que cumple cada opción. Los tres modelos cumplen con la mayoría de los requerimientos; sin embargo, el ruteador Cisco 3825 cumple con todos los requerimientos y posee mejores características que los demás. A pesar de ser ligeramente más costoso, el ruteador Cisco no requiere de mayor inversión en cuanto a módulos, lo que lo convierte en la mejor opción.

La característica principal de los routers Cisco 3800 es que no degradan su desempeño aún con todas sus funcionalidades en uso. Entre estas funcionalidades figuran datos, voz y video seguros, además de los servicios diferenciados.

Estos routers están especialmente diseñados para atender las necesidades de empresas grandes y medianas, como así también de oficinas sucursales. Estos routers fueron diseñados para permitir a sus usuarios ofrecer una solución convergente de enrutamiento y seguridad.

La tabla 4.1, muestra algunas características y precios referenciales dado por ZC mayoristas, empresa guayaquileña importadora de equipo y tecnología para ISP's, Radio bases, antenas sectoriales, etc.

CARACTERÍSTICA / MARCA	CISCO	3COM	D-LINK
IMAGEN			
Modelo	3825	5232	DI-3660
Conectividad LAN (10/100/1000 Base TX)	O	O	O
Conectividad WAN (ATM, ISDN, BRI/PRI, T1/E1, T3/E3, Señal asíncrono)	O	O	O
Multiservicio (voz, datos y video)	O	O	O
DRAM de 256 MB default con expansión hasta 1GB	O	O	X
Flash de 64 MB default con expansión hasta 256 MB	O	X	X
Modular	O	O	O
Puertos USB 2.0	O	X	X
Puerto de Consola RJ45 Asíncrono EIA-232	O	O	O
Puerto Auxiliar	O	O	O
Puertos fijos Ethernet 10/100/1000 Base TX, RJ45	O	O	X
Ranuras para módulos WAN/LAN	O	O	O
IPv6	O	X	X
ACLs (Access Lists)	O	O	O
NAT	O	O	O
ATM, PPP, HDLC, Ethernet	O	O	O
TCP/IP, RIP-2, OSPF, BGP	O	O	O
DiffServ (Servicios Diferenciados)	O	O	X
VPN	O	O	O
Algoritmo de Cifrado AES, DES, 3DES	O	O	X
IEEE 802.1Q VLAN	O	O	O
Telnet, SNMP	O	O	O
Fuente de poder Dual	O	X	X
Alimentación 110V AC / 60 Hz	O	O	O
Costo de Equipo	\$ 7.900	\$ 3.000	\$3.500

Tabla 4.1 Comparación entre equipos de diferentes marcas para Ruteador Principal

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

Se compara el router cisco 3825 con otras marcas, y según se observa el router Cisco tiene memoria flash para cargar de forma rápida la información del sistema, doble fuente de alimentación entre otros, las otras marcas y sus modelos respectivos no tienen esa característica.

4.2 RUTEADOR CONCENTRADOR DE ACCESO

Se presentan tres opciones de equipos para ruteador concentrador en la siguiente Tabla 4.2 y se señalan los requerimientos del diseño que cumple cada opción.

CARACTERÍSTICA / MARCA	CISCO	3COM	D-LINK
IMAGEN			
Modelo	3825	5232	DI-3660
Conectividad LAN (10/100/1000 Base TX)	○	○	○
Conectividad WAN (ATM, ISDN, BRI/PRI, T1/E1, T3/E3, Señal asíncrono)	○	○	○
Multiservicio (voz, datos y video)	○	○	○
DRAM de 256 MB default con expansión hasta 1GB	○	○	×
Flash de 64 MB default con expansión hasta 256 MB	○	×	×
Modular	○	○	○
Puertos USB 2.0	○	×	×
Puerto de Consola RJ45 Asíncrono EIA-232	○	○	○
Puerto Auxiliar	○	○	○
Puertos fijos Ethernet 10/100/1000 Base TX, RJ45	○	○	×
Ranuras para módulos WAN/LAN	○	○	○
IPv6	○	×	×
ACLs (Access Lists)	○	○	○
NAT	○	○	○
ATM, PPP, HDLC, Ethernet	○	○	○
TCP/IP, RIP-2, OSPF, BGP	○	○	○
DiffServ (Servicios Diferenciados)	○	○	×
VPN	○	○	○
Algoritmo de Cifrado AES, DES, 3DES	○	○	×
IEEE 802.1Q VLAN	○	○	○
Telnet, SNMP	○	○	○
Fuente de poder Dual	○	×	×
Alimentación 110V AC / 60 Hz	○	○	○
Costo de Equipo	7289.60 USD	2974.76 USD	3450.50 USD

Tabla 4.2 Comparación de equipos para ruteador concentrador de acceso

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

Aunque los 3 equipos cumplen con la mayoría de requerimientos, el ruteador Cisco es el que sobrepasa los requerimientos puesto que soporta DiffServ.

4.3 CONMUTADORES O SWITCHES

En la Tabla 4.3 se presentan tres opciones de equipos para conmutador primario y secundario.

CARACTERÍSTICA / MARCA	CISCO	3COM	D-LINK
IMAGEN			
Modelo	3750G 24TS-S	4500G 24	DES-3326 SR
24 Puertos Ethernet 10/100/100bT autosensing RJ45	0	0	0
Puerto UL 1000 Base TX Fijo	0	0	X
Nivel de Conmutación: 2 y 3	0	0	0
DRAM de 128 MB con expansión	0	0	0
Flash de 16 MB con expansión	0	0	0
Backplane sobre 30 Gaps. Full Duplex	X	0	0
Puerto de Consola RJ45 Asíncrono EIA-232	0	0	0
Puerto Auxiliar	0	0	0
Velocidad de Conmutación de paquetes de 35Mbps	0	0	0
Soporte VLAN	0	0	0
Direcciones MAC sobre 10k	0	X	0
Puertos Half / Full Duplex	0	0	0
Spanning Tree Protocol STP, IEEE 802.1d	0	0	0
Alimentación de energía redundante	0	X	X
Manejo de enlaces Trunking	0	0	0
DiffServ (Servicios Diferenciados)	0	0	0
IPv6	0	0	0
VPN	0	0	0
ACLs (Access List) L2 - L3	0	0	0
IEEE 802.1x	0	0	0
Telnet, SNMP, TFTP, VTP	0	0	0
MTBF: 200000 Horas	0	0	X
Alimentación 110V AC / 60 Hz	0	0	0
Costo de Equipo	3356.68 USD	2069 USD	1550 USD

Tabla 4.3 Comparación de equipos para Conmutador o Switches

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

4.4 CORTAFUEGOS (FIREWALL)

Se compara en la Tabla 4.4 tres opciones de equipos para cortafuegos y se detallan los requerimientos del diseño que cumple cada opción.

CARACTERÍSTICA / MARCA	CISCO	FOTIGATE	SONICWALL
IMAGEN			
Modelo	ASA 5540	FGT - 800	PRO-4100
200 de Mbps de tráfico 3DES/AES VPN	0	0	0
512 GB de RAM	0	0	0
Rendimiento de 600 Mbps	0	0	0
Número ilimitado de usuarios	0	0	0
2500 sesiones de usuario VPN SSL	0	0	0
300000 conexiones simultáneas	0	0	0
10000 conexiones por segundo	0	0	0
64 MB de Flash	0	0	0
Puertos Ethernet 10/100/1000 Base T - RJ45	0	0	0
Puertos USB 2.0	0	0	0
Ranura de expansión de memoria y de conectividad	0	X	X
Puerto de consola	0	0	0
20 VLANs (802.1Q)	0	0	0
Soporte Ipsec	0	0	0
IPv6	0	0	0
Algoritmo de cifrado AES, DES, 3DES	0	0	0
Certificación ICASA	X	0	X
Anti-X (antivirus, antispymware, bloqueo de archivos, antispam, antipishing y filtrado URL)	0	0	0
DiffServ	0	0	0
Alimentación 110V AC / 60 Hz	0	0	0
Costo de Equipo	10540 USD	6995 USD	5736.50 USD

Tabla 4.4 Comparación de equipos para Cortafuegos (Firewall)

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

(Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más).

Al comparar las tres opciones para cortafuegos (Firewall) se eligió el equipo Fortigate FGT-800; debido a que requiere menor cantidad de licencias para una seguridad más completa que la proporcionada por las otras opciones, lo que implica alto grado de protección con menor inversión; al mismo tiempo, cumple con los requisitos del diseño.

4.5 SERVIDORES

Para la selección de los servidores se analizan tres modelos correspondientes a tres marcas que desempeñen con los diferentes

requerimientos en común, pues la principal divergencia radica en la capacidad de disco y la RAM. Al elegir modelos con opción de expansión, estas pequeñas diferencias pueden ser cubiertas sobre la base del mismo modelo de servidor.

CARACTERÍSTICA / MARCA	HEWLETT-PACKARD	IBM	DELL
IMAGEN			
Modelo	HP Proliant DL380 G5	IBM System X3650	PowerEdge 2950
Procesador Intel Dual Core 3.0GHz, 1333Mz FSB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1GB de RAM	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certificación de Soporte RHEL5, Cat. Servidor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soporte de Disco Duro SAS (36GB, 72GB, 146GB)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Soporte de Disco Duro SATA (60GB, 120GB)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ranuras de expansión para disco duro Hot Swap	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Almacenamiento interno máximo de 1.168 TB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Memoria caché externa L2 de 2MB	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puertos USB 2.0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tarjeta de red con puertos Ethernet 10/100/1000 Base TX, RJ45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puerto para teclado, monitor y mouse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unidad de CD-ROM 24x o superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alimentación 110V AC / 60 Hz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Costo de Equipo	2006.57 USD	2064.99 USD	1951.40 USD

Tabla 4.5 Comparación de equipos para Servidores

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

En la Tabla 4.5 se presentan tres opciones de equipos para servidor y se indican los requerimientos del diseño que cumple cada opción. Como se puede observar todos los equipos cumplen los requerimientos, pero en este caso la mejor opción sería HP Proliant DL-380 G5 debido a su gran uso en el país.

4.6 COSTOS DE EQUIPOS NODOS Y EQUIPOS-CLIENTE

Estos equipos pueden ser de marcas más económicas pero que tienen certificaciones de calidad y por ello otros ISP's los utilizan, así tenemos:

INFRAESTRUCTURA DE NODO	
Torre: Aproximadamente de 30 metros Equipo: Antena Tipo: Wifi Marca: Spectrum Ganancia: 21 a 24 dbi Características: Omnidireccional Valor: \$ 200	
Equipo: Radio Link Marca: Senao Tecnología: Inalámbrica Modelo: TGW281 Valor: \$ 500	
Equipo: UPS 2000 VA Marca: Salicru Valor: \$ 200	

Tabla 4.6 Costos para nodo

Fuente: http://wiki.ubnt.com/Armando_un_wisp

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

Así también el equipo cliente, la última milla, se recomienda equipos de la marca Ubiquiti, estos radio transceptores puede ser los nanostation 5, se escoge esta frecuencia de operación porque la modulación que lleva la señal

es en OFDM, y ya se ha dicho la robustez para el ancho de banda de esta modulación digital, aparte los canales no se solapan entre si, para cortas distancia el equipo es *nanostation* y para clientes grandes o empresas que están alejados a más de 20 km. Se recomienda los Rokets m de la misma empresa, y que por medio de un disco o antena parabólica se puede llegar a cubrir distancias de más de 30 km.

Equipo cliente que se utilizara en recepcion	
Equipo cliente (Corta Distancia) Marca: Ubiquiti Modelo: Nanostation5 Ganancia: 14 DBI Costo: \$ 140	
Larga Distancia Marca: Ubiquiti modelo: Rocket M Antena Dish Ganancia: 30 dBi Costo: \$ 980	

Tabla 4.7 Costos de equipos clientes para el WISP

Fuente: http://wiki.ubnt.com/Armando_un_wisp

Fuente: http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo

Precio valido para 2013. Para el 2014 puede mantenerse por dos meses más.

4.7 ANALISIS COSTO-BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACION

Sumando todos los precios de los equipos necesarios se tiene un valor de \$54,241.5 ver tabla 4.8. Aunque el precio final bordearía los \$55 mil dólares pues habría que alquilar azoteas de edificios y si son 2 nodos más habría

que sumar \$1000 dólares por cada equipamiento según tabla 4,6 se llegaría a la cifra de \$58 mil dólares para el WISP. Analizando costos y beneficio, se puede deducir que los costos para ser un proveedor de internet son bastante significativos.

EQUIPO	Precio (Dólares)
RUTEADOR PRINCIPAL	
Cisco 3825 Router de Servicios Integrales	7289.60
Cisco 2-Port Fast Ethernet HWIC	1858.17
RUTEADOR CONCENTRADOR DE ACCESO CORPORATIVO Y RESIDENCIAL	
Cisco 3825 Router de Servicios Integrales	7289.60
Cisco 2-Port Fast Ethernet HWIC	1858.17
CONMUTADOR	
Cisco Catalyst 3750 G24ts-s 24 10/100/1000BT	3356.68
CORTAFUEGOS (FIREWALL)	
Fortigate FTG-800 con protección completa Firmware Upgrades, Anti-virus, Anti-Spam, Intrusion Prevention Systems IPS	8976.68
CORREO Y DNS2	
HP Proliant DL380 G5 (417458-001), 1x Intel Dual Core Xeon 5160 3GHz, 2GB RAM, 2U, 2 puertos FastEthernet, 4MB L2	2109.00
Disco duro HP SAS Hot plug 36GB -10000 rpm	261.75
WEB y FTP	
HP Proliant DL380 G5 (417458-001), 1x Intel Dual Core Xeon 5160 3GHz, 2GB RAM, 2U, 2 puertos FastEthernet, 4MB L2	2109.00
Disco duro HP SAS Hot plug 36GB -10000 rpm	261.75
CACHE	
HP Proliant DL380 G5 (417458-001), 1x Intel Dual Core Xeon 5160 3GHz, 2GB RAM, 2U, 2 puertos FastEthernet, 4MB L2	2109.00
Disco duro HP SAS 2.5 "Hot-plug 36GB -10000rpm	261.75
ADMINISTRACIÓN Y CONTABILIDAD	
HP Proliant DL380 G5 (417458-001), 1x Intel Dual Core Xeon 5160 3GHz, 2GB RAM, 2U, 2 puertos FastEthernet, 4MB L2	2109.00
Disco duro HP SAS 2.5 "Hot-plug 148GB -10000rpm	261.75
Disco duro HP SAS 2.5 "Hot-plug 148GB -10000rpm	261.75
SOFTWARE	
ISP Gear + desarrollo de software a la medida	2500.00
EQUIPO CLIENTE	
100 NANOSTATION (a \$140)	1400.0
TOTAL:	54,241.15

Tabla 4.8 Costo aproximado total para implementar un ISP

Fuente: Diseño Kerly Cepeda

Hay que dejar bien en claro que el propósito de esta tesis no pretende un estudio profundo de recuperación de inversión, no se hará análisis con fórmulas financieras la recuperación del capital a invertir en la propuesta de un WISP. Se puede hacer un análisis costo beneficio simple y sencillo.

Se calculó 100 clientes para los primeros 3 meses (con buen marketing y publicidad se logra este objetivo), y con un precio de una señal de internet a 512 Kbps (aceptable velocidad para descargas multimedia), a un costo referencial de \$50 dólares, desde los últimos 9 meses del año en que se implemente se podría recaudar aproximadamente \$45 mil dólares que se puede sumar al año más del 90% de lo invertido es por eso que en año y medio a más tardar se garantiza recuperar la inversión.

Si se ofrece la mitad de los 512 Kbps a los usuarios de Balzar, se puede cobrar \$30 dólares por mes, y con esos precios en cerca de dos años se puede recuperar la inversión. Por eso este recurso si es bien explotado y administrado, las ventajas y ganancias de ser un ISP también son grandes ya que la convergencia de las telecomunicaciones exige vivir en un mundo globalizado, puesto que en la actualidad el internet no es un privilegio de pocos sino una herramienta de vida para todo el mundo.

La tabla siguiente es para conocer los costos de implementar los nodos el alquiler de la azotea en los edificios que están dentro de las coordenadas de ubicación. No se contempla comprar por el momento un software profesional para monitorear la red, hay el StoragePatrol, es el mejor programa para supervisar los servidores del ftp y las partes de la red de un ISP y este, es gratuito.

Descripción	Cantidad	Precio (incluye Iva)
Compra de velocidad a Cesarsa S.A. (mensual)	5MB	\$2.000
Equipamiento de equipos de radio para 3 nodos	1000	\$3.000
Alquiler de edificio para nodos (mensual)	500	\$1.500
Total:		\$6.500

Tabla 4.9 Costo estimativo de implementar un nodo de WISP en Balzar

Fuente: diseño Kerly Cepeda

El costo total contempla sumar lo que el nodo principal costaría es decir \$54.241,5 más \$6.500 dan el costo total de \$60.741,50.

Un esquema del ISP inalámbrico se aprecia en la figura 4.8

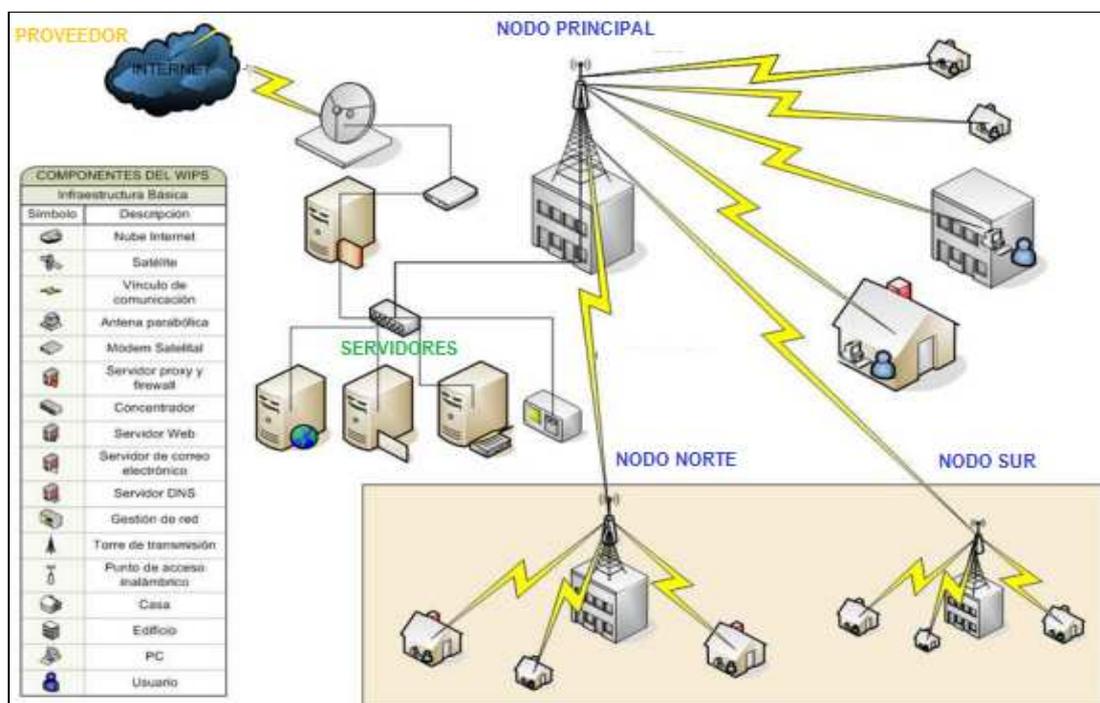


Figura 4.8 Diseño esquemático del WISP para Balzar, cabecera cantonal y zonas urbano-marginales.

Diseño: Kerly Cepeda

CAPITULO V: CONCLUSIONES

El análisis de las entrevistas en la ciudad de Balzar, dan como resultado favorable necesidad de conectividad al internet y de descargas multimedia. Alrededor del 71.6 % necesitan conexión a internet y de forma inalámbrica. Tener un ISP en la ciudad de Balzar, da la garantía en solucionar a tiempo cualquier problema con la conexión de internet.

La propuesta es una factibilidad técnica, que señala que si, es posible ubicar 3 nodos en los puntos cardinales de la ciudad de Balzar. Con esos nodos es posible cubrir 600 km².

La banda sin licencia de 5 GHz que utilice la modulación OFDM evita los multitrayecto y desvanecimientos por la interferencia cocanal. Se seleccionó el estándar 802.11 g/n.

No se utiliza la banda de 2,4 GHz porque muchos teléfonos inalámbricos y otros aparatos domésticos electrónicos operan en esa banda y se investigó que la competencia única instala equipos que operan en esa banda. La banda debe saltarse cada 5 canales cuando debe enlazarse a un nodo.

La modulación DSSS (*DirectSequence Spread Spectrum*, Secuencia directa de espectro ensanchado) tiene esa limitante si no se salta cada 5 canales se solapan los canales de internet y eso causa distorsión en la señal de internet.

El estudio de propagación entre los nodos propuestos, para evitar pérdidas en espacio libre resultó favorable y es así que tienen línea de vista y cumplen con el 60% de la primera zona de fresnel.

Las dos empresas que son competencias, son CNT que ofrece el servicio por medio de cable modem e Inplanet S.A., que ofrece vía inalámbrica pero no lo explota con tecnología y calidad, es decir no trabaja a 5GHz, no oferta banda ancha y siempre se cae sus enlaces.

La empresa que ofrece internet inalámbrico escatima esfuerzo técnico y económico para ofrecer internet a sus usuarios en el centro de la ciudad, el ISP cobra 30 dólares mensuales ellos igualmente utilizan equipos a 2,4 GHz, y llegan a un cliente (en un edificio) con un radio (equipo cliente- router o accesspoint) pero ahí ellos colocan un switch no administrable y sacan de esa mismo radio 5 clientes más y ese es el gran problema ya que cuando les falla un enlace no se cae un cliente sino 6 clientes.

La mejor propuesta para la red del ISP es que debe ser jerárquica, teniendo las 3 capas básicas; núcleo distribución y de acceso.

Los equipos de última milla, son los que se instalaran en casa del cliente, utilizando los nanostation 5 se preveé calidad del servicio por la robustez del equipo a ambientes externos y soportan banda ancha por la modulación OFDM.

Los equipos para operar en la capa de distribución del ISP propuesto son switches y router cisco, estos equipos son confiables y dan soporte técnico.

Para la capa de núcleo los equipos deben conectarse al carrier o empresa propietaria de redes troncales de internet, se recomienda la empresa Claro, para la propuesta del ISP se necesitaría comprar 5Mbps, entonces el costo sería \$1600 dólares más IVA.

Del sencillo análisis, costo/beneficio realizado, se indica que la inversión se recuperaría en un año 5 meses si se tiene 100 clientes en los primeros 3 meses y cobrando al mes \$50 dólares ofreciendo 512 Kbps.

La inversión se recupera en dos años si se tiene 100 clientes que paguen \$30 dólares al mes por una velocidad, que bien puede ser la mitad de los 512 Kbps.

RECOMENDACIONES

Este proyecto de tesis y propuesta debe estudiar las leyes o reglamento de Consejo Nacional de Telecomunicaciones, CONATEL y que se fundamenta en la Ley de uso de banda y señales de ancho de banda, es decir conocer todos los aspectos en cuanto al establecimiento de este tipo de negocios.

Se puede comprar a los carriers, una velocidad considerable para el negocio, puede ser Claro, Movistar o la empresa Telconet, etc.

El inversor puede ser un emprendedor que necesitará los servicios de uno o más ingenieros en telecomunicaciones o de profesionales afines al servicio tecnológico que ofrecen.

Para tener la factibilidad económica se debe contar con los servicios de proyectistas económicos.

Los clientes deben monitorearse si sus enlaces están “alzados”, es decir operativos al 100% se recomienda el uso del programa Storage Patrol, ofrece en tiempo real, el manejo de los datos para predecir tendencias de fallo en la red y posibles escenarios de solución. Además, dispara, de manera automática una serie de eventos de alerta para tomar decisiones a tiempo, permite introducirse al nivel de paquetes individuales hasta obtener vistas generales de la actividad de la red, ofreciendo gran diversidad de niveles de revisión.

Llevar a cabo la implementación de este diseño tiene un valor inicial de \$60.741,5 y aunque para nuestro medio son comparativamente costosos, se

espera recuperar la inversión en máximo dos años. Por ello se recomienda ofrecer servicio confiable y profesional y esto parte con la adquisición de equipos reconocidos a nivel internacional.

Se recomienda que la arquitectura seleccionada a futuro pueda tener modularidad, y potencializar la red de acuerdo a las tendencias de clientes.

BIBLIOGRAFÍA

- Ania, I., & Gomez de Silva, A. (2008). *Introducción a la computación*. Mexico: Cengage Learning.
- Bateman, A. (2003). *Comunicaciones digitales: diseño para el mundo Real* . Sevilla: Marcombo.
- Cancelo, P., & Alonso, J. (2007). *La tercera revolución: comunicación, tecnología y su nomenclatura en inglés*. La Coruña: Netbiblo.
- España, M. (2003). *Servicios avanzados de telecomunicación* . Madrid: Diaz de Santos.
- Huidrobo, J. (2006). *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Madrid: Paraninfo.
- Mathon, P. (2004). *Windows Server 2003: servicios de Red TCP/IP* .Barcelona: Ediciones Eni .
- Parkhurst, W. (2002). *Cisco OSPF command and configuration handbook* . Indianapolis: Cisco Press.
- Quero, E., García, A., & Peña, J. (2007). *Mantenimiento de portales de la Información: explotación de sistemas*.Madrid: Paraninfo.
- Raveendran, B., & Smith, P. (2002). *Cisco ISP essentials*. Indianapolis: Cisco Press.
- Rob, P., & Coronel, C. (2004). *Sistemas de bases de datos: diseño, implementación y administración*. Mexico: Thomson.

Salavert, A. (2003). *Los protocolos en las redes de ordenadores*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Sallent, O., & Valenzuela, J. (2003). *Principios de comunicaciones móviles*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Sivianes, F., Sanchez, G., Roperó, J., & Rivera, O. (2010). *Servicios en Red*. Madrid: Paraninfo.

Soto, P., Carbonell, J., Vidal, B., & Tarín, E. (2006). *Problemas de medios de transmisión: 2004-2005*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

REFERENCIAS EN LA WEB

- <http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/BANCOMUNDIAL/EXTSPPAISES/LACINSPANISHEXT/EXTLACREGTOPPOVANAINSPA/0,,contentMDK:20523421~pagePK:34004173~piPK:34003707~theSitePK:792203,00.html>
- http://www.cisco.com/web/solutions/smb/espanol/productos/routers_switches/routing_switching_primer.html
- <http://www.lacuevawifi.com/manuales/problemas-frecuentes-en-un-enlace-wifi/>
- http://www.tecnologiahechapalabra.com/datos/redes_internet/articulo.asp?i=6824

GLOSARIO

DES: Estándar de Encriptación de Datos. Conocido sistema de criptografía de clave secreta. El DES es un mecanismo de encriptación de datos muy utilizado y del cual existen varias implementaciones tanto en software como en hardware. El DES transforma información de texto llano en datos encriptados, llamado texto cifrado mediante un algoritmo especial y un valor semilla llamado clave. Si el receptor conoce la clave, puede usarla para convertir el texto cifrado en los datos originales.

DNS (Domain Name Server): Sistema de nombres de dominio. Es el encargado de traducir los nombres de dominio de los ordenadores conectados a Internet en direcciones IP públicas.

Filtrado de MAC: Método de configuración de seguridad en puntos de acceso que restringe a determinadas direcciones MAC la posibilidad de unirse a la red y autenticarse.

FTP (File Transfer Protocol): Provee la habilidad de enviar archivos de un host a otro, corre sobre TCP. Existen dos aspectos que hacen de FTP muy particular en su uso: su capacidad para transferir archivos entre computadores completamente distintos y su facilidad de compartir archivos públicos.

MAC: Es un número único que asignan los fabricantes a los dispositivos de red (adaptadores de red o puntos de acceso). Es permanente a nivel de hardware y viene grabado en el propio dispositivo para poder identificarlo de forma inequívoca. Formado por 12 caracteres hexadecimales.

IP (Internet Protocol): Es el protocolo que utiliza direcciones de 32 bits (4 octetos). Es responsable de la transmisión de los datos en el nivel de red. Es en este nivel que se enrutan los paquetes en función de las direcciones.

IPSec: Internet Protocol Security.

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol): Contiene los mecanismos para el intercambio de correo electrónico entre máquinas, corre sobre TCP.

SNMP (Simple Network Management Protocol): Una centralizada estación de administración utiliza SNMP para obtener información de otros hosts y routers TCP/IP. SNMP define el formato para la data de administración y el tipo de intercambios que puede tomar lugar entre la estación de administración y otros dispositivos de la red. **SSL:** Capa de conexión segura (Secure Sockets Layer).

TCP/IP: Nombre común aplicado a una familia de protocolos de comunicación de datos que permiten conectar computadoras y redes. Los datos se transmiten en pequeños trozos de información llamados paquetes. Es muy usado en Internet, como también en ambientes LAN y WAN por sus facilidades de enrutamiento.

Telnet: Es un protocolo de acceso de terminal remoto. Que corre sobre TCP. Permite a un terminal atacharse a un servidor de terminales o a un host de comunicaciones.

www: World Wide Web: Posiblemente, el servicio más conocido de Internet: una serie de páginas de información, con texto, imágenes (a veces, incluso otras posibilidades, como sonido o secuencias de video), y enlazadas a su vez con otras páginas que tengan información relacionada con ellas.

WIFI (Wireless Fidelity): Fidelidad Inalámbrica. Es una marca creada por la asociación WECA con el objetivo de fomentar la tecnología inalámbrica y asegurarse la compatibilidad entre equipos. Todos los equipos con la marca "WIFI" son compatibles entre si.

WEP (WirelessEquivalentPrivacy): Es un mecanismo de cifrado de datos utilizado por el protocolo de comunicación WiFi. Surgió con la idea de ofrecerle a las redes inalámbricas un estado de seguridad similar al que tienen las redes cableadas. Utiliza claves de 64bits, de 128bits o de 256 bits. Su uso debería ser rápidamente substituido por las redes wireless con encriptación WPA.

WPA (Wi-Fi Protected Access): Es un sistema para corregir la seguridad de WEP.

WPA implementa la mayoría del estándar IEEE 802.11i, y fue creado como una simple medida intermedia para ocupar el lugar de WEP mientras se preparaba el estándar 802.11i. era preparado. WPA fue diseñado para utilizar un servidor de autenticación (normalmente un servidor RADIUS), que distribuye claves diferentes a cada usuario (a través del protocolo

ANEXO No 1

DATOS ESTADISTICO DE LA ENCUESTA EFECTUADA EN LA CIUDAD DE BALZAR PROVINCIA DEL GUAYAS

CUADRO # 1

Zona urbana	Zona rural		Total
35	25	suman	60
64,3	35,7	porcentaje	100

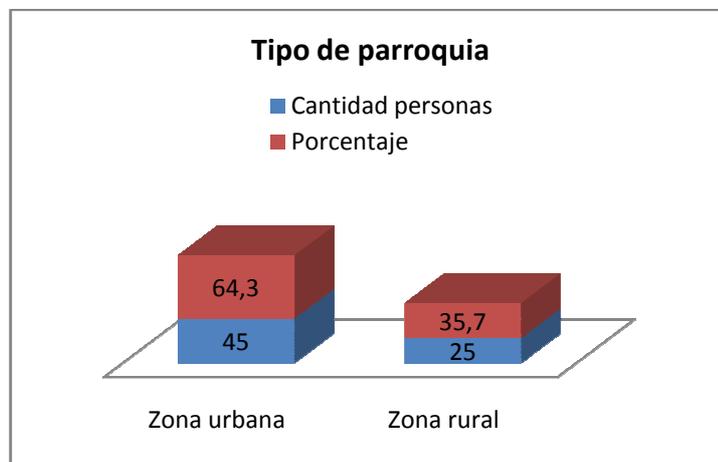


Figura 1.1 Resultados Tipo de parroquia

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

El 64,3% de los encuestados viven en la parroquia urbana y el 35,7 % en la parroquia rural. De ahí que el servicio de internet nos permite determinar que es requerido también en las zonas rurales, logrando tener una buena opción de cobertura si así fuere necesario al extenderse en áreas rurales que requieran el servicio de internet.

CUADRO # 2

¿Cuál es su tipo de trabajo

E. Pública	E. Privada	Propietario	Doméstico	TOTAL
10	28	10	12	60
17,3	44,3	17,3	19,1	100

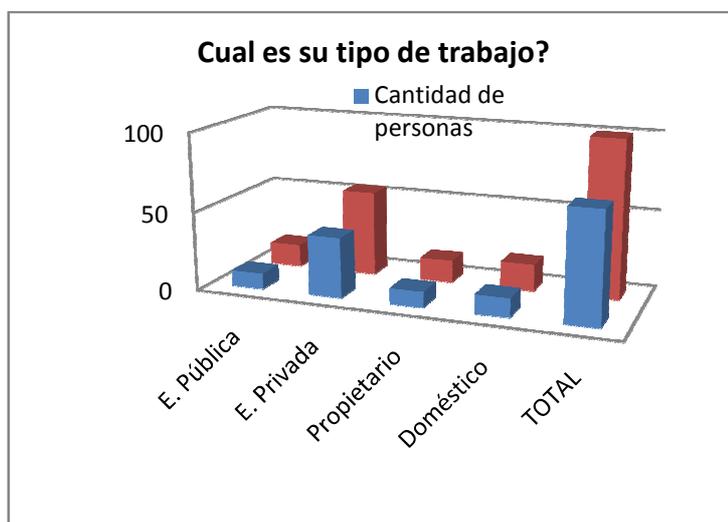


Figura 1.2 Resultado del tipo de trabajo a encuestados

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

Al determinar el tipo de trabajo que realizan los encuestados se puede observar que el 54,3% pertenecen a la empresa privada, el 14,3 % a la empresa pública, y el mismo porcentaje equivale a propietarios de negocios y el otro 17,1% corresponden a personas de quehaceres domésticos. Reconociendo así que la población económicamente dependiente es la que mayor necesidad de este recurso electrónico tiene.

CUADRO # 3

¿De qué manera le gustaría acceder a la conexión de internet?

Cable modem	Inalámbrica		Total
20	40	suman	60
42,8	57,2	porcentaje	100

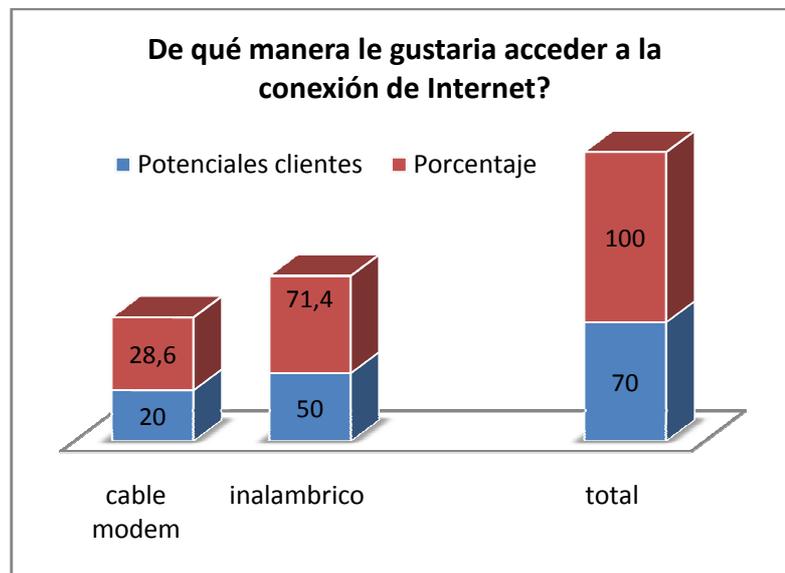


Figura 1.3 Resultados de acceso última milla al internet

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

El 28,6 % de los encuestados le gustaría tener la conexión por medio de un modem, mientras que el 71,4 la desea de manera inalámbrica. Alcanzando de esta manera una positiva proyección para considerar la operatividad de un proveedor local de internet con acceso de última milla de forma inalámbrica, para ello con nodos estratégicos en la ciudad puede realizarse

la transmisión de internet hacia receptores de usuarios, dejando atrás los cables que se enredan y dan un aspecto desagradable en postes y en la misma casa del cliente.

La propuesta de frecuencia de operación para el diseño de un ISP inalámbrico utilizando la banda libre de 5 GHz.

CUADRO # 4

¿Cuánto paga por este servicio al mes?

menos de \$ 30	de \$ 30 a \$ 50	de \$ 50 a \$ 100	Total
20	50		70
28,5	71,5		100

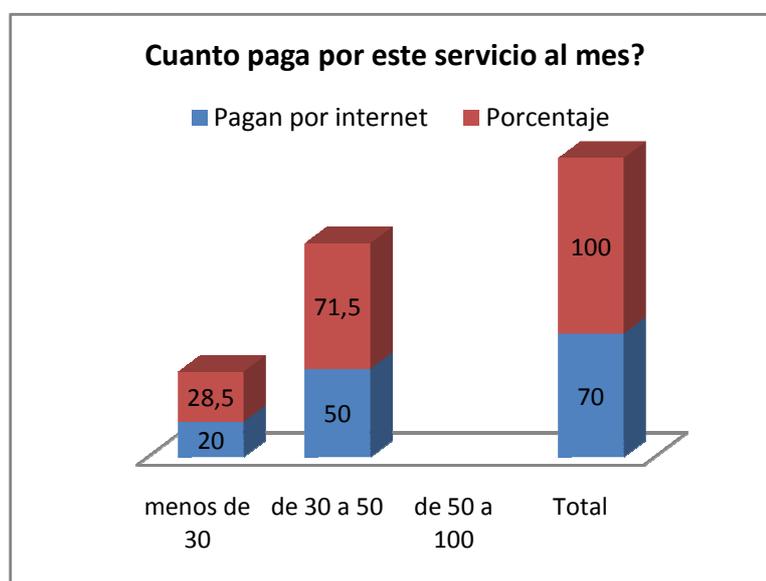


Figura 1.4 Resultados del valor que pagan usuario de internet en Balzar

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

Con esta pregunta se trata de determinar el valor en dólares americanos que pagan por el internet actual en la ciudad de Balzar; de los cuales el 28,5% paga menos de \$30, el 71,5 % paga de \$30 a \$50. Una hipótesis sería que el servicio más rentable está con una tarifa promedio de \$ 30 a \$35 dólares mensuales.

CUADRO # 5

¿Cuántas horas a la semana consume?

menos 5 horas	de 5 a 15 horas	de 15 a 24 horas	ilimitado	Total
18	25	22	5	70
25,8	35,5	31,5	7,2	100

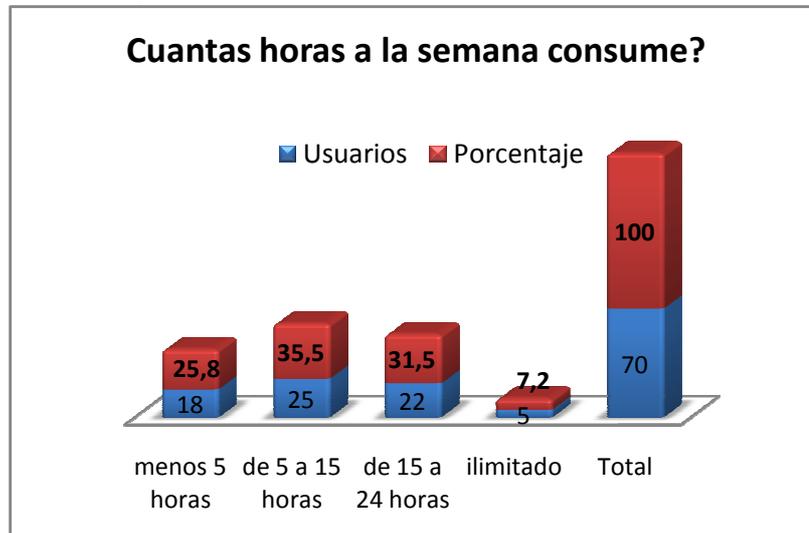


Figura 1.5 Resultados de horas consumidas a la semana por usuarios a internet en Balzar

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

En función de utilidad que emplea el usuario se puede observar el 25,8 % que consumen menos de 5 horas semanales, el 35,5 % de los encuestados utilizan de 5 a 15 horas semanales, el 31,5 % de 15 a 24 horas semanales, mientras que el 7,2 % tiene servicio ilimitado aunque costoso.

Calculando el consumo promedio de cada usuario, se tiene una perspectiva buena para captar clientes. Se debe hacer un buen marketing para captar en los 3 primeros meses de creación del ISP, alrededor de 100 clientes con esa base se puede llegar a progresar el negocio y este número de cliente dependiendo de la tarifa mensual y de la velocidad que se oferte, se puede proyectar la recuperación de la inversión en menos de dos años o en menos de 3 años, todo depende de la tarifa y velocidad que contrate los 100 primeros clientes.

CUADRO # 5 (a)

¿Cuánto paga por este servicio?

de 5 a 10 dólares	de 10 a 25 dólares	de 25 a 45 dólares	mayor	Total
0	10	55	5	70
0	14,3	78,5	7,2	100

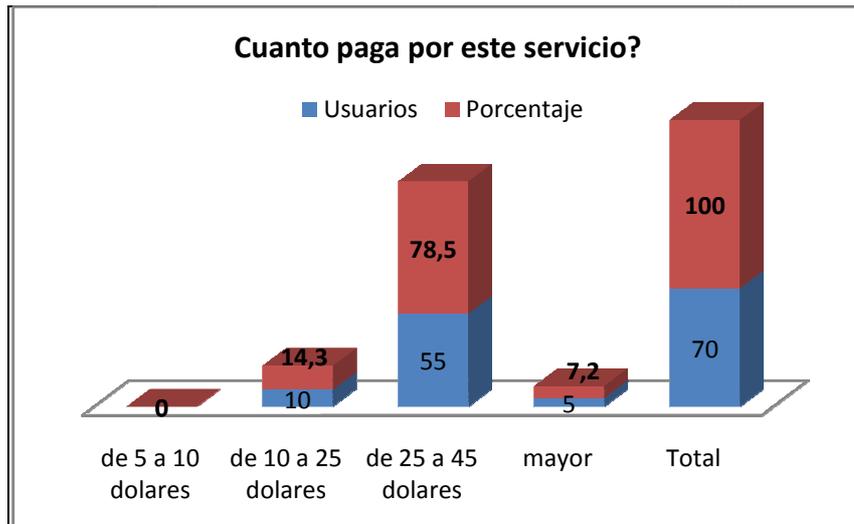


Figura 1.6 Resultado de pago aproximado, por consumo semanal (viene de cuadro # 5 (a) de internet

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

El 14,3 % declara pagar de \$10 a \$25 dólares a la semana, el 78,5 % paga de \$25 a \$45 dólares a la semana, el 7,2 % manifiesta pagar más de \$45 dólares. De ahí que los resultados proyectan favorable rentabilidad a un servicio de óptima calidad y con ancho de banda.

CUADRO # 6

¿Qué tipo de información es la que más consulta en el Internet?

Deportes	Noticias	Correo	Misceláneos	Total
15	20	25	10	70
21,5	28,5	35,5	14,3	100

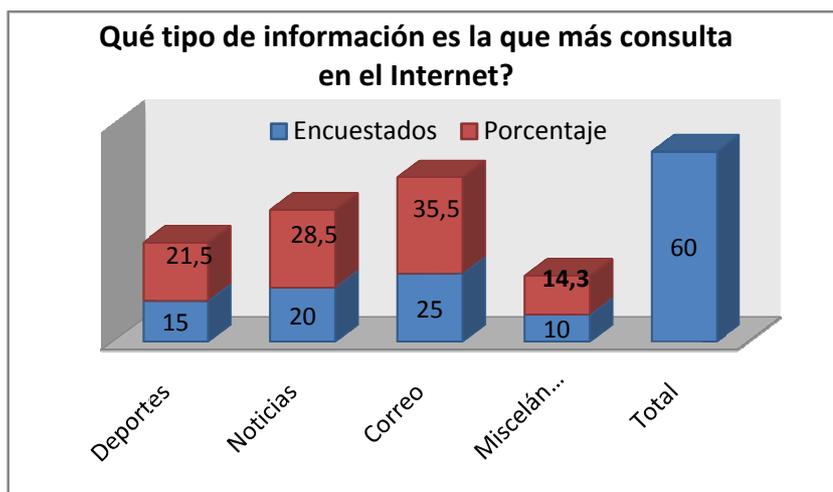


Figura 1.7 Resultado de información que más consulta en internet

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

Es evidente de quienes aportaron en la encuesta se encuentran en un 21,5% interesados por los deportes, un 28,5 % lo hace para las noticias, el 35,5 % lo hace para consultar su correo electrónico, el 14,3 % se dedica a consultas diversas en línea, tareas, cursos on line, juegos en línea, descarga de videos y películas etc.

CUADRO # 7

¿Le gustaría tener un servicio de Internet con un proveedor local?

SI	NO		TOTAL
46	14	SUMAN	60
75,7	24,3	PORCENTAJE	100

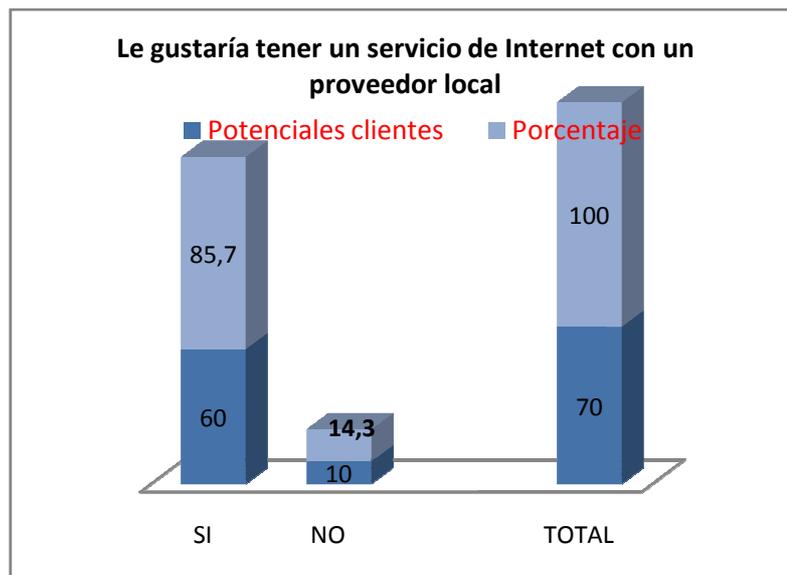


Figura 1.8 Resultados por propuesta de tener ISP local en Balzar

Fuente: Kerly Cepeda

Análisis:

Evidentemente el 85,7 % de los encuestados tienen un idea clara de la importancia que significa tener un proveedor local de internet, mientras que el 14,3 % contestó que No.

En las observaciones los usuarios potenciales tienen clara idea de que una empresa local puede ofertar un buen servicio de internet y puede atender sus reclamos rápidamente en caso de suspensión del servicio por emergencias técnicas o por parte de pago.

CUADRO # 8

Le gustaría tener un servicio de internet ilimitado banda ancha a un precio de \$50 mensuales?

SI	NO		TOTAL
50	10	SUMAN	60
85,7	14,3	PORCENTAJE	100

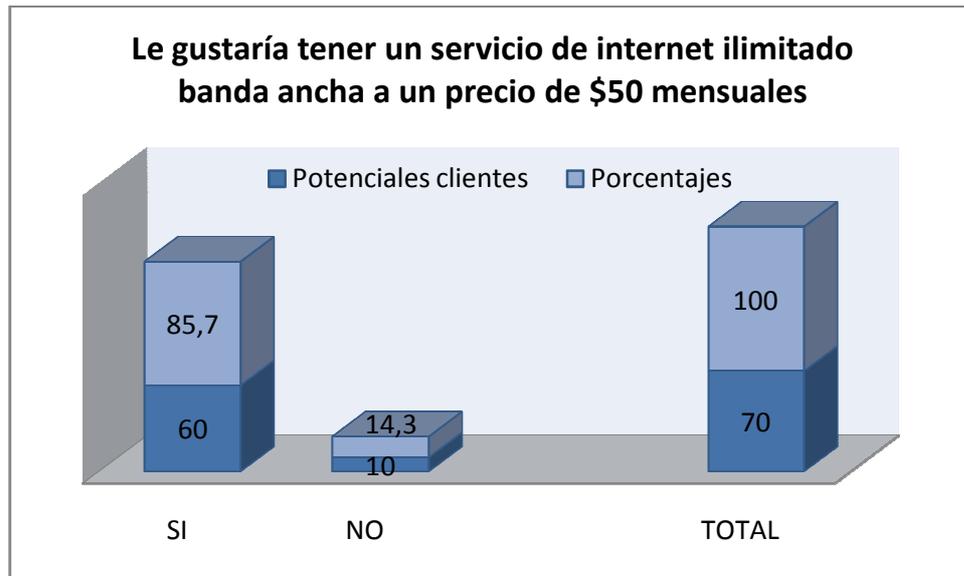


Figura 1.9 Resultados de potenciales clientes que ofertarían \$35 dólares al mes por internet banda ancha en Balzar

Análisis:

En función de la pregunta anterior el 85,7 % está de acuerdo con hacer uso de un servicio de internet por \$35 dólares mensuales con tiempo ilimitado y con mínimo 200 Kbps., mientras que tan solo el 14,3 % no estaría dispuesto a pagarlo. Reconociendo aquí un potencial mercado que desea servicios multimedia, es decir transferir y descargar video, datos y voz pero en tiempo real.

ANEXO 2: CÁLCULO DE PROPAGACIÓN CON RADIOMOBILE EN BALZAR

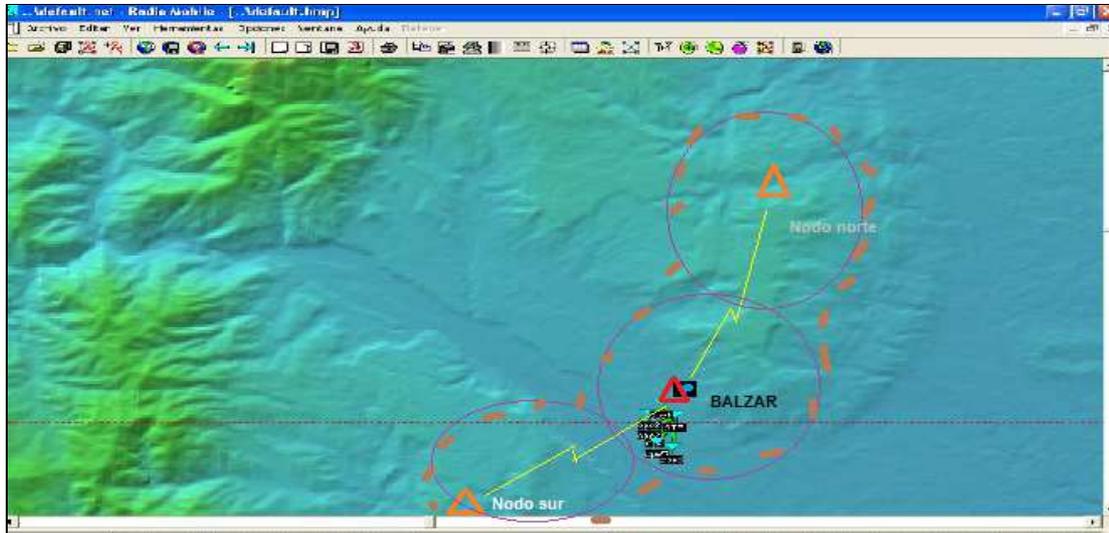


Figura A1. Esquema de ubicación de nodos, las coordenadas de los nodos se ingresaron a Radiomobile, y se determina radioenlace entre sus 2 nodos

Diseño: Kerly Cepeda

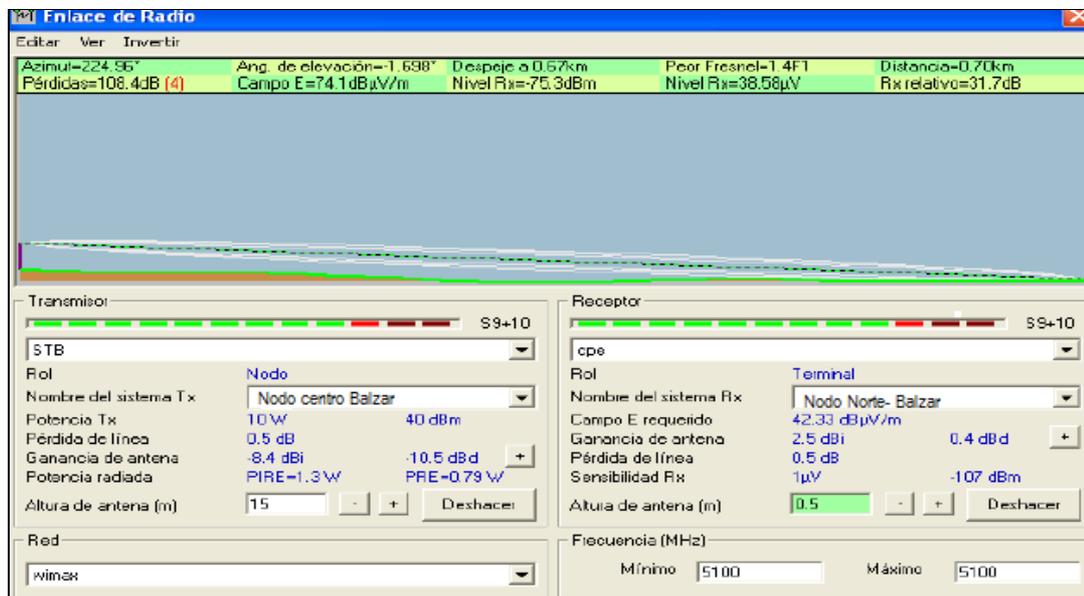


Figura A2. Zona de fresnel con línea de vista entre nodo centro de Balzar y su nodo norte, calculado con Radiomobile, color verde indica que es factible tener las antenas a 15 metros, la potencia de Tx a 10 W.

Diseño: Kerly Cepeda

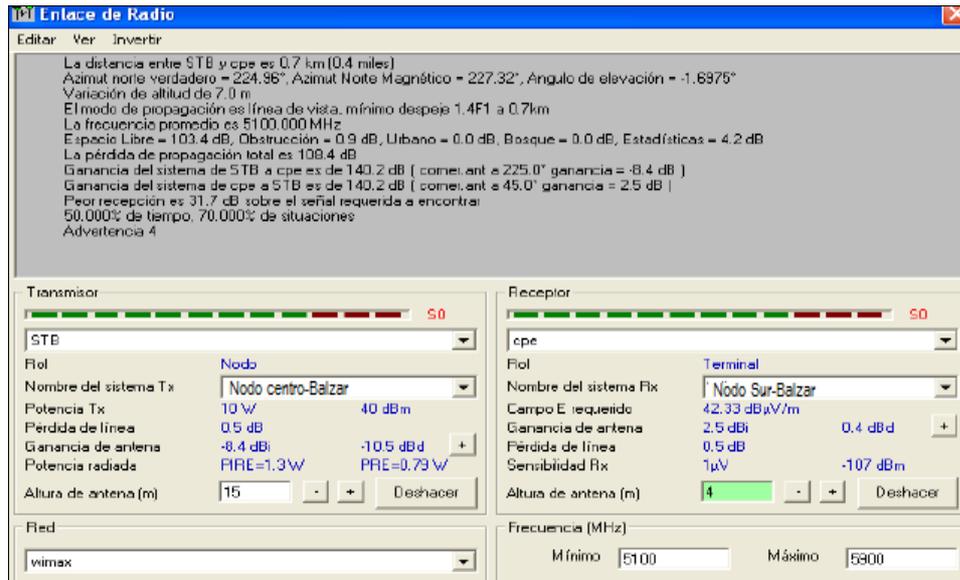


Figura A3. Detalle del presupuesto de potencia entre nodo centro de Balzar y su nodo Sur, calculado con Radiomobile.

Diseño: Kerly Cepeda, 2013