

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES

“ESTUDIO TÉCNICO DE FACTIBILIDAD PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN ISP EN EL SECTOR ECO TURÍSTICO DE LA
PROVINCIA DE NAPO.”

Víctor Gabriel Mayorga Torres

Patricio Xavier Valladares Rueda

SANGOLQUÍ – ECUADOR

Agosto 2009

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el siguiente Proyecto de Grado titulado “ESTUDIO TÉCNICO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ISP EN EL SECTOR ECOTURÍSTICO DE LA PROVINCIA DE NAPO” ha sido desarrollado en su totalidad por los señores PATRICIO XAVIER VALLADARES RUEDA con CI:1500567118 y VÍCTOR GABRIEL MAYORGA TORRES con CI: 0704565068 y elaborado bajo nuestra dirección como requisito previo a la obtención del título en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Atentamente

Ing Rodrigo Silva
DIRECTOR

Ing Alejandro Castro
CODIRECTOR

DEDICATORIA

El trabajo de cada día se lo dedico a Dios y la Virgen María, que con Fe y voluntad, me permiten día a día dar lo mejor.

A mis padres Patricio y Lucia, que me han permitido con su apoyo moral, económico y espiritual ser cada día mejor y a través de su confianza y ejemplo de superación, alcanzar mi formación profesional.

A mi hermana Grecia que me acompañó en gran parte del duro trayecto durante mi carrera. A Daniela que siempre de alguna manera connotaba su apoyo en todo momento, y a mis amigos y compañeros Rafael, Paul, Carlos y Víctor que me supieron extender su mano cuando lo necesitaba.

Se los dedico con toda el alma y mucho cariño.

Patricio Xavier Valladares Rueda

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mis padres Víctor Mayorga y Jenny Torres, mi Tía Flor María Torres y hermanos, por estar presentes en la distancia, con apoyo y paciencia incondicional

A mi esposa Yajaira Miranda e hijo Gabriel Mayorga, por comprender mi ausencia durante el transcurso de este proyecto.

Víctor Gabriel Mayorga Torres

AGRADECIMIENTO

En todo momento y siempre agradeceré a la Virgen María por ser mi dulce compañía donde voy, a Dios que no me desampara ni en la noche ni en el día.

A mis ángeles de la guarda, mis padres Patricio y Lucia, autores de mi vida, a mi hermana Grecia desde chiquillos cómplice de aventuras y desventuras, gracias por el apoyo incondicional y desmedido.

Gracias Daniela por todas las cosas buenas, y mis amigos incondicionales Rafita, Pudcho y Vic, mi compañero de tesis, que desde que los conocí han formado parte de los acontecimientos importantes de mi vida.

Agradecer a quienes conforman la ESPE, mis profesores que en el transitar universitario han aportado integralmente no solo en la formación académica, sino que también me han brindado en lo personal el ejemplo de la ética profesional, el compartir sus experiencias y el apoyo y dirección del presente trabajo, refiriéndome a mi Director Ing. Rodrigo Silva y Codirector Ing. Alejandro Castro, por todo aquello y más.

A todos ustedes Dios les pague y los llevo siempre en mi corazón.

Patricio Xavier Valladares Rueda

AGRADECIMIENTO

Al director Ing. Rodrigo Silva, codirector Ing. Alejandro Castro por la sabia, oportuna y puntual dirección que tuvieron a lo largo del desarrollo del proyecto.

Al Ing. Gonzalo Olmedo, por su inmediata colaboración en todo cuanto estaba a su alcance como Director de la Carrera de Telecomunicaciones y por sus pautas orientadoras en el planteamiento de este proyecto.

A todos quienes de una u otra forma ayudaron al desarrollo de este trabajo.

Víctor Gabriel Mayorga Torres

PRÓLOGO

El presente proyecto aborda el estudio de factibilidad previo a la implementación de un proveedor de internet en el sector eco turístico de la provincia de Napo, Ecuador, en sus aspectos: técnico, jurídico y financiero.

Se incluye una breve descripción de un proveedor de internet inalámbrico, así como el funcionamiento e infraestructura general de todo proveedor. Además de plantear los fundamentos de los equipos de comunicaciones inalámbricos.

Como propuesta de innovación incluimos en la red de acceso un Tropostélite, el cual servirá de acceso de los clientes al servicio, y el cual cumplirá las veces de estación base, con la ventaja de poder ubicarse a una mayor altura.

Un estudio de mercado definirá las pautas iniciales para el diseño del sistema. Posteriormente planteamos el diseño de la red tanto de acceso como de transporte, ésta última es la que dará soporte a los diversos servicios ofrecido por el proveedor.

En este punto se iniciará el estudio correspondiente a la parte legal, indicando los requerimientos para su normal funcionamiento, junto a este estudio se inicia el financiero en el cual se recoge los costos involucrados en el proyecto, así como tarifación y los correspondientes ingresos estimados, con lo cual podremos plantear los indicadores económicos para determinar su rentabilidad a cinco años de funcionamiento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN.....	2
DEDICATORIA.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
AGRADECIMIENTO	6
PRÓLOGO	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	8
CAPITULO 1	10
1 INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.3 DIFERENCIAS ENTRE PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET	12
1.4 COMPRENSIÓN DE LOS PAQUETES OFERTADOS POR PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET	13
CAPÍTULO 2	15
2 MARCO TEÓRICO	15
2.1 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO “WISP”	15
2.2 FUNCIONAMIENTO DEL PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET	17
2.3 SISTEMAS INALÁMBRICOS “WIRELESS”	34
CAPÍTULO 3	56
3 ESTUDIO DE CAMPO.....	56
3.1 ESTUDIO DE MERCADO	56
3.2 SERVICIOS	87
3.3 COBERTURA.....	90
3.4 PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA.....	103
CAPÍTULO 4	111
4 PROPUESTA TÉCNICA	111

4.1	DISEÑO DE RED DE ACCESO.....	111
4.2	CÁLCULOS RADIOELÉCTRICOS.....	117
4.3	DISEÑO DE SISTEMA NETWORKING.....	120
4.4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS	126
4.5	DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA.....	133
4.6	SISTEMAS DE ENERGÍA.....	133
4.7	MEDIOS DE SOPORTE	135
CAPÍTULO 5		139
5	ANÁLISIS FINANCIERO y legal	139
5.1	ANÁLISIS LEGAL	139
5.2	INVERSIÓN INICIAL	145
5.3	COSTOS DE OPERACIÓN	149
5.4	TARIFACIÓN.....	152
5.5	ANÁLISIS FINANCIERO	157
CAPÍTULO 6		161
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	161
RECOMENDACIONES		164
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		165
ÍNDICE DE FIGURAS		168
ÍNDICE DE TABLAS.....		170
GLOSARIO		172
FECHA DE ENTREGA.....		177

CAPITULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

En la sociedad moderna la demanda a los servicios de comunicaciones y el acceso a internet, crece exponencialmente, de manera tal que en sectores inaccesibles y que carece de los servicios básicos como los que están ubicados dentro de la región amazónica, se ha dado solución a través de la red de redes como un medio eficaz de comunicación, teniendo presente que de igual forma el desarrollo de tecnologías tanto de los equipos como técnicas y métodos dentro de las telecomunicaciones con capacidad de solventar las nuevas demandas de los usuarios ofertando los servicios dependiendo la tecnología a emplear.

La tecnología de los sistemas inalámbricos conocidas como Wireless han facilitado el acceso de los terminales dentro de una cobertura, dando lugar a las distintas aplicaciones existentes en las comunicaciones móviles y fijas, considerando la formación de redes convergentes capaces de acoplar a todas las demás redes adquiriendo una ventaja de las redes de interconexión física, que necesitan de una o más líneas para interconectarse y obtener acceso, en virtud a la diferencia existente se produce la portabilidad, beneficiando a todos los clientes que dispongan o no de una línea de acceso, por lo tanto satisfaciendo gran parte de la demanda existente y dando lugar a la competencia de proveer un servicio.

El proveer un servicio es una responsabilidad independiente de la tecnología y el número de usuarios que disponga, debido a la existencia de un marco regulatorio que señala los parámetros del funcionamiento y la calidad de servicio de un proveedor, por tal razón el centro de gestión de un proveedor de servicio debe tener todas las características que cumpla y soporte las exigencias establecidas, de igual forma el personal y sobre todo la persona al mando debe tener un perfil profesional a las expectativas de la situación.

Un medio de comunicación con altas expectativas de generar desarrollo en la sociedad, economía y educación en sitios de vital importancia, alejado de la urbe, dotados de una gran biodiversidad, adicionando una propuesta de innovación tecnológica como prototipo de plataforma troposférica y mediante la factibilidad de un proveedor de servicios de internet inalámbrico enfocado en el sector eco turístico de la provincia de Napo es lo que pretende el estudio del presente proyecto.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Realizar el estudio técnico económico previo a la implementación de un ISP en la provincia de Napo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio de campo en las zonas de interés para ofrecer el servicio.
- Realizar el diseño de la red de acceso inalámbrica considerando las opciones más óptimas en cuanto a tecnologías disponibles existentes en el mercado.
- Realizar el diseño del sistema de networking para el ISP.
- Elaborar una propuesta de innovación tecnológica para la infraestructura de la instalación de antenas utilizando globos de helio (Tropostelite).
- Realizar una estimación del costo de implementación del proyecto incluyendo costos de equipos, infraestructura y mantenimiento.

- Realizar una estimación financiera de los indicadores VAN y TIR en la implementación del proyecto.
- Preparar la documentación técnica jurídica que será presentado en la SENATEL para su aprobación.

1.3 DIFERENCIAS ENTRE PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET

La elección de un proveedor de servicios de internet depende de distintos criterios, entre ellos: el número de servicios ofrecidos, la calidad y costos de los mismos.

Cobertura: La extensión geográfica que abarcan los servicios de los proveedores de internet, algunos ofrecen cobertura en grandes ciudades o en un sector específico de área local, otros ofrecen cobertura nacional o regional.

Ancho de banda: Es la cantidad de información o de datos que se puede enviar a través de una conexión de red en un período de tiempo dado. El ancho de banda se indica generalmente en bites por segundo (bps), kilobites por segundo (kbps), o megabites por segundo (mbps), la velocidad total que ofrece el ISP. Este ancho de banda se comparte entre el número de suscriptores, de modo que cuanto más aumenta el número de suscriptores, menor es el ancho de banda, (el ancho de banda asignado a cada suscriptor debe ser mayor que su capacidad de transmisión para poder proporcionar a éste un servicio de buena calidad), considerando que una comunicación consiste generalmente en una sucesión de conexiones, cada una con su propio ancho de banda. Si una de estas conexiones es mucho más lenta que el resto actuará como cuello de botella reduciendo la calidad de la comunicación.

Precio: Costo impuesto al servicio que ofrece el proveedor, este factor depende del ISP y del tipo de paquete elegido. Algunos ISP ahora ofrecen acceso gratuito. Acceso ilimitado: Algunos ISP ofrecen un paquete donde se considera el tiempo de conexión; es decir, no se

puede exceder un cierto número de horas de conexión por mes. Algunos proveedores incluso ofrecen tarifas sin suscripción; es decir, sólo se paga por la comunicación.

Servicio técnico: Se trata de un equipo de personas que se encarga de responder a los problemas técnicos también denominado "soporte técnico" o "atención al cliente".

Servicios adicionales:

- Cantidad de direcciones de correo electrónico.
- Espacio disponible para la creación de una página personal (HTML)

1.4 COMPRENSIÓN DE LOS PAQUETES OFERTADOS POR PROVEEDORES DE SERVICIOS DE INTERNET

Los proveedores de servicios de Internet ofrecen tipos de suscripción y de paquetes categorizados jerárquicamente para acceder a Internet.

Suscripción paga con acceso ilimitado: Consiste en pagar una tarifa fija cada mes. Con este paquete el acceso a Internet es ilimitado; Este tipo de paquete generalmente ofrece una o más direcciones de correo electrónico, así como también un espacio para crear una página personal.

Suscripción paga con acceso limitado: Este tipo de paquete tiene las mismas características del paquete previo, con la diferencia de que esta suscripción es más económica, pero el tiempo de conexión es limitado. El uso fuera del tiempo delimitado incrementa el costo por período adicional.

Acceso a Internet sin suscripción: Este servicio permite conectarse ocasionalmente pagando por el acceso con un costo de llamada más alto por minuto. Apropiado para personas que se conectan a Internet con poca frecuencia es decir muy pocas horas al mes, y no incluye beneficios tales como espacios para una página personal.

Proveedores de servicios de Internet gratuitos: La publicidad permite que las compañías ofrezcan paquetes de este tipo. De hecho, desde el momento en que se establece la conexión, se podrán ver varios banners publicitarios. Es aquí donde usted gana. Aún más, la molestia causada por este tipo de publicidad es mínima.

CAPÍTULO 2

2 MARCO TEÓRICO

2.1 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET INALÁMBRICO “WISP”

Las siglas en inglés ISP son de Internet Service Provider o Proveedor de Servicios de Internet también denominado IAP, Proveedores de Acceso a Internet, con la llegada de nuevas tecnologías inalámbricas, dio lugar el acrónimo WISP, Wireless Internet Service Provider o Proveedor de Servicios de Internet Inalámbrico, un sistema de Red de Área Metropolitana (MAN) integrado cuyo propósito es conectar a sus clientes a la Internet. Se usan enlaces de datos de alta velocidad para proveer acceso a Internet mediante enlaces inalámbricos punto a punto y punto-multipunto a compañías, organizaciones gubernamentales, escuelas, universidades y otras instituciones que disponen de redes de área local (LAN), que pueden ser hotspots WiFi o un operador con una infraestructura WiFi, servicios adicionales, como contenido basado en localización, Virtual Private Networking y Voz sobre IP, las mismas que siendo compañías que proporcionan acceso a Internet por una cuota mensual, el proveedor del servicio proporciona un paquete de software, un nombre de usuario y una contraseña, donde a través de un módem (a veces proporcionado por el proveedor), puede entrar a Internet y navegar por el World Wide Web, el USENET, y tanto enviar como recibir correo electrónico.

El sistema WISP es un servicio inalámbrico constituido por un nodo central y el cliente. No es un servicio móvil, por lo menos en la mayoría de los casos, porque:

Se requiere una línea visual directa entre el nodo central y el cliente, y se usan radios de baja potencia y antenas de gran ganancia para los enlaces inalámbricos, es un servicio bidireccional, donde ambos, el cliente y el nodo central están enviando y recibiendo datos. No es un sistema transmisor-receptor, ya que cada nodo hace ambas tareas.

Además de trabajar con clientes particulares, los proveedores también sirven a compañías grandes, proporcionando una conexión directa de las redes de la compañía a Internet. Los mismos proveedores están conectados unos a otros a través de Puntos de Acceso de Red (Network Access Point, NAP).

Los principales beneficios de transmitir por un medio físico de las redes inalámbricas conocidas como sistemas wireless son: Enlaces de alta velocidad, rápida instalación de la Estación Base, rápida instalación de los clientes, efectividad en costos para acceso prolongado y usuarios múltiples, acceso confiable e instantáneo a Internet en 24 horas.

La velocidad de acceso y navegación de Internet ha ido cobrando cada vez más importancia. Tal es el caso de América Latina, donde en los últimos años, los ISP y WISP han tenido que adaptarse a clientes mucho más exigentes con la velocidad del servicio. Lo anterior ha hecho que este mercado se expanda de manera considerable abriendo una amplísima gama de opciones a sus clientes y rompiendo con los monopolios en el área de las telecomunicaciones y el concepto de "banda ancha", reduciéndose a la posibilidad de intercambiar grandes cantidades de información de manera rápida, ya sea por cable o por líneas telefónicas digitales dedicadas o sistemas inalámbricos, se abre paso convirtiéndose en el estándar del servicio ofrecido.



Figura 2.1. Infraestructura de un WISP

2.2 FUNCIONAMIENTO DEL PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET

Al ser en general el ISP un canalizador de información, puede canalizar la información desde internet y hacia internet, brindando acceso a páginas de internet y correo electrónico, otros servicios como chat y videoconferencias, alojamiento de páginas web y demás, utilizando las aplicaciones y programas correspondientes. Para ello contienen varios elementos, equipos denominados servidores conectados a una salida internacional, 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.

2.2.1 Descripción de infraestructura del proveedor de servicios de internet.

Físicamente, Internet está compuesto 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. Como los routers trabajan con direcciones de nivel 3, 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. Las estructuras de red jerárquicas también facilitan la separación de dominios de difusión.

Un modo de imponer una estructura a una red compleja consiste en asignar tareas específicas a routers particulares. Una solución 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. 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. El énfasis se pone en alcanzar las mayores tasas de transmisión o forwarding rates sobre los interfaces más rápidos disponibles.

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, DNS, Radius/Autenticación. Estas aplicaciones críticas para un ISP se centralizan en un CPD o Centro de Proceso de Datos.

La mayor parte de los ISP también imponen una estructura física a sus redes organizándolas en Puntos de Presencia (POP). Un POP es una ubicación física donde se dispone de una serie de equipos:

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

La interconexión de los usuarios con la red de datos del proveedor se realiza en estos POP, de acuerdo con esta estructura de red, en la mayor parte de las redes de los ISP se perfilan tres niveles jerárquicos de interconexión, como se muestra en la figura 2:

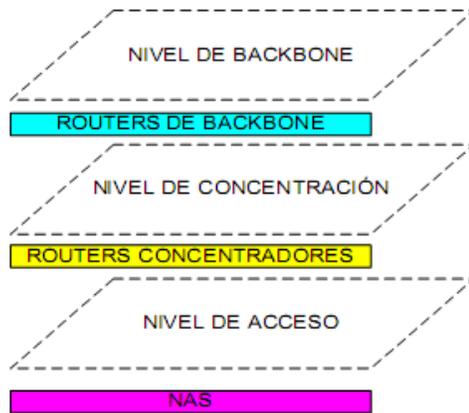


Figura 2.2. Niveles jerárquicos de interconexión.

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.

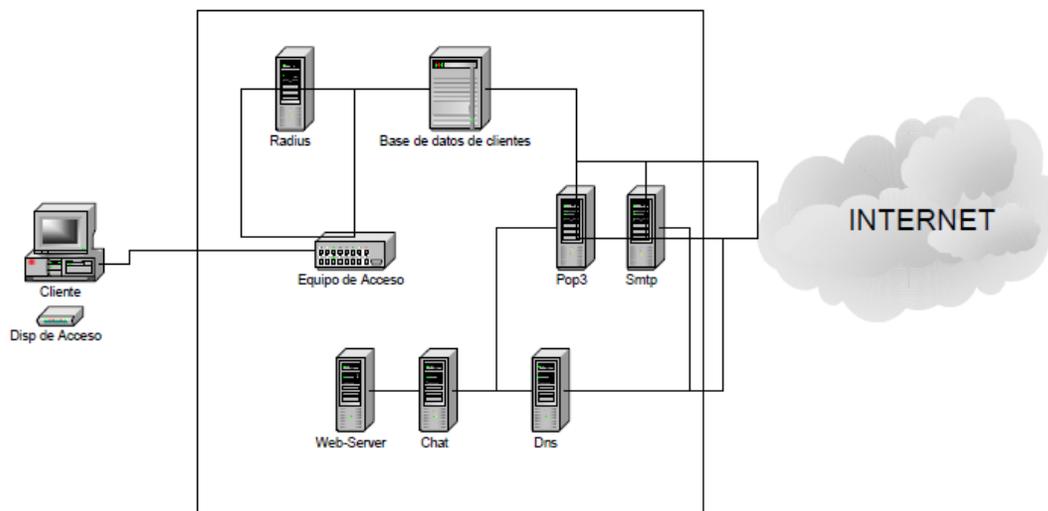


Figura 2.3. Centro de gestión de un proveedor de servicios de internet.

2.2.2 Red de concentración del proveedor de servicios de internet

La misión de esta red, 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 PPP. Este estándar de Internet (IETF RFC 1990) 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 sobrepasado una línea E1 (2Mb/s), utilizar varias líneas E1 en vez de pasar a una línea E3 (34 Mb/s), 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 RDSI.

Si tomamos el caso de los clientes dial-up, los routers concentradores disponen en ambos extremos de interfaces Fast Ethernet o Gigabit Ethernet con redundancia física, conectándose en un extremo a las VLAN de los RAS y en el otro extremo a las VLAN de los routers de backbone (ver figura 4).

La siguiente figura representa la estructura y conexiones lógicas de un POP:

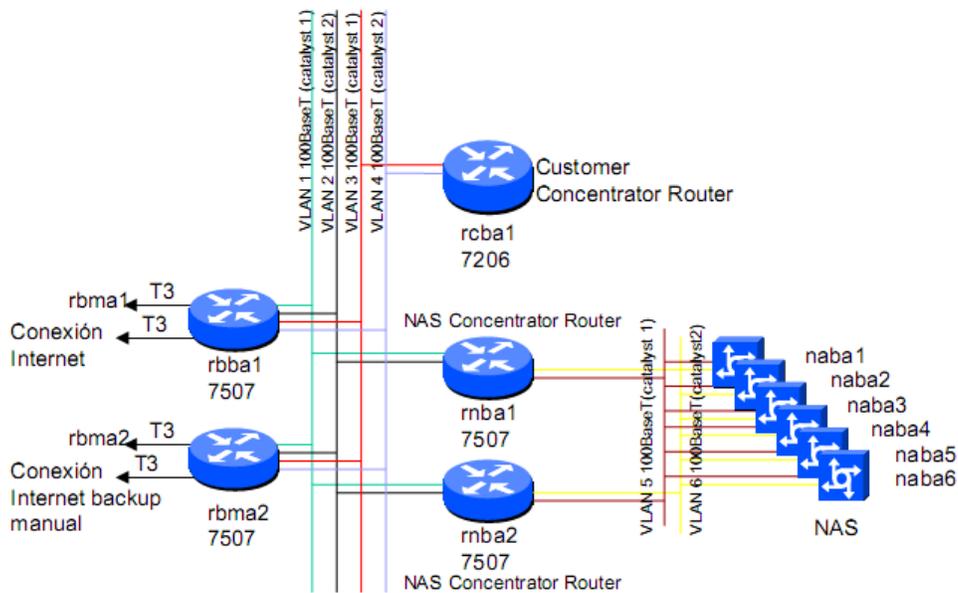


Figura 2.4. Estructura y conexiones lógicas de un POP.

En este escenario se emplea el switching Ethernet (tecnología IP/Ethernet) tanto en la interconexión entre el nivel de acceso y el de concentración como entre el nivel de concentración y el troncal.

Se puede optimizar este escenario reemplazando el switching Ethernet por enlaces punto a punto (tecnología PACKET OVER SONET) en la interconexión entre el nivel de concentración y el troncal. En este caso sería necesario disponer de GigaRouters en el nivel troncal con capacidad para concentrar un gran número de interfaces de fibra. Este nuevo escenario presentaría los siguientes beneficios:

1. Reducir el retardo de los paquetes en el POP, por la supresión del proceso de tramas (SWITCH LEVEL 2) entre la capa de concentración y la capa troncal.
2. Reducir puntos de fallo en la interconexión entre la capa de concentración y backbone.
3. Optimizar las interconexiones mediante un entorno VLAN conmutado entre la capa de acceso y concentración.

Volviendo a las características de los routers de concentración, estos deben disponer de funcionalidades de routing OSPF y BGP, y políticas de control de tráfico. En 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 (Weighted Fair Queing).

DWRED (Distributed Weighted Random Early Discard) es un algoritmo inteligente de gestión de colas para tráfico TCP que establece en función de la precedencia IP la 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. 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 Mb/s o incluso 155 Mb/s).

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

En cuanto a las políticas de Routing en la red de datos, los RAS implementan generalmente rutas estáticas y usan RIPv2 para la publicación de las direcciones de las sesiones PPP. Los routers concentradores de clientes "sumatorias" las direcciones que reciben por RIPv2 y las publican vía OSPF a los demás routers de la red.

Los 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, "sumatorias" o concentran grupos de destinos del nivel de acceso en prefijos de ruta únicos más cortos, y anuncian estas rutas "sumatorias" al backbone. Asimismo, esta técnica (address summarization) permite que cada vez que se produzcan cambios topológicos la información no tenga que ser transmitida por toda la red, sino sólo por la región de concentración local, y hace que las tablas de enrutamiento se reduzcan de modo significativo.

2.2.3 Red de troncal del proveedor de servicios de internet

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.
- En uno de los POP se efectuará también la interconexión con el entorno del Centro de Proceso de Datos.

En la tabla 1 contrastamos las principales diferencias entre los routers de concentración y los routers de backbone :

Tabla 2.1. Comparación entre routers de concentración y de backbone

VARIABLE	ROUTER BACKBONE	ROUTER DE CONCENTRACIÓN
Throughput en paquetes/seg	Extremadamente alto	Alto
Conjunto de funcionalidades de procesamiento de paquetes	Mínimo, concentrado en el reenvío rápido	Funcionalidades de alto valor añadido
Tipos de interfaces	Número modesto de interfaces de muy alta velocidad	Número elevado de interfaces de relativamente baja velocidad
Patrones de tráfico	Cualquier interfaz a cualquier interfaz	Predominantemente cliente-troncal y troncal-cliente

Las diferencias listadas en esta tabla no son absolutas, y frecuentemente un router concreto puede desempeñar ambos papeles. No obstante, a medida que el tráfico de Internet siga creciendo la exigencia de que los routers de concentración tengan una mayor densidad y los routers troncales manejen throughputs más elevados se irá acentuando. Otra cuestión

importante es que la existencia de un número elevado de interfaces, es decir la densidad, en los routers de concentración mejora el rendimiento estadístico de la red. Ello es debido a que las redes de paquetes están diseñadas para aprovechar la multiplexación estadística, basándose en el hecho de que todos los enlaces no están activos al mismo tiempo. El tener más enlaces disponibles reduce la probabilidad de que un pico de tráfico simultáneo de varias fuentes cause una congestión de red temporal.

Otros beneficios de la densidad son:

- El coste del metro cuadrado en un POP es muy elevado. El gasto en alquiler de locales se rebaja al disminuir el número de bastidores necesarios para conectar un número elevado de clientes.
- La gestión de red se simplifica al desplegar un número menor de routers de mayor potencia. Disponer de menos routers individuales que configurar, gestionar y monitorizar produce una operación más eficiente.

Implantación de MPLS en routers:

Los routers están constantemente evolucionando y adquiriendo nuevas prestaciones. Las últimas tendencias de los principales fabricantes de routers, que denominan en la actualidad a estos equipos NextGen Routers o routers de nueva generación, son las siguientes:

- Routers de concentración: se está integrando MPLS en los routers, para establecer en los bordes de la red la calidad de servicio. Los routers del backbone deberán soportarla. MPLS también permite ofrecer servicios customizados para Ethernet (por ejemplo, mapeo de VLAN a MPLS). Algunos fabricantes hablan de nuevos servicios de emulación de circuitos sobre IP, otros soportan

funcionalidades de billing sofisticadas basadas en identidades de grupos de trabajo, aplicaciones o zonas geográficas.

- Routers de backbone : sus funcionalidades de gestión de tráfico evolucionan con la inclusión de MPLS, y sus capacidades se incrementan con la adopción de interfaces STM-64.

La orientación a conexión de MPLS, a diferencia de IP, y la conmutación basada en etiquetas posibilitan las siguientes oportunidades:

- Ingeniería de tráfico: el enrutamiento salto a salto ("hop-by-hop") de IP no tiene por qué ser el más eficiente o adecuado, sobre todo teniendo en cuenta los requisitos actuales de calidad de servicio en Internet. Una de las principales ventajas que aporta la implantación de MPLS en la red de datos es la ingeniería de tráfico para optimizar la utilización de los enlaces entre los routers. En ausencia de ingeniería de tráfico, el tráfico IP sigue el camino más corto, ignorando rutas alternativas a través de la red. Esto conduce a cuellos de botella en enlaces fuertemente cargados ("híper agregación"), mientras que otros enlaces permanecen infrautilizados. La utilización del enrutamiento basado en restricciones de red y caminos conmutados conduce a una red cargada de forma más uniforme y permite realizar un control de congestión. Una red con ingeniería de tráfico basada en MPLS tendrá los enlaces igualmente cargados, dando como resultado una red con mayor robustez contra los picos de tráfico y unas mayores prestaciones globales.
- Servicios de conectividad VPN multi-tecnología. Los caminos conmutados de MPLS o LSP (Label Switched Path) permiten aprovisionar servicios de interconexión corporativos de forma segura, puesto que los paquetes son conmutados mirando sólo las etiquetas, sin entrar en el contenido IP ni de nivel

superior. Esto es, MPLS permite transportar de forma transparente y conmutada cualquier tipo de información entre dos puntos. MPLS va a permitir, por consiguiente, proporcionar múltiples servicios de transporte de modo muy similar a como se pueden proporcionar mediante una red ATM.

- Calidad de servicio: por medio de los LSP's, se podrán proporcionar calidades de servicio diferenciadas, de modo similar a como se hace en ATM. Sin embargo, en la actualidad ATM tiene definidas calidades de servicio cuantitativas en los estándares, que son implementadas en "hardware" e interoperables con los diferentes fabricantes, mientras que de momento MPLS sólo ofrece la promesa de proporcionar al tráfico IP un cierto nivel de calidad de servicio "software". Esta se implementará inicialmente como un grado de priorización alta o baja en base a una clase de servicio (CoS) cualitativa, mediante una combinación de MPLS con el modelo de Servicios Diferenciados del IETF.
- Posibilidad de ofrecer servicios orientados a conexión en entornos LAN/MAN. MPLS permite ofrecer Redes Privadas Virtuales de Nivel 2 (también denominadas TLS o Transparent LAN Services), en las que el camino MPLS a través de la red del ISP es un circuito virtual entre dos ubicaciones de cliente. Los circuitos virtuales de nivel 2 son una red superpuesta (overlay) MPLS sobre la red troncal del proveedor.

En la terminología de las Redes Privadas Virtuales MPLS existen 3 tipos de routers:

- Router de cliente o CPE. La utilización de MPLS es completamente transparente a estos equipos. Los CPE intercambian rutas con la red en RIP (también pueden tener rutas estáticas) de manera transparente a MPLS.

- Provider Edge (PE) router, ubicados en el borde de la red MPLS. Son los routers que tienen conocimiento de la Red Privada Virtual. Tienen conexión directa con los routers de los clientes e implementan una tabla de enrutamiento virtual (VRF, Virtual Routing and forwarding). Cuando el CPE envía un paquete al PE, el PE consulta la VRF para saber el PE al que enviará al paquete, y a continuación encapsula el paquete dentro de un LSP hacia este PE. Para mantener el nivel de seguridad necesario en una red privada virtual el ISP establece túneles L2TP entre el NAS y el PE.
- P (Provider) router, que forman el núcleo de la red MPLS. Sólo conocen los LSP. Los P conmutan los paquetes recibidos a través de la etiqueta más exterior que los encapsula, por lo que no tienen conocimiento de las Redes Privadas Virtuales. Su única función es conmutar los paquetes de cada LSP que los atraviesa.

Con la introducción de MPLS en la red de datos del ISP, los Routers Concentradores de acceso pasarán a actuar como PE y los Routers de Backbone harán funciones de P, como se refleja en la figura 5:

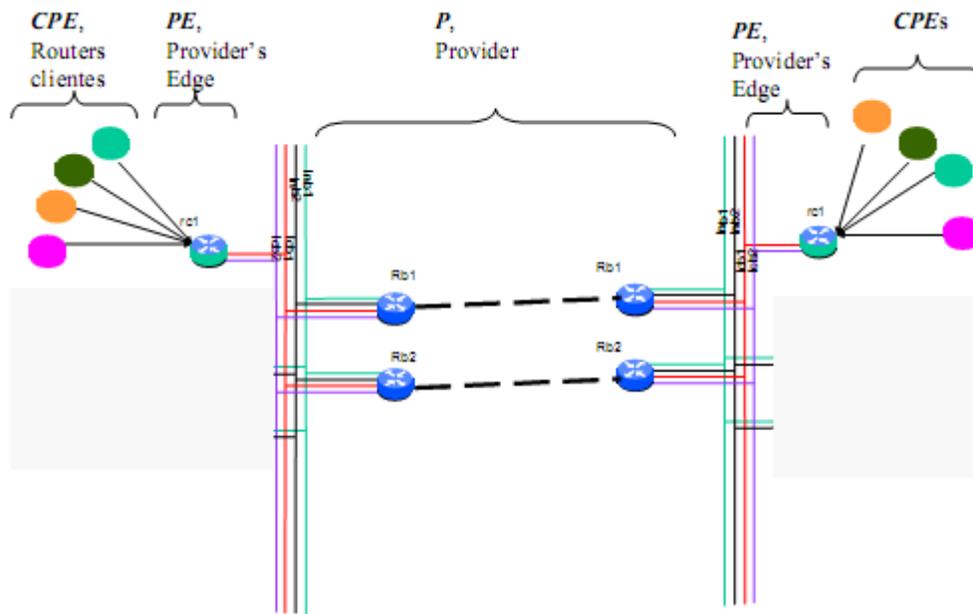


Figura 2.5. Red de Datos del ISP integrado con MPLS.

2.2.4 Red de troncal del proveedor de servicios de internet

Para favorecer una alta calidad de acceso a Internet, la topología interna de la red de datos de un ISP se diseña de manera que el número máximo de saltos en toda la red es reducido (idealmente, 3). Asimismo, se utilizan equipos de altas prestaciones y se establecen políticas de routing que favorecen el reparto de carga entre todos los enlaces.

Se han realizado distintos modelos teóricos para optimizar el diseño de una red de paquetes en base a la reducción del retardo medio de tránsito. Este parámetro es crucial para las aplicaciones en tiempo real, multimedia y streaming. Las variables que se pueden ajustar en el diseño son la capacidad de los enlaces y la topología, y se considera como condición de contorno adicional el coste de la red.

Las topologías ideales que resultan son las de alta conectividad, es decir, aquellas que tienden a conectar los routers del backbone con todos los demás. El ejemplo extremo es la topología en malla, en la que el número medio de saltos en el backbone es 1.

Sin embargo, en esa topología el número de conexiones varía con el cuadrado del número de nodos. Por otro lado, una topología completamente mallada sobrecarga el protocolo de enrutamiento IGP (Interior Gateway Protocol) del ISP. Esta sobrecarga resulta del número de relaciones entre pares que es necesario mantener, del reto de procesar n -cubo actualizaciones de estado de enlace en caso de un fallo, y de la complejidad de realizar el cálculo de Dijkstra sobre una topología con un número elevado de enlaces.

En la práctica se tiende a un compromiso, empezando con una topología de red suficiente para las necesidades del momento (por ejemplo, una topología en estrella con cada nodo de conexión con proveedores de tránsito, en la que el número medio de saltos en el backbone tiende a 2), y se va mallando en función de la utilización de los enlaces y de las necesidades cambiantes de los clientes.

Asimismo, se habilitan enlaces redundantes que protejan frente a la caída o saturación de los enlaces principales, y todos los enlaces se sobredimensionan para hacer frente al crecimiento del tráfico, toda vez que en la práctica desde la solicitud de un enlace a un operador de acceso hasta su disponibilidad transcurren varias semanas.

Para la conectividad internacional se dispone de varios proveedores de tránsito. La conexión con los proveedores de tránsito internacionales o puntos neutros nacionales se efectúa por POPs distintos, consiguiendo de este modo:

- Ofrecer un mejor balanceo de carga en el interior de la red, con la consiguiente mejora de calidad de servicio a los clientes al no centralizar en un único punto de la red todo el tráfico de Internet.

- Proteger el acceso internacional frente a desastres en un único POP.

Los ISP simplifican el diseño y mantenimiento de la red usando un mismo patrón para todos sus POP. Un diseño de POP típico es el reflejado en la figura 4, que tiene las siguientes ventajas:

- Los routers de concentración y backbone están separados, por lo que la configuración de los routers de backbone puede permanecer relativamente estable en el tiempo. Los routers de backbone no se ven afectados cuando se añaden o eliminan clientes individuales de los routers de concentración, o cuando clientes individuales contratan servicios de valor añadido.
- Se emplean dos routers de backbone en cada POP para aumentar la disponibilidad de red.
- Hay redundancia en los enlaces entre los routers y entre los RAS y los routers de acceso, mejorando la disponibilidad de red.
- Se pueden añadir fácilmente routers de concentración a medida que crece el número de usuarios.

2.2.5 Centro de proceso de datos del proveedor de servicios de internet

Alberga los servidores de: gestión de red IP, gestión de equipos de cliente, DNS, Radius. Todos ellos son sistemas de elevada disponibilidad en balanceo de carga, altamente escalables, y protegidos por firewalls.

Al tratarse de sistemas críticos, encontrar las causas de posibles fallos en el menor tiempo posible se convierte en una prioridad. En consecuencia, se recomienda no instalar

sistemas heterogéneos en un mismo segmento de LAN. Asimismo, es necesario realizar un diseño con el mínimo número de equipos entre la red de acceso y los servidores finales, para eliminar puntos de fallo.

En el caso de sistemas que lleven un tráfico reducido o no sean críticos (por ejemplo, sistemas de News) se puede reemplazar la instalación de un firewall por la implantación de listas de control de acceso (ACL) en los routers y la seguridad a nivel de sistema operativo.

En la figura 5 se representa un ejemplo de estructura de CPD de un ISP. Como se ve, el CPD se conecta a un router del backbone por dos líneas redundantes y está compuesto por las siguientes redes de área local:

LAN de gestión, que incluye los servidores de: gestión 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.

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. El balanceo de carga hace que la carga máxima posible se duplique.

Para tener una alta disponibilidad de servicio, se recomienda instalar un servidor DNS en cada POP, o al menos un servidor DNS en cada uno de los POP de más tráfico de la red.

Con esta estructura hemos conseguido separar el tráfico de gestión del resto del tráfico. Además, se puede aprovechar la presencia de dos firewalls en la subred de DNS y Radius para evolucionar posteriormente a un escenario con una LAN específica para DNS y otra para Radius, separando también estos dos tipos de tráfico.

En la figura 6 también se han representado las consolas ubicadas en dos centros remotos de operación de red, desde las que los operadores de la red realizan la operación y mantenimiento de la misma. El acceso se realiza sobre Redes Privadas Virtuales u otros enlaces encriptados, como Secure Shell (SSH).

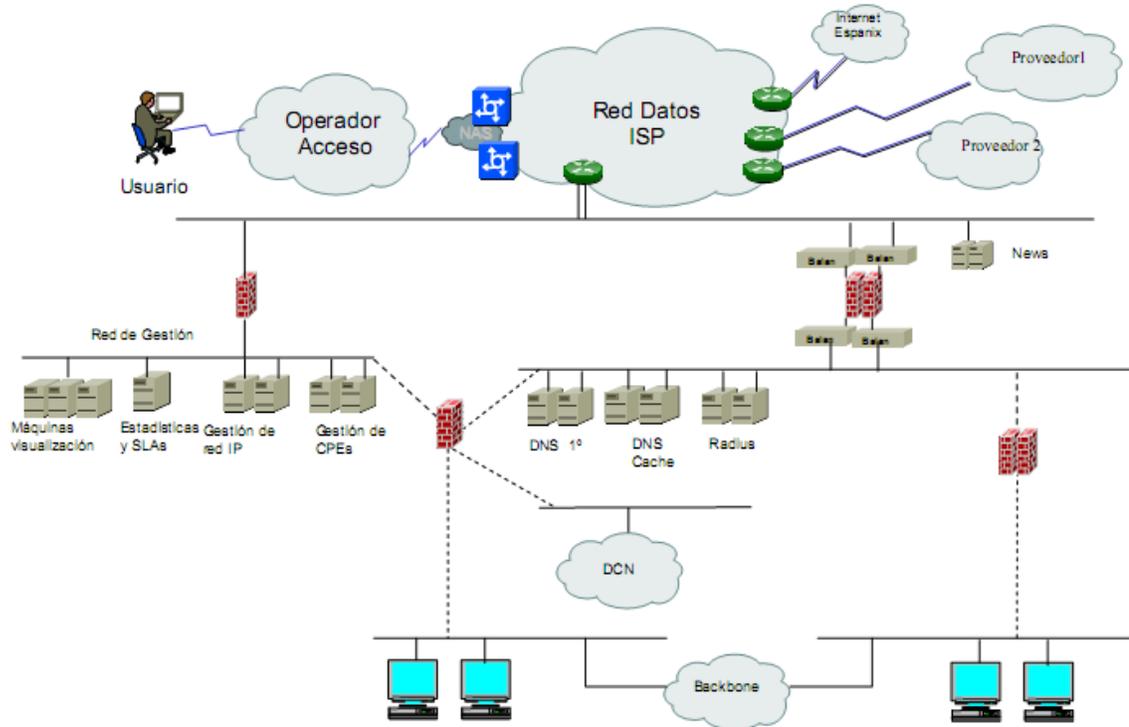


Figura 2.6. Infraestructura general del centro de datos de una red de proveedor de servicios de internet.

2.3 SISTEMAS INALÁMBRICOS “WIRELESS”

2.3.1 Protocolos de redes inalámbricas

Existen muchos protocolos en la familia 802.11 y no todos están relacionados específicamente con el protocolo de radio. Los tres estándares implementados actualmente en la mayoría de los equipos disponibles son:

802.11b. Ratificado por la IEEE el 16 de septiembre de 1999, el protocolo de redes inalámbricas 802.11b es probablemente el más asequible hoy en día. Millones de dispositivos que lo utilizan han sido vendidos desde 1999. Utiliza una modulación llamada Espectro Expandido por Secuencia Directa –Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS)– en una porción de la banda ISM desde 2400 a 2484 MHz. Tiene una tasa de transmisión máxima de 11 Mbps, con una velocidad real de datos utilizable mayor a 5 Mbps.

802.11g. Como no estuvo finalizado sino hasta junio de 2003, el protocolo 802.11g llegó relativamente tarde al mercado inalámbrico. A pesar de esto, el protocolo 802.11g es hoy por hoy el estándar de facto en la redes inalámbricas, utilizado en los radios incorporados en virtualmente todas las laptops y muchos de los dispositivos portátiles manuales (handheld). Utiliza el mismo rango ISM que el 802.11b, pero con el esquema de modulación denominado Multiplexaje por División de Frecuencias Ortogonales –Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM). Tiene una tasa de transmisión máxima de 54 Mbps (con un caudal real de hasta 25 Mbps), y mantiene compatibilidad con el altamente popular 802.11b porque soporta también las velocidades inferiores.

802.11a. También ratificado por la IEEE el 16 de septiembre de 1999, el protocolo 802.11a utiliza OFDM. Tiene una tasa de transmisión máxima de 54Mbps, con un caudal real (throughput) de hasta 27 Mbps. El 802.11a opera en la banda ISM entre 5725 y 5850 MHz, y en una porción de la banda UNII entre 5,15 y 5,35 GHz. Esto lo hace incompatible con el 802.11b o el 802.11g, y su frecuencia de transmisión más elevada implica un alcance menor comparado con el 802.11b/g al mismo nivel de potencia. Si bien esta porción del espectro es relativamente inutilizada comparada con la 2,4 GHz, desafortunadamente, su uso es legal sólo en unos pocos lugares del mundo. Realice una consulta a sus autoridades locales antes de utilizar equipamiento 802.11a, particularmente en aplicaciones externas. Esto mejorará en el futuro pues hay una disposición de la Unión Internacional de Comunicaciones (UIT) instando a todas las administraciones a abrir el uso de esta banda. El equipo es bastante barato, pero no tanto como el 802.11b/g.

2.3.2 La Física de Radio

Para construir enlaces inalámbricos de alta velocidad, es importante comprender cómo se comportan las ondas de radio en el mundo real.

– Onda de radio

En general estamos familiarizados con las vibraciones u oscilaciones de varias formas: Un péndulo, un árbol meciéndose con el viento, las cuerdas de una guitarra, son todos ejemplos de oscilaciones. Lo que tienen en común es que algo, como un medio o un objeto, está vibrando de forma periódica, con cierto número de ciclos por unidad de tiempo.

Este tipo de onda a veces es denominada onda mecánica, puesto que son definidas por el movimiento de un objeto o de su medio de propagación. Cuando esas oscilaciones viajan (esto es, cuando las vibraciones no están limitadas a un lugar) hablamos de ondas propagándose en el espacio. En el caso de las ondas electromagnéticas, la parte que puede ser más difícil de comprender es: ¿qué es lo que está oscilando? Para entenderlo, necesitamos comprender las fuerzas electromagnéticas.

– Fuerzas electromagnéticas

Las fuerzas electromagnéticas son fuerzas entre cargas y corrientes eléctricas.

La fuerza eléctrica es la fuerza entre cargas eléctricas. La fuerza magnética es la fuerza entre corrientes eléctricas. Veamos qué sucede en un trozo de alambre recto en el cual empujamos los electrones de un extremo a otro periódicamente. En cierto momento, el extremo superior del alambre está cargado negativamente—todos los electrones están acumulados allí. Esto genera un campo eléctrico que va de positivo a negativo a lo largo del alambre. Al momento siguiente, los electrones se han acumulado al otro lado y el campo eléctrico apunta en el otro sentido. Si esto sucede una y otra vez, los vectores de campo

eléctrico, por así decirlo, (flechas de positivo a negativo) abandonan el alambre y son radiados en el espacio que lo rodea. Lo que hemos descrito se conoce como dipolo (debido a los dos polos, positivo y negativo), o más comúnmente antena dipolo. Esta es la forma más simple de la antena omnidireccional. El movimiento del campo electromagnético es denominado comúnmente onda electromagnética.

Las ondas electromagnéticas difieren de las mecánicas en que no necesitan de un medio para propagarse. Las mismas se propagan incluso en el vacío del espacio

– Polarización

Otra cualidad importante de las ondas electromagnéticas es la polarización.

La polarización describe la dirección del vector del campo eléctrico. En una antena bipolar alineada verticalmente (el trozo de alambre recto), los electrones sólo se mueven de arriba a abajo, no hacia los lados (porque no hay lugar hacia donde moverse) y, por consiguiente, los campos eléctricos sólo apuntan hacia arriba o hacia abajo verticalmente. El campo que abandona el alambre y viaja como una onda tiene una polarización estrictamente lineal (y en este caso, vertical). Si acostamos la antena en el suelo (horizontal) tendremos una polarización lineal horizontal.

La polarización lineal es solo un caso especial, y nunca es perfecta: en general siempre tenemos algunos componentes del campo también en otras direcciones. El caso más general es la polarización elíptica, cuyos extremos son la polarización lineal (una sola dirección) y la polarización circular (ambas direcciones con igual intensidad).

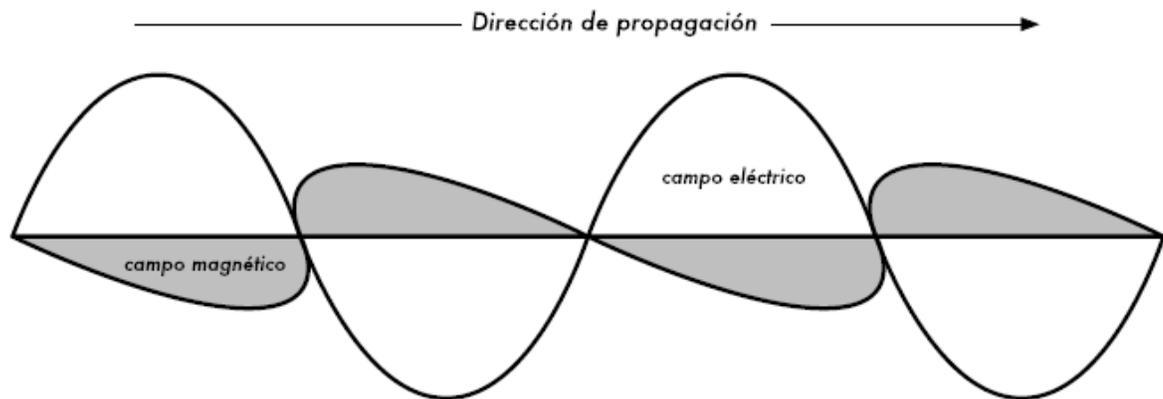


Figura 2.7. El campo eléctrico y el campo magnético complementario de una onda electromagnética.

Como se puede imaginar, la polarización es importante cuando alineamos las antenas. Si ignoramos la polarización, podemos tener muy poca señal aún teniendo las mejores antenas. A esto se le denomina desadaptación de polarización

– El espectro electromagnético

Las ondas electromagnéticas abarcan un amplio rango de frecuencias (y, correspondientemente, de longitudes de onda). Este rango de frecuencias y longitudes de onda es denominado espectro electromagnético.

Radio es el término utilizado para la porción del espectro electromagnético en la cual las ondas pueden ser transmitidas aplicando corriente alterna a una antena. Esto abarca el rango de 3 Hz a 300 GHz, pero normalmente el término se reserva para las frecuencias inferiores a 1 GHz..

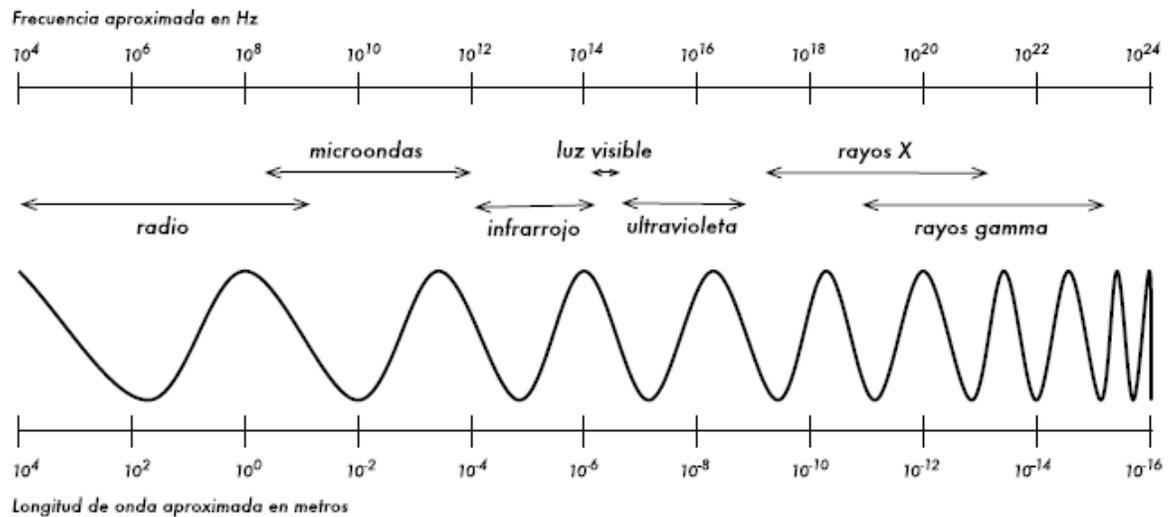


Figura 2.8. El espectro electromagnético

Entre la radio y el infrarrojo encontramos la región de las microondas—con frecuencias de 1 GHz a 300 GHz, y longitudes de onda de 30 cm a 1 mm.

– **Frecuencias y canales**

La banda 2,4 GHz en el estándar 802.11b: el espectro está dividido en partes iguales distribuidas sobre la banda en canales individuales. Note que los canales son de un ancho de 22 MHz, pero están separados sólo por 5 MHz. Esto significa que los canales adyacentes se superponen, y pueden interferir unos con otros.

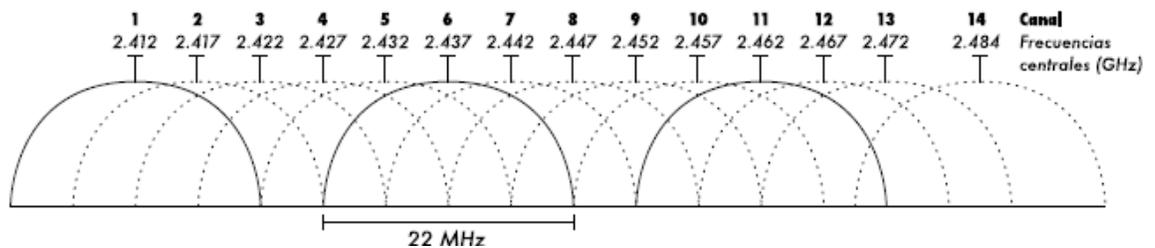


Figura 2.9. Canales y frecuencias centrales para 802.11b. Note que los canales 1, 6, y 11 no se superponen.

– Comportamiento de las ondas de radio

Absorción

Cuando las ondas electromagnéticas atraviesan algún material, generalmente se debilitan o atenúan. La cantidad de potencia perdida va a depender de su frecuencia y, por supuesto, del material. El vidrio de una ventana obviamente es transparente para la luz, mientras que el vidrio utilizado en los lentes de sol filtra una porción de la intensidad de la luz y bloquea la radiación ultravioleta.

A menudo se utiliza el coeficiente de absorción para describir el impacto de un material en la radiación. Para las microondas, los dos materiales más absorbentes son:

- Metal. Los electrones pueden moverse libremente en los metales, y son capaces de oscilar y por lo tanto absorber la energía de una onda que los atraviesa.
- Agua. Las microondas provocan que las moléculas de agua se agiten, capturando algo de la energía de las ondas. En la práctica de redes inalámbricas, vamos a considerar el metal y el agua como absorbentes perfectos: no vamos a poder atravesarlos (aunque capas finas de agua podrían permitir que una parte de la potencia pase). Son a las microondas lo que una pared de ladrillo es a la luz. Cuando hablamos del agua, tenemos que recordar que se encuentra en diferentes formas: lluvia, niebla, vapor y nubes bajas y todas van a estar en el camino de los radioenlaces.

Tienen una gran influencia y en muchas circunstancias, un cambio en el clima puede hacer caer un radioenlace.

Reflexión

Al igual que la luz visible, las ondas de radio son reflejadas cuando entran en contacto con materiales que son apropiados para eso: para las ondas de radio, las principales fuentes de reflexión son el metal y las superficies de agua.

A la luz de las ondas de radio, una reja densa de metal actúa de igual forma que una superficie sólida, siempre que la distancia entre las barras sea pequeña en comparación con la longitud de onda. A 2,4 GHz, una rejilla metálica con separación de un cm (1 cm) entre sus elementos va a actuar igual que una placa de metal.

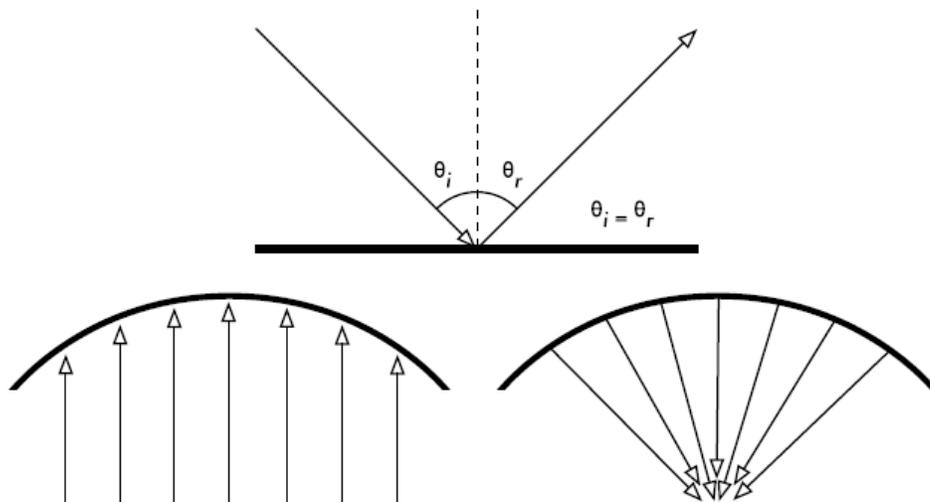


Figura 2.10. Reflexión de ondas de radio. El ángulo de incidencia es siempre igual al ángulo de reflexión. Una antena parabólica utiliza este efecto para concentrar las ondas de radio que caen sobre su superficie en una dirección común.

Difracción

Difracción es el comportamiento de las ondas cuando, al incidir en un objeto, dan la impresión de doblarse. Es el efecto de “ondas doblando las esquinas”.

El Principio de Huygens provee un modelo para comprender este comportamiento. Imagine que en un momento determinado, cada punto del frente de onda puede ser considerado como el punto de inicio de otra onda esférica (wavelet). Esta idea fue desarrollada más adelante por Fresnel,

Las microondas, con una longitud de onda de varios centímetros, muestran los efectos de la difracción cuando chocan contra paredes, picos de montañas y otros obstáculos. La obstrucción provoca que la onda cambie su dirección y doble en las esquinas

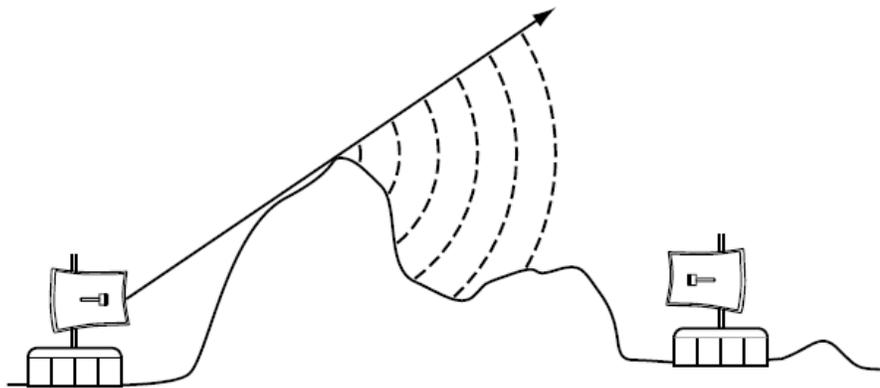


Figura 2.11. Difracción en la cima de una montaña.

Interferencia

En la tecnología inalámbrica, la palabra Interferencia es usada comúnmente en un sentido amplio, para disturbios desde otras fuentes RF (radio frecuencia), por ejemplo canales adyacentes. Entonces, cuando los constructores de redes inalámbricas hablan de interferencia, generalmente se refieren a todos los tipos de alteraciones generadas por otras redes y otras fuentes de microondas. La interferencia es una de las fuentes de dificultades principales en el despliegue de enlaces inalámbricos, especialmente en ambientes urbanos, o en espacios

cerrados (como en un local para conferencias) donde muchas redes pueden competir por el uso del espectro.

Zona de Fresnel

La teoría de zona de Fresnel simplemente examina a la línea desde A hasta B y luego el espacio alrededor de esa línea que contribuye a lo que está llegando al punto B. Algunas ondas viajan directamente desde A hasta B, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas. Consecuentemente, su camino es más largo, introduciendo un desplazamiento de fase entre los rayos directos e indirectos.

Siempre que el desplazamiento de fase es de una longitud de onda completa, se obtiene una interferencia constructiva: las señales se suman óptimamente.

Tomando este enfoque, y haciendo los cálculos, nos encontramos con que hay zonas anulares alrededor de la línea directa de A a B que contribuyen a la señal llega al punto B.

Tenga en cuenta que existen muchas zonas de Fresnel, pero a nosotros nos interesa principalmente la zona 1.

En la práctica, en redes inalámbricas nos conformamos con que al menos el 60% de la primera zona de Fresnel esté libre.

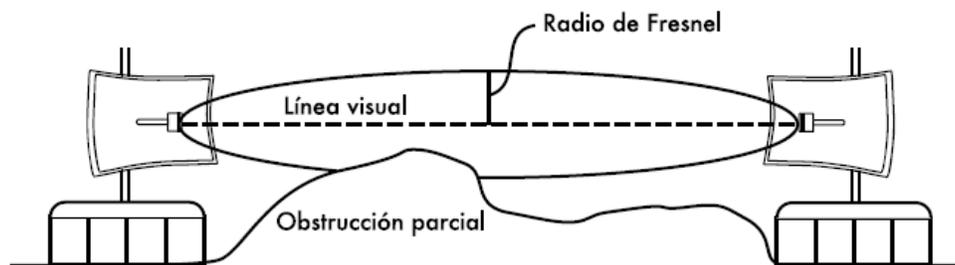


Figura 2.12. La zona de Fresnel es bloqueada parcialmente en este enlace, aunque la línea visual no está obstruida.

2.3.3 Diseño de Redes

– Fundamentos de redes

TCP/IP hace referencia a una serie de protocolos que permiten mantener conversaciones en la Internet global.

Un mensaje es fragmentado en múltiples paquetes individuales, cada uno etiquetado con su origen y destino. El computador, entonces, envía estos paquetes a un enrutador (router), que decide dónde va a enviarlos a continuación. El enrutador sólo necesita recordar un número pequeño de rutas, por ejemplo, cómo llegar a la red local, la mejor ruta hacia algunas otras redes locales, y una ruta hacia una pasarela (gateway) que lo comunica al resto de Internet. Esta lista de posibles rutas se denomina tabla de enrutamiento (routing table). A medida que los paquetes llegan al enrutador, la dirección del destinatario es examinada y comparada con su tabla de enrutamiento interna. Si el enrutador no tiene una ruta explícita para el destino en cuestión, manda el paquete hacia la que más se le aproxime, que es, a menudo, su propia pasarela a Internet (a través de su ruta por defecto—default route). El próximo enrutador hace lo mismo, y así sucesivamente, hasta que el paquete finalmente llega a su destino.

Los paquetes de datos fluyen a través de la Internet global sólo en virtud de que hemos convenido sobre un sistema común de direcciones y un protocolo para el envío de los mismos. Estos protocolos de comunicación estándar hacen posible el intercambio de información a una escala global.

– El modelo OSI

El modelo OSI divide el tráfico de la red en una cantidad de capas. Cada capa es independiente de las capas que la rodean y cada una se apoya en los servicios prestados por la capa inferior mientras que proporciona sus servicios a la capa superior. La separación entre capas hace que sea fácil diseñar una pila de protocolos (protocol stack) muy elaborada y confiable, tal como la difundida pila TCP/IP. Una pila de protocolos es una implementación real de un marco de comunicaciones estratificado. El modelo OSI no define los protocolos que van a usarse en una red en particular, sino que simplemente delega cada “trabajo” de comunicaciones a una sola capa dentro de una jerarquía bien definida.

A continuación se presenta un breve bosquejo del modelo de redes OSI de siete capas.

Tabla 2.2. Modelo OSI

Capa	Nombre	Descripción
7	Aplicación	La Capa de Aplicación es la capa con la que la mayoría de los usuarios tiene contacto, y es el nivel en el que ocurre la comunicación humana. HTTP, FTP, y SMTP son todos protocolos de la capa de aplicación. El usuario se ubica por encima de esta capa, interactuando con la aplicación
6	Presentación	La Capa de Presentación tiene que ver con representación de datos, antes de que lleguen a la aplicación. Esto incluye codificación MIME, compresión de datos, comprobación del formato, ordenación de los bytes , etc.

5	Sesión	La Capa de Sesión maneja la sesión de comunicación lógica entre aplicaciones. NetBIOS y RPC son dos ejemplos de protocolos de la capa 5.
4	Transporte	La Capa de Transporte provee un método para obtener un servicio particular en un nodo de red específico. Algunos ejemplos de protocolos que operan en esta capa son TCP y UDP. Algunos protocolos de la capa de transporte (como TCP), garantizan que todos los datos lleguen a destino y se reorganicen y entreguen a la próxima capa en el orden apropiado. UDP es un protocolo “no orientado a conexión” comúnmente usado para señales de video y audio de flujo continuo.
3	Red	IP (el protocolo de Internet) es el más común de la Capa de Red. Esta es la capa donde ocurre el enrutamiento. Se encarga de transferir los paquetes desde la capa de enlace local a la de otras redes. Los enrutadores cumplen esta función en una red por medio de, al menos, dos interfaces de red, una en cada una de las redes que se van a interconectar. Cada nodo en Internet tiene una dirección IP exclusiva. Otro protocolo crítico de Capa de Red es ICMP, que es un protocolo especial que proporciona varios mensajes necesarios para la adecuada operación de IP. Esta capa a menudo se denomina la Capa de Internet.

Tabla 2.3. Modelo OSI, continuación

Capa	Nombre	Descripción
------	--------	-------------

2	Enlace de datos	Cada vez que dos o más nodos comparten el mismo medio físico (por ejemplo, varios computadores conectados a un concentrador (hub), o una habitación lleno de dispositivos inalámbricos que usan el mismo canal de radio), usan la Capa de Enlace de Datos para comunicarse. Los ejemplos más comunes de protocolos de enlace de datos son Ethernet, Token Ring, ATM, y los protocolos de redes inalámbricas (802.11a/b/g). La comunicación en esta capa se define como de enlace-local porque todos los nodos conectados a esta capa se comunican directamente entre sí. Esta capa también se conoce como capa de Control de Acceso al Medio (MAC en inglés). En redes modeladas de acuerdo con Ethernet, los nodos se identifican por su dirección MAC. Esta es un número exclusivo de 48 bits asignado de fábrica a todo dispositivo de red.
1	Física	La Capa Física es la capa más baja en el modelo OSI, y se refiere al medio físico real en el que ocurre la comunicación. Este puede ser un cable CAT5 de cobre, un par de fibras ópticas, ondas de radio, o cualquier otro medio capaz de transmitir señales. Cables cortados, fibras partidas, e interferencia de RF constituyen, todos, problemas de capa física.

Las primeras tres capas (Física, Enlace de Datos y Red) ocurren todas “en la red”. Es decir, la actividad en estas capas va a estar determinada por la configuración de los cables, conmutadores, enrutadores y otros dispositivos semejantes. Un conmutador (switch) de red puede distribuir paquetes usando sólo direcciones MAC, así que necesita implementar sólo las capas 1 y 2. Un enrutador sencillo puede enrutar paquetes usando sólo sus direcciones IP, así que necesita implementar sólo las capas 1 a 3. Un servidor web o un computador portátil (laptop) ejecutan aplicaciones, así que deben implementar las siete capas. Algunos enrutadores avanzados pueden implementar desde la capa 4 en adelante lo que les permite tomar decisiones basadas en la información de alto nivel contenida en un paquete, como el nombre

de un sitio web, o los adjuntos de un correo electrónico. Para la mayor parte de las implementaciones de redes, el modelo OSI puede ser simplificado en un conjunto menor de cinco capas.

– **El modelo TCP/IP**

El modelo de redes TCP/IP describe las siguientes cinco capas:

Tabla 2.4. Modelo TCP/IP

Capa	Nombre
4	Aplicación
3	Transporte
2	Internet
1	Red

En términos del modelo OSI, las capas cinco a siete quedan comprendidas en la capa superior (la Capa de Aplicación). Las primeras cuatro capas de ambos modelos son idénticas. Este modelo simplificado funciona bien cuando se construyen o detectan fallas en redes TCP/IP.

– **Los protocolos de Internet**

TCP/IP es la pila de protocolos más comúnmente usada en la Internet global. El acrónimo se lee en inglés Transmission Control Protocol, e Internet Protocol, respectivamente, pero en realidad se refiere a una familia completa de protocolos de comunicaciones relacionados. TCP/IP también se conoce como grupo de protocolo Internet, y opera en las capas tres y cuatro del modelo TCP/IP. Examinemos ahora brevemente el equipamiento físico que implementa estos protocolos de red.

– **Ethernet**

Ethernet es el nombre del estándar más popular para conectar computadores en una Red de Área Local—Local Area Network (LAN). Se usa a menudo para conectar computadores individuales a Internet a través de un enrutador, módem ADSL, o dispositivo inalámbrico. El estándar Ethernet más común se llama 100baseT. Este define una tasa de datos de 100 megabits por segundo, sobre cable de par trenzado con conectores modulares RJ-45 en el extremo.

– **Direcciones MAC**

Cada dispositivo conectado a una red Ethernet tiene una dirección MAC única asignada por el fabricante de la tarjeta de red. Su función se parece a la de la dirección IP, puesto que sirve como un identificador único que les permite a los dispositivos “hablar” entre sí. Sin embargo, el alcance de una dirección MAC se limita al dominio de difusión que va a estar definido por todos los computadores unidos a través de cables, concentradores, conmutadores y puentes, pero sin atravesar enrutadores ni pasarelas de Internet. Las direcciones MAC nunca se usan directamente en la Internet y no son transmitidas entre enrutadores.

– **Concentradores (hubs)**

Los concentradores Ethernet interconectan dispositivos Ethernet de par trenzado. Funcionan en la capa física (la más baja, la primera). Repiten las señales recibidas por cada puerto hacia el resto de los puertos. Los concentradores pueden, por lo tanto, ser considerados como simples repetidores. Debido a su diseño, sólo uno de los puertos transmite a la vez con éxito. Si dos dispositivos transmiten al mismo tiempo, las transmisiones se interfieren, y ambos se retiran para tratar de retransmitir los paquetes más tarde. A esto se le conoce como colisión, y cada anfitrión es responsable de detectar las colisiones que se producen durante la transmisión, y de retransmitir sus propios paquetes cuando sea necesario.

Las redes basadas en concentradores son generalmente más robustas que el Ethernet coaxial (también conocido como 10base2, o ThinNet), donde un dispositivo con problemas puede incapacitar el segmento completo. Pero los concentradores están limitados respecto a su utilidad ya que pueden fácilmente convertirse en puntos de congestión en redes de mucho tránsito.

– **Conmutadores**

Un conmutador o switch es un dispositivo que funciona de manera muy parecida a un concentrador, pero proporciona una conexión dedicada entre puertos. En lugar de repetir todo el tráfico en cada puerto, el conmutador determina cuáles puertos se están comunicando directamente y los interconecta temporalmente. Los conmutadores proporcionan, en general, mejores prestaciones que los concentradores. Los conmutadores funcionan en la capa de enlace de datos (la segunda capa) puesto que interpretan y actúan sobre las direcciones MAC en los paquetes que reciben. Cuando un paquete llega a un puerto de un conmutador, éste determina la dirección MAC de procedencia, que está asociada a ese puerto. Luego almacena esta información en una tabla MAC interna, y transmite el paquete en el puerto que se corresponda. Si la dirección MAC de destino no aparece en la tabla MAC, el paquete se envía a todas las interfaces conectadas. Si el puerto de destino se corresponde con el puerto entrante, el paquete se filtra y no se remite.

– **Enrutadores y cortafuegos**

Mientras que los concentradores y los conmutadores proporcionan conectividad para un segmento de una red local, el trabajo de un enrutador es el de remitir paquetes entre diferentes segmentos de la red. Un enrutador normalmente tiene dos o más interfaces físicas de red. Puede incluir respaldo para diferentes tipos de medios de red tales como Ethernet, ATM, DS. Los enrutadores pueden ser dispositivos dedicados de hardware (como los enrutadores Cisco o Juniper), o pueden construirse a partir de un PC estándar con múltiples tarjetas de red y software apropiado.

Los enrutadores se encuentran en el borde de dos o más redes. Por definición, tienen una conexión con cada red. Muchos enrutadores tienen capacidad de cortafuego que proporciona un mecanismo para filtrar o redirigir paquetes que no cumplen con las exigencias de seguridad o de políticas de acceso. También pueden suministrar servicios de Traducción de Direcciones de Red (NAT).

– Diseño de la red física

Las redes inalámbricas se organizan naturalmente en estas tres configuraciones lógicas: enlaces punto a punto, enlaces punto a multipunto, y nubes multipunto a multipunto.

Punto a punto

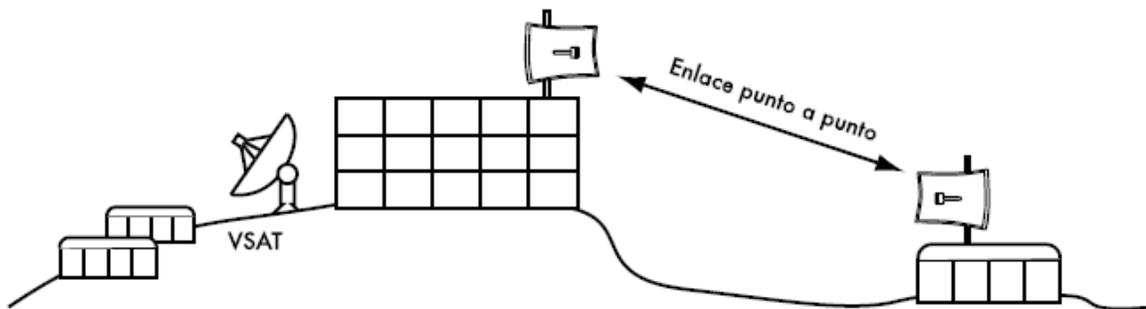


Figura 2.13. Un enlace punto a punto le permite a un lugar remoto compartir una conexión central a Internet.

Punto a multipunto

Cada vez que tenemos varios nodos hablando con un punto de acceso central estamos en presencia de una aplicación punto a multipunto. El ejemplo típico de un trazado punto a multipunto es el uso de un punto de acceso (Access Point) inalámbrico que provee conexión a

varias computadoras portátiles. Las computadoras portátiles no se comunican directamente unas con otras, pero deben estar en el rango del punto de acceso para poder utilizar la red.

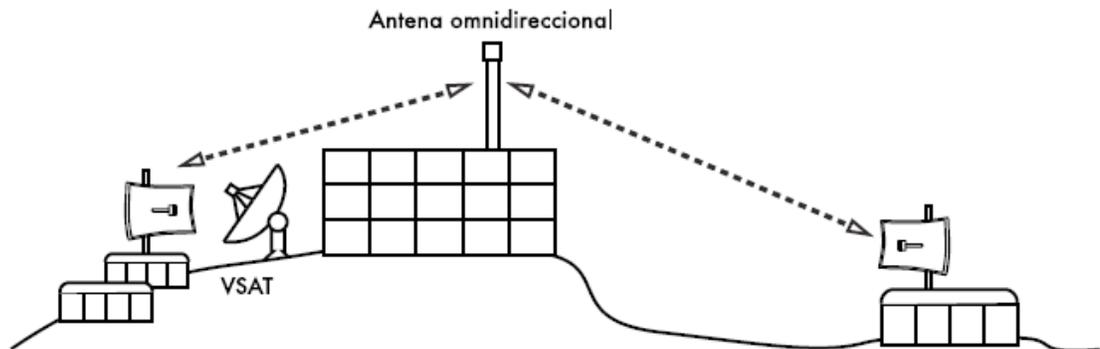


Figura 2.14. La conexión VSAT central es compartida por múltiples sitios remotos. Estos tres lugares también pueden comunicarse directamente entre sí a velocidades mucho más rápidas que las ofrecidas por VSAT.

Multipunto a multipunto

El tercer tipo de diseño de red es el multipunto a multipunto, el cual también es denominado red ad-hoc o en malla (mesh). En una red multipunto a multipunto, no hay una autoridad central. Cada nodo de la red transporta el tráfico de tantos otros como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí.

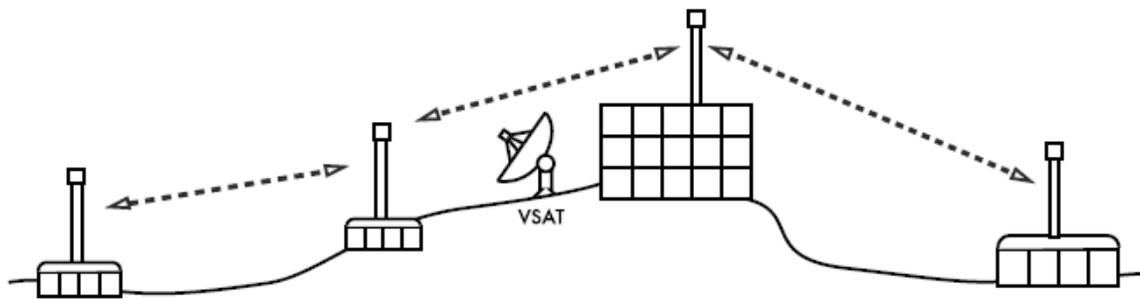


Figura 2.15. Una red en malla (mesh) multipunto a multipunto. Cada punto puede acceder a otro a gran velocidad, o utilizar la conexión central VSAT para acceder a Internet.

Las buenas implementaciones de redes mesh son auto-reparables, detectan automáticamente problemas de enrutamiento y los corrigen. Extender una red mesh es tan sencillo como agregar más nodos. Dos grandes desventajas de esta topología son el aumento de la complejidad y la disminución del rendimiento.

– Redes inalámbricas 802.11

Antes de que los paquetes puedan ser reenviados y enrutados en Internet, la capa uno (física) y dos (enlace) necesitan estar conectadas. Cuando dos tarjetas inalámbricas son configuradas para usar el mismo protocolo en el mismo canal de radio, están prontas para negociar conectividad al nivel de la capa de enlace. Cada dispositivo 802.11a/b/g puede operar en uno de los cuatro modos posibles:

- El modo maestro (también llamado AP, o modo de infraestructura) es utilizado para crear un servicio que parece un punto de acceso tradicional. La tarjeta de red crea una red con un canal y un nombre específico (llamado SSID), para ofrecer sus servicios. En el modo maestro, las tarjetas inalámbricas administran todas las comunicaciones de la red (autenticación de clientes inalámbricos, control de acceso al canal, repetición de paquetes, etc). Las tarjetas inalámbricas en modo

maestro sólo pueden comunicarse con tarjetas asociadas a ella en modo administrado.

- El modo administrado es denominado algunas veces modo cliente. Las tarjetas inalámbricas en modo administrado sólo pueden unirse a una red creada por una tarjeta en modo maestro, y automáticamente cambiarán su canal para que corresponda con el de ésta. Luego ellas presentan las credenciales necesarias al maestro, y si estas credenciales son aceptadas, se dice que están asociadas con la tarjeta en modo maestro. Las tarjetas en modo administrado no se comunican unas con otras directamente, y sólo se van a comunicar con una tarjeta asociada en modo maestro.
- El modo Ad-hoc crea una red multipunto a multipunto donde no hay un único nodo maestro o AP. En el modo ad-hoc, cada tarjeta inalámbrica se comunica directamente con sus vecinas. Cada nodo debe estar dentro del alcance de los otros para comunicarse, y deben concordar en un nombre y un canal de red.
- El modo monitor es utilizado por algunas herramientas (tales como Kismet, descrito en el Capítulo 6) para escuchar pasivamente todo el tráfico de radio en un canal dado. En el modo monitor, las tarjetas inalámbricas no transmiten datos. Se utiliza para analizar problemas en un enlace inalámbrico, o para observar el uso del espectro en el área local. El modo monitor no es usado para las comunicaciones normales.

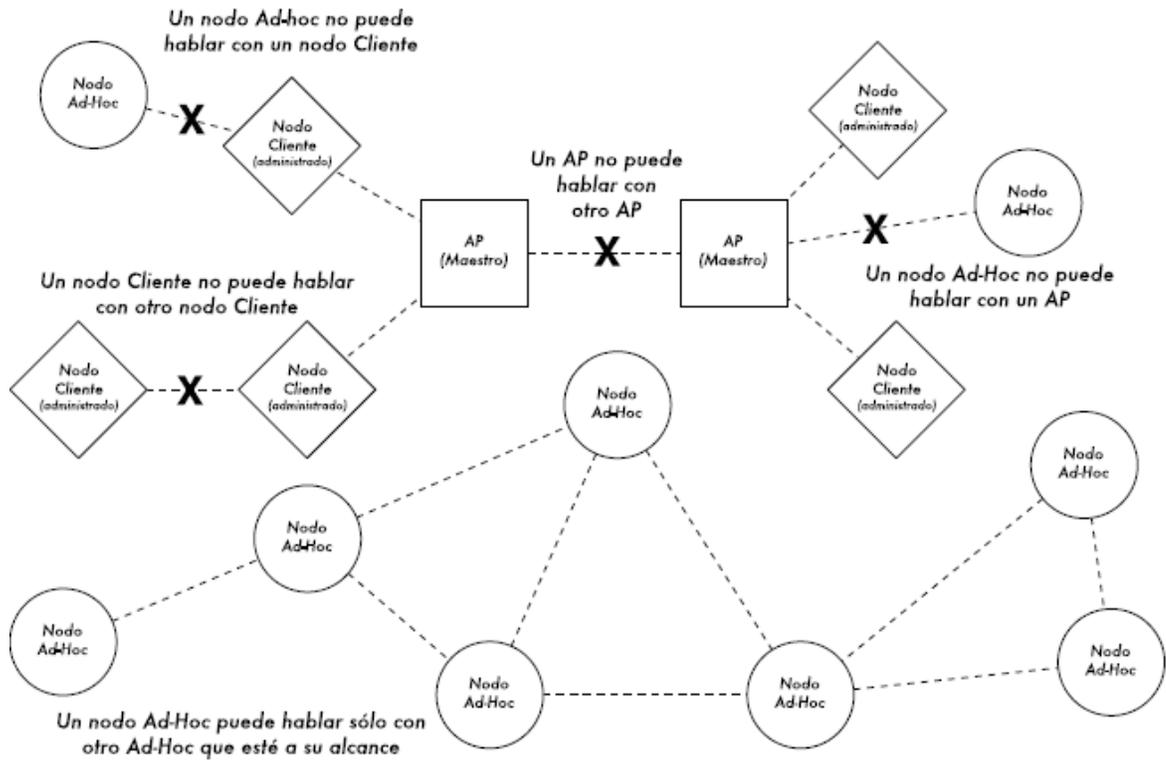


Figura 2.16. AP, clientes, y nodos Ad-Hoc.

CAPÍTULO 3

3 ESTUDIO DE CAMPO

3.1 ESTUDIO DE MERCADO

3.1.1 Diseño de la encuesta

Muchos problemas de investigación requieren la recolección de datos, los cuales pueden obtenerse mediante el uso de encuestas. La finalidad de una encuesta por muestreo es obtener información para satisfacer una necesidad definida. La encuesta no es un método específico de alguna disciplina en particular y se aplica en forma amplia a problemas de diversos campos. Esta capacidad de múltiple aplicación y su gran alcance hace a la encuesta una técnica de gran utilidad. Hoy en día todas las personas han leído o escuchado sobre encuestas de opinión pública, predicciones en elecciones, estudios de mercado, censos, etcétera. Quizás muchas de ellas piensen que es sencillo efectuar una encuesta, después de todo cualquiera puede plantear preguntas y contar frecuencias, sin embargo esto no es así. Se puede encontrar un gran número de encuestas mal diseñadas en el seguimiento y estructuración de las preguntas, en la codificación de las respuestas, en el diseño de muestreo, etc.

– **Etapas de la encuesta.**

A continuación se describen brevemente las etapas que deben considerarse en la planeación de una encuesta.

1. Planteamiento de objetivos de la encuesta: Se deben establecer los objetivos de la encuesta de manera clara y concisa, y remitirse a esos objetivos conforme se vaya progresando en el diseño e instrumentación de la encuesta. Se deben de mantener los objetivos suficientemente simples, de tal manera que sean

entendidos por quienes trabajan en la encuesta y sean logrados exitosamente cuando se complete la misma.

2. Población objetivo. Se debe definir cuidadosamente la población que va a ser muestreada, la cual debe precisarse de acuerdo a los conceptos y variables que se quieren medir. Para seleccionar la muestra correctamente, la población objetivo deberá de coincidir con la que se muestrea; en caso de no ser así los resultados son aplicables únicamente a la población muestreada.

3. Elección del marco de muestreo: El marco de muestreo es la lista de las unidades de muestreo. Éstas últimas son las unidades donde realizamos la muestra; por ejemplo una familia es una unidad de muestreo y los individuos que viven en ella serán unidades de observación. Se debe seleccionar el marco (o marcos) de tal forma que la lista de las unidades muestras y la población objetivo concuerde lo más posible. Para las encuestas telefónicas el marco de muestreo podría ser una lista de todos los números residenciales de la ciudad; para las entrevistas personales, una lista de las direcciones de todas las calles; para una encuesta de agricultura, una lista de todas las granjas o un mapa de las áreas que contienen granjas. Debe tenerse en cuenta que marcos múltiples pueden hacer el muestreo más eficiente. Hay que tener cuidado con las posibles deficiencias que presente el marco, como información incompleta, obsoleta, inadecuada, etcétera, pues afectará los resultados a obtener.

4. Establecimiento del método de medición: Decidir sobre el método de medición. Estos son usualmente: entrevistas personales, telefónicas, cuestionarios enviados por correo u observación directa. En este aspecto, la encuesta puede clasificarse:

5. Instrumento de medición: En conjunción con el paso anterior, se debe especificar cuidadosamente qué mediciones van a ser obtenidas. Si se va usar un

cuestionario planee las preguntas de tal manera que se minimice la no respuesta y el sesgo en las mismas. Hay que tener siempre en mente que la disposición de un encuestado para responder, dependerá de la presentación de la encuesta. Ésta debe contener la presentación de los objetivos del estudio e instrucciones sobre el llenado. Es conveniente incluir datos de identificación como: nombre de la institución, nombre del entrevistador, número del cuestionario de la muestra, hora de inicio de la entrevista y todo tipo de datos que sirvan para el control de la investigación.

Se deberá también tener en cuenta:

- a. Orden de las preguntas. Se recomienda que aparezcan primero las preguntas más generales y después las específicas. Conviene que la complejidad de las preguntas vaya de menos a más; por ejemplo plantear primeramente aquellas como: sexo, edad, escolaridad, ocupación, etcétera. Enseguida deberán estar las preguntas referentes al tema de investigación y finalmente, si se desea, las preguntas de opinión o actitudes.
- b. Contenido de las preguntas. Debe verificarse que las preguntas realmente permitan recabar la información necesaria para cubrir el o los objetivos planteados. Para ello puede haber preguntas cortas o de opinión, si el tema lo requiere. A veces es recomendable la combinación de preguntas abiertas (el entrevistado no enfrenta categorías en la respuesta) y preguntas cerradas (se presentan opciones múltiples), para darle motivación al encuestado. Éstas últimas permiten una sencilla codificación y captura de la información. En consecuencia con lo anterior, la mayoría de las preguntas deben de tener una respuesta numérica simple (como la edad del entrevistado) o un número fijo de

selecciones predeterminadas, una de las cuales será elegida por el entrevistado. Por ejemplo, al preguntar el estado civil de las personas se puede presentar las opciones: soltero, casado, viudo, divorciado, unión libre y otro.

c. Redacción de las preguntas. Éstas deben realizarse con un lenguaje acorde a las personas a quienes van dirigidas. No es comparable la terminología de un especialista con la de la población en general. Por otra parte, muchas preguntas que pueden parecer claras para quien diseña la encuesta, no lo serán para el encuestado. Digamos, preguntar ¿cuántos niños hay en su familia? No es claro para muchos, pues no se especifica hasta que edad se considerara que la persona es todavía un niño. Se debe evitar asimismo preguntas que induzcan al entrevistado a decir lo que se quiere escuchar. Por ejemplo plantear, La Iglesia Católica está en contra del uso del condón, ¿y usted? Incrementa la proporción de encuestados que quieren compartir la opinión de la Iglesia. Asimismo, preguntas como ¿cuál es el problema principal que enfrenta el magisterio? Brinda un rango de posibilidades que tal vez origine respuestas que no corresponden a la información que se quería recabar. Es por eso que se debe ser muy cuidadoso en la redacción de las preguntas de una encuesta.

6. Diseño de muestreo: Se debe planear cuidadosamente el diseño de muestreo, calculando un número apropiado de elementos de la muestra, de tal manera ésta proporcione suficiente información para los objetivos de la encuesta. Muchas encuestas producen poca o inútil información porque no fueron diseñadas apropiadamente.

7. Organización y manejo de datos: Se debe elaborar un esquema el manejo apropiado de la información en todas las etapas de la encuesta. Las grandes

encuestas generan gran cantidad de información y por ello requieren un plan bien preparado para el manejo de los datos. Este plan debe de incluir los pasos a seguir en el proceso de los datos, desde el momento en que se hace una medición en el campo hasta que el análisis final ha sido completado. Se debe incluir también un esquema de control de calidad para verificar la correlación entre los datos procesados y los datos recolectados en el campo.

8. Análisis de los datos: Definir los análisis que deberán realizarse. Este punto está estrechamente relacionado con el paso anterior, e involucra la especificación detallada de los análisis que deben ser ejecutados.

3.1.2 Objetivos generales del muestreo

- Determinar los parámetros necesarios para dimensionar la red de acceso.
- Determinar la predisposición de gasto de cada cliente por el servicio.

3.1.3 Objetivos específicos del muestreo

- Estimar el número de clientes potenciales.
- Estimar las zonas de ubicación de los clientes potenciales.
- Determinar el uso que le darán los clientes al servicio de internet.
- Sondear la predisposición económica de adquisición para el servicio de internet.
- Determinar el nivel de satisfacción que los usuarios actuales de internet poseen.

- Determinar los proveedores de servicio de internet.

3.1.4 Segmentación del mercado

– Cálculo de la muestra

Tabla 3.1. Tamaño del universo

CANTÓN	VIVIENDAS CENSO 2001	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)	PROMEDIO AÑO 2009	TAMAÑO UNIVERSO
TENA	11.259	3,05	3.090,5955	14.350
ARCHIDONA	4.509	3,05	1.237,7205	5.747
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	885	3,05	242,9325	1.128
TOTAL	16.653	3,05	4.571,2485	21.224

Datos

n = tamaño de la muestra

N = tamaño del universo

p / q = probabilidad de éxito / fracaso respectivamente

E = error (%)

p= 0.8

$$q = 1 - 0.8$$

$$q = 0.2$$

$$E = 0.055$$

$$N = 21224$$

Reemplazando los valores en la ecuación de cálculo obtenemos:

$$q = 1 - p$$

$$q = 1 - 0.8$$

$$q = 0.2$$

$$n = \frac{Npq}{(N-1)\frac{E^2}{4} + pq}$$

$$n = \frac{(21224)(0.8)(0.2)}{(21224-1)\frac{(0.055)^2}{4} + (0.8)(0.2)}$$

$$n = 209$$

Por lo que la cantidad de encuestas a realizar es de 209

3.1.5 Distribución de las muestras

La cantidad de encuestas por sector se muestran a continuación:

Tabla 3.2. Distribución de encuestas en el sector

CANTÓN	SECTOR PARROQUIAL	ENCUESTA RESIDENCIAL	ENCUESTA CORPORATIVA
TENA	TENA	50	40
	AHUANO	5	10
	PANO	5	5
	PTO. MISAHUALLI	5	15
	PTO NAPO	5	5
ARCHIDONA	ARCHIDONA	30	10
	COTUNDO	5	3
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	SARSAYACU	5	3
	SANTA ROSA	5	3
TOTAL	209	115	94

3.1.6 Cuestionario residencial

<p>P.1. PARROQUIA <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV5I</td> <td></td> <td style="text-align: center;">IV5I</td> </tr> <tr> <td>TENA</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.2)</td> <td>ARCHIDONA</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 6 ⇒ (Ir P.2)</td> </tr> <tr> <td>AHUANO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.2)</td> <td>CDTUNDO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 7 ⇒ (Ir P.2)</td> </tr> <tr> <td>PANO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.2)</td> <td>SARSAYACU</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 8 ⇒ (Ir P.2)</td> </tr> <tr> <td>PTO. MISAHUALLI</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 4 ⇒ (Ir P.2)</td> <td>SANTA ROSA</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 9 ⇒ (Ir P.2)</td> </tr> <tr> <td>PTO. NAPO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 5 ⇒ (Ir P.2)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					IV5I		IV5I	TENA	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.2)	ARCHIDONA	<input type="radio"/> 6 ⇒ (Ir P.2)	AHUANO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.2)	CDTUNDO	<input type="radio"/> 7 ⇒ (Ir P.2)	PANO	<input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.2)	SARSAYACU	<input type="radio"/> 8 ⇒ (Ir P.2)	PTO. MISAHUALLI	<input type="radio"/> 4 ⇒ (Ir P.2)	SANTA ROSA	<input type="radio"/> 9 ⇒ (Ir P.2)	PTO. NAPO	<input type="radio"/> 5 ⇒ (Ir P.2)		
	IV5I		IV5I																								
TENA	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.2)	ARCHIDONA	<input type="radio"/> 6 ⇒ (Ir P.2)																								
AHUANO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.2)	CDTUNDO	<input type="radio"/> 7 ⇒ (Ir P.2)																								
PANO	<input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.2)	SARSAYACU	<input type="radio"/> 8 ⇒ (Ir P.2)																								
PTO. MISAHUALLI	<input type="radio"/> 4 ⇒ (Ir P.2)	SANTA ROSA	<input type="radio"/> 9 ⇒ (Ir P.2)																								
PTO. NAPO	<input type="radio"/> 5 ⇒ (Ir P.2)																										
<p>P.2. ¿POSEE SERVICIO DE INTERNET? <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.3)</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)</td> </tr> </table>		IV	SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.3)	NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)	<p>P.3. ¿ESTA SATISFECHO CON EL SERVICIO ACTUAL? <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.4)</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)</td> </tr> </table>		IV	SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.4)	NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)	<p>P.4. ¿ESTA INTERESADO EN ADQUIRIR EL SERVICIO DE INTERNET? <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV8</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.5)</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2 ⇒ (Terminar)</td> </tr> </table>		IV8	SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.5)	NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Terminar)							
	IV																										
SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.3)																										
NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)																										
	IV																										
SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.4)																										
NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.4)																										
	IV8																										
SI	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.5)																										
NO	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Terminar)																										
<p>P.5. ¿DE LOS SIGUIENTES USOS DE INTERNET EN CUAL ESTA INTERESADO O USA ACTUALMENTE ? <i>Seleccione tantas opciones como apliquen</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV9</td> </tr> <tr> <td>NAVEGACION WEB</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 1</td> </tr> <tr> <td>MULTIMEDIA</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 2</td> </tr> <tr> <td>CORREO ELECTRONICO</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 3</td> </tr> <tr> <td>TELEFONIA SOBRE INTERNET</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 4</td> </tr> <tr> <td>JUEGOS INTERACTIVOS</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 5</td> </tr> </table>		IV9	NAVEGACION WEB	<input type="checkbox"/> 1	MULTIMEDIA	<input type="checkbox"/> 2	CORREO ELECTRONICO	<input type="checkbox"/> 3	TELEFONIA SOBRE INTERNET	<input type="checkbox"/> 4	JUEGOS INTERACTIVOS	<input type="checkbox"/> 5	<p>P.6. ¿CUANTO ESTA DISPUESTO A PAGAR POR EL SERVICIO DE INTERNET O PAGA ACTUALMENTE? <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV1</td> </tr> <tr> <td>20 a 30</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.7)</td> </tr> <tr> <td>30 a 40</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.7)</td> </tr> <tr> <td>Mayor a 40</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.7)</td> </tr> </table>		IV1	20 a 30	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.7)	30 a 40	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.7)	Mayor a 40	<input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.7)						
	IV9																										
NAVEGACION WEB	<input type="checkbox"/> 1																										
MULTIMEDIA	<input type="checkbox"/> 2																										
CORREO ELECTRONICO	<input type="checkbox"/> 3																										
TELEFONIA SOBRE INTERNET	<input type="checkbox"/> 4																										
JUEGOS INTERACTIVOS	<input type="checkbox"/> 5																										
	IV1																										
20 a 30	<input type="radio"/> 1 ⇒ (Ir P.7)																										
30 a 40	<input type="radio"/> 2 ⇒ (Ir P.7)																										
Mayor a 40	<input type="radio"/> 3 ⇒ (Ir P.7)																										
<p>P.7. ¿CUANTO ANCHO DE BANDA DE UTILIZA O ESTARIA INTERESADO? <i>Seleccione sólo una opción</i></p> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">IV1II</td> <td></td> <td style="text-align: center;">IV1II</td> </tr> <tr> <td>128 Kbps</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 1</td> <td>1Mbps</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 4</td> </tr> <tr> <td>256 Kbps</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 2</td> <td>Mayor a 1Mbps</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 5</td> </tr> <tr> <td>512 Kbps</td> <td style="text-align: center;"><input type="radio"/> 3</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					IV1II		IV1II	128 Kbps	<input type="radio"/> 1	1Mbps	<input type="radio"/> 4	256 Kbps	<input type="radio"/> 2	Mayor a 1Mbps	<input type="radio"/> 5	512 Kbps	<input type="radio"/> 3										
	IV1II		IV1II																								
128 Kbps	<input type="radio"/> 1	1Mbps	<input type="radio"/> 4																								
256 Kbps	<input type="radio"/> 2	Mayor a 1Mbps	<input type="radio"/> 5																								
512 Kbps	<input type="radio"/> 3																										

3.1.7 Resultados residenciales

Tabla 3.3. Resultados residenciales

TABLA GENERAL A NIVEL RESIDENCIAL		TENA [a]	ARCHIDON A [b]	AHUANO [c]	PANO [d]	PTO. MISAHUALL I [e]	PTO. NAPO [f]	COTUNDO [g]	SARSAYACU [h]	SANTA ROSA [i]
P.1 Parroquia	Total Base sujetos (Parroquia)	50	30	5	5	5	5	5	5	5
P.2 Posee servicio de internet	NO	40	16	4	4	3	4	5	4	5
	SI	10	14	1	1	2	1	-	1	-
P.3 Satisfecho con el servicio actual	NO	5	8	1	1	1	1	-	1	-
	SI	5	5	-	-	1	-	-	-	-
P.4 Interesado en adquirir el servicio de internet	NO	22	19	2	3	2	3	3	2	3
	SI	28	11	3	2	3	2	2	3	2
P.5 Usos de internet en cual interesado o usa	NAVEGACION WEB	28	15	3	2	3	2	3	3	2
	CORREO ELECTRONICO	26	14	3	1	1	2	3	3	2
	MULTIMEDIA	18	11	2	-	2	2	1	2	-
	TELEFONIA SOBRE INTERNET	19	6	2	1	1	-	3	1	1
	JUEGOS INTERACTIVOS	4	-	-	-	-	-	-	-	-
P.6 Dispuesto a pagar por el servicio de internet o paga	20 a 30	10	6	2	2	1	2	1	1	2
	30 a 40	14	8	1	-	1	-	2	2	-
	Mayor a 40	4	1	-	-	1	-	-	-	-
P.7 Ancho de banda de utiliza o estaria interesado	512 Kbps	10	7	1	-	1	-	2	2	-
	1 Mbps	11	5	-	-	-	1	1	-	-
	128 Kbps	2	-	-	2	1	1	-	1	-
	256 Kbps	2	2	1	-	-	-	-	-	2
	Mayor a 1 Mbps	3	1	1	-	1	-	-	-	-

3.1.8 Gráficas de los resultados correspondientes

– Usuarios de internet

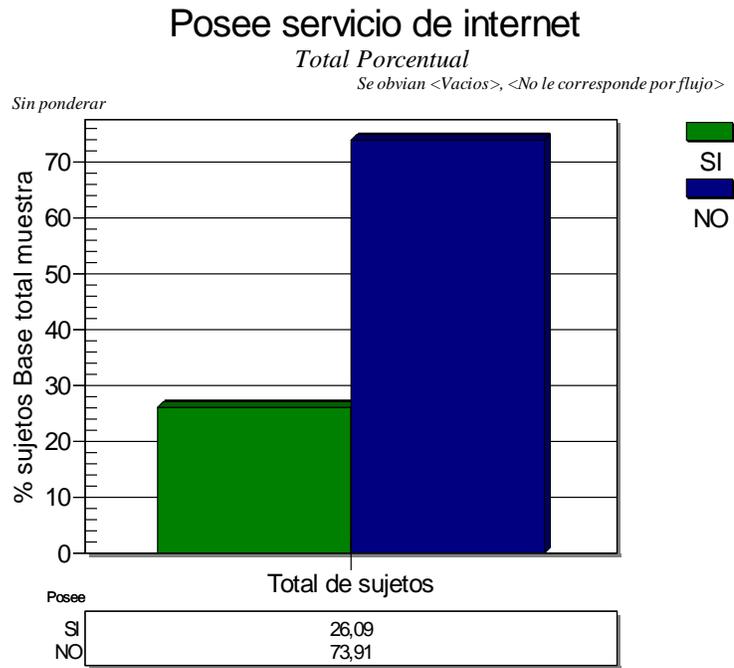


Figura 3.1. Usuarios de internet residencial

– Satisfacción del servicio en caso de poseer internet

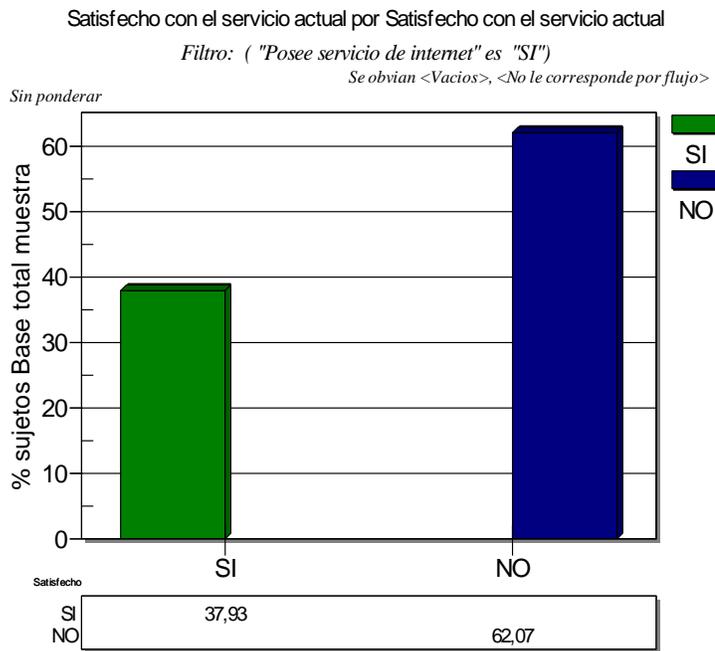


Figura 3.2. Satisfacción del servicio residencial

– **Personas interesadas en adquirir el servicio**

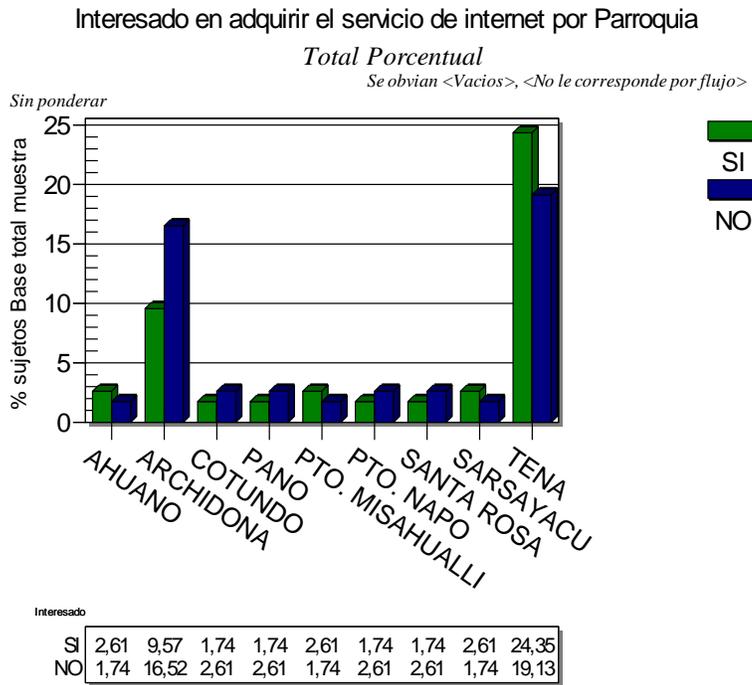


Figura 3.3. Interés en adquirir el servicio residencial

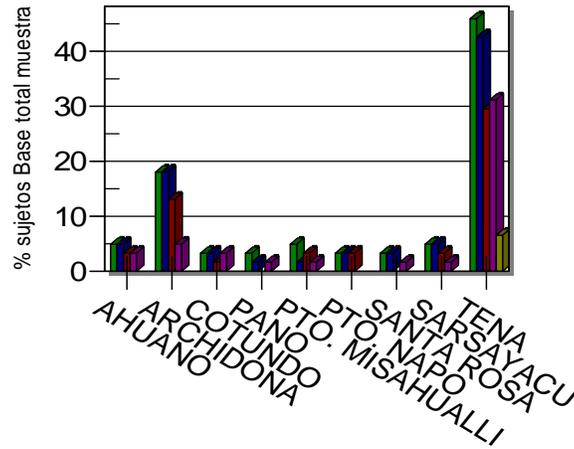
– Usos del internet

Usos de internet en cual interesado o usa por Parroquia

Filtro: ("Interesado en adquirir el servicio de internet" es "SI")

Se obvian <Vacios>, <No le corresponde por flujo>

Sin ponderar



Usos	AHUANO	ARCHIDONA	PANTUNDO	PTO. SANTA ROSA	PTO. SANTA ROSA	SANSAYACU	TENA	MISAHUALLI
NAVEGACION WEB	4,92	18,03	3,28	3,28	4,92	3,28	3,28	45,90
CORREO ELECTRONICO	4,92	18,03	3,28	1,64	1,64	3,28	3,28	42,62
MULTIMEDIA	3,28	13,11	1,64		3,28	3,28		29,51
TELEFONIA SOBRE INTERNET	3,28	4,92	3,28	1,64	1,64		1,64	31,15
JUEGOS INTERACTIVOS								6,56

Figura 3.4. Usos del internet residencial

– Disposición a pagar por el servicio

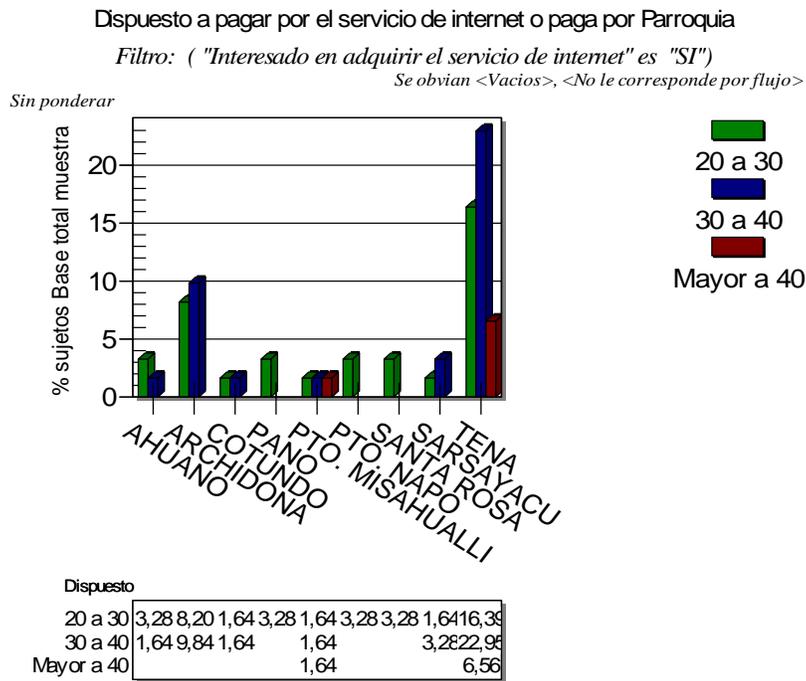


Figura 3.5. Disposición a pagar por el servicio residencial

– Ancho de banda actual o interesados en adquirir

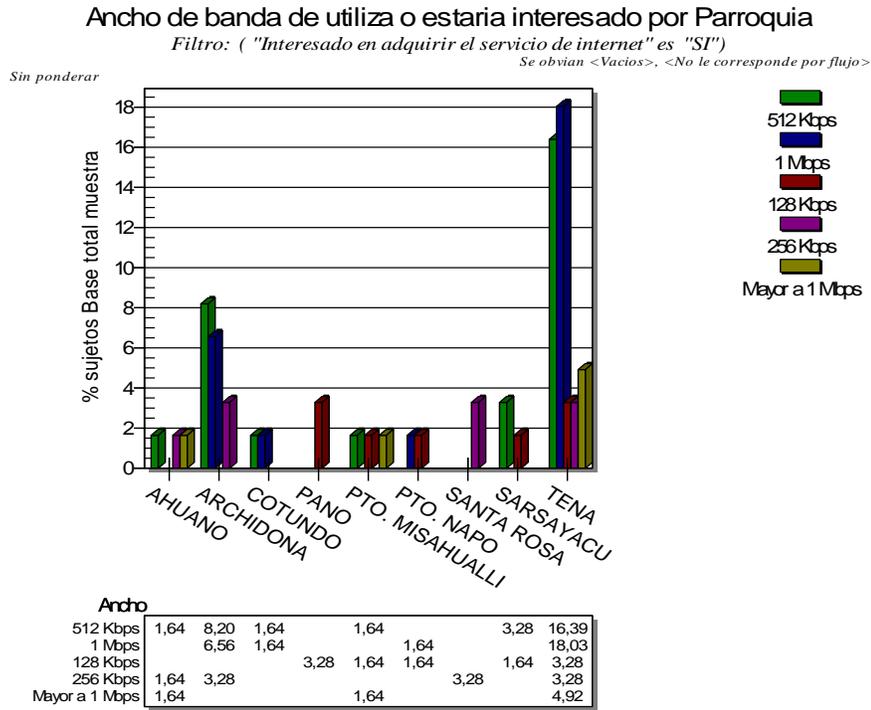


Figura 3.6. Ancho de banda residencial de interés

3.1.9 Cuestionario corporativo

P.2. PARROQUIA			
TENA <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}		ARCHIDONA <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}	
AHUANO <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}		COTUNDO <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}	
PANO <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}		SARSAYACU <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}	
PTO. MISAHUALLI <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}		SANTAROSA <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}	
PTO. NAPO <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> {Ir P.3}			
P.3. ¿POSEE SERVICIO DE INTERNET?	P.4. ¿ESTA SATISFECHO CON EL SERVICIO ACTUAL?	P.5. ¿CUAL ES SU PROVEEDOR DE INTERNET?	P.6. ¿ESTA INTERESADO EN ADQUIRIR EL SERVICIO DE INTERNET?
SI <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> {Ir P.4}	SI <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> {Ir P.5}		SI <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> {Ir P.7}
NO <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> {Ir P.6}	NO <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> {Ir P.5}		NO <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> {Terminar}
P.7. ¿DE LOS SIGUIENTES USOS DE INTERNET EN CUAL ESTA INTERESADO O USA ACTUALMENTE?		P.8. ¿CUANTO ESTA DISPUESTO A PAGAR POR EL SERVICIO DE INTERNET O PAGA ACTUALMENTE?	
NAVEGACION WEB <input type="checkbox"/> 1		70 a 100 <input type="checkbox"/> 1	
MULTIMEDIA <input type="checkbox"/> 2		100 a 200 <input type="checkbox"/> 2	
HOSTING <input type="checkbox"/> 3		Mayor a 200 <input type="checkbox"/> 3	
COMERCIO ELECTRONICO <input type="checkbox"/> 4			
VPN <input type="checkbox"/> 5			
P.9. ¿CUANTO ANCHO DE BANDA DE UTILIZA O ESTARIA INTERESADO?		P.10. ¿CUANTAS UNIDADES CON ACCESO A INTERNET REQUIERE?	
128 Kbps <input type="checkbox"/> 1		Menor a 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> {Terminar}	
256 Kbps <input type="checkbox"/> 2		2 a 10 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> {Terminar}	
512 Kbps <input type="checkbox"/> 3		10 a 20 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> {Terminar}	
1 Mbps <input type="checkbox"/> 4		20 a 30 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> {Terminar}	
Mayor a 1 Mbps <input type="checkbox"/> 5		Mayor a 30 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> {Terminar}	

3.1.10 Resultados corporativos

Tabla 3.4. Resultados corporativos

TABLA GENERAL A NIVEL EMPRESARIAL			P.2 Parroquia								
			TENA [a]	PTO. MISAHUALLI [b]	AHUANO [c]	ARCHIDONA [d]	PANO [e]	PTO. NAPO [f]	COTUNDO [g]	SARSAYACU [h]	SANTA ROSA [i]
P.2 Clasificación de proveedor @	SECTOR		40	15	10	10	5	5	3	3	3
P.3 Posee servicio de internet	SI		23	8	8	6	-	3	-	1	-
	NO	NO	17	7	2	4	5	2	3	2	3
P.4 Satisfecho con el servicio actual			13	5	2	6	-	1	-	1	-
	SI		10	3	6	-	-	2	-	-	-
P.5 Clasificación de proveedor @	PROVEDORES		23	8	8	6	-	3	-	1	-
P.6 Interesado en adquirir el servicio de internet	SI		29	8	3	7	4	4	3	1	1
	NO		11	7	7	3	1	1	-	2	2
P.7 Usos de internet en cual interesado o usa	NAVEGACION WEB		28	8	3	7	4	4	3	1	1
	MULTIMEDIA		27	5	2	1	2	1	-	-	-
	COMERCIO ELECTRONICO		16	3	1	-	1	-	-	-	-
	HOSTING		13	1	-	-	-	-	-	-	-
	VPN		10	1	-	-	-	-	-	-	-
P.8 Dispuesto a pagar por el servicio de internet o paga	70 a 100		19	8	3	7	4	4	3	1	1
	100 a 200		10	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mayor a 200		-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.9 Ancho de banda de utiliza o estaria interesado	128 Kbps		7	7	3	7	2	4	3	1	1
	256 Kbps		8	1	-	-	2	-	-	-	-
	512 Kbps		8	-	-	-	-	-	-	-	-
	1 Mbps		6	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mayor a 1 Mbps		-	-	-	-	-	-	-	-	-
P.10 Unidades con acceso a internet requiere	Menor a 2		3	4	2	5	2	3	3	1	1
	2 a 10		23	4	1	2	2	1	-	-	-
	10 a 20		2	-	-	-	-	-	-	-	-
	20 a 30		-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mayor a 30		1	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estadistico de No de PCs	Promedio	7,03	4,00	3,33	3,14	4,00	3,00	2,00	2,00	2,00
	Desv. Estandar	5,19	2,14	2,31	1,95	2,31	2,00		{NULO}	{NULO}	

3.1.11 Gráfica de resultados correspondientes

– Usuarios de internet

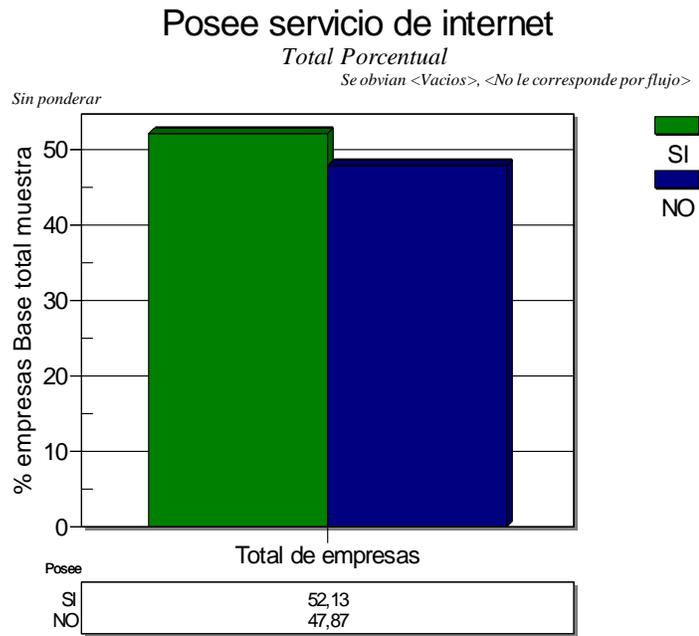


Figura 3.7. Usuarios de internet corporativo

– Satisfacción con el servicio actual

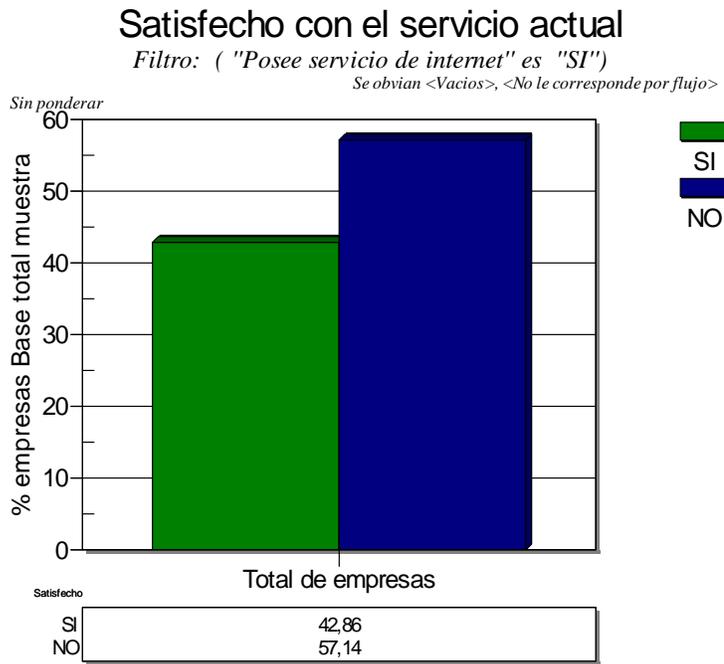


Figura 3.8. Satisfacción con el servicio corporativo

– Interesados en adquirir el servicio en caso de no tenerlo

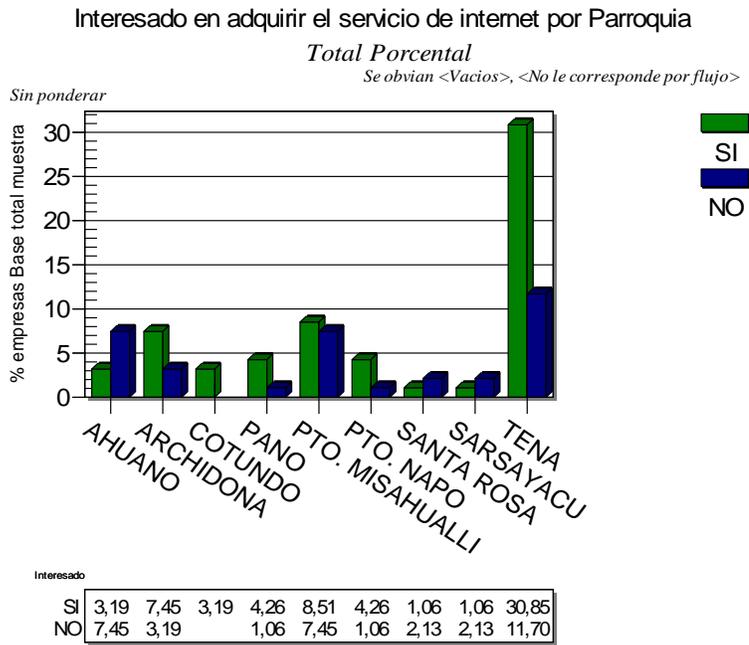


Figura 3.9. Interés en adquirir el servicio corporativo

– Usos a darle al servicio de internet

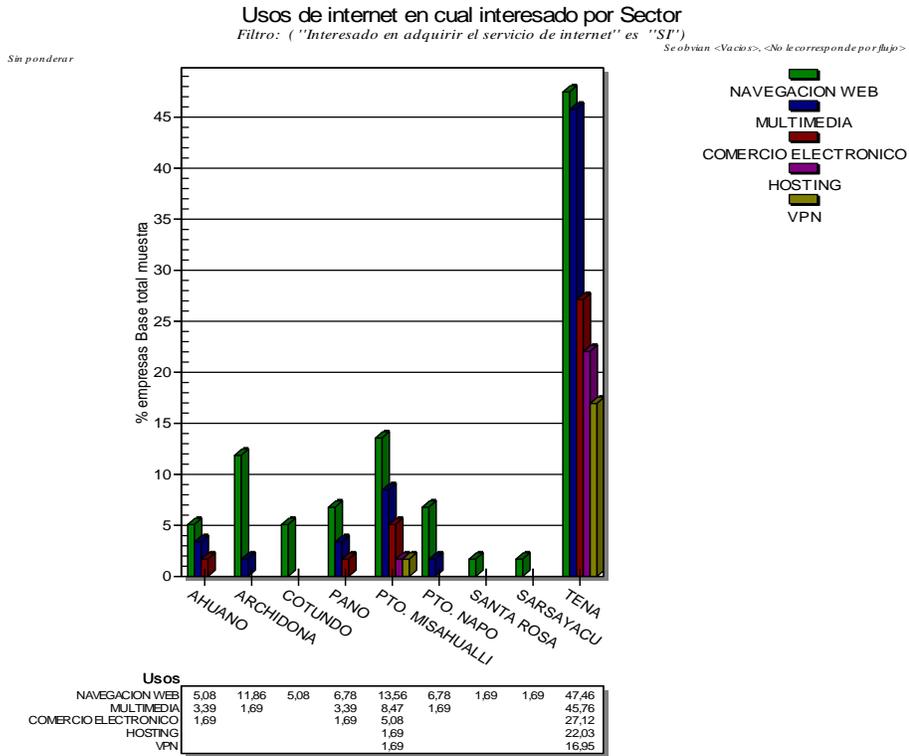


Figura 3.10. Usos del servicio de internet corporativo

– Disposición a pagar por el servicio

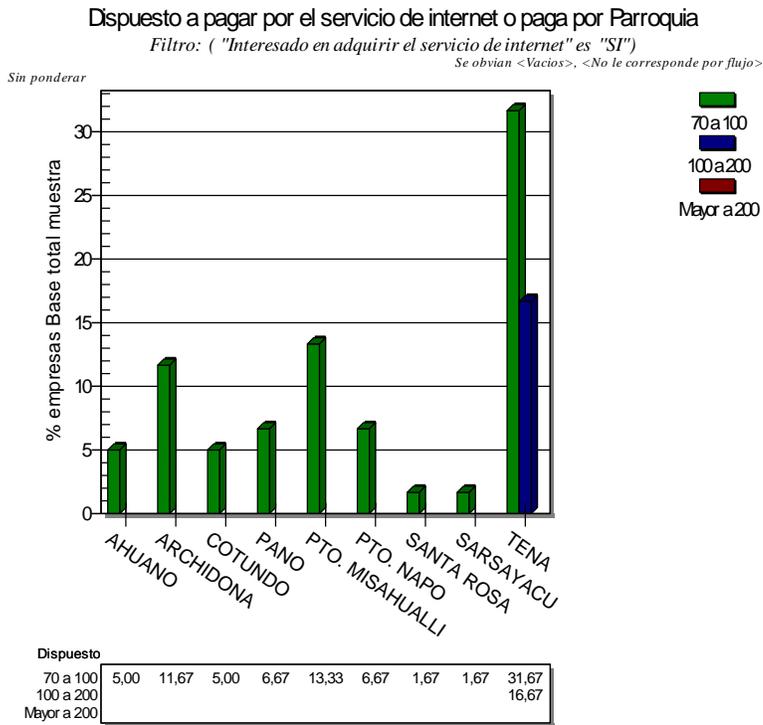


Figura 3.11. Disposición a pagar por servicio corporativo

– Ancho de banda que utiliza o estaría interesado

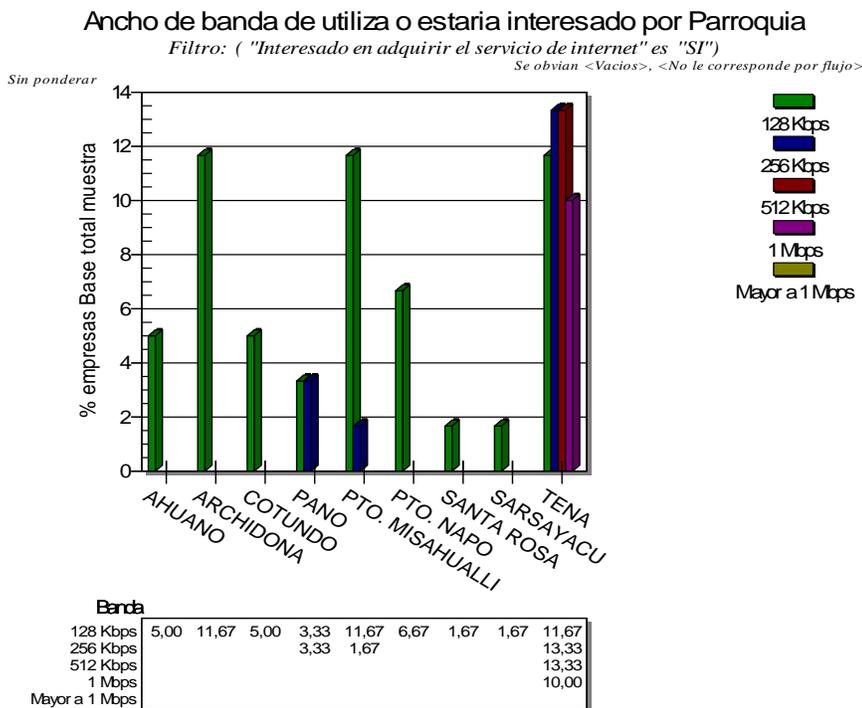


Figura 3.12. Ancho de banda corporativo de interés

3.1.12 Cálculo de la demanda inicial

Para iniciar este análisis partiremos de la información obtenida a partir de las encuestas, específicamente de la pregunta: ¿Cuánto ancho de banda utiliza o estaría interesado?, tanto residenciales como corporativos. Su objetivo es obtener porcentajes relativos de la demanda en cada plan.

Tabla 3.5. Porcentajes de clientes potenciales residenciales

Plan Kbps	Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL	PORCENTAJE (%)
128	2	0	0	2	1	1	0	1	0	7	5,79
256	2	2	1	0	0	0	0	0	0	5	4,13

512	10	7	1	0	1	0	2	2	2	25	20,66
1024	11	5	0	0	0	1	1	0	0	18	14,88
2048	3	1	1	0	1	0	0	0	0	6	4,96
										TOTAL	61

Tabla 3.6. Porcentajes de clientes potenciales corporativo

Plan Kbps	Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL	PORCENTAJE (%)
128	7	7	3	2	7	4	3	1	1	35	28,93
256	8	0	0	2	1	0	0	0	0	11	9,09
512	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	6,61
1024	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4,96
2048	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
										TOTAL	60

El siguiente paso es obtener los encuestados meta, es decir, encuestados que están interesados en el servicio o que no estén satisfechos con el servicio actual, lo cual mostramos en la siguiente tabla:

Tabla 3.7. Usuarios residenciales interesados en adquirir el servicio

		Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
Interesado en adquirir el servicio de internet	NO	22	19	2	3	2	3	3	2	3	59
	SI	28	11	3	2	3	2	2	3	2	56

Tabla 3.8. Usuarios residenciales no satisfechos con el servicio

		Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
--	--	------	-----------	--------	------	-----------------	-----------	---------	-----------	------------	-------

Esta satisfecho con el servicio actual	NO	5	8	1	1	1	1	0	1	0	18
	SI	5	5	0	0	1	0	0	0	0	11

Tabla 3.9. Total de clientes potenciales residenciales

	Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
TOTAL	33	19	4	3	4	3	2	4	2	74

En total tenemos 74 encuestados meta en la parte residencial. Para la parte corporativa tenemos:

Tabla 3.10. Usuarios corporativos interesados en adquirir el servicio

		Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
Interesado en adquirir el servicio de internet	NO	29	8	3	7	4	4	3	1	1	60
	SI	11	7	7	3	1	1	0	2	2	34

Tabla 3.11. Total de usuarios corporativos no satisfechos con el servicio actual

		Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
Esta satisfecho con el servicio actual	NO	13	5	2	6	0	1	0	1	0	28
	SI	10	3	6	0	0	2	0	0	0	21

Tabla 3.12. Total de clientes potenciales corporativos

	Tena	Archidona	Ahuano	Pano	Pto. Misahualli	Pto. Napo	Cotundo	Sarsayacu	Santa Rosa	TOTAL
TOTAL	24	12	9	9	1	2	0	3	2	62

Por lo que obtenemos un total de $74+62=136$ encuestados meta.

La demanda inicial para el diseño de un ISP se lo obtiene de la siguiente manera:

$$D_0 = \frac{e_{meta}}{e_{totales}} N$$

D_0 : Demanda inicial

e_{meta} : Número de encuestados que cumplen los parámetros establecidos

$e_{totales}$: Número total de encuestados

N : Tamaño total de la población para este estudio de la demanda

Reemplazando valores tenemos:

$$D_0 = \frac{e_{meta}}{e_{totales}} N$$

$$D_0 = \frac{136}{209} * 21\ 224$$

$$D_0 = 13811$$

Por lo que el número de clientes potenciales inicial será de 13822 usuarios.

Se pretenderá en el primer año de funcionamiento captar un estimado del 1% de la demanda potencial total, esto es 138 clientes, y por lo menos lograr un crecimiento igual a la tendencia de crecimiento de la demanda de internet de la zona.

3.1.13 Demanda futura

Esta consideración es tomada en cuenta debido a que los equipos que intervendrán en el diseño deben proveer suficiente capacidad de conexión para clientes potenciales proyectado a 4 años.

Para esto será necesario obtener la curva de tendencia de crecimiento de usuarios que acceden al servicio, partiendo de datos de número de usuarios existentes en años anteriores.

Tabla 3.13. Histórico de usuarios de internet

AÑO	Usuarios totales
2006	1957
2007	1965
2008	3102

Ingresando estos datos en Excel, y partiendo de que el 2009 será el año uno de funcionamiento del ISP, así tendremos que 2008 será año 0 y así respectivamente obtenemos la siguiente gráfica de la tendencia de usuarios totales de internet.

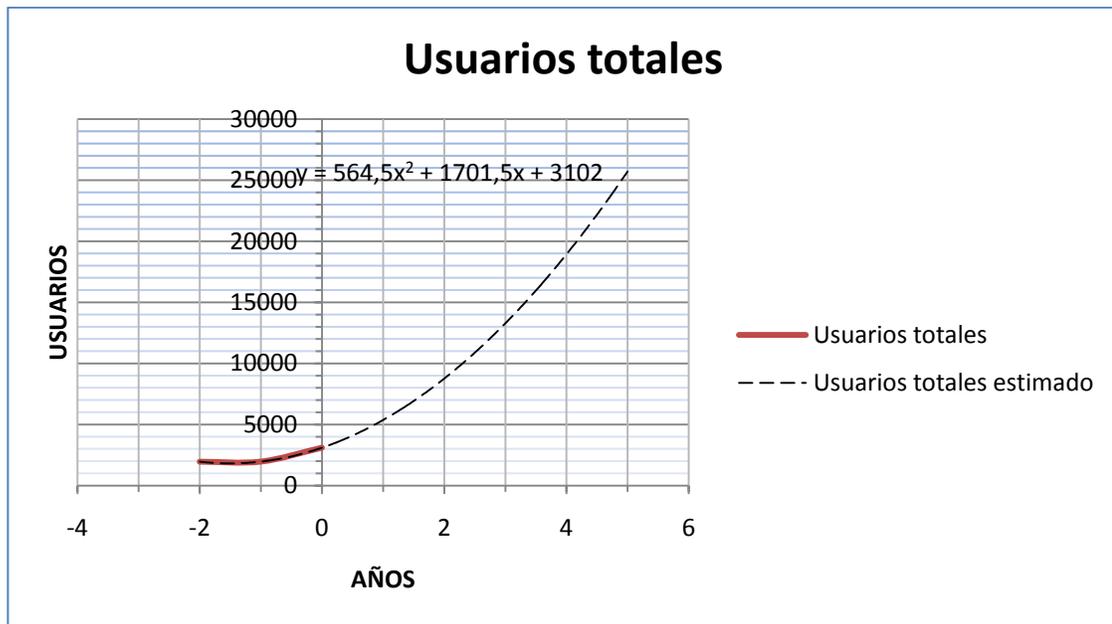


Figura 3.13. Gráfica de tendencia de usuarios anuales

Tomando valores en base a la ecuación obtenida logramos la siguiente estimación:

Tabla 3.14. Estimación de usuarios totales

Orden de Años a analizarse	AÑO	Usuarios totales
-2	2006	1957
-1	2007	1965
0	2008	3102
Orden de años a estimarse	AÑO	Usuarios Totales Estimados
1	2009	5368
2	2010	8762
3	2011	13286

4	2012	18938
5	2013	25720

Con estos datos estimados es posible obtener un factor de crecimiento de usuarios por cada año, cada factor será aplicado para obtener el número de usuarios esperados captar en cada año de funcionamiento.

Se debe considerar para la proyección de la demanda también el porcentaje de abandono del servicio por parte de los usuarios conocido como CHURN, este porcentaje lo maneja cada empresa y el objetivo es disminuirlo anualmente, para el ISP en diseño se considerará en el primer año de funcionamiento un porcentaje de abandono del 5% y a partir del segundo año disminuirá año tras año hasta mantenerse constante en el 2%.

Con estas consideraciones se llega a la siguiente tabla:

Tabla 3.15. Estimación de usuarios potenciales

Año	Usuarios Totales	Incremento Anual	Factor de Crecimiento	CHURN	Usuarios Potenciales
2006	1957				
2007	1965	8	0,004		
2008	3102	1137	0,579		
2009	5368	2265,5	0,730		138
2010	8762	3394,5	0,632	0,05	214
2011	13286	4523,5	0,516	0,04	312
2012	18938	5652,5	0,425	0,03	431
2013	25720	6782	0,358	0,02	573

Obtenidos el porcentaje de usuarios en cada plan y el número de usuarios potenciales a futuro es posible estimar el ancho de banda necesario para el primer año de funcionamiento como para el cuarto año, que es en base al que se hará el dimensionamiento definitivo del ISP

Tabla 3.16. Ancho de banda requerido, residencial

Plan (Kbps)	Porcentaje	Número de Usuarios	Factor de Compartición	Ancho de Banda Requerido (Kbps)
128	5,79	8	8	128
256	4,13	6	8	182
512	20,66	29	8	1825
1024	14,88	21	8	2628
2048	4,96	7	8	1752
TOTAL	50	138		6515

Tabla 3.17. Ancho de banda requerido, corporativo

Plan (Kbps)	Porcentaje	Número de Usuarios	Factor de Compartición	Ancho de Banda Requerido (Kbps)
128	28,93	40	4	1277
256	9,09	13	4	803
512	6,61	9	4	1168
1024	4,96	7	4	1752
2048	0,00	0	4	0
TOTAL	50	138		5000

Ancho de Banda total para el Primer año de Funcionamiento: 11514 Kbps es decir 11,2Mbps.

3.2 SERVICIOS

3.2.1 Servicio DNS (Domain Name Server)

Mientras que las aplicaciones TCP/IP refieren a los computadores por sus direcciones IP, los usuarios encuentran más fácil utilizar nombres de computadores. Para permitir el uso de los nombres de computadores en una red, el Domain Name System (DNS) traduce nombres de computadores a las direcciones IP. El DNS también puede proporcionar otra información sobre nodos y redes, tales como los servicios de TCP/IP disponibles en un nodo, la localización de los servidores del Domain Name Server en una red, o la información sobre cambiadores de correo conocidos como Mail Exchanges.

El DNS ordena los nodos (computadores) en una red en una jerarquía determinada. El dominio principal de una jerarquía de la red se conoce como el dominio de la raíz. El dominio de la raíz contiene una lista de todos los servidores de nombres de la raíz (servidores de la raíz), que salvan la información sobre nodos en el dominio de la raíz y sobre sus subdominios.

Los nombres del dominio reflejan el nivel de los dominios de ellos mismos. Por ejemplo: el dominio “desarrollo.ISPINALAMBRICO.com”. El subdominio “ISPINALAMBRICO.com” es un subdominio del dominio principal “com”.

3.2.2 Servicio DHCP (Dynamic Host Control Protocol)

Este protocolo permite a los clientes de la red una manera de obtener una configuración de red apropiada. De manera rápida, un cliente puede obtener fácilmente el IP ADDRESS para su computador y uso del servicio.

DHCP es un mecanismo para la configuración de red automática de computadores a través de IP, mientras que los direccionamientos del IP se convierten en “propiedades inmobiliarias” controladas por el servidor y se publican a cada cliente.

3.2.3 Servicio e-mail (correo)

El recurso de correo proporciona un método para intercambiar el correo electrónico por los usuarios en el mismo sistema o en los sistemas múltiples conectados por una red.

El sistema de correo retransmite mensajes a partir de un usuario a otro en el mismo computador, entre computadores, y a través de límites de la red. También realiza una cantidad limitada de mensaje-cabecera, que corrige para poner el mensaje en un formato que sea apropiado para el computador principal de recepción.

Los protocolos estándares de la industria son: SMTP, IMAP o POP3.

3.2.4 Servicio News o servidor de noticias

Las news o newsgroups (grupos de noticias) son otros de los servicios más populares de Internet. Todos los días, miles de personas de todo el mundo utilizan las news para intercambiar información sobre las más de 15.000 áreas temáticas que existen. Cualquiera puede participar en los debates de sus temas preferidos y compartir sus conocimientos, podemos tener la seguridad que encontraremos gente con los mismos intereses que nosotros, por muy especializado o marginal que sea el área que nos interesa.

Un servidor de noticias (NEWS) permite al cliente el poder contar con un servicio de intercambio en línea de noticias con otros clientes, generar grupos de discusión sobre diversos tópicos, manejar listas de distribución.

De considerarse necesario se puede coordinar la gestión de recibir grupos de noticias de otros servidores de noticias, siendo nuestra responsabilidad por tener la autorización de estos para brindar el servicio. Cabe recalcar que el servidor de Noticias permite generar tópicos de interés y dentro de éste subtópicos.

3.2.5 Servicio de FTP

FTP (File Transfer Protocol) son las siglas del protocolo estándar para la transferencia de ficheros. Mediante un programa FTP o a través de WWW podemos acceder a los ficheros de todas las máquinas conectadas a Internet y que actúan como servidores de ficheros. El proceso normal para comunicarnos con un servidor FTP es indicar al programa la dirección del ordenador y en unos instantes preguntará el usuario y la clave, prácticamente todos los servidores FTP soportan usuarios anónimos, es decir, no hace falta tener una clave para acceder a ellos, simplemente cuando solicita la clave se da la dirección de correo electrónico (si accedemos desde WWW este proceso se realiza de forma automática).

El servidor de FTP puede ser manejado para acceso anónimo o para usuarios controlables por el mecanismo de autenticación

3.2.6 Servicio Web Server y Web Hosting

El equipo que se elije para este servicio debe tener posibilidad de trabajar con bases de datos en vista de que para los servicios de Web Hosting es necesario trabajar con éstas para acceder a la información de los clientes, y ofrecer las mejores capacidades de conexión y manejo transaccional contra las principales bases de datos del mercado: Oracle, DB2, Informix, Sybase, etc.

3.2.7 Servicio Web Caching

Se elegirá un servidor que permita todas las funcionalidades requeridas en cuanto a caché de las páginas Web más accesadas, seguridades, capacidades de balancear carga entre varios servidores Web, etc.

3.3 COBERTURA

El Proveedor de servicios inalámbricos pretende cubrir estratégicamente los sectores: Tena, Archidona, Puerto Misahualli, Puerto Napo, Ahuano, Cotundo, Satsayacu, Pano y Santa Rosa, jerárquicamente establecido el orden según los resultados de la demanda del servicio de internet obtenida previo a un estudio de campo y muestreo.

La siguiente tabla indica la ubicación geográfica y altitud con respecto al nivel del mar, (sin considerar torres e infraestructura) del centro de gestión, los emplazamientos de los transmisores y los sectores de clientes.

Tabla 3.18. Emplazamientos que existen en la zona de cobertura

SITIOS	COORDENADA UTM: HEMISFERIO SUR HUSO: 18		COORDENADA GEOGRAFICA		ALTITUD
	X	Y	LATITUD	LONGITUD	
CENTRO DE GESTION:					
Calle Víctor Sanmiguel y Pullurco	187323.683	9889211.176	1° 0'4.06"S	77°48'33.25"O	522 m
TRANSMISORES					
CERRO SHINKIPINO	188031.64	9889816.03	0°59'42.87"S	77°48'8.80"O	626 m
CERRO RUMIURCO	205593.78	9887885.99	1°0'47.67"S	77°38'42.79"O	572m
CERRO SHALKANA	189826.86	9880850.33	1° 4'36.12"S	77°47'12.59"O	603 m
RECEPTORES					
TENA	188601.90	9890490.86	0°59'20.97"S	77°48'55.03"O	513 m
AHUANO	216355.97	9882261.67	1°03'50.954"	77°32'55.061"O	375 m
PUERTO MISAHUALLI	202216.77	9885752.86	1°1'56.98"S	77°40'32.00"O	420 m
PANO	183955.29	9887740.70	1°0'51.80"S	77°50'22.15"O	522 m
PUERTO NAPO	196045.83	9885839.21	1°1'54.62"S	77° 43'51.45"O	452 m
ARCHIDONA	187551.96	9899281.17	0°54'35.00"S	77°48'24.14"O	577 m

COTUNDO	188848.88	9906409.34	0°50'43.12"S	77°47'42.05"O	727 m
SATSAYACU	185268.93	9875853.24	1° 7'18.54"S	77°49'40.05"O	470 m
SANTA ROSA	182065.99	9870998.22	1° 9'56.37"S	77°51'23.72"O	491m

El centro de gestión estratégicamente ubicado en la ciudad de Tena, en las cercanías del emplazamiento Shinkipino, donde se proyecta interconectarse internacionalmente a través del proyecto de red de fibra óptica 2009-2010, aprobado y publicado en el internet por CELEC S.A. y TRANSELECTRIC S.A. como a continuación se muestra en la figura, facilitando una terminal de comercialización y disponibilidad de Megabytes en la capital de la provincia de Napo, la ciudad de Tena.

Una vez realizado el análisis y estudio de campo respectivo, se procede a la obtención de resultados de cobertura en los sectores y el perfil entre los transmisores mediante el simulador SIRENET v3.0, en los emplazamientos existentes como son: Shinkipino, Shalkana y Rumiurco, sitios donde se encuentran las torres de las antenas de la provincia de Napo.

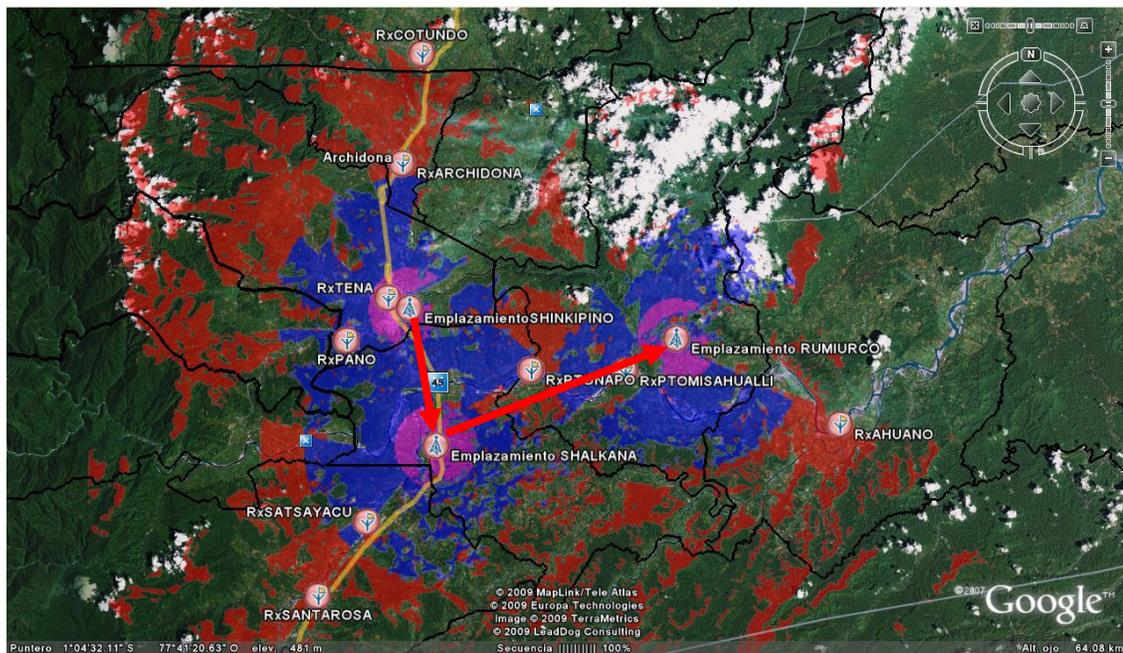


Figura 3.15. Emplazamientos y cobertura con torres

Multicobertura a proveer servicios de internet en el sector eco turístico de la provincia de Napo (Google Earth).

La característica de la red inalámbrica utilizada para dar cobertura y los enlaces entre los transmisores, es el uso del estándar 802.11 b/g, conocida comercialmente como WI-FI, justificando el uso de frecuencias libres en el espectro radio-eléctrico, previo a una inspección de campo, verificando la disponibilidad de canales en los sectores pre-establecidos, ante la inexistencia de sistemas inalámbricos de este tipo en muchos de los sectores, se aprovechara los beneficios de esta tecnología.

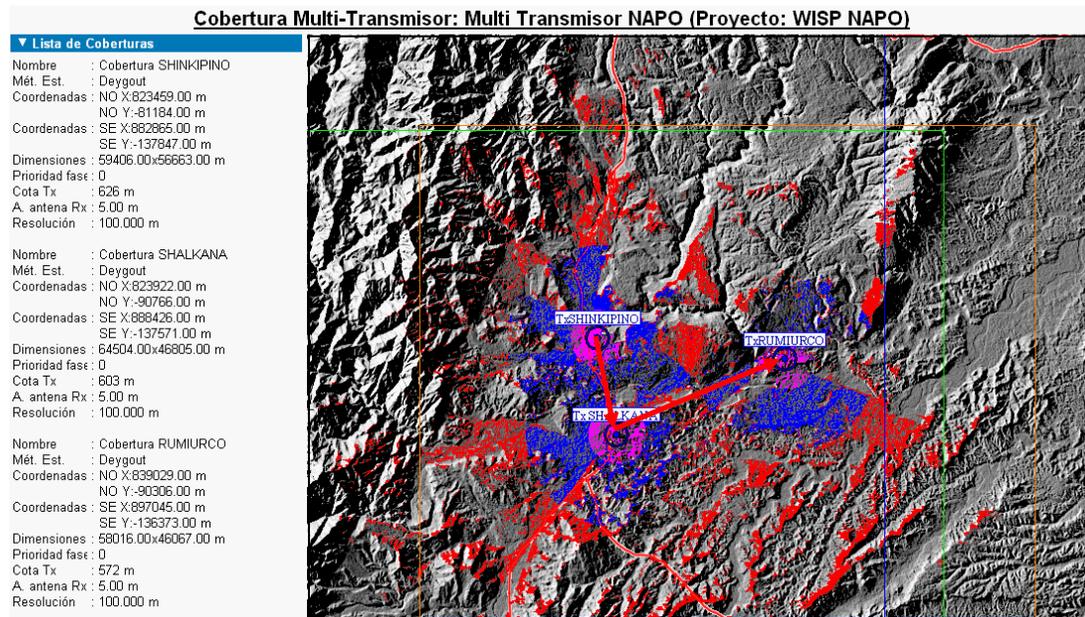


Figura 3.16. Emplazamientos y coberturas, torres convencionales en SIRENET

En los enlaces se considero partir desde el emplazamiento Shinkipino, ubicado en la ciudad de Tena, capital de la provincia de Napo, sitio donde se encuentra el centro de gestión.

La dificultad de generar triangulación entre los transmisores, por el enlace Shinkipino-Rumiurco, considerando la altura en las torres de 30m para cada emplazamiento, tramo simulado visto en el perfil del terreno de la figura .

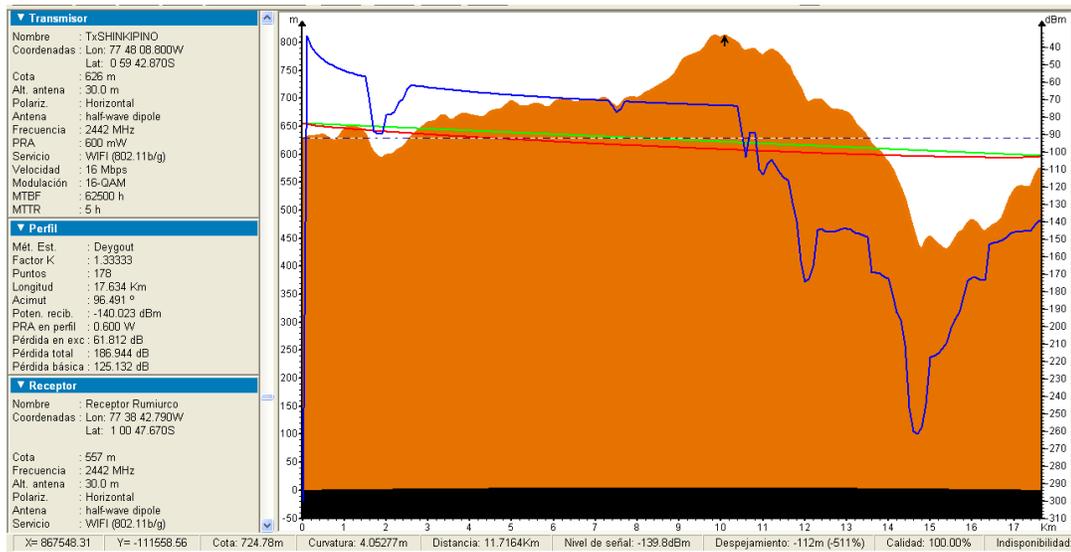


Figura 3.17. Enlace Shinkipino-Rumiurco

Por consiguiente, el enlace Shinkipino-Shalkana como factible alternativa, visto en el perfil de la figura,

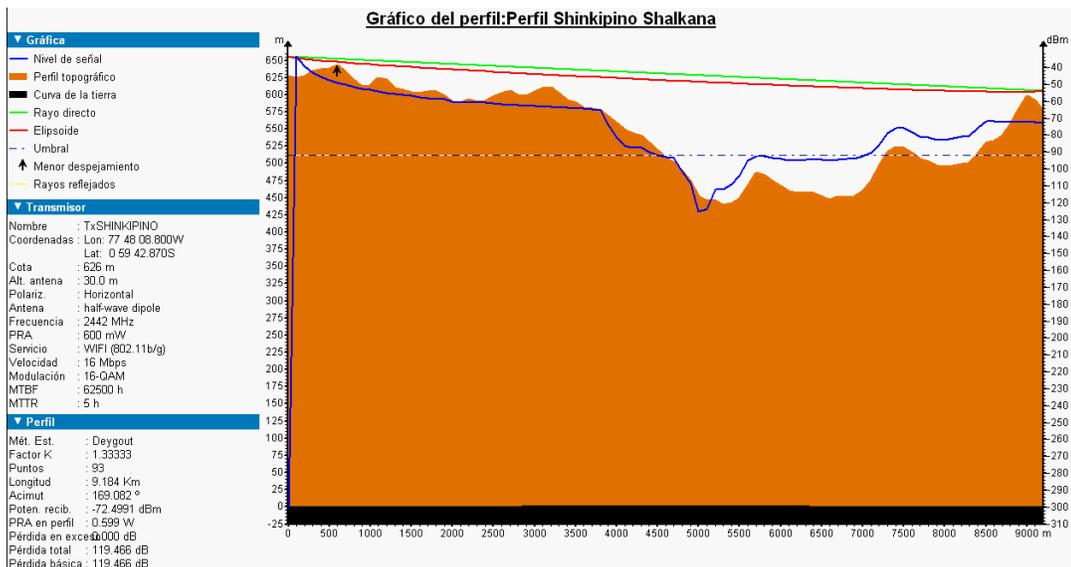


Figura 3.18. Enlace Shinkipino-Shalkana

Y finalmente el enlace Shalkana-Rumiurco, como se indica la figura , para cerrar la red de interconexión.

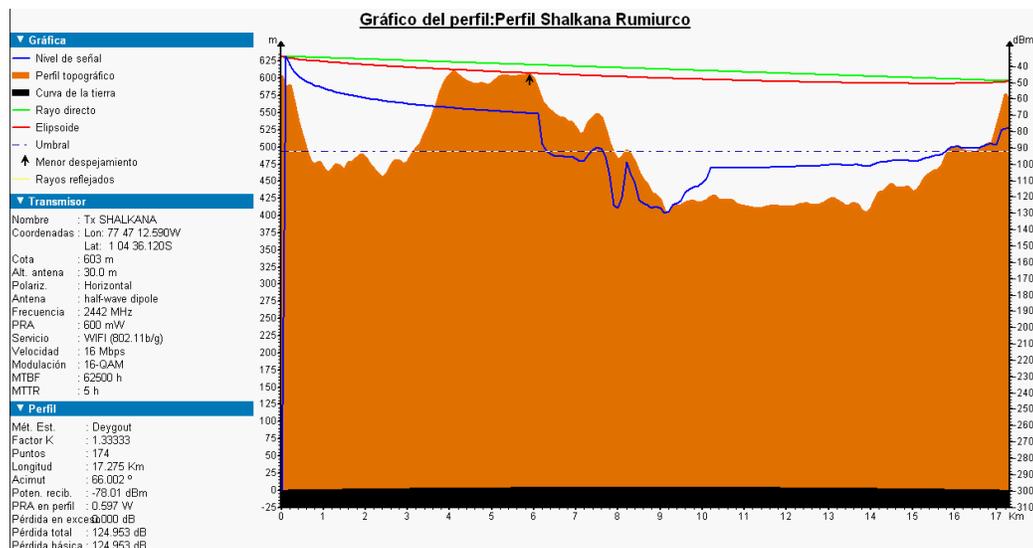


Figura 3.19. Enlace Shalkana-Rumiurco

Como resultado de la simulación, los enlaces quedan establecidos en el siguiente orden, partiendo del centro de gestión el enlace Shinkipino-Shalkana, y cerrando la red

Una vez establecidos los enlaces entre los emplazamientos, procedemos con las coberturas de los transmisores para los sectores involucrados, de igual forma que los enlaces, haciendo uso de las frecuencias concesionadas para el estándar 802.11b/g, una vez considerado la altura de 30 metros en los transmisores de los emplazamientos, la altura de 5 metros en los receptores de los clientes y una potencia radiada aparente (PRA) de 600mW, siendo el producto de la potencia suministrada a la antena por la ganancia de la antena, en una dirección dada.

Una vez ingresados los parámetros en cada uno de los emplazamientos en el simulador de redes radio-eléctricas Sirenet v3.0, se define el método de cálculo, para este estudio se lo

realizo con el método Deygout, y el tipo de antena, un dipolo de media onda, obteniendo rangos de potencia en las zonas sombreadas de color lila mayor o igual a -62dBm con mayor intensidad, en las zonas sombreadas de color azul mayor o igual a -72dBm y menor a -62dBm con media intensidad y en las zonas sombreadas de color rojo mayor o igual a -82dBm y menor a -72dBm con menor intensidad que en el resto de las zonas.

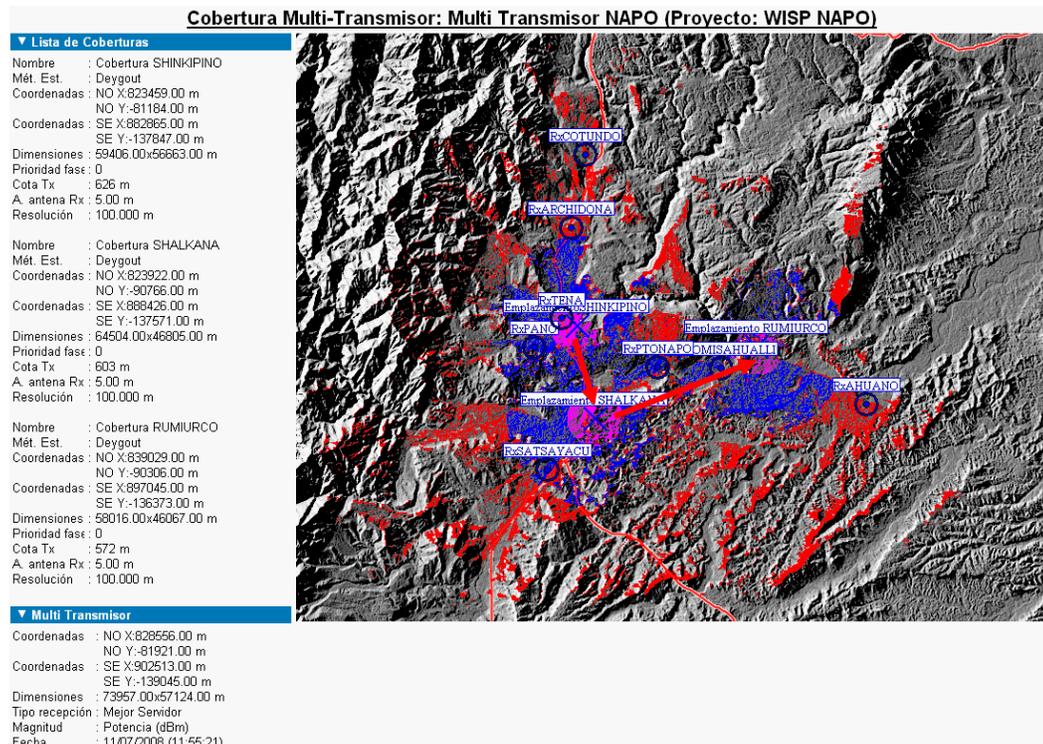


Figura 3.20. Cobertura multitransmisor

Cada uno de los transmisores en los diferentes emplazamientos, se encarga de gestionar la red para cada uno de los sectores a proveer el servicio de internet. Siendo el caso del emplazamiento Shinkipino, situado en la ciudad de Tena, que está a cargo del sector de Tena, Pano, Archidona y Cotundo, jerárquicamente según la intensidad de la señal.

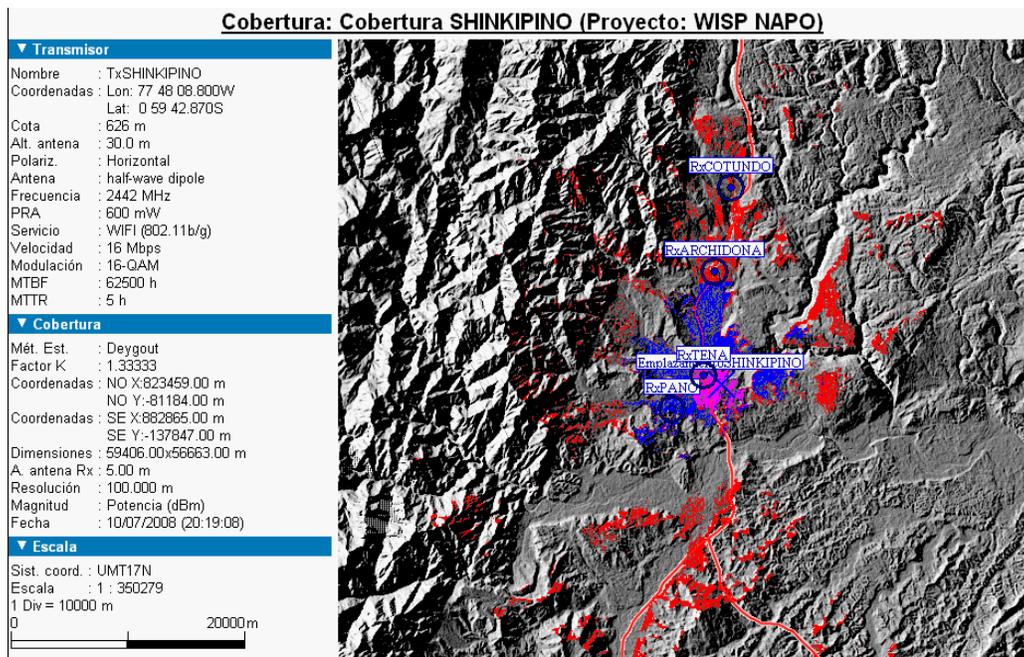


Figura 3.21. Cobertura Shinkipino, Sirenet

En el mapa de la figura con la división por parroquias y cantones, se puede apreciar que en el cantón de Tena es donde mejor nivel de señal irradia el transmisor Shinkipino, con una potencia mayor o igual a -62dBm , en el caso de la parroquia Pano con un nivel de potencia mayor o igual a -72dBm , en la ciudad de Archidona con niveles de potencia entre mayor o igual a -82dBm y -72dBm , en el extremo superior del mapa esta la parroquia Cotundo con un nivel de potencia de -82dBm de señal.

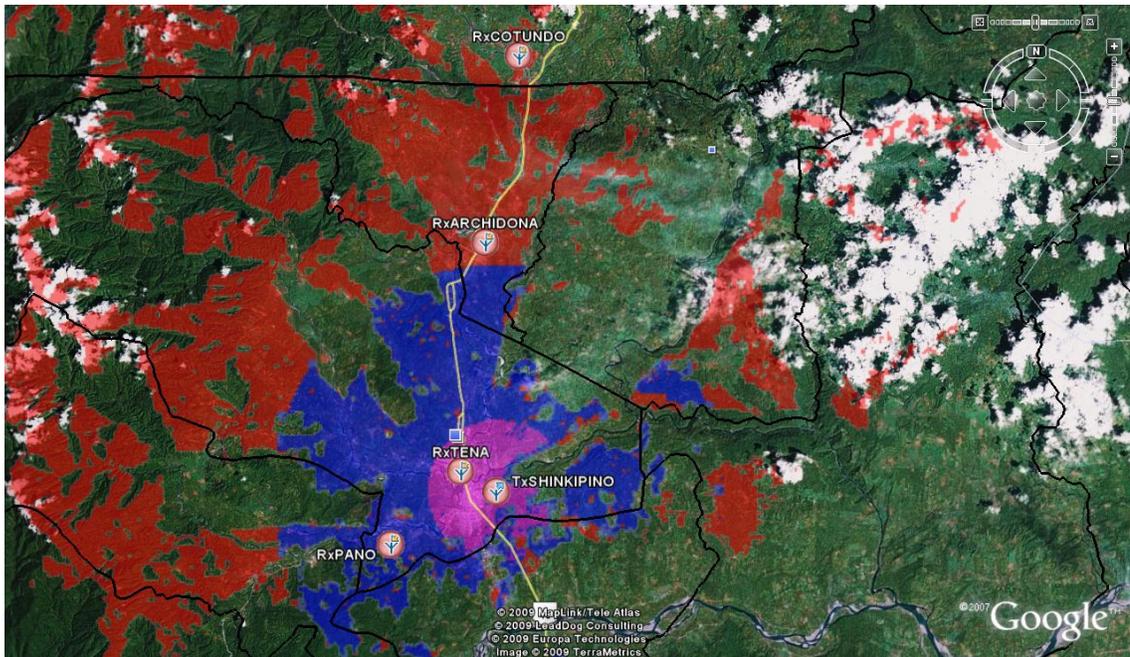


Figura 3.22. Cobertura Shinkipino, Google Earth

El emplazamiento Shalkana, situado en las cercanías del puente de Puerto Napo, está a cargo de los sectores de Puerto Napo, Satsayacu, Santa Rosa, jerárquicamente según la intensidad de la señal, como se indica en la figura .

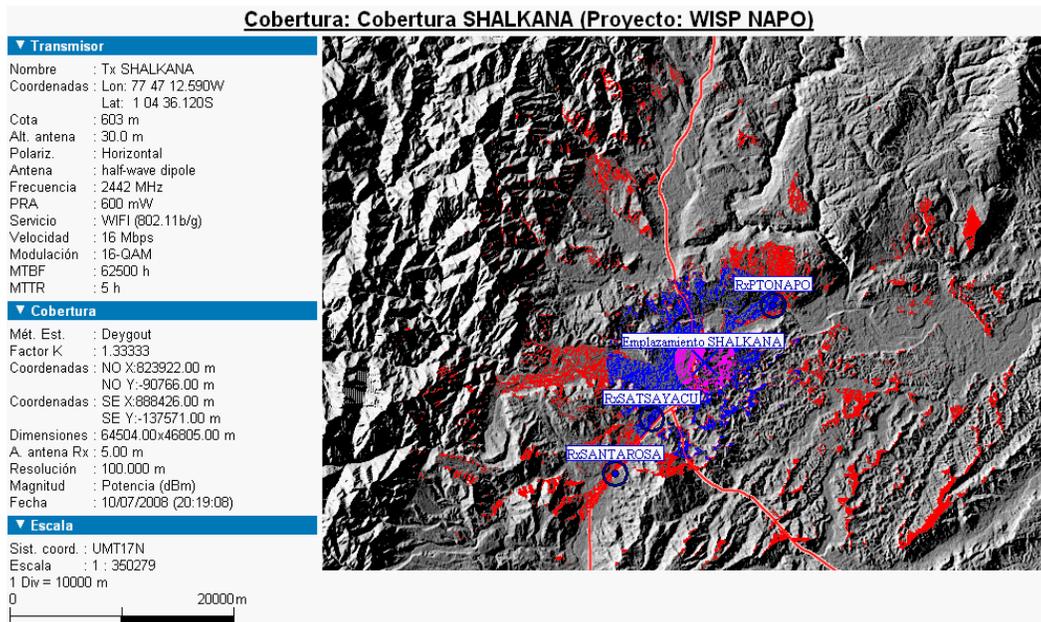


Figura 3.23. Cobertura Shalkana, Sirenet

La cobertura del emplazamiento Shalkana se concentra en la parroquia de Puerto Napo con un nivel de potencia mayor o igual a -72dBm , seguido del cantón Carlos Julio Arosemena Tola en las parroquias Satsayacu con un nivel de potencia mayor o igual -72dBm y la parroquia Santa Rosa con un nivel de -82dBm , como se indica en la figura.

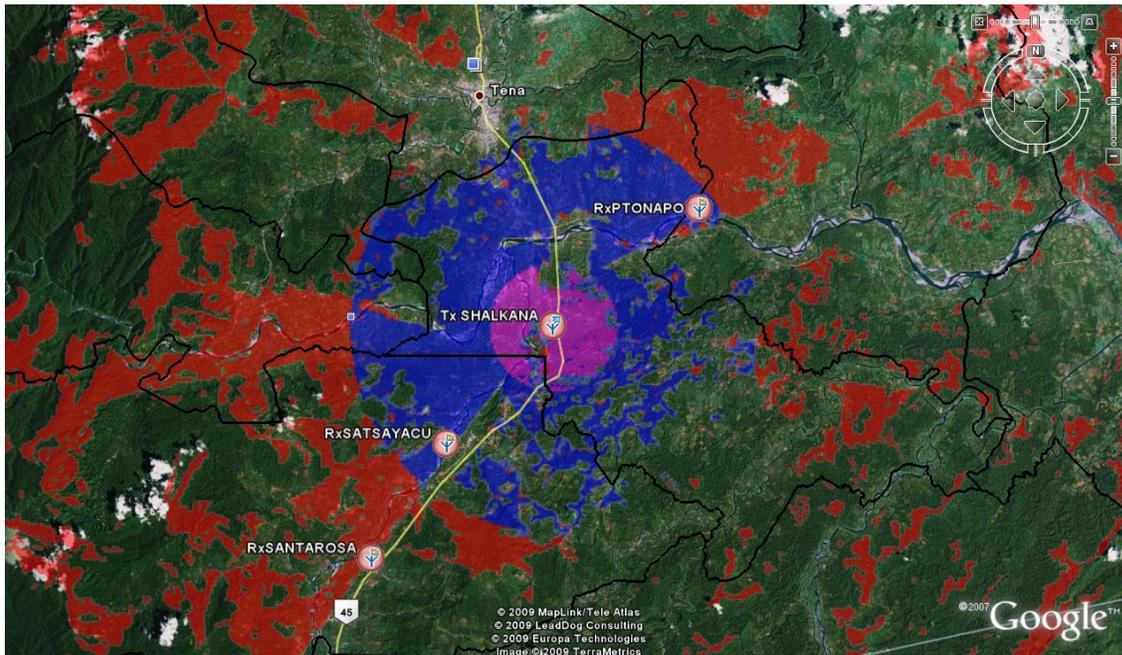


Figura 3.24. Cobertura Shalkana, Google Earth

El emplazamiento Rumiurco, situado en el cerro del mismo nombre en la parroquia Misahualli, jerárquicamente según la intensidad de la señal está a cargo de los sectores Puerto Misahualli y Ahuano.

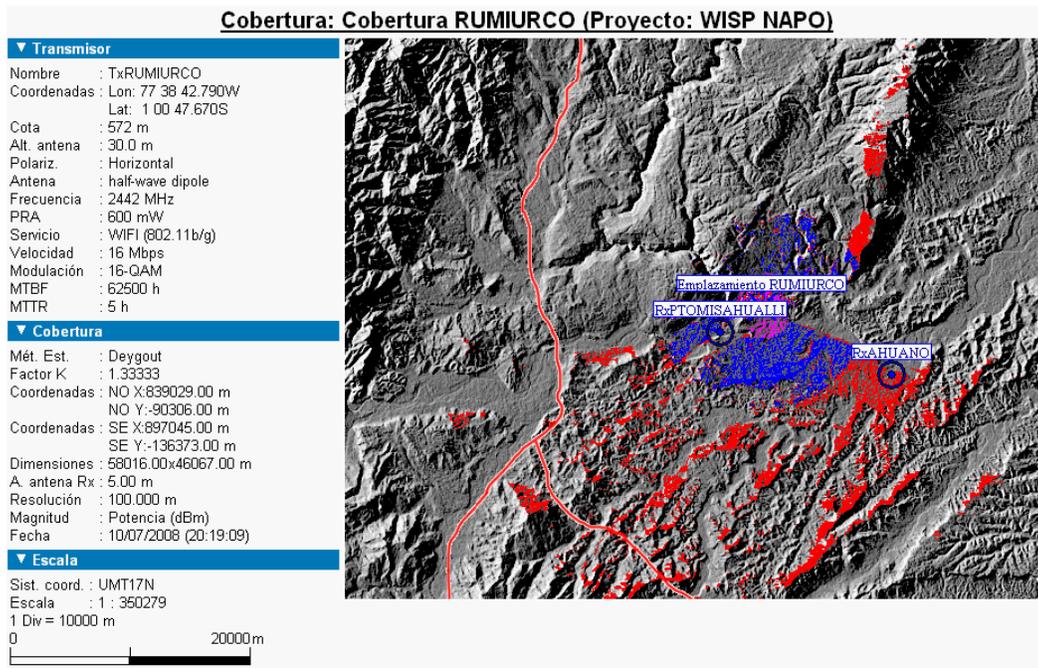


Figura 3.25. Cobertura Rumiurco, Sirenet

La cobertura del emplazamiento Rumiurco, como se indica en la figura , la parroquia Misahualli con un nivel de potencia mayor o igual a -72dBm y la parroquia Ahuano con un nivel de potencia mayor o igual a -82dBm, cerrando la cobertura de los sitios de interés.

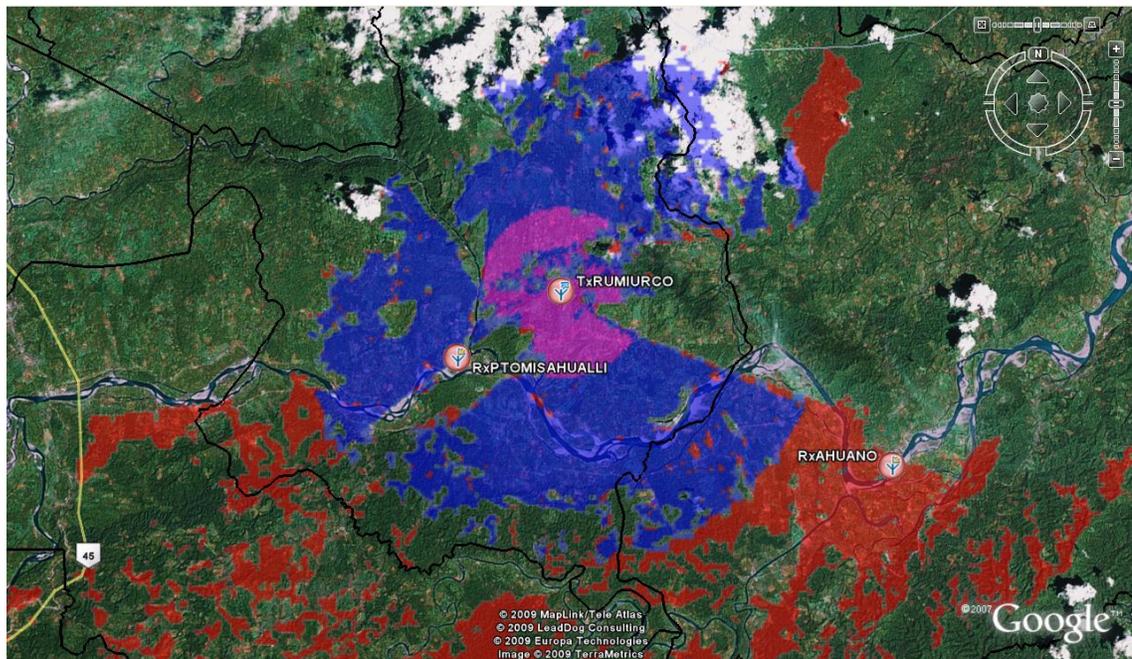


Figura 3.26. Cobertura Rumiurco, Google Earth

3.4 PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El terreno de la amazonia donde se pretende proveer el servicio de internet, presenta irregularidad, además de bosques frondosos y la variada hidrografía, dificultando el crecimiento de la red inalámbrica, motivo por el cual se ha planteado como propuesta de innovación, una plataforma troposférica “Tropostelite”, independiente a la tecnología inalámbrica a emplearse, la ventaja en este sistema es la altitud y estabilidad espacial, logrando incrementar la cobertura, superior a los 30 Km de perímetro, generando mayor línea de vista con los usuarios.

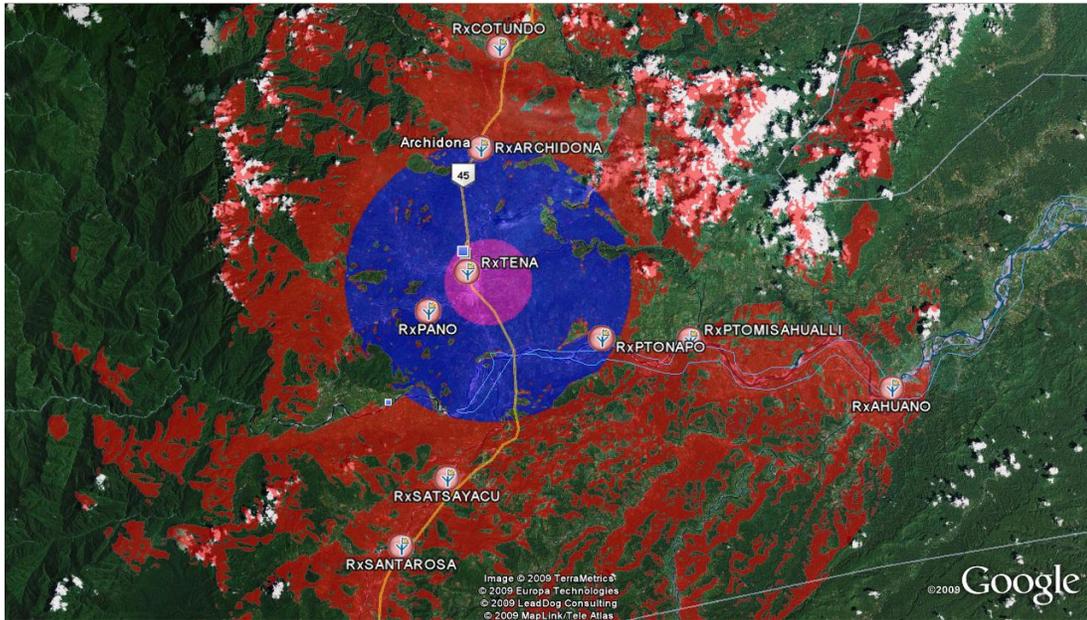


Figura 3.27. Cobertura Plataforma Troposférica y sectores de interés Google Earth, en la provincia de Napo. Ubicación de la estación principal y centro de gestión

Las características de transmisión con que se logra abastecer de cobertura total a la zona de interés son: La potencia radiada aparente (PRA) de 800mW, con una altura de 600 metros, la velocidad de transmisión de 16Mbps y con modulación 16-QAM, los resultados se ven en la grafica de cobertura producida por el simulador, considerando que el simulador permite modificar el parámetro de la altura de la antena hasta los 1000 metros.

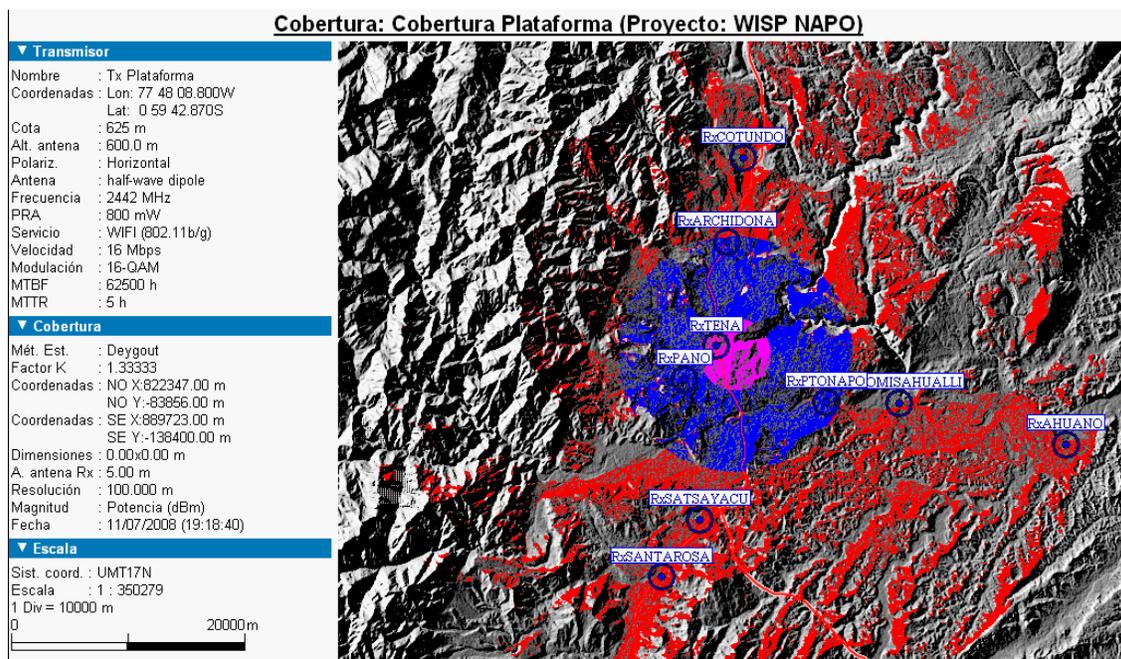


Figura 3.28. Cobertura Plataforma Troposférica y sectores de interés Sirenet, en la provincia de Napo.

3.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA TROPOSFÉRICA FIJA.

Las aplicaciones de dispositivos aerostáticos, conforme se ha desarrollado la tecnología convencional que en un momento dado fue prototipo de innovación, han sido causantes del mejoramiento de sistemas sofisticados, extendiendo las posibilidades tecnológicas, siendo el caso del sistema denominado “Tropostelite”.

En este sentido, de acuerdo con el objeto de diseño de la presente innovación se propone un nuevo dispositivo aerostático, el cual se halla concebido en su realización conforme unas características constructivas y funcionales que le hacen particularmente ventajoso para ser utilizado como medio de situación elevada como principal finalidad de aplicación en comunicaciones inalámbricas.

El dispositivo básicamente consiste en un globo destinado a llenarse con un gas ligero, tal como por ejemplo; helio, hidrogeno o amonio, yendo provisto dicho globo con una cubierta elaborada con la técnica de rolado, logrando de esta forma una estructura semirrígida, conteniendo herméticamente su contenido y manteniendo su forma discoidal, mientras que en los extremos del globo se necesita de al menos tres tensores ubicados proporcionalmente, previo a los cálculos respectivos, para mantener la estabilidad espacial y fijo con respecto a un punto geográfico, sobresaliendo axialmente por la parte inferior incorpora una estructura, ejerciendo como centro de gravedad del sistema, donde se colocan los equipos de comunicaciones y finalmente sobresaliendo axialmente en la parte superior del globo esta el equipo aparta rayos y una baliza para la seguridad de todo el sistema, puesto que la plataforma se puede llevar a gran altitud y va sujeta a la superficie terrestre.

El sistema proporcional de tensores a parte de lograr la estabilidad y fijeza espacial con respecto a un punto, facilita el mantenimiento del sistema, ya que incorporando poleas a los tensores se puede realizar la recogida de todo el sistema hacia la superficie terrestre, garantizando optimas condiciones de seguridad.

Se ha previsto que la alimentación eléctrica del sistema a los equipos, se lo realice desde tierra, previo a un cálculo de caída de tensión a compensar según las características del conductor eléctrico, para asegurar que los equipos no fallen por ningún desperfecto de almacenadores, celdas eléctricas o baterías, de esta forma también aligerando el globo, y para la parte de transmisión y recepción de datos, mediante fibra óptica, teniendo en cuenta que no existe inconveniente en el cableado vertical ya que dependiendo el tipo de fibra monomodo o multimodo presentan mayor longitud y velocidad.

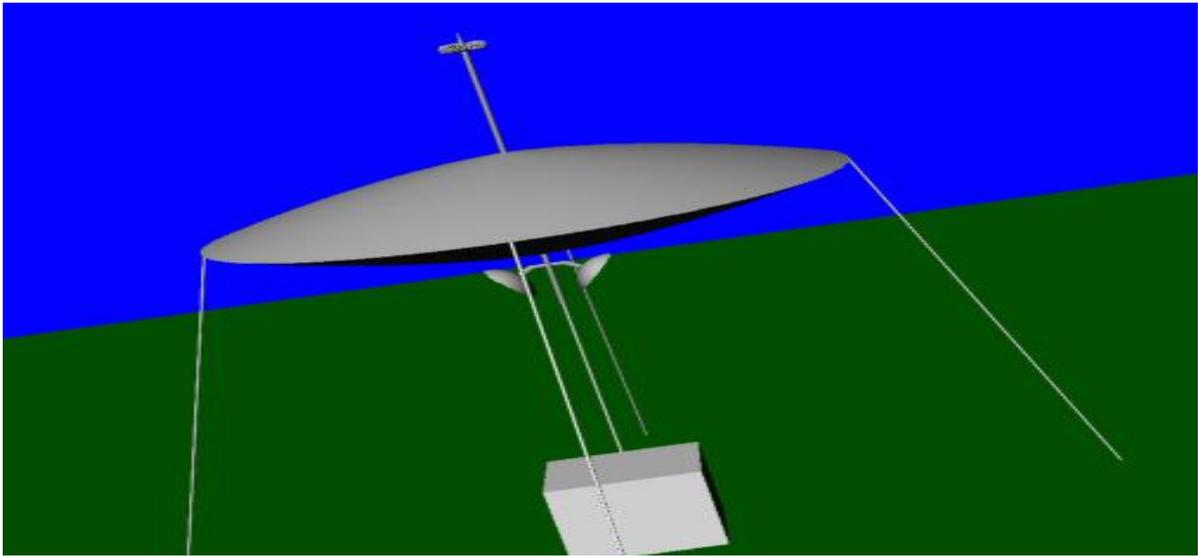


Figura 3.29. Esquema general del conjunto del dispositivo aerostático.

La forma aerodinámica del globo justificado dimensionalmente el volumen y tamaño a partir de cálculos según los parámetros del peso a levantar el sistema, y la velocidad del viento a determinada altura rigen también en el empuje necesario y la ubicación de los tensores para lograr la estabilización espacial del sistema, cuyo propósito que persigue es mantenerse fijo en un punto geográfico y en el espacio.

Para ello se ingreso en el diseño de la figura en la lámina anexada “Tropostelite”, los siguientes parámetros:

- En la vista de planta, D representa el diámetro del globo.
- En la vista isométrica, L representa la longitud de los tensores que son 4 para asegurar el propósito.

- En la vista lateral, H representa la altura del globo con respecto a la superficie terrestre.
- En la misma vista están los parámetros: F_v representa vectorialmente a las fuerzas verticales del sistema, F_h representa vectorialmente a las fuerzas horizontales del sistema y F_r representa vectorialmente a la fuerza resultante del sistema.
- De la misma forma los ángulos: A que guarda relación entre la fuerza resultante y el globo horizontalmente, y el ángulo B que guarda relación entre los tensores y la superficie horizontal terrestre.

El objetivo que persigue el diseño, está delimitado por los parámetros indicados, los cuales deben cumplir a rigor las siguientes condiciones:

- El ángulo A siempre mayor al ángulo B , aplicado en cada extremo del globo el mismo análisis, obligando por consiguiente a que el vector F_v sea mayor que el vector F_h , obligando de esta forma lograr esta relación de ángulos con el vector F_r y facilitando la absorción de toda la fuerza resultante por los tensores, manteniéndolo fijo según el coeficiente elástico del tensor.
- Las Fuerzas horizontales F_h , dadas por el arrastre aerodinámico del globo, ejercida básicamente por el viento. La fuerza de arrastre es igual al producto del coeficiente de arrastre, por el área del globo a incidir, por la densidad y por la velocidad del aire a esa altura.
- Las Fuerzas verticales F_v conforman el peso de todo el sistema como son: los equipos de comunicaciones, globo, aparta rayos, baliza, tensores, fibra óptica, el conductor eléctrico, y ascensionalmente esta el empuje ejercido por el gas

contenido en el globo para lograr mediante cálculos se cumpla la primera condición.

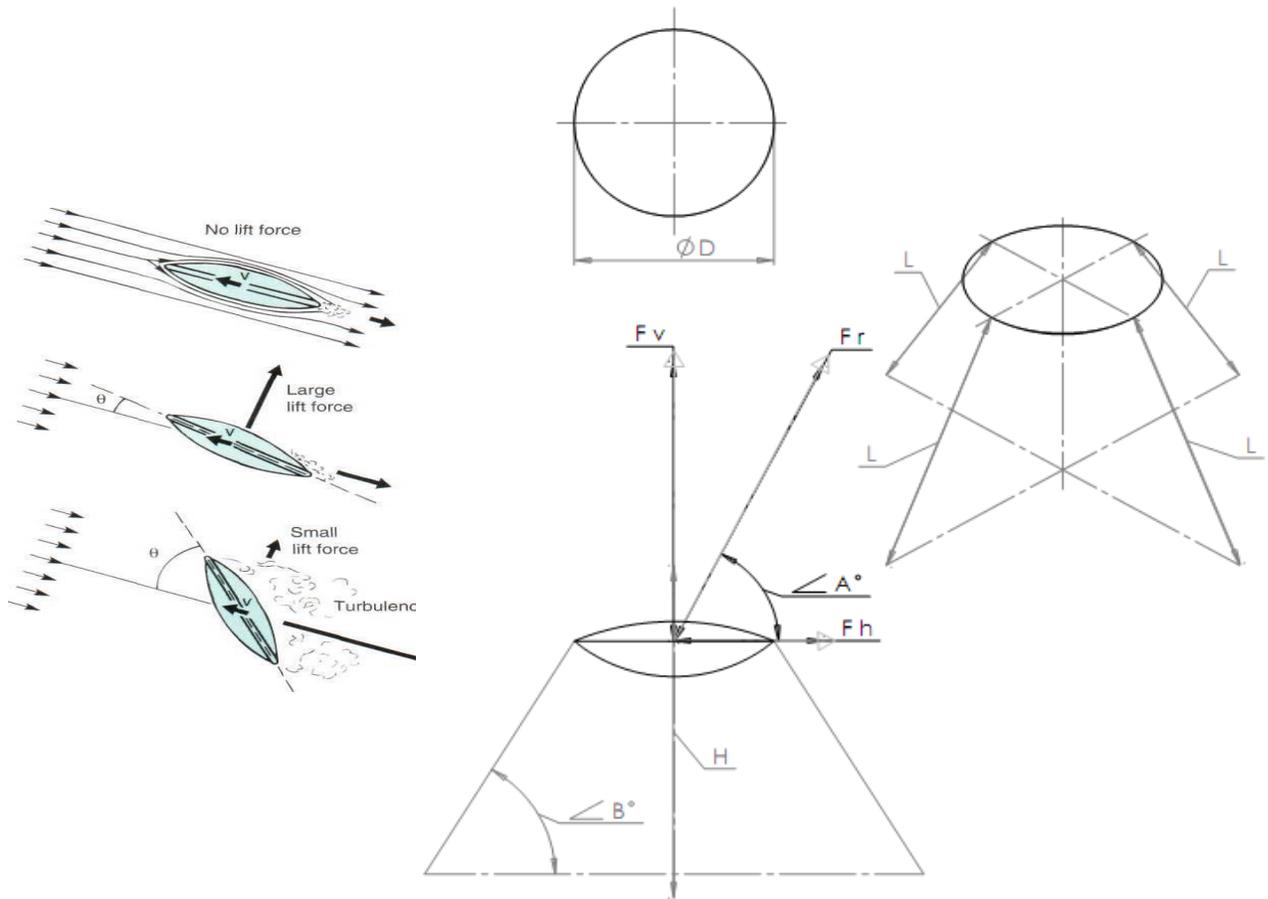


Figura 3.30. Fuerzas aerodinámicas de arrastre y análisis vectorial sobre el globo

El terreno de la amazonia donde se pretende proveer el servicio de internet, presenta irregularidad, además de bosques frondosos y la variada hidrografía, dificultando el crecimiento de la red inalámbrica, motivo por el cual se ha planteado como propuesta de innovación, una plataforma troposférica “Tropostelite”, independiente a la tecnología

inalámbrica a emplearse, la ventaja en este sistema es la altitud y estabilidad, logrando incrementar cobertura generando mayor línea de vista con los usuarios.

CAPÍTULO 4

4 PROPUESTA TÉCNICA

4.1 DISEÑO DE RED DE ACCESO

4.1.1 Zona de Trabajo

El servicio de internet se lo dará al sector eco turístico del Napo, la ubicación de la provincia en el Ecuador es ilustrada en el siguiente gráfico.

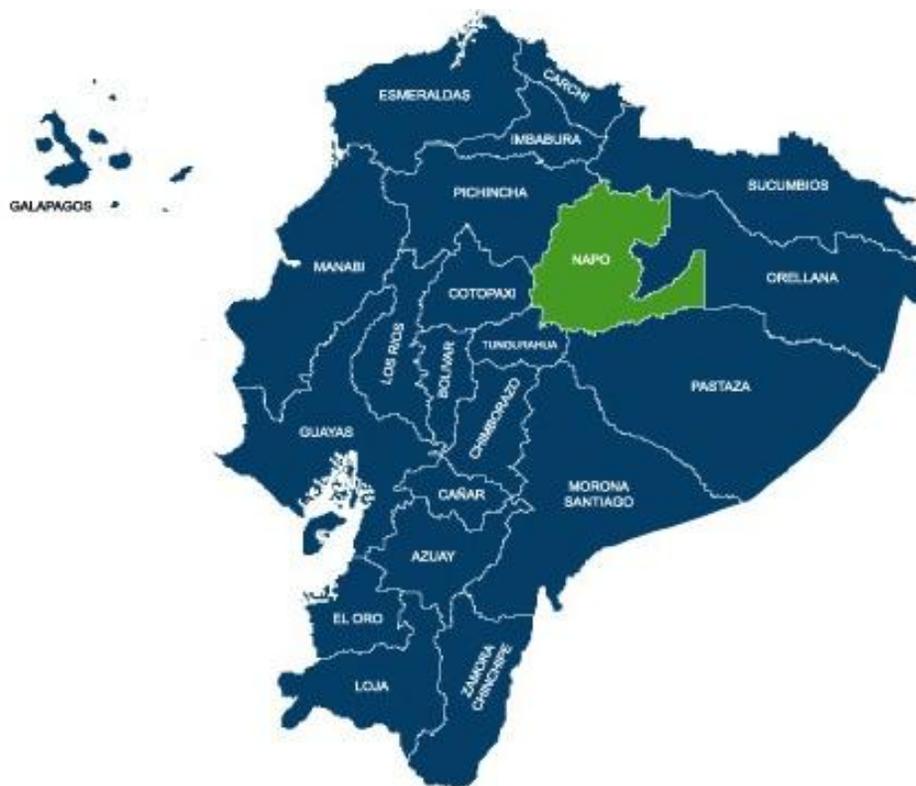


Figura 4.1. Ubicación de la provincia del Napo

La división cantonal y parroquial de la provincia vemos a continuación:

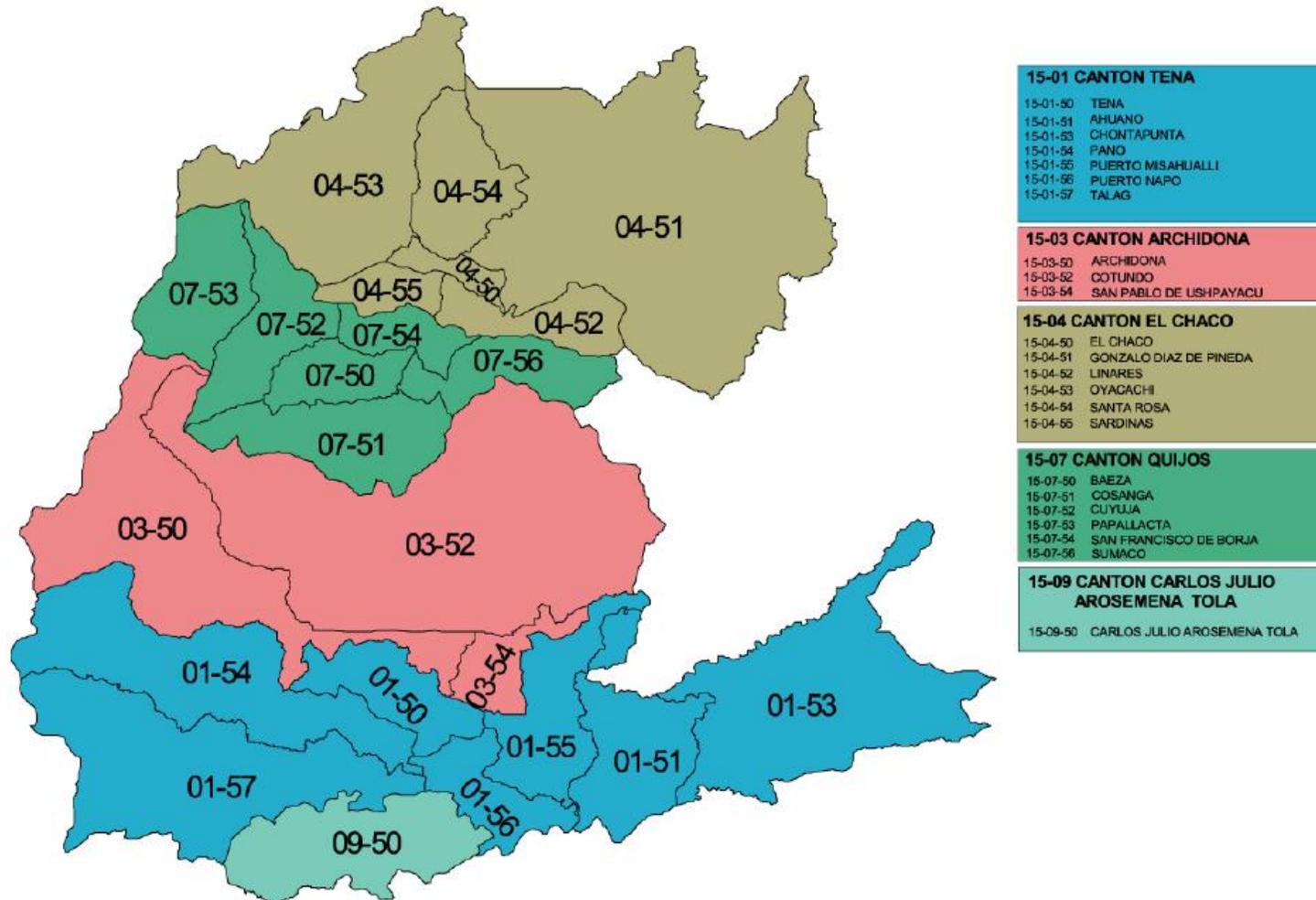


Figura 4.2. División parroquial de la provincia del Napo

Los cantones a dar el servicio son Tena y Archidona.

4.1.2 Tecnología de Diseño

La tecnología que se usará para la red de acceso será inalámbrica, debido a la orografía del terreno y que en gran parte no existe infraestructura previa. Tecnología que a su vez provee los siguientes beneficios:

- Posibilidad de operación en la banda no licenciada 2.4 GHz, (aunque si requiere permiso de funcionamiento).
- Evita el uso de un gran despliegue de infraestructura para llegar al abonado, y sus consecuentes altos costos.
- Facilidad de realizar nuevas instalaciones.
- Las instalaciones se pueden realizar conforme las necesidades de los clientes, sin tener que hacer inversiones iniciales muy elevadas.

Estas ventajas convierten a esta opción en la más viable para nuevos operadores, con una base de clientes reducida y en lugares donde no existe infraestructura previa

4.1.3 Clasificación de los sistemas inalámbricos

Una clasificación puede hacerse en base a la movilidad del terminal de usuario:

- Sistema sin movilidad: El terminal es fijo.

- Sistema con movilidad: El usuario puede acceder al servicio mientras se desplaza en toda el área de cobertura, cambiando de celdas en el trayecto. Usualmente se lo denomina Sistema Cordless

Otra posible clasificación sería:

- Sistemas de banda estrecha: hasta 144 Kbps o 2 Mbps
- Sistemas de banda ancha: mayor a 2 Mbps

La elección la haremos de manera de brindar un servicio sin movilidad y de banda ancha.

Luego de una revisión de los fabricantes de equipos, se ha hecho la elección de los equipos WAIRLINK, específicamente los equipos MAMUT, por su rendimiento superior a la mayoría de dispositivos actuales y ofreciendo, sin lugar a dudas la mejor relación calidad/precio del mercado.

4.1.4 Descripción de los equipos

Están basados en procesadores de bajo consumo y alta capacidad, que van desde los 175 MHz hasta los 2.8GHz utilizando procesadores Core2Duo, en los modelos de máximo rendimiento. Incorporan hasta 8 radios 802.11 que operan, en las bandas libres de 2.4 y/o 5 GHz en los estándares 802.11 a, b o g, para proporcionar un amplio abanico de soluciones para cualquier entorno, constituyendo una de las soluciones de mayor rendimiento y durabilidad del mercado. Los equipos son escalables en cuanto a número de conexiones Ethernet y radios inalámbricas.

Son equipos de diseño robusto tanto en versiones de interior como de exterior. En los modelos de exterior existen versiones con antena incorporada o con conectores para antenas externas.

Pueden ofrecer en la actualidad velocidades, por antena, de hasta 90 Mbps reales. Existen modelos en la gama Mamut con múltiples antenas que pueden ofrecer anchos de banda reales de hasta 340 Mbps o validar miles de usuarios.

La serie Mamut provee hasta 9 conexiones independientes de red 10/100/1000 Mbps que proporcionan el ancho de banda suficiente para que los equipos trabajen como controladores de red, firewalls o balanceadores de carga de altas prestaciones. Los equipos son capaces de agregar tantas conexiones de red como precise para lograr rendimientos más elevados.

Los equipos y componentes WairLink están diseñados para resistir situaciones de intemperie en exteriores bajo las peores condiciones ambientales. Según el modelo, protegen la electrónica en inmersiones de hasta 1 metro de profundidad. La electrónica de los equipos está diseñada para el sector industrial, y por tanto son equipos diseñados para funcionar a pleno rendimiento las 24 horas de todos los días del año. Actualmente los equipos registran tiempos de fallo inferiores a 5 minutos al año.

4.1.5 Dimensionamiento de los Equipos

Criterios de Dimensionamiento

- Cada radio transmite puede transmitir hasta 90 Mbps
- Recordando que partimos de 166 clientes potenciales vemos que un punto de acceso para asegurar conectividad, sin embargo debemos asegurar un ancho de banda suficiente dependiendo de cada plan contratado por cada cliente.

- Puesto que en la red de acceso no es donde se hace la compartición, cada usuario debe tener disponibles un lugar en cada radio. El ancho de banda que manejaremos en la totalidad de la red de acceso será el resultado de sumar las correspondientes velocidades con el número de usuarios en cada plan y multiplicar por el factor de compartición. Es decir:

$$\text{Ancho de banda residencial} * \text{nivel de compartición} + \text{Ancho de banda corporativo} * \text{nivel de compartición}$$

$$6515 \text{ Kbps} * 10 + 5000 \text{ Kbps} * 3 = 72.115,8 \text{ Kbps} = 70.4 \text{ Mbps}$$

- Con una sola radio, abastecemos a la demanda inicial, recordando que cada radio posee una capacidad máxima real de 90 Mbps
- Sin embargo será necesario asegurar cobertura en todas direcciones, por lo que escogemos implementar la estación base con 3 antenas sectoriales de 120 grados.

El diseño de la red de acceso queda como lo demuestra la figura:

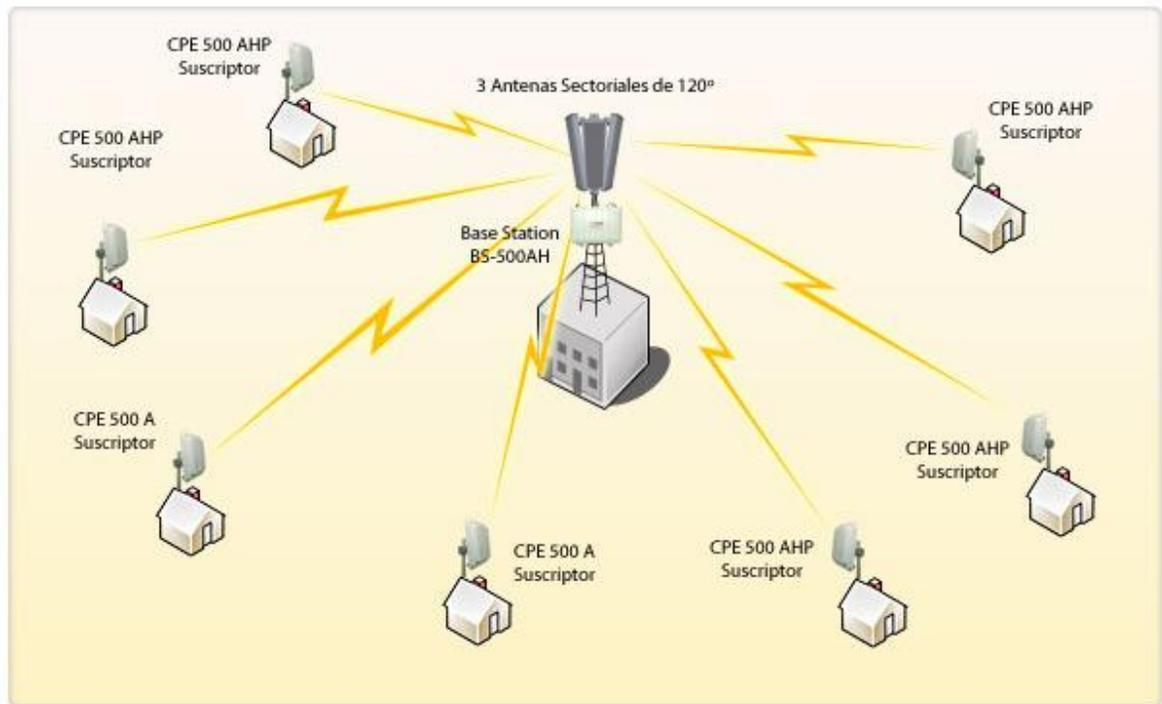


Figura 4.3. Estructura general de la red de acceso

4.2 CÁLCULOS RADIOELÉCTRICOS

4.2.1 Propagación de ondas

El proceso de propagación de ondas es muy importante en el estudio del radioenlace, y que nos permitirá establecer los equipos a utilizar en la transmisión la cual debe soportar todo el viaje entre transmisor y receptor sin perder la integridad de la información. Cabe recordar que la propagación se la hace a la velocidad de la luz (3×10^8 metros/segundo en vacío).

A frecuencias mayores a 30MHz, que es nuestro caso, ya son considerados microondas y el tipo de propagación será una línea de vista, y se usan antenas elevadas.

4.2.2 Pérdida por espacio libre

Se define como espacio libre como el camino entre el transmisor y el receptor libre de obstáculos donde la única atenuación será la del recorrido. La relación de pérdidas es proporcional al inverso de la distancia entre las antenas. Es decir, al aumentar la distancia, el frente de ondas se amplía en la radiación y la distribución de energía en el receptor será menor.

En forma general este tipo de pérdida depende de la frecuencia de transmisión (f) y de la distancia de separación entre las antenas (d). Su ecuación es:

$$\text{Pespacio libre [dB]} = 32.44 + 20 \log f[\text{MHz}] + 20 \log d [\text{Km}]$$

De forma que el cálculo aproximado de la potencia de recepción será:

$$\text{Prx [dB]} = \text{Ptx [dB]} + \text{Ganancias de las antenas [dB]} - \text{Pespacio libre [dB]}$$

Ó:

$$\text{Prx [dB]} = \text{Ptx [dB]} + \text{Ganancias de las antenas [dB]} - 32.44 - 20 \log f[\text{MHz}] - 20 \log d [\text{Km}]$$

4.2.3 Cálculos

Se lo realizará en base al cálculo de pérdidas en espacio libre, para tener una distancia máxima radial aproximada hasta la cual se podría dar el servicio, asegurando una potencia de recepción igual a la sensibilidad del receptor

Despejando la distancia tenemos:

$$d(Km) = 10^{\frac{-P_{RX}(dB)+P_{TX}(dB)+Ganancias\ Antenas\ (dB)-32.44-20Logf\ (MHz)}{20}}$$

Considerando los valores especificados en las características técnicas de los equipos:

Potencia Máxima de transmisión (incluida la antena): 600 mW = 27 dBm

Ganancia de las Antenas: 14 dB

Potencia del transmisor: 27 dBm – 14 dB = 13 dBm

Frecuencia de Operación: 2400 MHz

Sensibilidad del Receptor: -90dBm

<i>Potencia del Transmisor (dBm):</i>	13
<i>Ganancia de la antena TX(dB):</i>	14
<i>Ganancia de la antena RX(dB):</i>	14
<i>Frecuencia de operación(MHz):</i>	2400
<i>Sensibilidad del receptor(dBm):</i>	-90
d(Km):	35,30

Que será la distancia máxima teórica que existirá conexión al servicio.

4.3 DISEÑO DE SISTEMA NETWORKING

4.3.1 Red de Concentración

Para lograr la conexión de la red central hacia la estación base conectaremos un enrutador/concentrador posibilitando la incorporación futura de nuevas estaciones. Usaremos para este propósito routers Cisco de la serie 3700, específicamente el Cisco 3745, que incluye además funciones de switch. Se incluye las funciones de un administrador de ancho de banda.

El Administrador de ancho de banda, interconecta la red de internet que va hacia el usuario y viceversa. Actúa como si fuera un puente transparente, que canaliza y deja pasar la información acorde al ancho de banda que éste previamente le asigne a cada nodo. De esta manera puede administrar miles de usuarios y a cada uno le asigna un ancho de banda garantizado para el flujo de información.

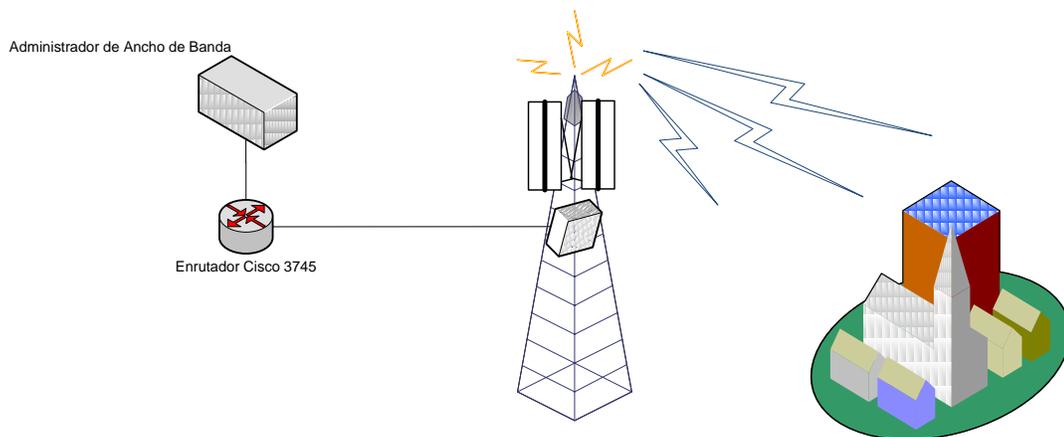


Figura 4.4. Red de acceso

4.3.2 Red de gestión

– Servidor o Computadora Personal

Las diferencias se pueden resumir en dos grandes vertientes: Alto desempeño y sobre todo, Alta disponibilidad.

Alto desempeño

En los sistemas actuales el principal cuello de botella es el sistema de entrada/salida, por esto los servidores usualmente vienen con discos duros internos de mayor velocidad (10k/15k rpm) a diferencia de los equipos de escritorio (5k-10k rpm) o bien con conexiones a Storage Área Networks (SAN) que pueden tener varios discos de alta velocidad trabajando de manera simultánea y transmitiendo información a través de fibra óptica, lo que reduce drásticamente los tiempos de respuesta. Además en servidores mid-end y high-end, es común encontrar CPUs con características especiales de alto desempeño, como paralelismo explícito que permite ejecutar varias instrucciones simultáneamente, entre otras capacidades no encontrada en los equipos de escritorio.

Alta disponibilidad

En segundo lugar, y tal vez más importante, es que los servidores cuentan con capacidades de alta disponibilidad, es decir que son capaces de estar en línea mucho más tiempo que los equipos normales.

Una de estas características es la redundancia de hardware, es decir, estos equipos suele contar con discos duros redundantes (usualmente ligados a tarjetas RAID), fuentes de poder

redundantes, canales de comunicación duales (en tarjetas de red o fibras ópticas) lo cual hace menos probable que se tenga un downtime debido a fallas de hardware. Además el acceso a discos externos vía SAN suele tener redundancia por sí mismo, de manera que si algún disco falla, otro disco suele entrar como backup lo que minimiza la posibilidad de pérdida de información

Además suelen venir equipados con memoria ECC (Error Correcting Code) que previene en ciertos casos la corrupción de datos en memoria.

Además, debido a que los servidores suelen estar en centros especializados (data centers) usualmente tienen tarjetas de acceso remoto, que permite acceder a ellos a distancia como si estuviera físicamente frente al equipo, lo que reduciría los tiempos de respuesta en caso de algún problema.

Un punto curioso de los servidores es que usualmente toman un gran tiempo (5 a 10 minutos, en algunos casos aun mas) en encender o reiniciar, ya que suelen hacer muchos chequeos de hardware, software y firmware y así prevenir o detectar futuras fallas. Esto no suele ser un gran inconveniente ya que por sus características, no suelen ser apagados o reiniciados continuamente.

Norma General

Si se requiere estar en línea 7 días a la semana, 24 horas al día en línea, probablemente requiera de todas estas características de alta disponibilidad o de alto desempeño.

– Servidores que Formarán Parte de la Red de Gestión

Esta será la parte de la red encargada de dar los servicios de DNS-DHCP, FTP, correo y HTTP-WEB, cada uno implantado en un servidor. A Su vez todos éstos confluyen a un Switch, Cisco 2912.

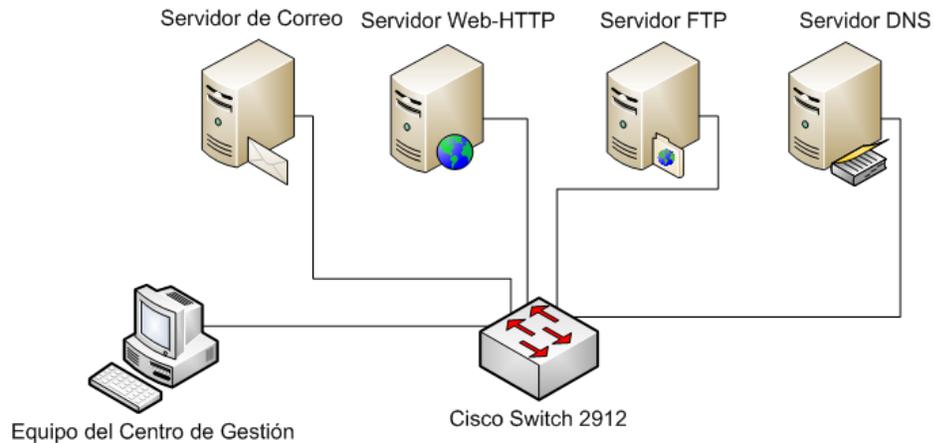


Figura 4.5. Red de gestión

– Red de Backbone

Para conseguir salida hacia el backbone internacional hemos optado por la empresa Transelectric, la cual posee fibra tendida por varias zonas del Ecuador, entre ellas el Napo. La conexión obtenida de ésta empresa la enlazamos al centro de gestión a través de un enrutador Cisco 3640 y un contrafuego para evitar intrusiones indeseadas bien hacia el centro o hacia nuestros usuarios finales.

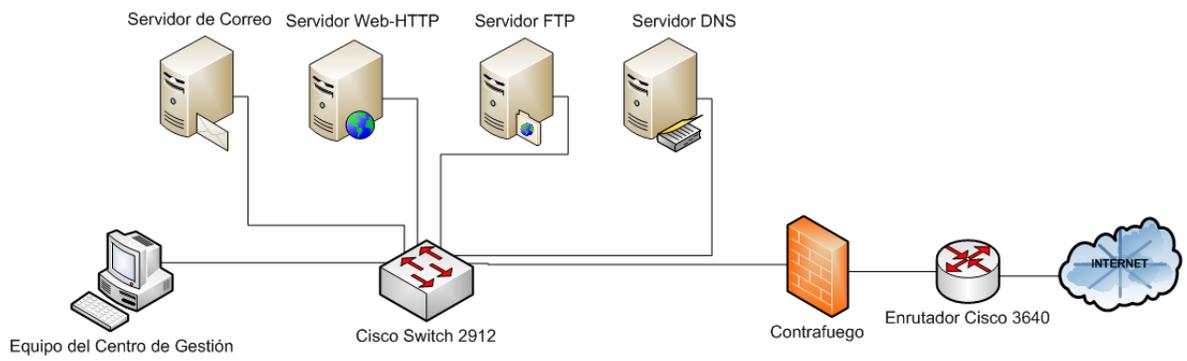


Figura 4.6. Red de backbone

A continuación se ilustra la red del WISP en su totalidad

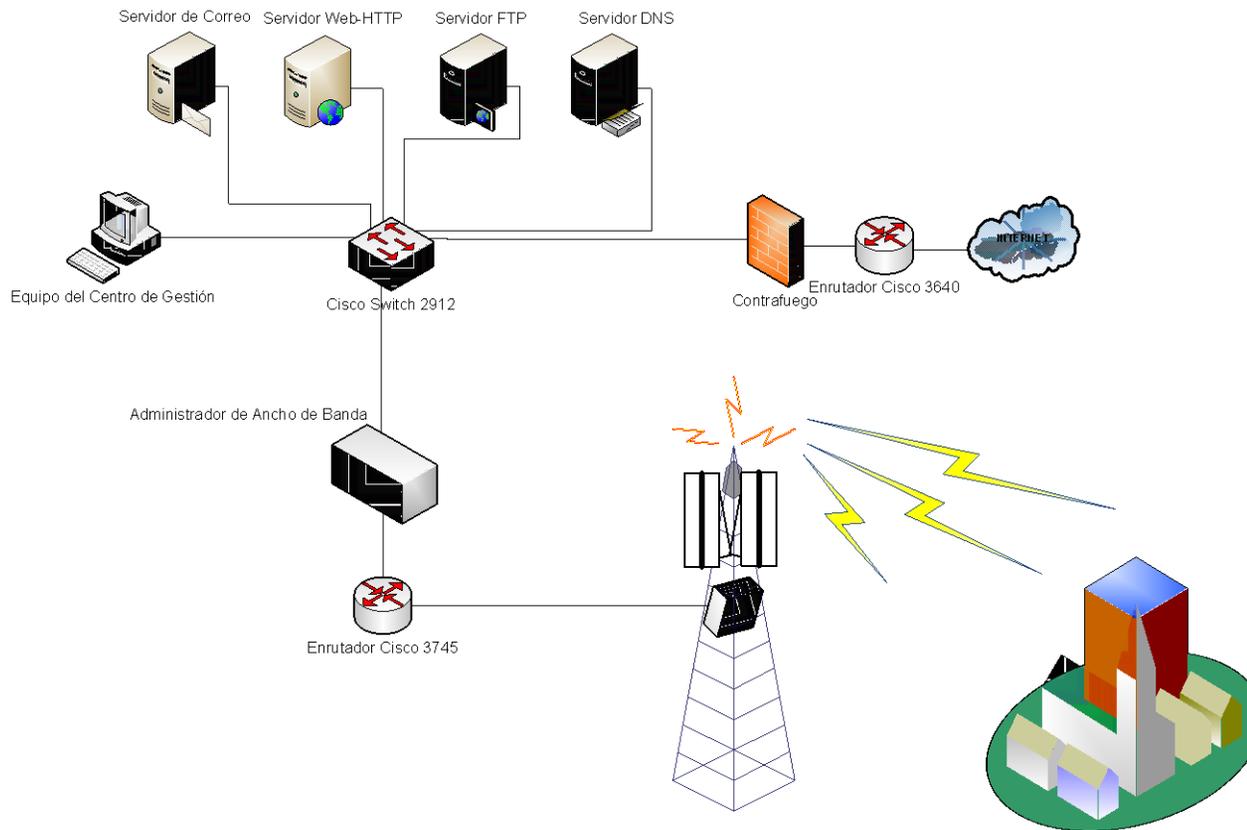


Figura 4.7. Estructura del proveedor

4.4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE EQUIPOS

4.4.1 Punto de Acceso

Tabla 4.1. Especificaciones del punto de acceso

Controlador	
Procesador	De 300 MHz hasta 800 MHz
Memoria	64 o 128 MB SDRAM
Puertos Ethernet	Hasta 9 puertos 10/100/1000 Etheernet.
Power Over Ethernet	
Radio Frecuencia	
Frecuencias	802.11a : de 5100 MHz a 5900 MHz 802.11b/g: de 2412 MHz a 2485 MHz
Modulación	OFDM
Potencia de transmisión	65 mW-100mW-350mW-400mW-600mW-1W
Modo de Comunicación	Half Duplex
Conectores	Hasta 8 conectores N para antenas externas

4.4.2 Red de Gestión

– Servidores

Servidor de correo: Sun Fire X4140

Servidor FTP: Sun Fire X4140

Servidor DNS, DHCP: Sun Fire X4140

Servidor HTTP, Web Host: Sun Fire X4140

Características Técnicas:

Número de Pieza: B12-AT2-DC-8C-RD6 Servidor Sun Fire X4140,

Procesador:

2 procesadores de núcleo cuádruple AMD Opteron modelo 2380 (2,5 GHz/512 KB)

Memoria:

4 Módulos de memoria de rango único DDR2-667 de 2 GB

Almacenamiento Masivo y Medios:

4 unidades de disco de 146 GB

DVD-RW

Interfaces Integradas:

4 puertos Ethernet 10/100/1000

5 puertos USB 2.0,

Una ranura PCIe de 16 vías,

Dos ranuras PCIe de 8 vías,

Fuente de Poder:

Doble fuente de alimentación redundante intercambiable en caliente. Vatios de la fuente de alimentación: 650 W

Dimensiones y peso:

Altura 44mm (1,746 pulg.)

Anchura 426mm (16,75 pulg.)

Fondo 714mm (28,125 pulg.)

Peso mínimo 16,55 kg (36,49 lbs.)

Peso máximo 18,55 kg (40,90 lbs.)

– **Firewall**

Computadora Personal

Características:

Procesador: Core2Quad 2.0GHz

Memoria: 8 GHz

Almacenamiento y Medios:

Un disco duro 500GB

Lector Grabador DVD/DVD-RW

Fuente de Poder:

Una de 700 W

Interfaces:

2 Tarjetas de Red 10/100/1000

5 puertos USB 2.0

Monitor: LCD 17’’

– **Cisco Switch Hub 2912**

Combinan un alto rendimiento, sencillez de manejo y la inclusión del software Cisco IOS® a unos precios por puerto increíblemente bajos. Los switches son ideales para proporcionar ancho de banda dedicado de 10 ó 100 Mbps a usuarios individuales y servidores.

El switch Cisco Catalyst 2912 tiene doce puertos conmutados 10Base-T/100Base-TX.

- Sus 12 puertos 10Base-T/100Base-TX con detección automática ofrecen rendimiento allí donde más se necesita, en grupos de trabajo y servidores exigentes

- El tejido de conmutación de 3,2 Gbps y el envío de más de 3 millones de paquetes por segundo garantizan un rendimiento óptimo en todos los puertos 10Base-T/100Base-TX.
- La operación a dúplex completo en los puertos 100BaseT conmutados ofrece hasta 200 Mbps de ancho de banda a las estaciones finales, servidores y entre switches.
- La arquitectura de memoria compartida garantiza que se logra la máxima velocidad de transferencia eliminando el bloqueo en cabecera de línea, minimizando la pérdida de paquetes y reduciendo la congestión de tráfico de difusión y multidifusión.
- La agregación de ancho de banda a través de la tecnología Fast EtherChannel garantiza una operación con tolerancia a errores y ofrece hasta 800 Mbps de ancho de banda entre switches, routers y servidores individuales.
- Sus doce grupos de agregación de ancho de banda Fast EtherChannel por switch permiten a cada switch agregar varios dispositivos de red a través de enlaces Fast EtherChannel 10/100 estándar dúplex completo.

– **Cisco Router 3640**

El router utilizado para este diseño es Cisco de la serie 3600, el mismo que tiene una plataforma modular multifuncional y multiservicio de integración de voz, vídeo, y datos en el mismo equipo.

El modelo a utilizarse es el Cisco 3640, que tiene cuatro ranuras o slots, en el cual se introducen módulos con tarjetas de interfase, soportando una variedad de tecnologías LAN o WAN. La configuración de dicho equipo tendrá las siguientes características:

- 1 Puerto Ethernet, 2 WAN NM-1E2W (IEEE 802.3 Ethernet, V.35 WAN)
- 1 puerto de consola
- Modulo de red ATM OC-3, NM-1A-0C3MN (provee un puerto para fibra óptica multimodo), a este modulo se conectará la fibra por medio de conectores SC duplex.

El equipo soportaría los siguientes protocolos:

- Protocolos WAN: Frame Relay, HDLC, BSC, SDLC, PPP, X.25, Asynchronous
- Protocolos LAN: IP, IPX, SNA, Appletalk, DECnet, Banyan VINES, Appollo Domain, XNS
- Protocolos de ruteo: Static, RIP, RIP2, OSPF, BGP, BGP/4, EGP, IGRP, Enhanced IGRP, ODR, DDR entre otros, cuenta con software para administración: SNMP,
- Cisco Works, Cisco View, Telnet y puerto de consola.

Especificaciones de memoria y procesador

- Flash memory (SIMM) 4 a 32MB

- Flash memory (PCMCIA) 2 a 32MB
- Boot ROM 512KB
- **Cisco Router 3745**

Alto desempeño de ruteo, integra baja densidad de conmutación, seguridad, voz, telefonía IP, correo de voz, video y satisfeca gestión de redes en una solución integrada.

- Cuatro ranuras de módulos de red (NM).
- Dos ranuras capaz de soportar módulos de servicio de alta densidad (HDSM).
- Poseen un simple modulo de memoria de 128 MB SDRAM DIMM y un simple modulo de 32 MB de memoria flash compacta por defecto.
- Una línea de entrada de poder adicional para 16 puertos NM EtherSwicth. 36 puertos HDSM EtherSwitch y puntos de acceso inalámbrico.
- Soporte de todos los principales protocolos y medios WAN: LL, RF, ISDN, X.25, ATM, fraccional T1/E1, T2/E2, XDSL, T3/E3, HSSI.
- Mainboard de campo reemplazable, tablero de I/O y ventilador de bandeja.
- Backplane Pasivo.
- Fuente de poder redundante interna opcional.

4.5 DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA

4.5.1 Propuesta de innovación

4.6 SISTEMAS DE ENERGÍA

4.6.1 Características Eléctricas

La instalación eléctrica es primordial en la preparación de la sala donde se ubiquen los equipos. El buen funcionamiento del Sistema depende de que la alimentación eléctrica sea estable y libre de perturbaciones. Si ésta es deficiente pueden producirse errores intermitentes, paros del sistema y averías. Se requiere una línea dedicada, directa y exclusiva desde el distribuidor o cuadro primario de CA, y una toma de tierra exclusiva y aislada, de muy buena calidad. A continuación, analizaremos las características de alimentación CA, CC y la toma a tierra.

4.6.2 Suministro Primario en CA

Una vez conocido el consumo del equipo, se debe disponer de una línea directa desde el distribuidor o cuadro primario de CA al cuadro de distribución de la sala totalmente independiente a la del sistema de aire acondicionado y demás elementos, pertenecientes o no a la sala, cuyos consumos se calculan aparte. Las razones para una línea exclusiva son:

- Asegurar la potencia suficiente.
- Evitar las interferencias de máquinas que producen transitorios.
- Evitar que las protecciones generales corten la alimentación del sistema.

Las características requeridas de alimentación para esta línea son:

Tensión de Red 115 Vac \pm 10%

Frecuencia de Red 60 Hz \pm 5%

Estas características se deben cumplir incluso en el caso de fallo de red, por lo que es imprescindible que la central disponga de grupo de generadores automático con suficiente potencia para asumir este servicio.

El tendido de la línea, desde el contador o cuadro primario de CA a la sala del sistema será monofásico o trifásico dependiendo de la potencia requerida del sistema, y de la distancia.

Para que éste sistema de alimentación cumpla con la fiabilidad requerida debe disponer de un elemento que garantice la continuidad y estabilidad de la tensión de alimentación. Este elemento consiste en un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (UPS)

4.6.3 Toma de Tierra

Para la correcta instalación de los equipos es preciso disponer de una excelente toma de tierra, la cual debe cumplir las siguientes especificaciones:

- La resistencia debe ser inferior a 6 ohmios.
- El conductor debe estar aislado en todo su recorrido.
- La sección del conductor no será inferior a 16 mm² y su resistencia no superará 2 ohmios.

- El lugar de conexión debe ser lo más cercano a la barra general de tierra y su recorrido se efectuará de ser posible sin empalmes.
- No debe transmitir ruido eléctrico.
- La diferencia de potencial entre la tierra y el neutro en ningún caso superará 1V RMS en circuito abierto, o 4 Vpp con los equipos en funcionamiento.
- Ningún otro aparato auxiliar, como fotocopiadoras, aire acondicionado, ni ningún tipo de máquina, pueden conectarse a la tierra del sistema, dado que se pueden producir fallos y errores intermitentes en el sistema.
- La distribución de la tierra del sistema a cada uno de los elementos debe hacerse en paralelo desde el borne o barra de tierra del cuadro secundario de CA, a cada base de enchufe. Nunca se debe hacerse en serie pues un fallo en alguno de los equipos dejaría sin tierra a todos los elementos que le siguiesen.

4.7 MEDIOS DE SOPORTE

4.7.1 Inspección del lugar

Como normas generales se tendrán en cuenta los siguientes requerimientos para el centro de operaciones:

- El lugar donde se instalen los equipos del sistema debe ser una sala lo suficientemente amplia y accesible. En ningún caso conviene que la superficie sea menor de 20 m².

- El acceso a éste debe ser restringido, sólo personas autorizadas y capacitadas pueden ingresar y salir de éste.
- La altura del suelo a techo será como mínimo de 3m.
- En este valor se consideran incluido el espacio necesario para el suelo falso.
- Los Bastidores y el Centro de cableado están preparados para recibir el cableado por la parte inferior, por lo que es necesaria la utilización de suelo falso.
- La iluminación debe ser incandescente, puesto que las luces fluorescentes provocan interferencia electromagnética con las señales a transmitir, por lo que no es recomendable usar este tipo de iluminación.
- Para protección de incendios, se contará con un sistema detector de humo o temperatura.
- En cualquier caso se colocarán extintores de dióxido de carbono (CO₂) a lo largo de la sala de forma que sean fácilmente accesibles y visibles

4.7.2 Especificaciones Ambientales

Por tratarse de equipos construidos fundamentalmente con semiconductores en alta integración y la utilización continua de soportes magnéticos, es necesario dotar a las salas destinadas a albergar a dichos equipos, de los medios necesarios que garanticen los requisitos climáticos y ambientales que se exponen en los siguientes apartados.

Las características más relevantes en cuanto a clima, temperatura y humedad se destacan a continuación:

Debe haber acondicionadores de aire capaces de regular simultáneamente temperatura y humedad.

La salida de aire frío nunca se efectuará por el techo de la sala puesto que se producirían turbulencias con el aire caliente desprendido por los equipos, con lo cual, se remueven las partículas de polvo existentes, siendo esto perjudicial para los equipos.

No se utilizarán acondicionadores de ventana, por tomar éstos el aire del exterior introduciendo polvo y gases perjudiciales para los discos y cintas magnéticas.

El sistema de acondicionadores que se aconseja es el de tipo consola (splitters), ya sean de refrigeración por agua o por condensación de aire, teniendo como ventaja no contaminar la sala, puesto que el aire recircula sin tomarlo del exterior. Una segunda ventaja se consigue al tener la salida de aire en el sentido de abajo hacia arriba, situándose en el primer tercio de la altura de la sala, con lo cual, se eliminan las turbulencias superiores e inferiores.

El sistema de refrigeración debe ser independiente del que exista en el edificio.

Se dotará a la sala de un termómetro de máxima-mínima y termostato de regulación.

La temperatura de funcionamiento del sistema se mantendrá en un margen entre 20°C y 25°C. La temperatura máxima no debe ser más 30°C, por un lapso de 48 horas. Si esto ocurriera se desconectará automáticamente la alimentación de los equipos.

La variación instantánea de temperatura no debe ser brusca, porque también afecta a los sistemas de refrigeración de los equipos. Esta no debe ser superior a los 0.9°C/min.

Otros elementos ambientales perjudiciales son: el polvo y la contaminación atmosférica, que deberán ser eliminados con aspiradores, evitando utilizar instrumentos que lo dispersen como escobas, cepillos, etc.

Por último, Se debe limpiar las salas al término de los trabajos de acondicionamiento de éstas y antes de la instalación de los equipos. Además, de realizar una limpieza periódica cada mes, con los instrumentos adecuados.

4.7.3 Instalación de los clientes

Lugares apropiados para instalar la antena del cliente son:

- Techo de una edificación, con la antena sujeta a la antena de televisión, o a un poste especial para su antena.
- Muro de una edificación.
- Marco de ventana, el soporte de la antena se fija al marco de la ventana de una habitación, en donde se encuentra el router

CAPÍTULO 5

5 ANÁLISIS FINANCIERO Y LEGAL

5.1 ANÁLISIS LEGAL

Nuestro sistema regulatorio está orientado a servicios y no a redes. En este punto analizaremos lo que respecta a los ISP, que en el marco legal se cataloga como un servicio de valor agregado. En cambio, para la parte inalámbrica, sólo hay que especificar lo que corresponde a la atribución y uso de la banda de frecuencia, que será analizada en un numeral posterior. El análisis se lo hace de manera separada puesto que los proveedores de servicios de internet inalámbrico primero son ISP:

1. Requisitos: Anteproyecto técnico (diagramas, nodos, y sus conexiones, inversión, plan comercial).

2. El permiso no autoriza a instalar redes. Se requiere adicionalmente concesión de portador, permiso de red privada o subcontratar con terceros.

En cuanto al acceso al usuario:

- Podemos acceder a ellos a través de servicios portadores y/o finales, por ejemplo, la telefónica local;

- Podemos acceder a ellos mediante el uso de infraestructura propia siempre y cuando obtengamos el título habilitante para la prestación de servicios portadores y/o finales.

5.1.1 Proveedor de Internet

– Los títulos habilitantes

El título habilitante para la instalación, operación y prestación del servicio de valor agregado es el Permiso, otorgado por la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (Secretaría), previa autorización del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL).

– Detalle de los Títulos

- Mediante Resolución 072-03-CONATEL-2002 el Consejo Nacional de Telecomunicaciones resuelve determinar como valor de permiso para la prestación de servicios de valor agregado el valor de USD 500 dólares de los Estados Unidos de América
- El plazo de duración de los títulos habilitantes para la prestación de servicios de valor agregado será de 10 años, prorrogables por igual período de tiempo, a solicitud escrita del interesado, presentada con tres meses de anticipación al vencimiento del plazo original, siempre y cuando éste haya cumplido con los términos y condiciones del título habilitante.
- El área de cobertura será nacional y así se expresará en el respectivo título habilitante, pudiéndose aprobar títulos habilitantes con infraestructura inicial de área de operación local o regional.
- No se otorgarán permisos de operación de índole genérica, abierta o ilimitada. Cuando la naturaleza de los servicios de valor agregado que proveerá el solicitante sea diferente, se requerirá de un permiso expreso por cada servicio.

– **Requisitos de las Solicitudes**

- Las solicitudes para la obtención de los mismos deberán contener:
 - Identificación y generales de ley del solicitante;
 - Descripción detallada de cada servicio;
 - Anteproyecto técnico para demostrar su factibilidad;
 - Requerimientos de conexión; y,
 - Certificado de la Superintendencia de Telecomunicaciones respecto de la prestación de servicios de telecomunicaciones del solicitante y sus accionistas incluida la información de imposición de sanciones en caso de haberlas.

– **Anteproyecto Técnico**

El anteproyecto técnico, elaborado y suscrito por un ingeniero en electrónica y telecomunicaciones debidamente colegiado, contendrá:

- Diagrama esquemático y descripción técnica detallada del sistema;
- Descripción de los enlaces requeridos hacia y desde el o los nodos principales para el transporte de información internacional necesaria para la prestación de su servicio y entre los nodos principales y secundarios para el caso de enlaces nacionales en caso de requerirlo;

- Identificación de requerimientos de espectro radioeléctrico, solicitando el título habilitante respectivo según los procedimientos determinados en el reglamento pertinente. Para efectos de conexión se aplicará lo dispuesto en el respectivo reglamento. (Agregado por el Art. 2 de la Res. No. 003-01-CONATEL-2003, R.O. 12, 31-I-2003).- Los solicitantes de permisos para servicios de audiotexto, deberán detallar la temática y los contenidos a los que podrán acceder los usuarios;
- Ubicación geográfica inicial del sistema, especificando la dirección de cada nodo; y,
- Descripción técnica de cada nodo del sistema. (Agregado por el Art. 3 de la Res. No. 003-01-CONATEL-2003, R.O. 12, 31-I-2003).- Los solicitantes de permisos para servicios de audiotexto, deberán presentar la descripción de los equipos que permitan registrar las llamadas recibidas así como su duración en tiempo real de uso.

– **Renovación de los Títulos**

En caso de renovación del permiso, se requiere la certificación de cumplimiento de obligaciones establecidas en el Permiso, por parte de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones y de la Superintendencia de Telecomunicaciones, a demás de la información de imposición de sanciones por parte de la Superintendencia.

– **Contenido de los Títulos Habilitantes**

El título habilitante para la prestación de servicios de valor agregado tendrá lo siguiente:

- Objeto.

- Descripción técnica del sistema.
- Descripción de los servicios autorizados.
- Causales de extinción del permiso.
- No se otorgarán permisos de operación de índole genérica, abierta o ilimitada.
- Cuando la naturaleza de los servicios de valor agregado que proveerá el solicitante sea diferente, se requerirá de un permiso expreso por cada servicio.

5.1.2 Portador

– Homologación de Equipos

El certificado de Homologación representa únicamente la autorización para que ese equipo terminal sea utilizado en el país, y pueda conectarse a las redes de las operadoras autorizadas, para lo cual deberá contar con la etiqueta de la homologación respectiva. Por lo tanto, el certificado de homologación técnica de un equipo no significa necesariamente responsabilidad alguna de la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones, ni de la Superintendencia de Telecomunicaciones. Este certificado podrá ser cancelado por cambios en las normas técnicas aprobadas por el CONATEL, o por haber proporcionado información falsa a la Secretaría o a la Superintendencia de Telecomunicaciones.

– Última Milla

Para poder brindar servicios de última milla inalámbrica en la banda de frecuencias de 2.4 GHz con equipos que trabajen con el estándar IEEE 802.11g se debe cumplir la Norma

para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha, expedida el 13 de octubre del 2005 y reemplaza a la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Espectro Ensanchado con Resolución No. 538-20-CONATEL-2000 del 30 de Noviembre del 2000. El permiso de operación es de 5 años renovables previa solicitud del interesado dentro del plazo de 30 días previos al vencimiento. En las disposiciones transitorias se indica claramente que las tarifas por uso de frecuencias de espectro ensanchado se aplicarán a todos los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha y se indican en el Reglamento de Derechos de Concesión y Tarifas por el uso de Frecuencias del Espectro Radioeléctrico. Dicho Reglamento en su Artículo 19 indica que:

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

$$TA(US\$) = K_a * a_6 * B_6 * B * NTE$$

Donde:

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

K_a = Factor de ajuste por inflación.

a_6 = Coeficiente de valoración del espectro para los Sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

B_6 = Coeficiente de corrección para los sistemas de Modulación Digital de Banda Ancha.

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

NTE = Es el número total de estaciones fijas y móviles de acuerdo al sistema.

5.2 INVERSIÓN INICIAL

Costos que intervienen en la creación del WISP:

- Costos de equipos de la red inalámbrica e instalación
- Costos de equipos de la red de servidores e instalación
- Costos de utilitarios del Centro
- Costos de permisos de funcionamiento del Centro
- Costos de instalación del enlace de Internet Dedicado

5.2.1 Equipos de la Red Inalámbrica

Aquí intervendrán costos del Punto de Acceso, Globo Aerostático e implementos necesarios para su construcción cuyos precios y características se muestran a continuación

Tabla 5.1. Equipos para la red inalámbrica

Equipos para la Red Inalámbrica				
Artículo	Descripción	Precio Unitario(USD)	Cantidad	Precio Total(USD)

Punto de Acceso	Estándares soportados: 802.11a/b/g Potencia de Transmisión: 65 mW-100mW-350mW-400mW-600mW-1W	1.560	1	1560
Antenas	Antena sectoriale Hyperlink de 120° Dimensiones: (99 x 15.3 x 6.4 cm) Ganancia: 17dBi Peso: 1 Kg	400	3	1.200
Globo Aerostático:		11.200	1	11.200
TOTAL				13.960,00

5.2.2 Equipos de la red de servidores e instalación

Tabla 5.2. Costos de la red de servidores

Equipos de la red de servidores e instalación				
Artículo	Descripción	Precio Unitario(USD)	Cantidad	Precio Total(USD)
Servidores	Servidor Sun Fire X4140 2 procesadores de núcleo cuádruple AMD Opteron 4 Módulos de memoria de 2Gb	6937	4	27748
	Monitor LCD 17''	300	4	1200
	Teclado y Mouse	20	4	80
Computador Personal	Desktop 8Gb de Memoria	1200	1	1200
Firewall		714	1	714
Switch	Cisco 2912	250	1	250
Enrutadores	Cisco 3640	422	1	422

	Cisco 3745	500	1	500
UPS	1000VA 10 Salidas	650	1	650
Aire Acondicionado	SMCAS182G Split Ahorrador de energía de 18.000 BTU	628	1	628
Rack	Rack De Piso Abierto Quest	159	1	159
Supresor de Energía	Cortapicos Tripplite de 6 tomas	9	5	45
Sistema de Puesta a tierra	Elementos	70	1	70
Cableado Estructurado	Canaletas Elementos de Amarre Codos Mangueras PVC	600	1	600
TOTAL				34.266,00

5.2.3 Utilitarios del Centro

Tabla 5.3. Costos de utilitarios del centro

Utilitarios del Centro				
Artículo	Descripción	Precio Unitario(USD)	Cantidad	Precio Total(USD)
Impresora	Multifunción, laser Samsung SCX-4521F	200	1	200
Equipos de oficina	Escritorios Mesas Sillas Archivadores	500	1	500
Equipamiento o vario	Papelería, Folders, Sobres Sellos, Manuales, Libros Equipos de Limpieza Grapadora Perforadora	200	1	200
Línea telefónica	Línea Comercial para uso del ISP	150	1	150
TOTAL				1.050,00

5.2.4 Permisos de funcionamiento del Centro

El costo de éste permiso es de 500 dólares, válido por 10 años y prorrogables previa solicitud.

Tabla 5.4. Costo de permiso de funcionamiento del centro

Artículo	Descripción	Precio 10 años(USD)
Permiso ISP	Válido por 10 años	500

5.2.5 Instalación del enlace de Internet Dedicado y otras Instalaciones

Tabla 5.5. Costo de la instalación del enlace de internet dedicado

INSTALACIONES		
Artículo	Descripción	Precio (USD)
Enlace 14 Mbps	Instalación enlace dedicado contratado a TransElectric	400
Instalaciones Varias	Instalación del centro de gestión y red de acceso	4000
TOTAL		4.400,00

5.2.6 Costo Total de Inversión Inicial

Sumando los correspondientes parciales totales:

Tabla 5.6. Costo de inversión inicial

Costo inversión inicial	
Equipos de red inalámbrica	13.960,00
Equipos de red de servidores	34.266,00
Utilitarios del centro de gestión	1.050,00

Permiso de Proveedor de Internet	500
Costo de instalaciones	4400
TOTAL	54.176,00

5.3 COSTOS DE OPERACIÓN

Aquí se incluyen los pagos que se realizarán mes a mes, tomando en cuenta mantenimiento de los equipos.

- Costos de mantenimiento
- Costos de sueldos al personal
- Costos administrativos
- Permisos de funcionamiento de equipos
- Tarifa mensual del enlace de Internet Dedicado

5.3.1 Costos de mantenimiento

Tabla 5.7. Costos de mantenimiento

Costos de Mantenimiento		
Artículo	Precio Mensual (USD)	Precio Anual(USD)
Mantenimiento de servidores	50	600

Mantenimiento de la red	40	480
TOTAL		1.080,00

5.3.2 Costos de sueldo al personal

Tabla 5.8. Costos de sueldo al personal

Costos de Sueldos y salarios		
Personal	Precio Mensual (USD)	Precio Anual (USD)
Administrador	800	9600
Técnico	500	6000
TOTAL	1.300,00	15.600,00

5.3.3 Costos administrativos

Tabla 5.9. Costos administrativos

Costos Administrativos			
Artículo	Descripción	Precio Mensual (USD)	Precio Anual (USD)
Servicios básicos	Agua	300	3600
	Luz		
	Teléfono		
Arriendo	Local	300	3600
TOTAL			7.200,00

5.3.4 Permisos de funcionamiento de los equipos

Para determinar los valores de permisos de funcionamiento del centro y equipos, se tomó en cuenta los artículos pertinentes de la Norma para la Implementación y Operación de Sistemas de Modulación de Banda Ancha y cuyos cálculos son los siguientes:

Datos:

Ka = 1, valor indicado según la Norma

a6 = 6,40, de acuerdo a la Norma

B6 = 1, valor indicado en la Norma.

B = 12, de acuerdo a la Norma

NTE =

134, para el primer año correspondiente a 133 clientes potenciales y 1 punto de acceso.

215, para el segundo año, 214 clientes potenciales y 1 punto de acceso

313, para el tercer año, 312 clientes potenciales y 1 punto de acceso

432, para el cuarto año, 431 clientes potenciales y 1 punto de acceso

574, para el quinto año, 573 clientes potenciales y 1 punto de acceso

$$TA(US\$) = Ka * a6 * B6 * B * NTE$$

Tabla 5.10. Costos de permiso de funcionamiento de los equipos

	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Cuarto Año	Quinto Año

	NTE	NTE	NTE	NTE	NTE
	133	214	312	431	573
TA(US\$) = 1 * 6,4 * 1 * 12 * NTE	10214,4	16435,2	23961,6	33100,8	44006,4

5.3.5 Tarifa anual del enlace de internet dedicado

Tabla 5.11. Tarifa anual del enlace de internet

	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Cuarto Año	Quinto Año
Costo Anual del enlace dedicado Transelectric	112000	174000	254000	351000	467000

5.3.6 Total costos de operación

Tabla 5.12. Total de costos de operación

	Primer Año	Segundo Año	Tercer Año	Cuarto Año	Quinto Año
Costos de Mantenimiento	1080	1080	1080	1080	1080
Costos de Sueldos	15600	15600	15600	15600	15600
Costos Administrativos	7200	7200	7200	7200	7200
Costo de Permiso de Funcionamiento	10214,4	16435,2	23961,6	33100,8	44006,4
Costo de Enlace de internet	112000	174000	254000	351000	467000
Total	146094,4	214315,2	301841,6	407980,8	534886,4

5.4 TARIFACIÓN

Parte fundamental para:

- Estimar los ingresos a obtenerse

- Estimar la rentabilidad del proveedor
- Establecer los valores a cobrarse y observar si existe competitividad en el precio del servicio

La tarificación será con un esquema de tarificación plana, por ancho de banda contratado.

5.4.1 Procedimiento para establecer la tarificación

Calculamos el número equivalente a usuarios de 128 Kbps de los clientes del centro, con el fin de calcular una *tarifa promedio* con los datos de cinco años de servicio. Recordando los clientes potenciales para los respectivos años, calculados en el capítulo 3, tenemos:

Tabla 5.13. Número de clientes potenciales

Año	Clientes Potenciales
2009	138
2010	214
2011	312
2012	431
2013	573

Tomamos, también del capítulo 3, los porcentajes de clientes en cada plan, y calculamos los clientes potenciales respectivos a cada plan y a cada año, dentro de los primeros 5 años de funcionamiento.

Para el 2009 tenemos un número de clientes igual a 138, y en base a los porcentajes obtenemos el número de clientes potenciales en cada plan. Seguido calculamos el número de

clientes equivalentes a 128 Kbps, es decir, un cliente con un plan 256 Kbps serán dos clientes equivalentes de 128 Kbps ($128 \times 2 = 256$)

Tabla 5.14. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2009

Plan Kbps	PORCENTAJE Residencial (%)	PORCENTAJE Corporativo (%)	Total en Cada Plan	Total clientes equivalentes a 128 Kbps
128	5,79	28,93	47,9136	47,9136
256	4,13	9,09	18,2436	36,4872
512	20,66	6,61	37,6326	150,5304
1024	14,88	4,96	27,3792	219,0336
2048	4,96	0	6,8448	109,5168
		TOTAL	138	563

El mismo procedimiento es para los años siguientes:

Para el 2010:

Tabla 5.15. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2010

Plan Kbps	PORCENTAJE Residencial (%)	PORCENTAJE Corporativo (%)	Total en Cada Plan	Total clientes equivalentes a 128 Kbps
128	5,79	28,93	74,30	74,30
256	4,13	9,09	28,29	56,58
512	20,66	6,61	58,36	233,44
1024	14,88	4,96	42,46	339,68
2048	4,96	0	10,61	169,84
		TOTAL	214	874

Para el 2011:

Tabla 5.16. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2011

Plan Kbps	PORCENTAJE Residencial (%)	PORCENTAJE Corporativo (%)	Total en Cada Plan	Total clientes equivalentes a 128 Kbps
128	5,79	28,93	108,16	108,16
256	4,13	9,09	41,18	82,36
512	20,66	6,61	84,95	339,80
1024	14,88	4,96	61,80	494,44
2048	4,96	0	15,45	247,22
		TOTAL	312	1272

Para el 2012:

Tabla 5.17. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2012

Plan Kbps	PORCENTAJE Residencial (%)	PORCENTAJE Corporativo (%)	Total en Cada Plan	Total clientes equivalentes a 128 Kbps
128	5,79	28,93	149,55	149,55
256	4,13	9,09	56,94	113,89
512	20,66	6,61	117,46	469,84
1024	14,88	4,96	85,46	683,66
2048	4,96	0	21,36	341,83
		TOTAL	431	1759

Para el 2013:

Tabla 5.18. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2013

Plan Kbps	PORCENTAJE Residencial (%)	PORCENTAJE Corporativo (%)	Total en Cada Plan	Total clientes equivalentes a 128 Kbps
128	5,79	28,93	199,04	199,04
256	4,13	9,09	75,79	151,57
512	20,66	6,61	156,33	625,33
1024	14,88	4,96	113,74	909,90

2048	4,96	0	28,43	454,95
		TOTAL	573	2341

Con lo que podremos estimar la tarifa mensual:

Tabla 5.19. Estimación de tarifa mensual 128 Kbps

	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
Costos de Operación	146094,4	214315,2	301841,6	407980,8	534886,4
Usuarios Equivalentes 128Kbps	563	874	1272	1759	2341
Costo mensual por usuario USD	21,62	20,43	19,77	19,33	19,04
Promedio Mensual por Usuario	20,04				

Al establecer esta tarifa no se obtendría ninguna ganancia, por lo que se agregará un valor del 20% para que el negocio sea rentable. Este valor no constituye la rentabilidad del centro, ya que no se toman aún en cuenta la inversión inicial o pago de utilidades.

Para planes corporativos se ha hecho un aumento del 40%, dado la menor compresión existente y porque en esta modalidad se dispone de una IP pública fija. El resumen de tarifación se detalla a continuación:

Tabla 5.20. Tarifas del servicio

Plan	Costo Mensual Residencial USD	Costo Mensual Corporativo USD
128	24,05	33,67
256	48,10	67,33
512	96,19	134,67

1024	192,38	269,34
2048	384,77	538,68

5.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Dentro del análisis financiero de la empresa se debe realizar el flujo de fondos, que permite obtener las utilidades netas del proyecto después de realizar el estudio de los ingresos y egresos, tomados en base a la cantidad de clientes equivalentes a 128 Kbps y su correspondientes tarifa mensual.

Los ingresos quedan como lo detalla la siguiente tabla:

Tabla 5.21. Ingresos anuales

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Número de Clientes	563,00	874,00	1.272,00	1.759,00	2.341,00
Ingresos Mensuales USD	13.540,15	21.019,70	30.591,60	42.303,95	56.301,05
Ingresos Anuales USD	162.481,80	252.236,40	367.099,20	507.647,40	675.612,60

Por lo que el flujo de fondos queda como sigue:

Tabla 5.22. Flujo de fondos

	Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+)	Ingresos		162.481,80	252.236,40	367.099,20	507.647,40	675.612,60
(-)	Costos		146.094,40	214.315,20	301.841,60	407.980,80	534.886,40
	Utilidad antes de participación		16.387,40	37.921,20	65.257,60	99.666,60	140.726,20

(-)	Participación a trabajadores (15%)		2.458,11	5.688,18	9.788,64	14.949,99	21.108,93
	Utilidad antes de impuesto a la renta		13.929,29	32.233,02	55.468,96	84.716,61	119.617,27
(-)	Impuesto a la renta (25%)		3.482,32	8.058,26	13.867,24	21.179,15	29.904,32
	Utilidad Neta		10.446,97	24.174,77	41.601,72	63.537,46	89.712,95
(-)	Costos de inversión	54.176,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Flujo de Fondos	-54.176,00	-43.729,03	-19.554,27	22.047,45	85.584,91	175.297,86

Los valores del flujo de fondos incremental serán los mismos del flujo de fondos al no existir flujo de fondos sin realizar el proyecto, puesto que no existe un centro de provisión previo al diseño.

Tabla 5.23. Flujo de fondos incremental

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo con Proyecto	-54.176,00	-43.729,03	-19.554,27	22.047,45	85.584,91	175.297,86
Flujo sin Proyecto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Flujo de Fondos Incremental	-54.176,00	-43.729,03	-19.554,27	22.047,45	85.584,91	175.297,86

Los indicadores que se utilizarán para medir la solvencia y sostenibilidad del proyecto son los siguientes:

- Valor Presente Neto

- Relación Costo – Beneficio
- Tasa Interna de Retorno

La base de tiempo que se tomará en cuenta para el cálculo de estos indicadores es de 5 años.

El VPN es calculado con la fórmula:

$$VPN = \sum_{t=0}^n \frac{FFNI_t}{(1+i)^t}$$

Donde:

$FFNI_t$ = Flujo de fondos neto incremental en ese período.

i = tasa de interés de oportunidad. De 5,59% correspondiente a la tasa de interés pasiva para depósitos en bancos privados del Ecuador

t = período.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es la tasa de interés necesaria para que el VPN tenga un valor de cero. Sirve para medir la rentabilidad del proyecto y realizar un análisis con otras alternativas. Se calcula con la fórmula:

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{FFNI_t}{(1+TIR)^t}$$

Tabla 5.24. Indicadores financieros

VPN	\$ 102.287,54
TIR	26%

El Proveedor de internet es rentable por presentar los siguientes puntos:

- VPN es mayor a 1
- Un TIR de 26%, considerablemente mayor a la tasa de interés pasiva para depósitos

CAPÍTULO 6

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Luego de analizar opciones viables para dar el servicio de internet en el Napo, se optó por implementar la red de acceso de manera inalámbrica, usando el protocolo 802.11g
- Los servicios a brindar serán: DNS, DHCP, Mail, FTP y Hosting
- La propuesta de Innovación ha servido para dar mayor cobertura con un solo punto de acceso, la cual posee las siguientes características:
 - Altura aproximada de 600 m.
- La salida al backbone internacional se lo realiza a través de la empresa Transelectric.
- Las zonas de cobertura para el servicio son:
 - Cantón Tena: Parroquias: Tena, Ahuano, Pano, Puerto Napo y Puerto Misahualli
 - Cantón Archidona: Parroquias: Archidona y Cotundo
 - Cantón Carlos Julio Arosemena: Parroquias: Sarsayacu y Santa Rosa
- El número de potenciales clientes y los megabytes a contratarse para los diferentes años de funcionamiento estimados son:

- Primer Año:138 clientes; 11,2Mbps
- Segundo Año: 214 clientes; 17,4 Mbps
- Tercer Año: 312 clientes; 25,4 Mbps
- Cuarto Año: 431 clientes; 35,1Mbps
- Quinto Año: 573 clientes; 46,7 Mbps
- El costo de inversión inicial es de \$54.176,00.
- Las tarifas para los diferentes planes son:

Plan	Costo Mensual Residencial USD	Costo Mensual Corporativo USD
128	24,05	33,67
256	48,10	67,33
512	96,19	134,67
1024	192,38	269,34
2048	384,77	538,68

- A lo largo del tercer año de funcionamiento el proveedor empieza a percibir ganancias
- Un punto sobre el que reflexionar es la seguridad que presta el protocolo 802.11, el cual es uso libre y que es fácilmente accesible desde cualquier computador con la correspondiente tarjeta de red. Dicho esto se recomienda implementar seguridades para restringir su acceso como protocolos de cifrado como WEP o WPA, actualmente el más seguro es el WPA2. Sin embargo requiere software y equipos especiales puesto que los antiguos no son compatibles

- Es necesario tener disponible en todo momento en su sitio Web una aplicación gratuita, por medio de la cual el usuario pueda verificar de manera sencilla la velocidad efectiva mínima provista. Esta aplicación permitirá al usuario grabar e imprimir la información suministrada por dicha aplicación, y ésta indicará la fecha y hora de la consulta. El reporte servirá para sustentar eventuales reclamos.

- Para cumplir con la norma de calidad vigente, se estima como nivel máximo de tiempo de congestión aproximadamente de cinco horas en un mes de treinta días.

- Luego de una análisis financiero, a cinco años, se obtuvieron los indicadores financieros que se detallan a continuación:
 - VAN: \$102.287,54

 - TIR: 26%

Lo cual demuestra una rentabilidad del 26% al término de los 5 años de funcionamiento.

RECOMENDACIONES

- Considerar los posibles inconvenientes que podría causar al brindar el proveedor inalámbrico de servicios de internet por el uso de frecuencias no concesionadas en cada uno de los enlaces de la red inalámbrica Wi-Fi 802.11.
- Tomar en cuenta que la calidad del servicio establecido por la regulación a los proveedores de servicio de internet es igual al 99.96% durante todo el año de funcionamiento, el desacato de este parámetro y quienes reincidan al mismo, podrían ser sancionados y hasta revertir los permisos para el ISP.
- Es conveniente utilizar para la salida al backbone internacional, los servicios de carrier de al menos dos empresas distintas, si en caso una falle, la otra haría las veces de backup, permitiendo brindar un servicio permanente sin afectar directamente a la calidad del servicio.
- La convergencia de los servicios que presta un proveedor de servicios de internet cada día crece, y es importante indicar que la gama de dispositivos que facilitan la utilización de los mismos, cambia constantemente según la necesidad, por tal motivo hay que recalcar la innovación y la actualización de los equipos en el ISP, permitiendo ser competente en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CISCO, Designing Large-Scale IP Internetworks, <http://www.cisco.com/en/US/docs/internetworking/design/guide/nd2003.html>, Fecha de consulta: Abril/2009
- JUNIPER, Traffic Engineering for the new public network, http://www.urec.fr/hd/MPLS/JUNIPER/Traffic_engineering_publis_net.pdf, Fecha de publicación: 25/Enero/1999, Fecha de consulta: Abril/2009
- ANDONI PÉREZ DE LEMA SÁENZ, Infraestructura de un isp, <http://www.docstoc.com/docs/3247708/INFRAESTRUCTURA-DE-UN-ISP-Andoni-Prez-de-Lema-Senz-de>, Fecha de consulta: Abril/2009
- LAUREL NETWORKS, The Service Edge Router : Enabling a Streamlined Packet Service Network, <http://www.laurelnetworks.com>, Fecha de consulta: Abril/2009
- CISCO, Metro IP Technology and Architectures, <http://www.cisco.com>, Fecha de consulta: Abril/2009
- CISCO, ISP Network Structure, <http://www.cisco.com>, Fecha de consulta: Abril/2009
- ZABALA LUIS, Planificación de Redes de Datos, E.T.S.I.I.T. Bilbao, Año de publicación: 2000
- INEC, División Cantonal del Napo, http://www.inec.gov.ec/image/image_gallery?img_id=1778788&t=1228755570707, Fecha de publicación: 31/Diciembre/2008, Fecha de consulta: Julio/2009

- WAIRLINK, Equipos Serie MAMUT, <http://www.wairlink.com/>, Fecha de consulta: Junio/2009
- CISCO, Routers, <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/routers/index.html>, Fecha de consulta: Junio/2009
- CONATEL, Reglamento para homologación de equipos terminales de telecomunicaciones, http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=119:reglamento-para-homologacion-de-equipos-terminales-de-telecomunicaciones&catid=49:regulacion-de-servicios&Itemid=104, Fecha de publicación: 2007, Fecha de consulta: Agosto/2009
- CONATEL, Norma para la implementación y operación de sistemas de modulación digital de banda ancha, http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=111%3Anorma-para-la-implementacion-y-operacion-de-sistemas-de-modulacion-digital-de-banda-ancha&Itemid=104, Fecha de publicación: 2005, Fecha de consulta: Agosto/2009
- CONATEL, Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado, http://www.conatel.gov.ec/site_conatel/index.php?option=com_content&view=article&id=108%3Areglamento-para-la-prestacion-de-servicios-de-valor-agregado&Itemid=104, Fecha de publicación: 2002, Fecha de consulta: Agosto/2009
- FONAES, Taller de homologación de criterios para evaluación de proyectos, <http://www.concitver.com/symposium/SESSION4/Indicadores%20financieros%20fonaes.pdf>, Fecha de consulta: Julio/2009

- LEÓN, Carlos, Evaluación de Inversiones, <http://www.eumed.net/libros/2007a/232/3d.htm>, Fecha de consulta: Julio/2009
- RUANI, Mariano, Indicadores Financieros del Resumen Ejecutivo, <http://www.inversorangel.com/2007/02/indicadores-financieros-del-resumen.html>, Fecha de publicación: 27/Febrero/2007, Fecha de consulta: Julio/2009

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Infraestructura de un WISP	17
Figura 2.2. Niveles jerárquicos de interconexión	20
Figura 2.3. Centro de gestión de un proveedor de servicios de internet.	20
Figura 2.4. Estructura y conexiones lógicas de un POP.....	22
Figura 2.5. Red de Datos del ISP integrado con MPLS.	30
Figura 2.6. Infraestructura general del centro de datos de una red de proveedor de servicios de internet.....	34
Figura 2.7. El campo eléctrico y el campo magnético complementario de una onda electromagnética.....	38
Figura 2.8. El espectro electromagnético	39
Figura 2.9. Canales y frecuencias centrales para 802.11b. Note que los canales 1, 6, y 11 no se superponen.....	39
Figura 2.10. Reflexión de ondas de radio. El ángulo de incidencia es siempre igual al ángulo de reflexión. Una antena parabólica utiliza este efecto para concentrar las ondas de radio que caen sobre su superficie en una dirección común.....	41
Figura 2.11. Difracción en la cima de una montaña.....	42
Figura 2.12. La zona de Fresnel es bloqueada parcialmente en este enlace, aunque la línea visual no está obstruida.	44
Figura 2.13. Un enlace punto a punto le permite a un lugar remoto compartir una conexión central a Internet.	51
Figura 2.14. La conexión VSAT central es compartida por múltiples sitios remotos. Estos tres lugares también pueden comunicarse directamente entre sí a velocidades mucho más rápidas que las ofrecidas por VSAT.	52
Figura 2.15. Una red en malla (mesh) multipunto a multipunto. Cada punto puede acceder a otro a gran velocidad, o utilizar la conexión central VSAT para acceder a Internet.....	53
Figura 2.16. AP, clientes, y nodos Ad-Hoc.....	55
Figura 3.1. Usuarios de internet residencial	66
Figura 3.2. Satisfacción del servicio residencial	67
Figura 3.3. Interés en adquirir el servicio residencial.....	68
Figura 3.4. Usos del internet residencial	69
Figura 3.5. Disposición a pagar por el servicio residencial.....	70
Figura 3.6. Ancho de banda residencial de interés.....	71
Figura 3.7. Usuarios de internet corporativo	74
Figura 3.8. Satisfacción con el servicio corporativo	75
Figura 3.9. Interés en adquirir el servicio corporativo	76
Figura 3.10. Usos del servicio de internet corporativo.....	77

Figura 3.11. Disposición a pagar por servicio corporativo.....	78
Figura 3.12. Ancho de banda corporativo de interés.....	79
Figura 3.13. Gráfica de tendencia de usuarios anuales.....	84
Figura 3.14 Proyecto de red de fibra óptica 2009-2010 (Backbone), CELEC S.A. y TRANSELECTRIC S.A., en la provincia de Napo.....	92
Figura 3.15. Emplazamientos y cobertura con torres	93
Figura 3.16. Emplazamientos y coberturas, torres convencionales en SIRENET	94
Figura 3.17. Enlace Shinkipino-Rumiurco	95
Figura 3.18. Enlace Shinkipino-Shalkana	95
Figura 3.19. Enlace Shalkana-Rumiurco.....	96
Figura 3.20. Cobertura multitransmisor	97
Figura 3.21. Cobertura Shinkipino, Sirenet.....	98
Figura 3.22. Cobertura Shinkipino, Google Earth.....	99
Figura 3.23. Cobertura Shalkana, Sirenet.....	100
Figura 3.24. Cobertura Shalkana, Google Earth.....	101
Figura 3.25. Cobertura Rumiurco, Sirenet	102
Figura 3.26. Cobertura Rumiurco, Google Earth	103
Figura 3.27. Cobertura Plataforma Troposférica y sectores de interés Google Earth, en la provincia de Napo. Ubicación de la estación principal y centro de gestión.....	104
Figura 3.28. Cobertura Plataforma Troposférica y sectores de interés Sirenet, en la provincia de Napo.....	105
Figura 3.29. Esquema general del conjunto del dispositivo aerostático.....	107
Figura 3.30. Fuerzas aerodinámicas de arrastre y análisis vectorial sobre el globo.....	109
Figura 4.1. Ubicación de la provincia del Napo	111
Figura 4.2. División parroquial de la provincia del Napo	112
Figura 4.3. Estructura general de la red de acceso	117
Figura 4.4. Red de acceso.....	120
Figura 4.5. Red de gestión	123
Figura 4.6. Red de backbone	124
Figura 4.7. Estructura del proveedor	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Comparación entre routers de concentración y de backbone	25
Tabla 2.2. Modelo OSI	45
Tabla 2.3. Modelo OSI, continuación.....	46
Tabla 2.4. Modelo TCP/IP.....	48
Tabla 3.1. Tamaño del universo	61
Tabla 3.2. Distribución de encuestas en el sector.....	63
Tabla 3.3. Resultados residenciales.....	65
Tabla 3.4. Resultados corporativos	73
Tabla 3.5. Porcentajes de clientes potenciales residenciales	79
Tabla 3.6. Porcentajes de clientes potenciales corporativo	80
Tabla 3.7. Usuarios residenciales interesados en adquirir el servicio	80
Tabla 3.8. Usuarios residenciales no satisfechos con el servicio	80
Tabla 3.9. Total de clientes potenciales residenciales	81
Tabla 3.10. Usuarios corporativos interesados en adquirir el servicio.....	81
Tabla 3.11. Total de usuarios corporativos no satisfechos con el servicio actual	81
Tabla 3.12. Total de clientes potenciales corporativos.....	82
Tabla 3.13. Histórico de usuarios de internet	83
Tabla 3.14. Estimación de usuarios totales.....	84
Tabla 3.15. Estimación de usuarios potenciales	85
Tabla 3.16. Ancho de banda requerido, residencial	86
Tabla 3.17. Ancho de banda requerido, corporativo	86
Tabla 3.18. Emplazamientos que existen en la zona de cobertura	90
Tabla 4.1. Especificaciones del punto de acceso.....	126
Tabla 5.1. Equipos para la red inalámbrica	145
Tabla 5.2. Costos de la red de servidores	146
Tabla 5.3. Costos de utilitarios del centro	147
Tabla 5.4. Costo de permiso de funcionamiento del centro	148
Tabla 5.5. Costo de la instalación del enlace de internet dedicado	148
Tabla 5.6. Costo de inversión inicial	148
Tabla 5.7. Costos de mantenimiento	149
Tabla 5.8. Costos de sueldo al personal	150
Tabla 5.9. Costos administrativos	150
Tabla 5.10. Costos de permiso de funcionamiento de los equipos.....	151
Tabla 5.11. Tarifa anual del enlace de internet.....	152
Tabla 5.12. Total de costos de operación	152

Tabla 5.13. Número de clientes potenciales	153
Tabla 5.14. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2009	154
Tabla 5.15. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2010	154
Tabla 5.16. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2011	154
Tabla 5.17. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2012	155
Tabla 5.18. Clientes equivalentes a 128 Kbps para el 2013	155
Tabla 5.19. Estimación de tarifa mensual 128 Kbps	156
Tabla 5.20. Tarifas del servicio	156
Tabla 5.21. Ingresos anuales	157
Tabla 5.22. Flujo de fondos	157
Tabla 5.23. Flujo de fondos incremental	158
Tabla 5.24. Indicadores financieros.....	160

GLOSARIO

ACL: Acces control line, líneas de control de acceso.

ADSL: Asimetric digital subscriber line, línea de abonado digital asimétrica.

AP: Access Point, Punto de Acceso.

ATM: Asynchronous transfer mode, modo de transferencia asíncrona.

Backbone: Línea de transmisión de información de alta velocidad, conecta dos puntos o redes distanciados geográficamente, a altas velocidades.

BGP: Border gateway protocol, protocolo de intercambio de encaminamiento.

Carrier: Es un operador de telefonía que brinda una conexión a Internet de alto nivel.

CBC: Coeficiente Beneficio/Costo.

CPD: Centro de proceso de datos.

CPE: Customer premise equipment, equipo de usuario.

DHCP: Dynamic host control protocol, protocolo configuración dinámica de servidor.

DNS: Domain name system, sistema de nombre de dominio.

DWRED: Distributed weighted random early discard, algoritmo inteligente de gestión de colas para tráfico TCP

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum, secuencia directa de espectro esparcido.

E1: Estándar europeo equivalente a 2.048 Mbps.

FTP: File transfer protocol, protocolo de transferencia de archivos.

HTML: Hyper text markup language, lenguaje de marcación de hipertexto.

HTTP: Hypertext transfer protocol, protocolo de transferencia de hipertexto.

HUB: Concentrador.

IAP: Proveedores de Acceso a Internet.

ICMP: Internet control message protocol, protocolo de control de mensajes de internet.

IETF: Grupo de Trabajo en Ingeniería de Internet.

IGP: Interior Gateway Protocol, protocolo interno de pasarela.

IMAP: Internet message access protocol, protocolo de red de acceso a mensajes

IP: Internet protocol, protocolo de internet.

ISDN: Integrated services digital network, red digital de servicios integrados.

ISP: Internet service provider, proveedor de servicio de internet.

Kbps: kilo bites por segundo.

KBps: kilo bytes por segundo.

LAN: Local area network, red de área local.

MAC: Media access control, control de acceso al medio.

MAN: Metropolitana area network, red de área metropolitana.

MIME: Multipurpose internet mail extensions, extensions de correo de internet multiproposito.

MPLS: Multiprotocol label switching, conmutación de etiquetas de multiprotocolos.

NAP: Network access point, punto de acceso a la red.

NAS: Network attached storage, capacidad de almacenamiento de la red.

NAT: Network address translation, traducción de dirección de red.

OSPF: Open shortest path first, protocol de enrutamiento jerarquico de pasarela.

OSI: Open system interconnection, interconexión de sistemas abiertos.

P: Proveedor.

PE: Provider edge, Borde de proveedor.

POP: Post office protocol, protocolo de oficina de correos.

POP3: Post office protocol 3, protocolo 3 de correo.

QoS: Quality of service, calidad de Servicio.

RAS: Remote acces server, servidor de acceso remoto.

RDSI: Red digital de servicios integrados.

RF: Radio frecuencia.

RFC: Request for coments, petición de comentarios.

RIP: Routing Information Protocol, protocol de encaminamiento de información.

RPC: Remote procedure call, llamada a procedimiento remoto.

SMTP: Simple mail transfer protocol, protocolo simple de transferencia de correo.

SSH: Secure shell, intérprete de órdenes seguro.

SSID: Service set identifier, identificador de la red inalámbrica.

TCP: Transmission control protocol, protocolo de control de trasmisión.

TIR: Tasa Interna de Retorno

TLS: Tansparent Lan service, servicio transparente para la red local.

UDP: User Datagram Protocol, protocolo de datagrama.

UIT: Unión internacional de telecomunicaciones.

VAN: Valor Agregado Neto.

VLAN: Virtual local area network, red virtual de área local.

VPN: Virtual private network, red virtual privada.

VRF: Virtual routing and forwarding, enrutamiento virtual.

VSAT: Very Small Aperture Terminal, terminal de muy pequeña apertura.

WFQ: Weighted Fair Queing, algoritmo de cola basado en flujos.

Wi-Fi: Wireless fidelity, fidelidad inalámbrica.

WISP: Wireless internet service provider, proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico.

FECHA DE ENTREGA

El presente proyecto de grado fue entregado en la fecha

Sangolquí, _____ del 2009

Realizado por:

Patricio Javier Valladares Rueda

Víctor Gabriel Mayorga Torres

Ing Gonzalo Olmedo

COORDINADOR DE LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES