



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE UNA SOLUCIÓN DE RED DE ACCESO Y DE CONECTIVIDAD (CORE) DE BAJO COSTE Y ALTA DISPONIBILIDAD PARA EMPRESAS PROVEEDORAS DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP), UTILIZANDO HERRAMIENTAS EN SOFTWARE LIBRE COMPATIBLES CON ARQUITECTURAS DE ACCESO OPERATIVAS EN EL MERCADO.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingenieros en Electrónica y Redes de Comunicación

Profesor Guía

Msc. Milton Neptali Román Cañizares

Autores

Wilson David Charro Salazar

Byron Xavier Cajas Chávez

Año

2016

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiante(s) David Charro y Byron Cajas, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

---

Milton Neptali Román Cañizares  
Magister En Gerencia De Redes y Telecomunicaciones  
C.I: 0502163447

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Wilson David Charro Salazar

CI: 171624876-8

---

Byron Xavier Cajas Chávez

CI: 171293251-4

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por el apoyo en todo momento de mi carrera, los ánimos y fuerza que siempre me brindaron para culminar mis estudios, y a toda mi demás familia que siempre me dieron su apoyo en todo este tiempo.

David Charro

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios y a mis padres, porque a pesar del tiempo siempre han estado velando por mí, a mi hija que es el motor para que haya logrado culminar este proyecto, a mi compañero de tesis que ha sido mi respaldo, y en general a todos esos ángeles que han estado en el camino de mi vida.

Byron Cajas

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, mi hermano y toda mi demás familia porque son las personas que siempre han estado a mi lado brindándome todo su apoyo.

David Charro

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Edmundo y Magdalena, a mi hija Milena y a mi hermana Margarita ya que sin ellos no estaría en el lugar que me encuentro, por ser el pilar de todo en mi vida mi familia, a Thais y Amelia siempre estarán en mi vida, para ellos y a todos los que de una u otra forma no me dejaron caer a pesar de los obstáculos que fueron para bien de este proyecto.

Byron Cajas

## RESUMEN

El Ministerio de Telecomunicaciones el 7 de noviembre del 2013 en su artículo 16, N° 2 estipula que “El Estado debe garantizar el acceso universal a las TIC” e indica la necesidad de optimizar las redes y la necesidad de la aplicación de otros servicios para la masificación del servicio de internet y así lograr la inclusión tecnológica a toda la sociedad ecuatoriana. El presente trabajo de titulación tiene como fin diseñar una solución de core y acceso de bajo coste y alta disponibilidad para pequeñas y medianas empresas proveedoras de internet.

En el primer capítulo se definen las tecnologías utilizadas para proveer el servicio de internet, así como el diseño de un ISP. De igual forma se determinan los servicios que brindan este tipo de empresas y su situación actual en el Ecuador.

En el segundo capítulo se detalla en forma estructurada el diseño general de una red ISP, se validaran los equipos necesarios para el funcionamiento e integración de estos servicios basándose en un estudio del sector geográfico para la ubicación de la empresa determinado el porcentaje de usuarios para el inicio del proyecto. Finalmente se establecerá el diseño de red en el cual se denotará el acceso a los usuarios así como el manejo y control de la transmisión de datos del ISP.

En el tercer capítulo se creará un prototipo el cual simulara el funcionamiento general de un ISP. El mismo que contendrá la autenticación y acceso a usuarios, manejo de ancho de banda, etc.

En el cuarto y último capítulo se realizara un análisis de costo / beneficio el mismo que dará como resultado la viabilidad de este proyecto para pequeñas y medianas empresas.



## ABSTRACT

The Ministry of Telecommunications in according to the article 16, N 2 of November 7th, 2013 establish that "The state must ensure a universal access to the TIC" and shows the need of optimization of networks, applying other services in order to the increase the access of Internet. As a result, the technological inclusion for all society. This senior research goal is to design a core solution and cheap access, and high availability to small and medium-sized internet provider companies.

The first chapter defines the technologies used to provide Internet service, as well as the architecture of the ISP. It also provides information of the services provided by these kind of companies and their situation in Ecuador nowadays.

Within the second chapter, there is the design for the solution of the network, where there is an established geographic location for the company and an estimated number of clients at the beginning. The design of the network will be constitute in different parts: access to the users, transmission of all data, and the management and control of the transmission of all date. Additionally, the equipment needed for the operation and integration of ISP's services will be validate.

Within the third chapter, a prototype was create which will simulate the general operation of an ISP. It will contain the authentication, access to users, management of the band's width, and so on.

The fourth and last chapter will have an analysis of costs/ benefits, which as a result, will give a broad analysis of this project for small and medium-sized companies.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	1
1. MARCO TEORICO.....	6
1.1 Generalidades de los ISP.....	6
1.1.1 Niveles de ISP .....	6
1.2 Arquitectura de un ISP .....	9
1.2.1 Red de núcleo.....	11
1.2.2 Red de Distribución .....	12
1.2.3 Red de Acceso .....	12
1.3 Medios de acceso utilizados en un ISP.....	12
1.3.1 Par de Cobre .....	13
1.3.1.1 Ventajas del par de cobre.....	14
1.3.1.2 Inconvenientes del par de cobre.....	15
1.3.2 Cable Coaxial .....	15
1.3.2.1 Ventajas del cable coaxial: .....	16
1.3.2.2 Desventajas del cable coaxial: .....	16
1.3.3 Fibra Óptica .....	17
1.3.3.1 Tipos de Fibra Óptica .....	18
1.3.3.1.1 Monomodo .....	18
1.3.3.1.2 Multimodo.....	18
1.3.3.2 Acceso vía fibra óptica.....	19
1.3.3.2.1 FTTH (Fiber to the Home) .....	19
1.3.3.2.2 FTTB (Fiber to the Building) .....	19
1.3.3.2.3 FTTC (Fiber to the Curb) .....	20
1.3.3.2.4 FTTN (Fiber to the Node) .....	21
1.3.3.3 Interconexión por Fibra Óptica .....	21
1.3.3.3.1 Punto a Punto.....	21
1.3.3.3.2 Punto a Multipunto .....	22
1.3.3.4 Ventajas de la utilización de la fibra óptica .....	22
1.3.4 Medios inalámbricos. ....	22
1.3.4.1 Ventajas de la utilización de medios inalámbricos.....	23

1.3.4.2	Desventajas de la utilización de medios inalámbricos .....	23
1.3.4.3	Tipos de conexiones inalámbricas.....	24
1.3.4.3.1	Enlaces punto a punto.....	24
1.3.4.3.2	Punto a multipunto .....	24
1.3.4.3.3	Multipunto a multipunto .....	25
1.3.4.4	Wireless Fidelity .....	26
1.3.4.5	Wimax.....	28
1.3.4.5.1	Capa Mac.....	30
1.3.4.5.2	Técnicas de duplexación:.....	30
1.3.4.5.3	Técnicas de multiplexación .....	31
1.3.5	Servicios que brinda un ISP .....	32
1.3.5.1	HTTP .....	32
1.3.5.2	EMAIL.....	33
1.3.5.3	FTP .....	33
1.3.5.4	FIREWALL.....	34
1.3.5.5	PROXY .....	35
1.4	Estado actual de los ISP en el Ecuador.....	37
1.4.1	Tarifas de proveedores de Internet.....	38
1.4.1.1	Costo del megabit de Internet en proveedores.....	39
1.4.1.2	Empresas con servicio para PYMES.....	39
1.4.1.2.1	CNT EP .....	39
1.4.1.2.2	Netlife .....	40
1.4.2	Carriers o ISPs.....	41
1.4.2.1	Empresas Portadoras .....	41
1.4.2.2	Proveedores en el Ecuador .....	41
1.4.2.3	ISPs en el Ecuador.....	42
1.4.3	Conexión Conmutada (Dial-up) .....	43
1.4.4	Conexión no conmutada .....	43
1.4.5	Cantidad de Usuarios a Nivel Nacional.....	45
1.5	Clasificación del software libre.....	46
1.5.1	Software Libre.....	46
1.5.2	Software de dominio público.....	46

1.5.3 Software de Código Abierto .....	47
1.5.4 Software semi-libre .....	47
1.5.5 Software propietario.....	47
1.5.6 Software "copyleft" .....	47
1.5.7 Software comercial .....	48
1.6 Sistemas operativos en la actualidad .....	48
<b>2. ANALISIS DE MERCADO</b>	
<b>Y DISEÑO DE UNA RED ISP .....</b>	<b>50</b>
2.1 Determinación del sector .....	50
2.1.1 Ubicación Geográfica.....	50
2.2 Población de sector e índice del servicio de internet.....	51
2.2.1 Número de abonados en los sectores seleccionados.....	51
2.2.2 Empresas proveedoras del servicio de internet en los sectores seleccionados .....	53
2.2.3 Determinación de número de abonados iniciales .....	55
2.2.4 Proyección de abonados para 4 años.....	57
2.2.5 Cobertura tecnológica actual en el sector .....	59
2.2.6 Selección del proveedor .....	60
2.2.7 Acceso al proveedor (Tipo de enlace) .....	61
2.2.8 Ancho de banda del ISP para usuarios.....	61
2.2.9 Ancho de banda a contratar (ISP - Proveedor) .....	63
2.3 Diseño de red .....	63
2.3.1 Capa de Acceso y distribución.....	64
2.3.2 Capa de Core .....	81
2.3.2.1 Equipos seleccionados para red de Core .....	83
2.3.2.2 UPS .....	95
<b>3. SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO .....</b>	<b>96</b>
3.1 Implementación del Servidor .....	98
3.1.1 Servidor de Autenticación .....	101
3.1.1.1 PPOE .....	101

3.1.1.2 Radius .....	101
3.1.1.3 DNS.....	102
3.1.2  Servidor de Servicios.....	102
3.1.2.1 HTTP .....	102
3.1.2.2 Correo.....	103
3.1.2.3 Proxy .....	103
3.2  Ejecución del prototipo .....	104
<b>4.  ANALISIS COSTO / BENEFICIO .....</b>	<b>106</b>
4.1  Análisis económico.....	106
4.1.1  Recursos necesarios .....	106
4.1.2  Plan de Inversiones del Proyecto.....	106
4.1.3  Inversión fija tangible e intangible.....	107
4.1.4  Capital de trabajo.....	108
4.1.5  Inversión Total .....	109
4.1.6  Financiamiento. ....	109
4.1.7  Proyecciones económicas .....	109
4.1.7.1 Presupuesto de ingresos del Proyecto .....	110
4.1.7.1.1 Fuentes de Ingresos.....	110
4.1.7.1.2 Precio del Servicio.....	110
4.1.7.2 Proyección de la demanda esperada del servicio.....	111
4.1.7.3 Ingresos anuales proyectados para 4 años .....	112
4.1.7.4 Estado de resultados .....	112
4.1.7.5 Resultado de la factibilidad financiera.....	113
4.1.7.6 VAN .....	113
4.1.7.7 TIR.....	115
5.1 Conclusiones .....	117
5.2 Recomendaciones .....	119
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>

## INTRODUCCIÓN

La herramienta llamada “Internet”, en la actualidad es una vía de comunicación que constituye la fuente más grande de recursos a escala mundial, desde sus inicios hasta el día de hoy ha dado un giro sorprendente, ya que pasó de ser una red de uso militar, a una red doméstica de fácil acceso para cualquier individuo. El acceso a esta herramienta se ha constituido como un servicio requerido que ha aumentado inmensamente en los últimos años, convirtiéndose en una herramienta indispensable para la población en su vida cotidiana. Para poder navegar por internet es fundamental contratar el servicio y conectarse a dicha red ya sea por líneas dedicadas, ADSL, conexiones inalámbricas (Wimax / Wi-Fi), o por fibra óptica, siendo las tres últimas tecnologías las más utilizadas en la actualidad. La principal actividad del ISP (Proveedor de Servicios de Internet) es enrutar el tráfico local del mismo a una compañía de telecomunicaciones o gran ISP, que también tiene una conexión permanente a la red de Internet, donde éste servicio está compartido y facturado con otros usuarios.

El presente trabajo detalla un análisis de factibilidad y diseño a bajo coste de un ISP para sectores de la ciudad de Quito, enfocado a micro empresas con el objetivo de desarrollar una mayor competitividad en el mercado de navegación por Internet (ISP). En primer lugar, se analiza las tecnologías disponibles, las características que incluyen y la factibilidad técnica donde se establecen los equipos más convenientes que se integren a la solución OpenSource y servicios para el diseño óptimo del ISP. Además se realiza un estudio de factibilidad financiera y legal que son requisitos necesarios para la implementación del servicio en el sector. Al conocer estas características, se diseñará el ISP con rasgos propios, basado en las necesidades de los usuarios.

## **Marco Referencial**

### **Antecedentes**

En sus inicios para tener acceso a la navegación por internet se necesitaba cuentas universitarias especiales o de agencias gubernamentales. Posteriormente en 1990 la red mundial de navegación empezó a transmitir datos comerciales, pero eran muy limitados y en volúmenes reducidos comparado con lo que es hoy en día. Con el tiempo, “las mayores compañías de telecomunicaciones comenzaron a proveer de acceso privado, las pequeñas compañías se beneficiaban del acceso de red, pero luego las grandes compañías comenzaron a percibir ganancias debido a la conectividad, esto se dio por la década de los 1990, mucho antes de que el internet evolucione.” (telecomunicaciones.gob.ec, s.f.)

Al pasar los años el ISP necesitaba ser actualizado en infraestructura, tecnología así como incrementar sus nodos de acceso, por lo que se empezaron a crear empresas secundarias para que el uso del internet sea más accesible.

El 7 de noviembre de “2013, el Ing. Jaime Guerrero Ruiz, Ministro de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información” (INFORMACION, s.f.), “(CONATEL), aprobó, las reformas al Reglamento de Prestación de Servicio de Valor Agregado de Acceso al Internet. Cumpliendo así el mandato Constitucional que establece en su Artículo 16, N°2:” (telecomunicaciones.gob.ec, s.f.) “El Estado debe garantizar el acceso universal a las TIC”.

“Según la nueva reforma permitirá el acceso al internet con infraestructura propia del prestador ISP, sin que éste tenga que contratar un servicio externo para llegar a sus clientes. Previamente los proveedores debían subcontratar la red de acceso hacia el cliente a un tercero (salvo el caso que tuviera la licencia de portador), encareciendo los costos a los usuarios de internet.” (Reglamento-para-la-Prestacion-de-Servicios-Portadores, s.f.)

“Adicionalmente, la reforma posibilita la optimización de redes, por cuanto se puede utilizar redes de otros servicios como las de audio y video por suscripción para la masificación del internet y por consiguiente, la inclusión tecnológica a toda la sociedad ecuatoriana.” (Reglamento-para-la-Prestacion-de-Servicios-Portadores, s.f.)

### **Alcance**

Se diseñará una solución prototipo de core para una PYME ISP, conformada por un cluster de servidores con software Open Source que soporten los principales servicios brindados por los operadores, tales como: HTTP, EMAIL, FTP, firewall, cache, autenticación, y otros servicios como gestión de abonados, gestión de anchos de banda y tarifación.

Se considerará la mejor opción con respecto a hardware, y se diseñará el diagrama de la red de comunicación de core, estas consideraciones deberán ser compatibles con la solución planteada.

El análisis se mantendrá en base a equipos confiables disponibles en el mercado, dimensionando sus capacidades de manera que estos sean compatibles con redes de transporte y acceso alámbricas o inalámbricas desplegadas en el país por empresas distribuidoras del servicio de Internet.

Se considerará mayor seguridad en la comunicación, es por ello que además del firewall se utilizará la protección más adecuada a la solución que proponemos, mediante el análisis exhaustivo de cada paquete de información que ingresa en ella.

Se diseñará una red de transporte y acceso compatibles con la solución planteada, tomando en consideración la infraestructura de acceso, el cuarto telecomunicaciones, la red de Core y la salida internacional, considerando equipos confiables disponibles en el mercado, dimensionando sus capacidades de manera que se atienda a un grupo de abonados.



## Justificación

“La política regulatoria contribuye con la estrategia del Gobierno el cual permite incluir mayores actores en la prestación de acceso a internet, generando competitividad, empleo, desarrollo de servicio de las telecomunicaciones.

A su vez, el beneficio directo para el usuario, radica en una mayor oferta de prestación de acceso a internet, con mejores costos y ampliando el área de cobertura, expandiendo el servicio a zonas antes desatendidas y potenciando que todos los ciudadanos, independientemente de su ubicación, se incluyan en la Sociedad del Conocimiento, disminuyendo la brecha digital.”  
(telecomunicaciones.gob.ec, s.f.)

Para brindar este tipo de acceso se debe tener en cuenta la prestación de servicios, la tecnología y operación de los sistemas portadores, el contrato de servicios, el centro de gestión, registro de medios físicos, reportes, etc.  
(bibdigital.epn.edu.ec, s.f.)

De igual forma para el registro de redes físicas se debe presentar documentos los cuales especifiquen que equipos se utilizarán para los siguientes términos:

- Nodos principales: son aquellos con conexión internacional.
- Nodos secundarios: centros de distribución de red.
- Puntos de derivación: son puntos que contienen elementos pasivos.
- Red de transporte: red comprendida entre nodos principales y secundarios.
- Red de acceso: son los enlaces hacia los abonados.

“Los servicios portadores son los servicios de telecomunicaciones que proporcionan el contenido necesario para que exista el paso de datos entre los nodos principales de la red. Los servicios portadores se pueden prestar en dos modalidades: bajo redes conmutadas y bajo redes no conmutadas.”  
(Reglamento-para-la-Prestacion-de-Servicios-Portadores, s.f.)

Al realizar este proyecto de tesis se desea abaratar y justificar el costo tanto de legalización como costos de infraestructura, costos de equipos, costos operativos y costos de instalación de clientes, por ello se desea solucionar este tipo de problema.

### **Objetivo General**

Diseñar una solución de Red de Acceso y de conectividad (CORE) de bajo coste y alta disponibilidad para empresas Proveedoras de Servicios de internet (ISP), utilizando herramientas en software libre compatibles con arquitecturas de acceso operativas en el mercado.

### **Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual de los principales ISP del Ecuador.
- Determinar el mejor tipo de software Open Source existente para satisfacer las necesidades o requerimientos de los ISP.
- Diseñar la red de Backbone (CORE), distribución y acceso
- Realizar un análisis costo / beneficio.

## **1. MARCO TEORICO**

### **1.1 Generalidades de los ISP**

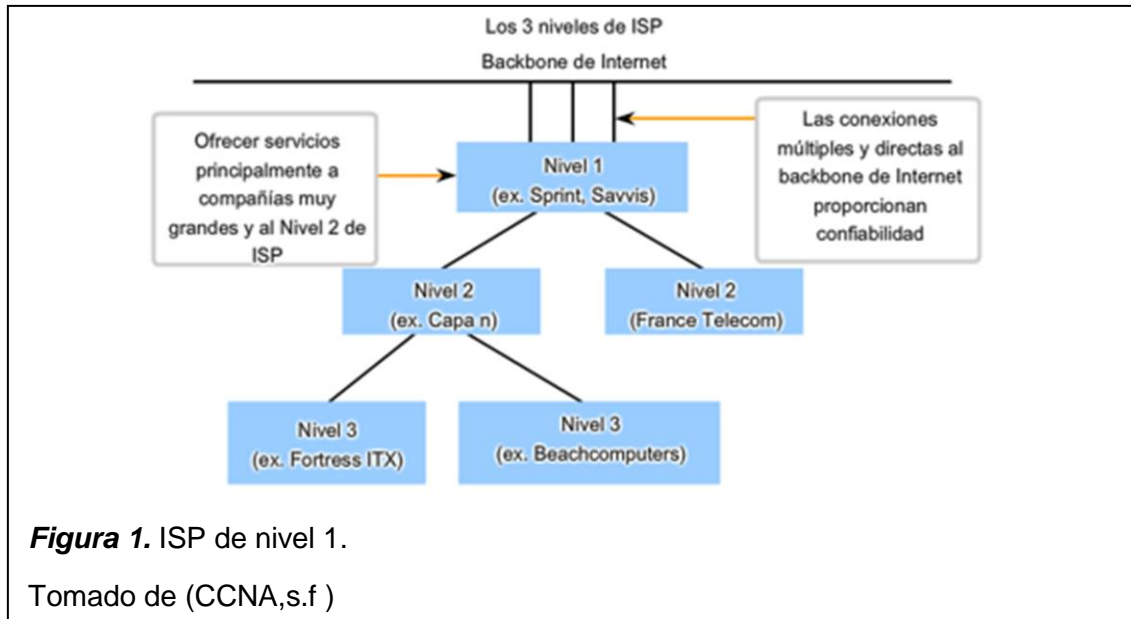
Un ISP (Internet Service Provider) es una empresa que ofrece acceso a Internet para sus clientes. Dicho acceso es suministrado por uno o varios de los siguientes medios: cable, inalámbrico, satelital, fibra óptica, etc., y la empresa establece una cuota mensual para cada cliente dependiendo el medio que utilice. El ISP provee servicios como correo electrónico, alojamiento web, registro de dominios, etc. No obstante, con el avance de las telecomunicaciones y al tener el acceso a los servicios mencionados se han desarrollado nuevas y mejores herramientas de comunicación como: voz sobre IP (VoIP), mensajería multimedia unificada, video y otros.

En la actualidad las personas deben estar conectadas a Internet para acceder a cualquier consulta o trámite, es por eso que existe una demanda mucho mayor del servicio de Internet. Paralelamente mientras se incrementa la demanda de acceso al internet, también se incrementa la oferta del servicio por parte de los ISP, por lo que las personas o abonados podrán seleccionar su servicio ya sea por costos o beneficios que brinden las empresas proveedoras, realizando así una competencia directa entre ellos. El costo también estará relacionado y variará dependiendo de la localización geográfica y por la cantidad de proveedores, competidores, empresas Pymes de Internet que se dispongan en ese sector.

#### **1.1.1 Niveles de ISP**

Cada ISP es designado por su jerarquía, el cual se basa en el nivel de conectividad que tiene hacia el backbone de Internet. Los niveles inferiores obtienen conectividad al backbone mediante conexiones a un ISP de niveles superiores. (CCNA, s.f)

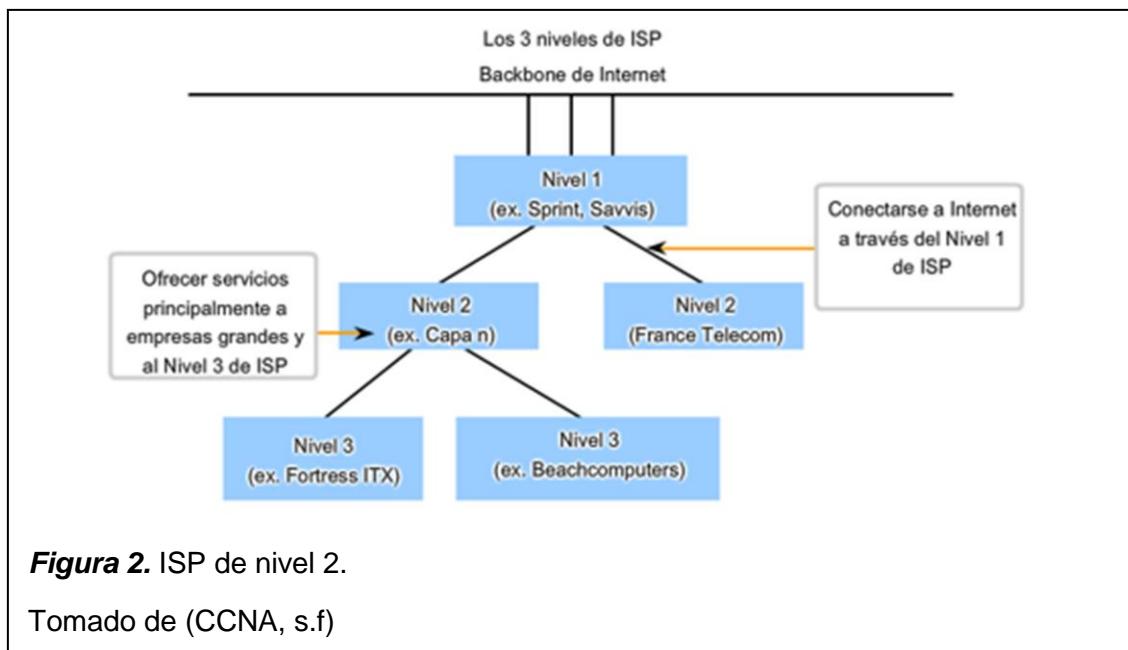
**Nivel 1:** En la jerarquía del ISP en la parte superior están localizados los ISP de nivel 1, como se observa en la figura 1.



Estos ISP son los más grandes a nivel internacional y local que se conectan al núcleo de Internet, los usuarios del ISP provenientes de nivel 1 son compañías grandes, los cuales son el tope en la cima de conectividad a Internet, ofertan servicios confiables así como conexiones y disponen múltiples conexiones al backbone de Internet.

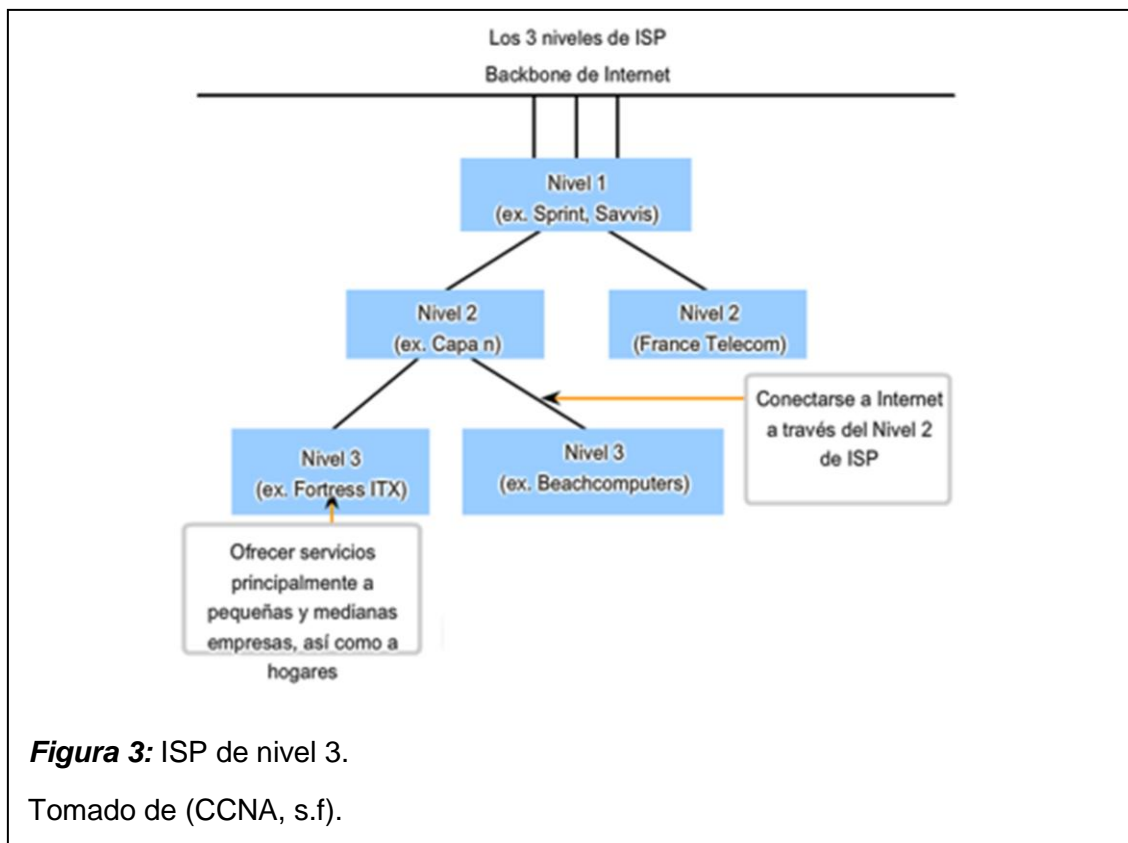
Los usuarios de este tipo de ISP tienen ventajas de confiabilidad y velocidad, estos clientes tienen una sola conexión a Internet a cierta distancia, por tanto se evitan cuellos de botella y la oportunidad de que se presenten fallas, su desventaja principal es el costo elevado para su contratación. (CCNA, s.f)

**Nivel 2:** Debido a la jerarquía del ISP, el nivel 2 obtiene el servicio de Internet mediante el nivel 1 como se indica en la figura 2.



Este tipo de ISP habitualmente está enfocado en clientes empresariales. Los ISP de nivel 2 por lo general ofertan más servicios que los otros dos niveles de ISP. Disponen de recursos de TI (Tecnología de la información) para de esta manera llegar con los servicios ofreciendo DNS, servidores de correo y hasta servidores web. También suelen ofrecer desarrollo y mantenimiento de e-commerce / e-business, sitios web, así como VoIP. Su desventaja fundamental al compararlos con los del nivel 1, es que el acceso a Internet es más lento, debido a que están conectados lejos del backbone de Internet, teniendo así menos confiabilidad que los del nivel 1. (CCNA, s.f)

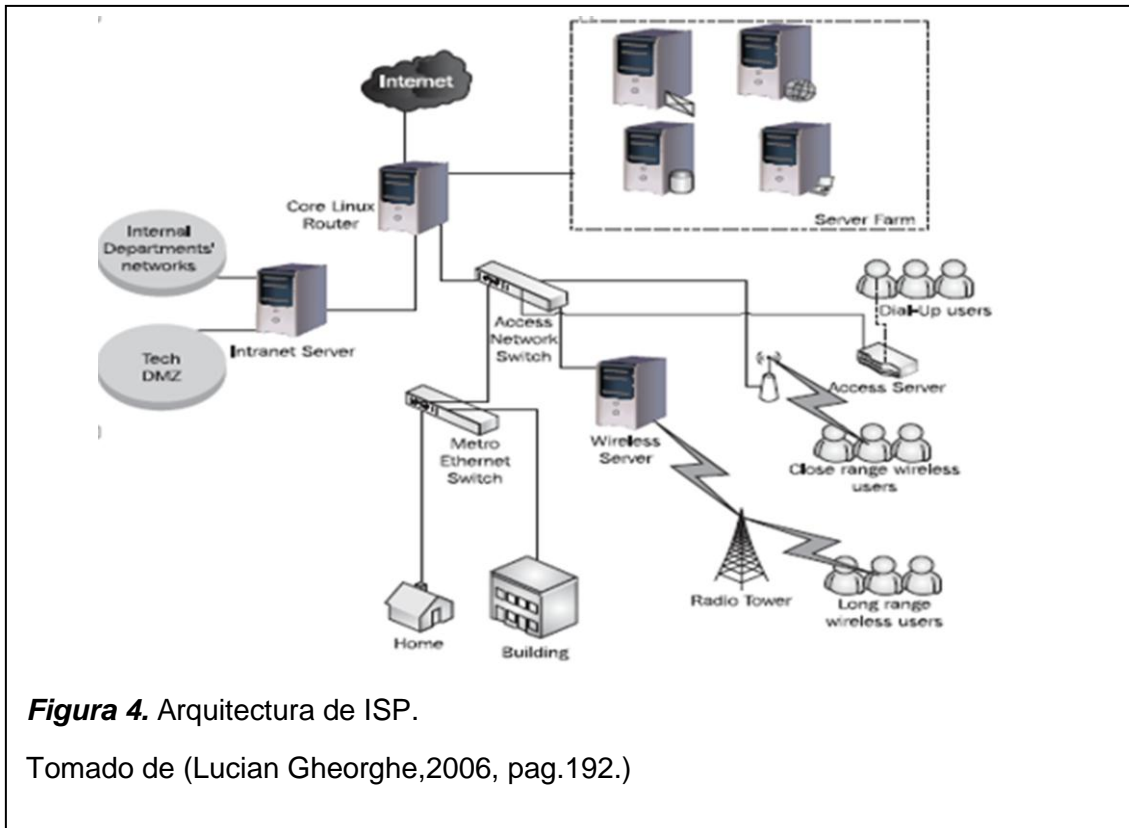
**Nivel 3:** En este tipo de visión por jerarquía, el ISP de nivel 3 adquiere el servicio de Internet mediante un nivel más bajo, como se muestra en la figura 3.



El objetivo de los ISP del nivel 3 radica en los mercados minoristas y las conexiones hacia las residencias mediante una ubicación determinada. Comúnmente usuarios del nivel 3 no requieren numerosos servicios provenientes sobre el ISP de nivel 2; su necesidad fundamental es tener conectividad y soporte. Los clientes que están dentro de este marco no deben ser expertos en sistemas o en redes. Los servicios de internet de los ISP de nivel 3 vienen embebidos como parte de su contrato de servicios, como de red para los clientes. Su mayor desventaja radica en que se brinda un limitado ancho de banda y son poco confiables con respecto a los dos niveles anteriores, pero pueden ser buenas opciones para pequeñas y medianas empresas. (CCNA, s.f)

## 1.2 Arquitectura de un ISP

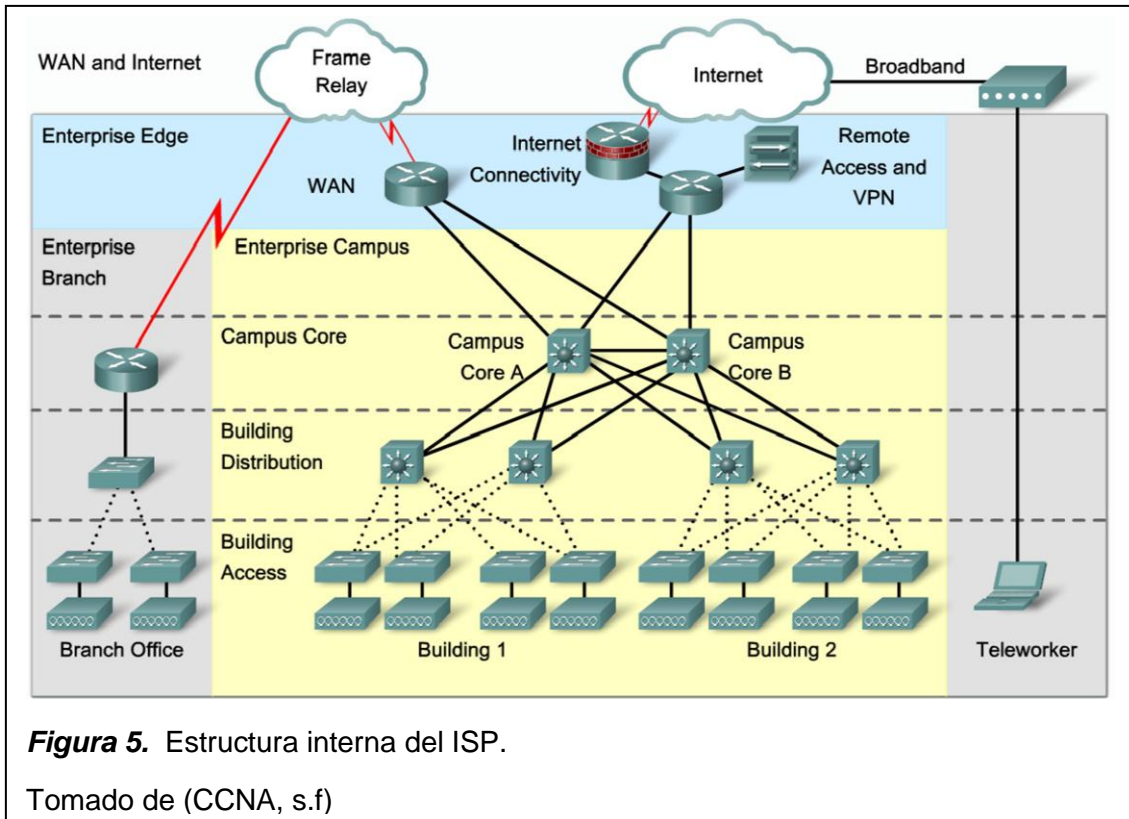
Los ISP brindan los medios suficientes tanto en hardware como en software, para la conexión a Internet o el acceso a la red.



Para la asistencia de funciones IP es fundamental mantener un diseño adecuado que brinde una alta conectividad así como calidad de servicio. Para esto el diseño dispondrá de una elevada redundancia y alta escalabilidad en todos los elementos pertenecientes al ISP, contenidos en enlaces múltiples de capacidades superiores como se puede observar en la figura 4.

La estructura interna de un ISP está conformada por diferentes equipos que cumplen funciones como las de: facturación, administración, entre otras. Estos servidores son los encargados de un control adecuado de todos los recursos del ISP.

Los sistemas del proveedor de servicios brindan el acceso a Internet y permiten la comunicación con los clientes internos ya sea por medios físicos guiados o no guiados conectados a un dispositivo de acceso. Se puede organizar su estructura interna en diferentes capas como se indica en la figura 5.



### 1.2.1 Red de núcleo

En esta red se confinan los equipos más robustos en transmisión. Este bloque está integrado por los elementos centrales de la red, los mismos que están encargados de administrar y gestionar la transmisión, por ello están dentro del mismo bloque los servidores AAA, el sistema de cobros, la red de tráfico multimedia, servicio de email, etc.

El tráfico en este tramo depende mucho de la densidad de routers de concentración, esto se debe a las exigencias de las redes en la actualidad. De la misma forma si la velocidad de transmisión aumenta, la ganancia en estos dispositivos mejora, siendo los más resistentes evitando que se produzcan picos elevados de tráfico en la red.



### **1.2.2 Red de Distribución**

En esta red se controla el flujo de tráfico, para ello utiliza políticas para la distribución de tráfico, se crea una VLAN (Red de Área Local Virtual) para separar el tipo de navegación con la red de acceso. Para lograr este encaminamiento se utilizan switches (conmutadores) de alto rendimiento con alta disponibilidad y con redundancia que se encargarán de la comunicación de la red de Acceso y red de Core.

### **1.2.3 Red de Acceso**

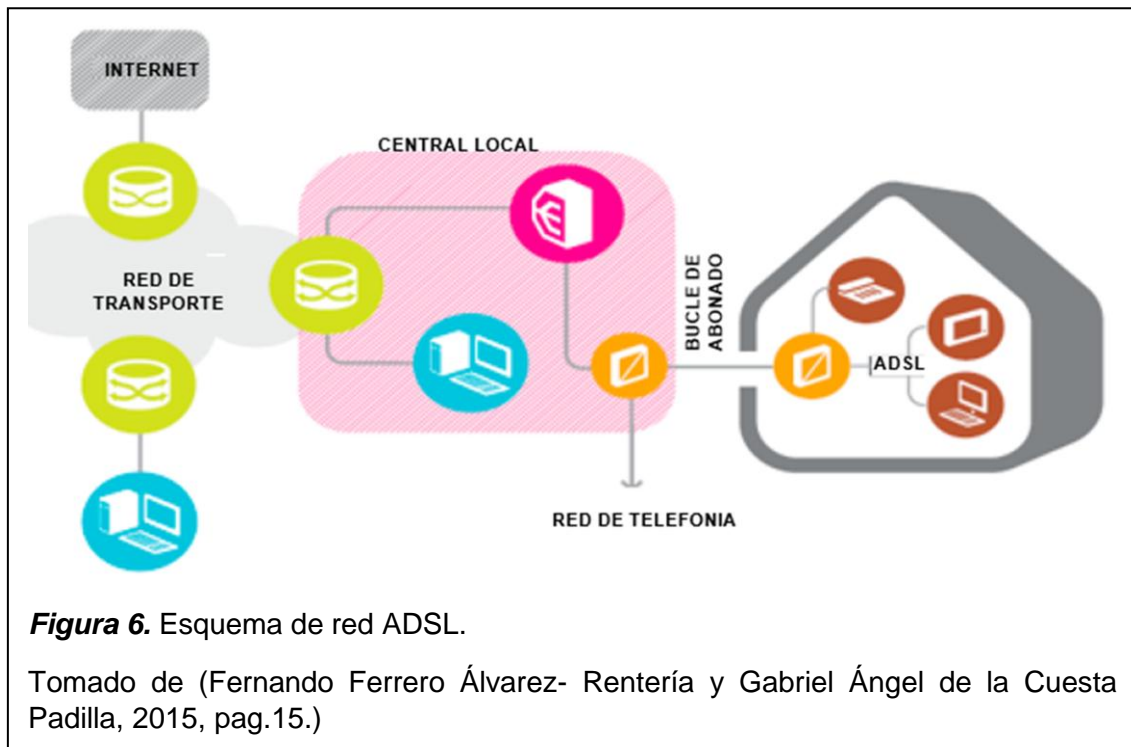
En esta red se realiza la conexión al abonado directamente a Internet, por medio de equipos que trabajan en la capa de acceso, como puntos de acceso no guiados (Wifi), teléfonos IP u otros que pertenecen la red del cliente.

## **1.3 Medios de acceso utilizados en un ISP**

En Ecuador los ISP utilizan diferentes medios de acceso para ofertar sus servicios, a continuación se define los más utilizados a nivel país:

- Par de Cobre
- Cable Coaxial
- Fibra Óptica
- Medios Inalámbrico (Wi-Fi, Wi-Max).

### 1.3.1 Par de Cobre



El par de cobre es un medio de comunicación que usa dos cables de cobre, estos están entrelazados de una forma espiral para anular la interferencia, la red de telefonía es la que utiliza este medio, y este su vez permite utilizar una comunicación ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). Se muestra cómo opera la red ADSL en la figura 6.

El canal telefónico es separado antes del modem digital ADSL por medio de un filtro (splitter). El filtro garantiza que el servicio telefónico analógico no sea interrumpido, aun cuando el servicio ADSL falle, y se pierda la conexión a Internet el servicio telefónico se mantendrá.

El usuario puede hacer uso del servicio telefónico mientras accede simultáneamente a la navegación, eliminando la necesidad de una línea telefónica separada para la comunicación de voz.

En la tabla 1 se puede observar las distancias y su velocidad máxima respectivamente sobre la tecnología ADSL.

Tabla 1. Distancia y velocidad ADSL

DISTANCIA DESDE LA CENTRAL	VELOCIDAD MAXIMA
3 Km	7 Mbps
3,5 Km	5 Mbps
4 Km	3 Mbps
5 Km	2 Mbps

En la tabla 2 se muestran las diferentes tecnologías pertenecientes a la tecnología xDSL.

Tabla 2. Tecnología xDSL.

	ADSL	HDSL	SDSL	VDSL
<b>Velocidad</b>	De 1,5 Mbps a 9 Mbps en descendente de 16 Kbps a 640 Kbps en ascendente	1,544 Mbps o 2,4048 Mbps	1,544 Mbps o 2,4048 Mbps	de 13 Mbps a 52 Mbps en descendente de 1,5 Kbps a 2,3 Kbps en ascendente
<b>Modo</b>	Asimétrico	Simétrico	Simétrico	Asimétrico
<b>Distancia</b>	3,7 km a 5,5 km	3,7 km	3,0 km	1,4 km
<b>Señalización</b>	Analógica	Digital	Digital	Analógica
<b>Frecuencia</b>	de 1 a 5 MHz	196 kHz	196 kHz	10 MHz

### 1.3.1.1 Ventajas del par de cobre

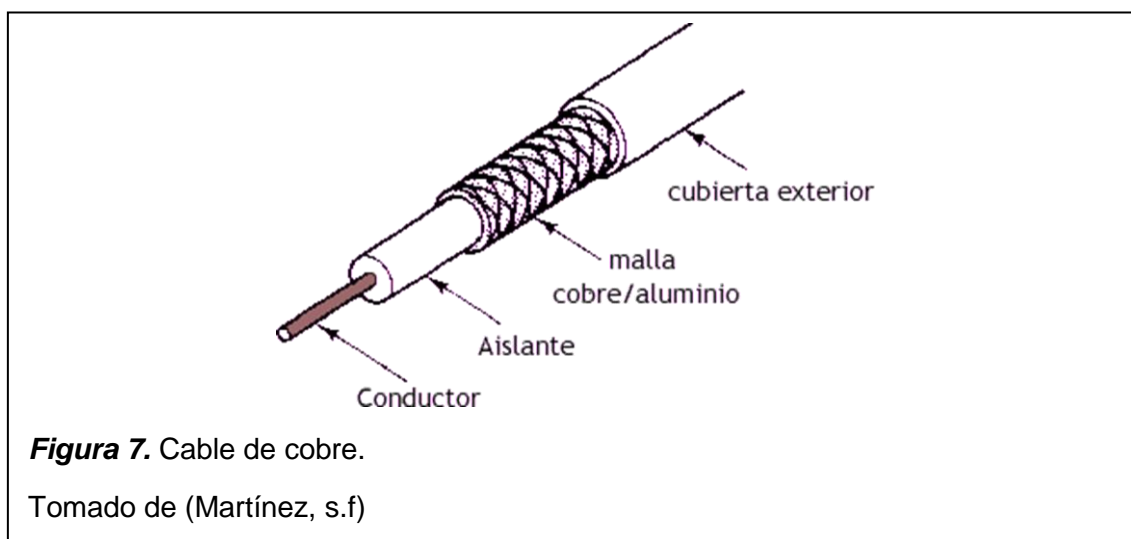
- Emplea infraestructura telefónica ya existente, esto ayuda a los proveedores a no instalar nuevas redes para el acceso, ganando así tiempo y costo tanto para el usuario como para el mismo proveedor.

- Facilita la opción de estar conectado telefónicamente durante la navegación por Internet, debido a lo indicado anteriormente, trabaja en bandas distintas y en canales separados.
- La velocidad en navegación es mejor que la conseguida por conexión vía enlace telefónico (dial-up) a Internet.

### 1.3.1.2 Inconvenientes del par de cobre

- El servicio para los países subdesarrollados se vuelve demasiado costoso dependiendo la mayoría de veces de la infraestructura que se utilice.
- El módem o enrutador para realizar la conexión es costoso. No obstante, en algunos países se subsidian estos dispositivos.
- No se dispone de servicio para todas las personas y para todos los lugares.
- Únicamente puede cubrir el tramo desde la central telefónica hasta el domicilio del usuario, de esta manera nos encontraremos con un limitante del mercado debido a que en el Ecuador existe CNT es monopolio de este tipo de servicio.

### 1.3.2 Cable Coaxial



**Figura 7.** Cable de cobre.

Tomado de (Martínez, s.f)

El cable coaxial está compuesto por un revestimiento exterior, por un blindaje de cobre, un aislamiento plástico y por un conductor de cobre, como se observa en la figura 7. Este servicio es ofrecido por proveedores de televisión por cable los cuales ofrecen conexión con velocidades rápidas.

Es un medio de comunicación versátil, tiene gran variedad de aplicaciones como por ejemplo distribución de televisión, telefonía de larga distancia, redes de área local, etc.

El cable coaxial tiene menor número de interferencias y ruidos a comparación del par trenzado, este cable puede ser utilizado para grandes distancias, transmite señales analógicas y digitales.

#### **1.3.2.1 Ventajas del cable coaxial:**

Sus principales ventajas son:

- Alta disponibilidad en ancho de banda
- Menor radiación electromagnética
- Menor diafonía
- Más difícil de interceptar

#### **1.3.2.2 Desventajas del cable coaxial:**

Sus principales desventajas son:

- No tiene la adaptabilidad del par trenzado
- Es más caro
- Su instalación requiere más tiempo
- Es más pesado

En la Tabla 3 se puede observar características del cable coaxial.

Tabla 3. Características de cable coaxial

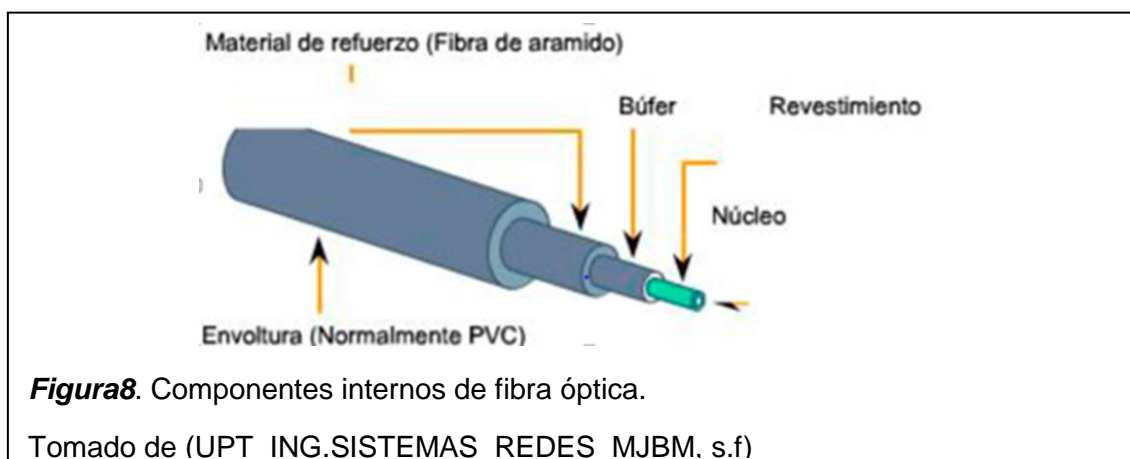
	CABLE COAXIAL	
	GRUESO	DELGADO
<b>Diámetro</b>	2,6 / 9,5 mm	1,2 / 2,4 mm
<b>Características</b>	Alto grado de interferencias, distancias largas, etc.	Más barato, flexible, sensibles a interferencias
<b>Transmisión</b>	Voz, video y datos	Voz, video y datos
<b>Velocidad</b>	10 Mb	10 Mb

### 1.3.3 Fibra Óptica

La fibra óptica tiene una forma cilíndrica, está conformada por un núcleo, revestimiento y una cubierta. El núcleo es formado por una o varias fibras finas o plásticas. El revestimiento es un cristal o plástico con propiedades ópticas. La cubierta es de plástico y es la capa exterior que envuelve a uno o varios revestimientos.

Maneja gran ancho de banda y posee poca pérdida de señal, por ello es utilizada para grandes distancias, no se afecta por las variaciones de corriente, la interferencia electromagnética o los químicos corrosivos en el aire.

Para la transmisión de señal es necesario tres tipos de elementos: un emisor de luz, fibra como modo de transmisión y un receptor de luz, como se puede observar en la figura 8.



### 1.3.3.1 Tipos de Fibra Óptica

Se pueden clasificar los cables de fibra óptica en dos clases:

#### 1.3.3.1.1 Monomodo

Una fibra monomodo es una fibra pequeña, el diámetro del núcleo es de 5 hasta 9  $\mu\text{m}$  (Micrómetro), la señal es transmitida por un solo camino de luz. Estas fibras requieren el uso de transmisores de láser para la inyección de luz, que proporciona alto ancho de banda como se observa en la tabla 4. Tiene baja atenuación, por lo que se utilizan en redes metropolitanas y de área amplia. Son más caros de producir y el equipo es más sofisticado. (Fernández García & Barbado Santana, 2016)

Tabla 4. Velocidad de monomodo

Núcleo/Revestimiento	9/125	
Longitud de onda	1330 nm	1550 nm
Distancia	15 km	100 km o mas
velocidades	10 GB	10 GB

#### 1.3.3.1.2 Multimodo

Son fibras más grandes a comparación de la fibra monomodo, el diámetro del núcleo es de 50 hasta 62,5  $\mu\text{m}$  (Micrómetros), la señal puede ser enviada por varios caminos de luz. Las distancias de transmisión de estas fibras son de aproximadamente 2,4 km y se utilizan a diferentes velocidades, como se indica en la tabla 5. (Fernández García & Barbado Santana, 2016)

Tabla 5. Velocidades de Multimodo

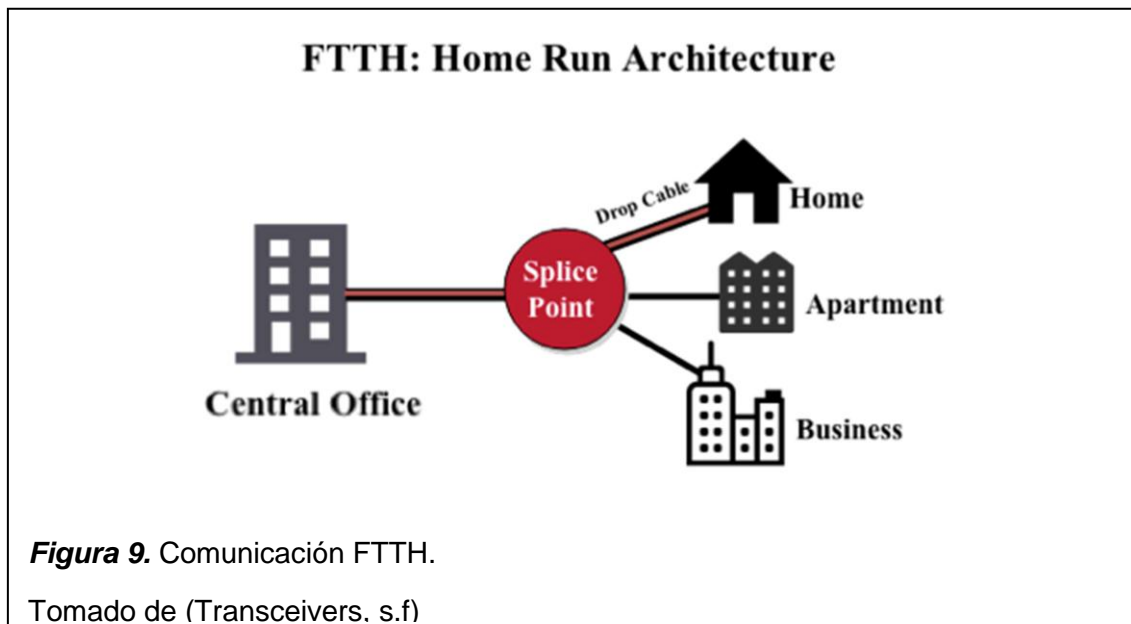
Velocidad (Mbps)	Núcleo			
	62.5/125	50/125	50/125	9/125
10/100	2 km	2 km	2km	N km
1000	275 m	550 m	1 km	N km
10000	33 m	82 m	300 m	N km

### 1.3.3.2 Acceso vía fibra óptica.

La fibra óptica tiene diferentes modelos de aplicación que dependen de la distancia del usuario final, las más importantes son:

#### 1.3.3.2.1 FTTH (Fiber to the Home)

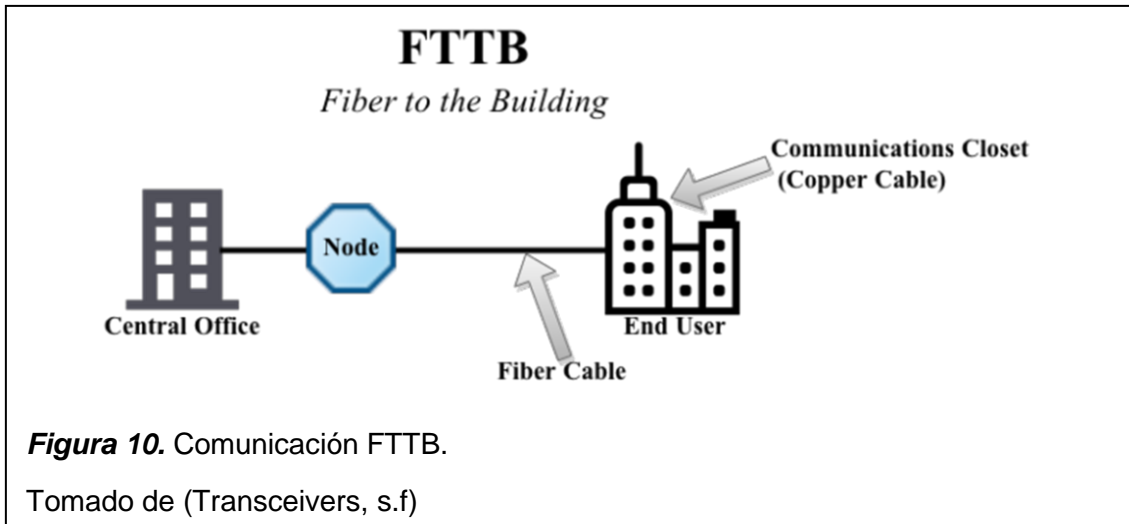
Esta llega directamente hacia el interior de la residencia del abonado, es la distancia que utilizará desde la central hasta el PTR (Punto de terminación de red) de las residencias, como se observa en la figura 9.



#### 1.3.3.2.2 FTTB (Fiber to the Building)

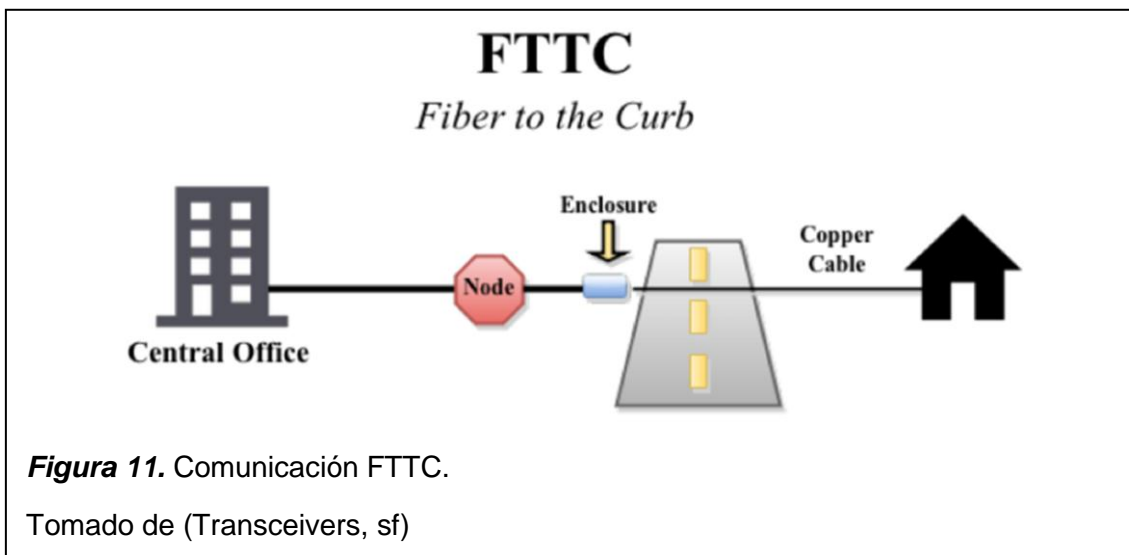
La fibra llega hacia las mediaciones de los edificios de los abonados y tiene un solo terminal óptico de distribución a partir del cual el acceso a los usuarios es mediante la conexión con el terminal óptico, en la figura 10 se puede observar la forma de comunicación.





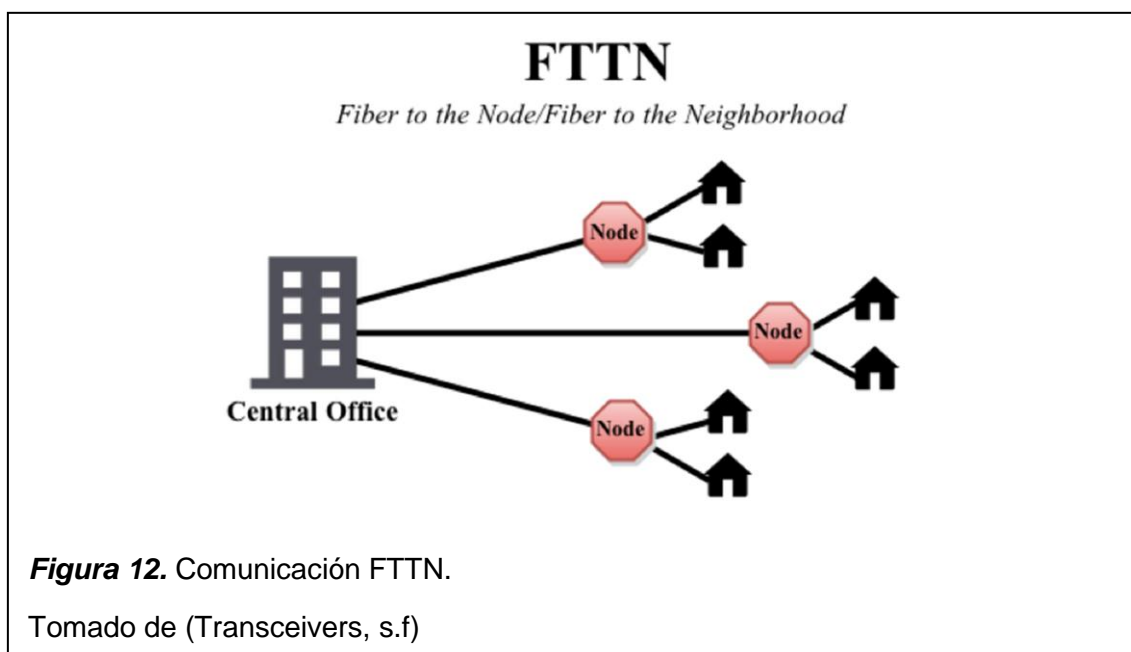
### 1.3.3.2.3 FTTC (Fibber to the Curb)

Presenta un acercamiento con fibra óptica hasta un sector desde el que se pueda prestar los servicios a un grupo de usuarios o pequeñas y medianas empresas que desean compartir los recurso ofrecidos, la distancia que se puede utilizar desde la central hasta el edificio esta entre 300 – 600 m, como se puede observar en la figura 11.



### 1.3.3.2.4 FTTN (Fiber to the Node)

Utiliza una fibra hasta un nodo FTTH (Fiber to the Home), tiene una configuración similar a FTTC (Fiber to the Curb), pero el punto de fibra sirve a un número mayor de usuarios, con mayores prestaciones, puede ser utilizado para la transmisión de TV por cable, la distancia que se puede utilizar desde la central hasta el edificio esta entre 1.5 a 3 km, como se puede observar en la figura 12.



### 1.3.3.3 Interconexión por Fibra Óptica

Para realizar el enlace entre el nodo de distribución y el usuario final, puede realizarse a través de varias configuraciones físicas, que son:

#### 1.3.3.3.1 Punto a Punto

Se utiliza cuando la fibra óptica se conecta directamente entre el nodo central y el usuario final. Este tipo de arquitectura no es considerado como parte de la clasificación de FTTH.

Los enlaces de transmisión punto a punto son explotados por empresas que disponen acceso a la fibra óptica en una planta externa.

#### **1.3.3.3.2 Punto a Multipunto**

Está basada para redes FTTH (Fiber To The Home), se denomina PON o redes ópticas pasivas, se define como un sistema global carente de elementos electrónicos activos en el bucle de abonado.

#### **1.3.3.4 Ventajas de la utilización de la fibra óptica**

Las ventajas de fibra óptica son:

- Baja atenuación es decir se puede utilizar vínculos directos sin usar repetidoras desde una distancia que va desde los 100 hasta 200 km.
- Mayor capacidad en tráfico de datos.
- Aislamientos eléctricos a través de terminales ya que no posee elementos metálicos no se forman incitaciones de corriente por cable.
- Ausencia de radiación emitida, es decir las fibras no emiten propagaciones electromagnéticas que obstaculizan a equipos electrónicos.

#### **1.3.4 Medios inalámbricos.**

Se puede indicar que, las redes inalámbricas o redes sin cables pueden obtener una conexión mediante medios no guiados o mediante ondas electromagnéticas y la recepción como la transmisión se realiza por antenas.

Los medios inalámbricos pueden ser utilizados en áreas grandes como ciudades, también se los utiliza en áreas más pequeñas como casas o edificios.

Al ser un tipo de comunicación que no necesita cables para llegar al usuario final, esto lo hace atractivo para las empresas ya que se reduce el costo de instalación de equipos y por lo tanto el costo de inversión.

#### **1.3.4.1 Ventajas de la utilización de medios inalámbricos**

- **Ágil instalación de la red:** No requieren de cableado estructurado complejo, no se necesita permisos para levantar calzadas y calles de las ciudades o en obras.
- **Permiten desplazamiento:** Debido a su medio de entrega (envío y recepción de datos) no depende de claves, esta es la razón por la que se puede tener movilidad siempre y cuando la conexión este dentro del radio enlace de recepción.
- **Menos costo de mantenimiento:** Son de bajo costo y mantenimiento reducido.
- **Accesibilidad:** La mayoría de dispositivos hoy en día pueden acceder a esta tecnología, como por ejemplo tablets, celulares, computadoras portátiles que soportan e incluyen tecnologías inalámbricas.

#### **1.3.4.2 Desventajas de la utilización de medios inalámbricos**

- **Interferencias exteriores:** Debido a emisores de microondas.
- **Falta de confianza en seguridad:** Mediante su transmisión autónoma por el aire puede ser interceptada por algún equipo especializado, para lo cual se recomienda aumentar la seguridad y la encriptación.
- **Costos iniciales elevados:** En cuestión de antenas, dispositivos, etc., son más costosos.
- **La velocidad de transmisión es bastante reducida.**

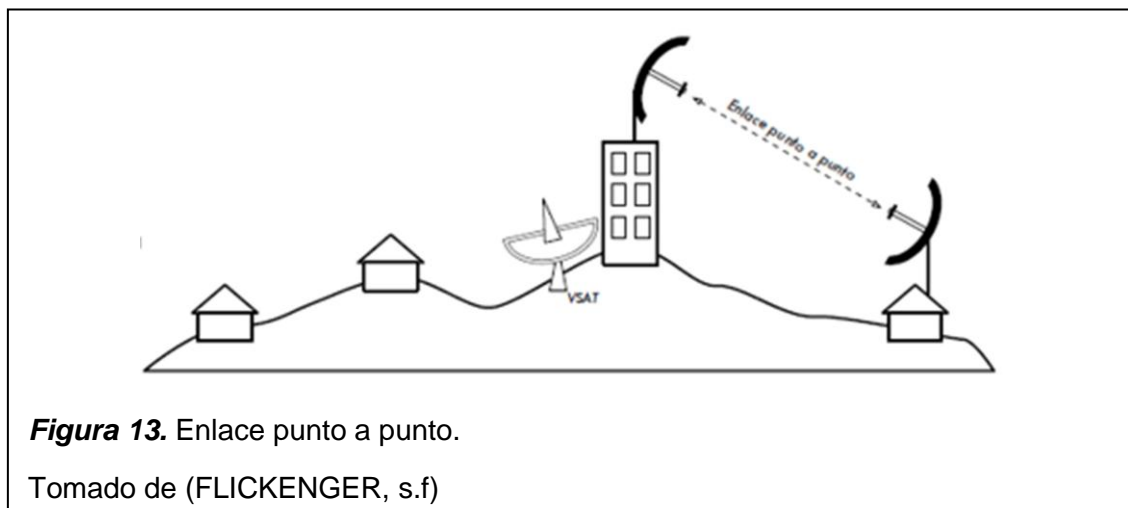
Las bandas que pertenecen a las redes inalámbricas ISM (Industrial, Scientific and Medical) son las que permiten la actividad sin necesidad de licencia y atendiendo normativas propias de cada país, estas son 2.4 y 5 Ghz. Así también existen bandas para la telefonía y para la tecnología Wimax que son licenciadas.

Para la tecnología Wimax fija se utiliza las frecuencias 2 – 11 GHz, alcanzando una velocidad de 75 Mbps y una distancia de 10 km, para Wimax móvil se utiliza las frecuencias 2 – 6 GHz, alcanzando una velocidad de 30 Mbps y una distancia de 3,5 km.

### 1.3.4.3 Tipos de conexiones inalámbricas

#### 1.3.4.3.1 Enlaces punto a punto

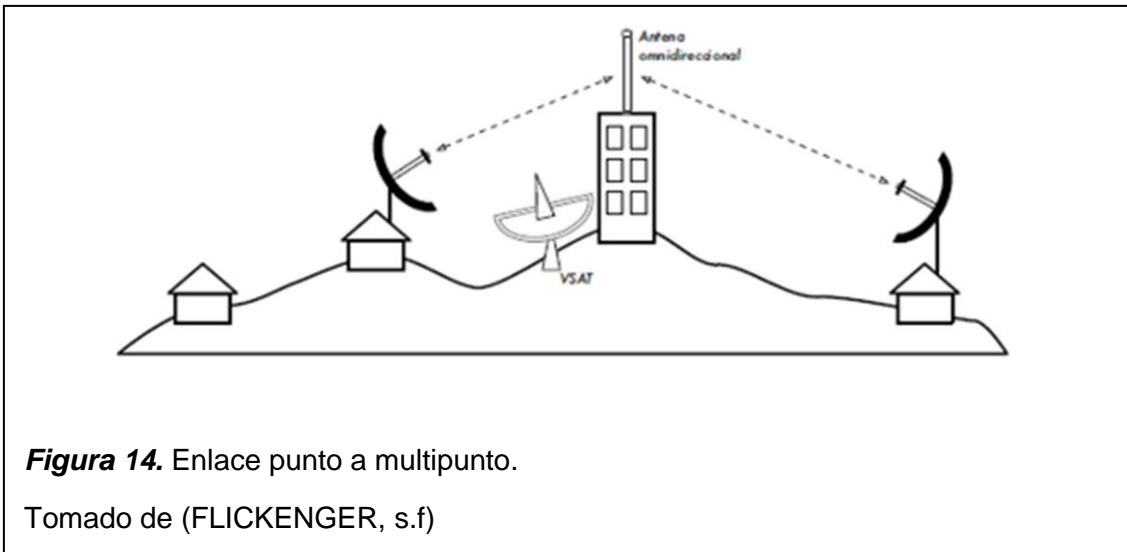
Se utilizan enlaces para tener conexiones a Internet, el extremo del enlace perteneciente al proveedor siempre estará conectado, mientras que la otra antena puede acceder por medio del enlace, como se indica en la figura 13.



Para esta comunicación se necesitan dos antenas, pueden llegar a cubrir hasta 30 km, no todos los enlaces punto a punto brindan el servicio de Internet.

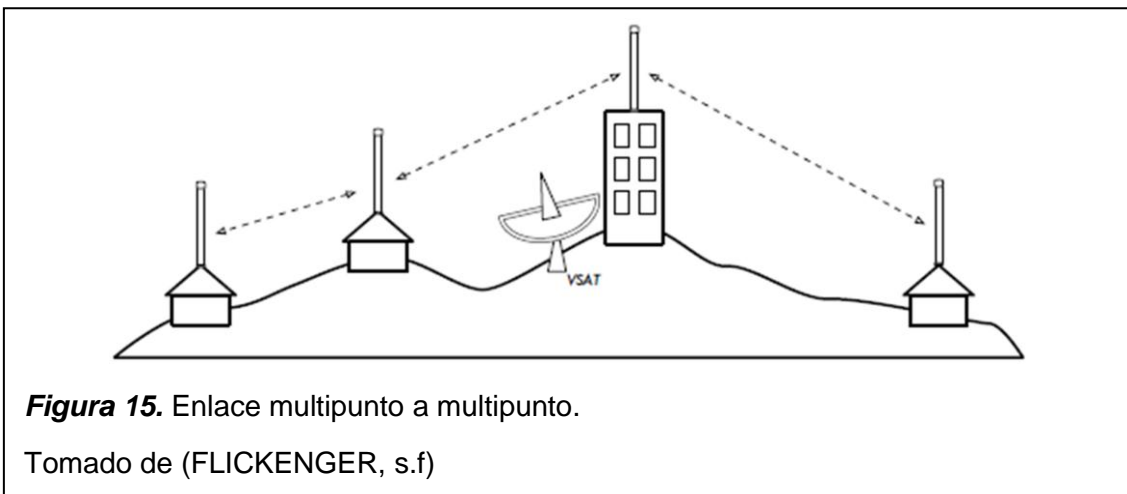
#### 1.3.4.3.2 Punto a multipunto

Son varios accesos que tienen conexión a un acceso central como se indica en la figura 14. Un ejemplo común es la conexión de un acceso inalámbrico a varios equipos móviles. Estos equipos no se conectan entre sí pero deben estar dentro del rango de conexión para disponer de la red.



### 1.3.4.3.3 Multipunto a multipunto

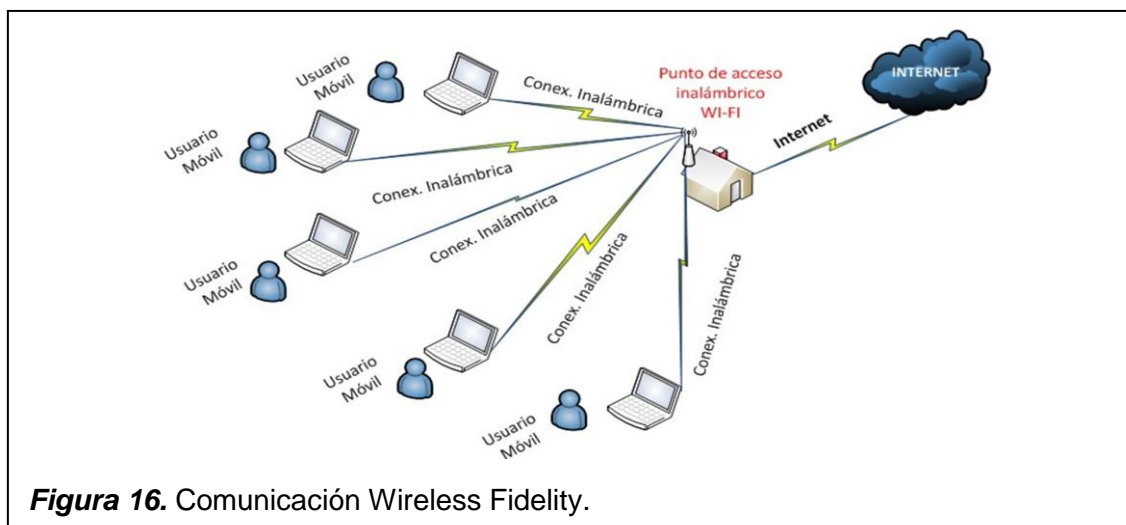
Más conocida como red malla, por medio de este tipo de redes no existe una autoridad central. Cada nodo transporta datos de los otros nodos como sea necesario, y a su vez todos los nodos tienen comunicación directa entre sí, como se indica en la figura 15.



Su principal característica es que si algún nodo no obtiene conexión al acceso central, existirá conexión a pesar de esta falta de alcance. Si se llega a implementar una red malla correctamente estas son auto-reformables, es decir,

que estas detectarán de forma automática problemas de direccionamiento y procederán a corregirlos. Difundir una red malla facilita el transporte de datos ya que se agrega uno o más accesos, si algún acceso dispone de Internet este podrá compartir con los demás.

### 1.3.4.4 Wireless Fidelity



**Figura 16.** Comunicación Wireless Fidelity.

Wi-Fi o FI (Fidelidad Inalámbrica) es un sistema inalámbrico que envía datos por ondas de radio en lugar de medios físicos (cables). Trabajan en bandas no licenciadas de 2.4 y 5 GHz, posee varias velocidades dependiendo del estándar manejado, desde los 11Mbps hasta 600Mbps, obteniendo una similitud en velocidad a una red Ethernet. Técnicamente se maneja una estandarización para los equipos WI-FI para que equipos de diferentes fabricantes sean compatibles, si se menciona WI-FI se debe a conexiones mediante ondas, en la figura 16 se puede observar la comunicación. A continuación en la tabla 6 se presentan varios tipos de tecnologías Wifi:

Tabla 6. Tecnología Wifi

Tecnología	802.11 n	802.11 b	802.11 g
Velocidad	600 Mbps	11 Mbps	54 Mbps
Alcance	100 m	100 m	100 m
Frecuencia	2, 4 y 5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz

Con la velocidad y alcance máximos alcanzados en esta tecnología, se establece un perfecto factor para el uso de medios inalámbricos. Cualquier persona puede tener una red inalámbrica, lo único que necesita es un punto de acceso a Internet y un dispositivo Wifi, para poder conectarse se necesita equipos móviles como laptops, celulares inteligentes, etc.

Para una recepción y emisión fluida es recomendable que el equipo Wifi esté instalado en un lugar alto y centrado, en el caso de no tener buena señal y la velocidad de Internet no sea el deseado, puede ser a causa de varios factores como; que el usuario no se encuentre en el rango óptimo de señal o que por barreras se obstaculiza la emisión de señales como por ejemplo paredes, puertas, etc.

Al tratarse de señales inalámbricas la información puede ser interceptada por otra persona, por lo que se recomienda utilizar una seguridad con encriptación. Existen varios tipos de seguridad, la más recomendable es WPA2.

La seguridad se ha convertido en un problema que afecta a esta tecnología. Se debe tomar en consideración para proteger la información que por ella circula y evitar la vulnerabilidad contra hackers, se deberá validar las posibilidades para proteger la red.

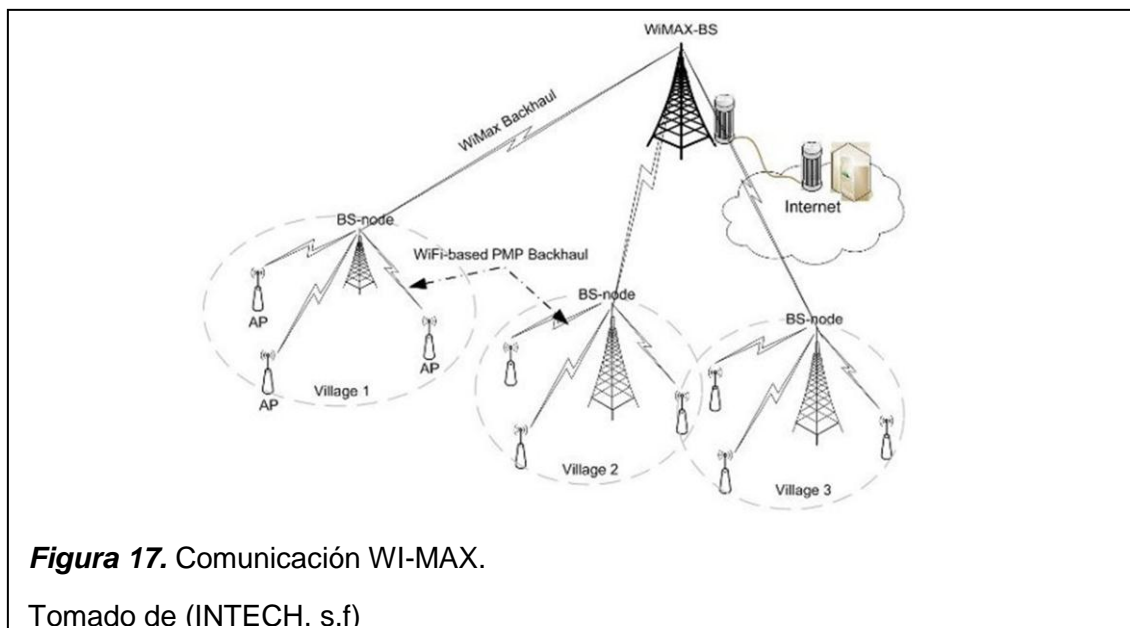
Utilizando el cifrado para Wi-Fi como el WEP y el WPA, se codificarán los datos a transmitir y protegerá su confidencialidad.

- **WEP:** Cifra los datos en su red de forma que sólo el destinatario deseado pueda acceder a ellos. Los cifrados son de 64 y 128 bits, son dos niveles de seguridad WEP, codifican los datos mediante una “clave” de cifrado antes de enviarlo al aire.
- **WPA:** Presenta mejoras como generación dinámica de la clave de acceso. Las claves se insertan como dígitos alfanuméricos, sin restricción de longitud.



- **IPSEC (túneles IP):** el estándar IEEE 802.11X cuando se utiliza VPN permite autenticación de usuarios.
- **Filtrado de MAC:** permite acceso solo a dispositivos permitidos.
- **WPA2:** Es un avance WPA, requiere de software y hardware compatibles para brindar seguridad.

### 1.3.4.5 Wimax



Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es una tecnología de comunicación que transmite los datos por medio de radio microondas, el protocolo que utiliza es el 802.16. Alcanza distancias de 50 km, velocidades de 70 Mbps, etc

Utiliza un protocolo de red para áreas metropolitanas, su servicio está enfocado en sectores rurales es decir usuarios que están alejados uno del otro, en la figura 17 se puede observar la comunicación de Wimax.

El costo de instalación de este servicio es más económico que otras tecnologías, puede cubrir bandas de frecuencias licenciadas y también no

licenciadas, el rango de frecuencias utilizadas son de 3.5 GHZ a 5.8 GHZ para bandas no licenciadas, para las bandas licenciadas funcionan en el rango de 3.5 GHZ.

Esta tecnología tiende a obtener velocidades de transmisión de más de 100 Mbps utilizando un canal que tenga un ancho de banda de 28 MHz, el protocolo IEEE 802.16a puede alcanzar una velocidad de 70Mbps opera en un rango de frecuencias debajo de 11 GHz.

En la tabla 7 se muestra un cuadro comparativo entre las tecnologías Wi-Fi y Wimax.

Tabla7. Wimax vs Wifi

TECNOLOGIA	WIMAX	WIFI
PROTOCOLO	802.16	802.11
VELOCIDAD	134 Mbit/s	11 - 54 Mbit/s
COBERTURA	40 - 70 km	100 m

El estándar 802.16 está basado en un protocolo, en la capa de enlace de datos (MAC) y las especificaciones de la capa física (PHY). Su comunicación está compuesta por una estación base (BS) y una estación suscrita (SS), estas se conectan a través de radio frecuencias, la estación suscrita es el enlace para poder acceder a Internet desde un edificio o una casa. La estación base se encarga de las conexiones con todos los suscriptores permitiendo el acceso a los usuarios registrados.

El estándar 802.16a utiliza el rango de frecuencias entre 2 a 11 GHz, este espectro ofrece alcanzar una gran cantidad de clientes, su servicio está orientado a usuarios de hogares y a pequeñas y medianas empresas.

### 1.3.4.5.1 Capa Mac

La capa MAC es una conexión punto-multipunto, se utiliza en áreas metropolitanas, soporta entornos geográficos difíciles. Su diseño permite controlar gran ancho de banda, maneja cientos de usuarios concurrentes por el canal y soporta tráfico continuo.

Soporta protocolos como por ejemplo ATM, IP, Ethernet, etc. Maneja calidad de servicio, incluye una subcapa de privacidad que provee autenticación para el acceso a la red, evita el robo del servicio.

La capa Mac está compuesta por tres subcapas:

- **Convergencia de subcapa (SC)**  
Es la encargada de transformar los datos de redes externas y transportarlos a la MAC CPS convertidos en SDU.
- **Parte común sub capa (MAC CPS)**  
Es el core de la capa MAC, provee acceso al sistema, asigna ancho de banda, es la encargada del establecimiento y mantenimiento de la conexión.
- **Sub capa de privacidad**  
Brinda el servicio de autenticación, intercambio seguro de claves y cifrado, permite proveer a los usuarios un servicio de banda ancha segura.

Para las conexiones entre subscriptores de servicio y la estación base, es necesario utilizar técnicas de duplexación y técnicas de multiplexación.

### 1.3.4.5.2 Técnicas de duplexación:

- **FDD (Duplexación de división de frecuencia):** Es una comunicación dúplex, en el que se utiliza una frecuencia para la transmisión de subida y otra frecuencia para la transmisión de bajada, cada usuario tiene su propia frecuencia.

- **TDD (Duplexación de división de tiempo):** Es una comunicación dúplex con la característica que puede emplear la misma frecuencia para los enlaces de subida y bajada, utilizando intervalos de tiempo distintos, por esto se necesita de igual forma técnicas de multiplexación. Se utiliza la multiplexación de división de frecuencia (FDM) y la multiplexación de división de tiempo (TDM).

#### 1.3.4.5.3 Técnicas de multiplexación

Dentro de las telecomunicaciones no se logra ocupar todo el canal de transmisión, es decir se realiza un desperdicio para transmitir datos del ancho de banda, como resultado de esto se utiliza la multiplexación, esta es la combinación de varios canales para que se transmita por un solo medio de transmisión, por medio de un multiplexor.

A continuación se nombra las siguientes técnicas de multiplexación:

- **FDM (Multiplexación de división de frecuencia)**  
Se basa en la velocidad de conexión rápida útil del medio, ya que sería la velocidad requerida para la señal dada.
- **TDM (Multiplexación de división de tiempo)**  
Se basa en la tasa de datos alcanzables en el medio, excede la tasa de datos requerida por una señal digital.

Para el acceso se puede emplear FDMA (Acceso múltiple de división de frecuencia), TDMA (Acceso múltiple de división de tiempo) y OFDM (Multiplexación de división de frecuencia ortogonal).

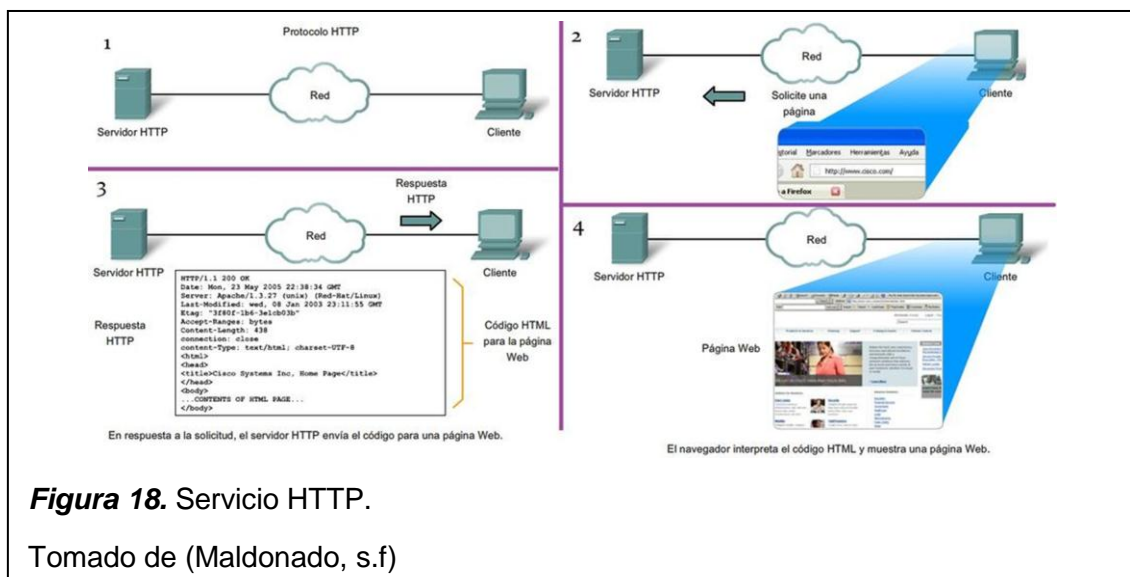
- El FDMA asigna una banda de frecuencia diferente para cada usuario, este es asignado bajo demanda, el espectro disponible es dividido en muchos canales de banda angosta, su transmisión es continua.

- El TDMA los usuarios comparten la misma banda de frecuencia, se repite cíclicamente los intervalos de tiempo, el canal es considerado como un intervalo de tiempo particular recurrente. Es necesario la ecualización adaptiva debido a las altas velocidades de transmisión de datos y multitrayectoria.
- El OFDM es un esquema de multiplexación por división de frecuencia (FDM), es un método de modulación digital mutliportadora, gran cantidad de subportadoras ortogonales son usadas para transportar datos, estos son divididos en varios flujos de datos en paralelos o canales, uno por cada subportadora.

### 1.3.5 Servicios que brinda un ISP

#### 1.3.5.1 HTTP

Almacena principalmente documentos HTML, también documentos digitales así como multimedia y todo dato en general, como se muestra en la figura 18. De la misma forma enviará información hacia los abonados, los servidores web no solo se limitan a entregar páginas web sino por el contrario pueden validar otros tipos de archivos.



**Figura 18.** Servicio HTTP.

Tomado de (Maldonado, s.f)

### 1.3.5.2 EMAIL

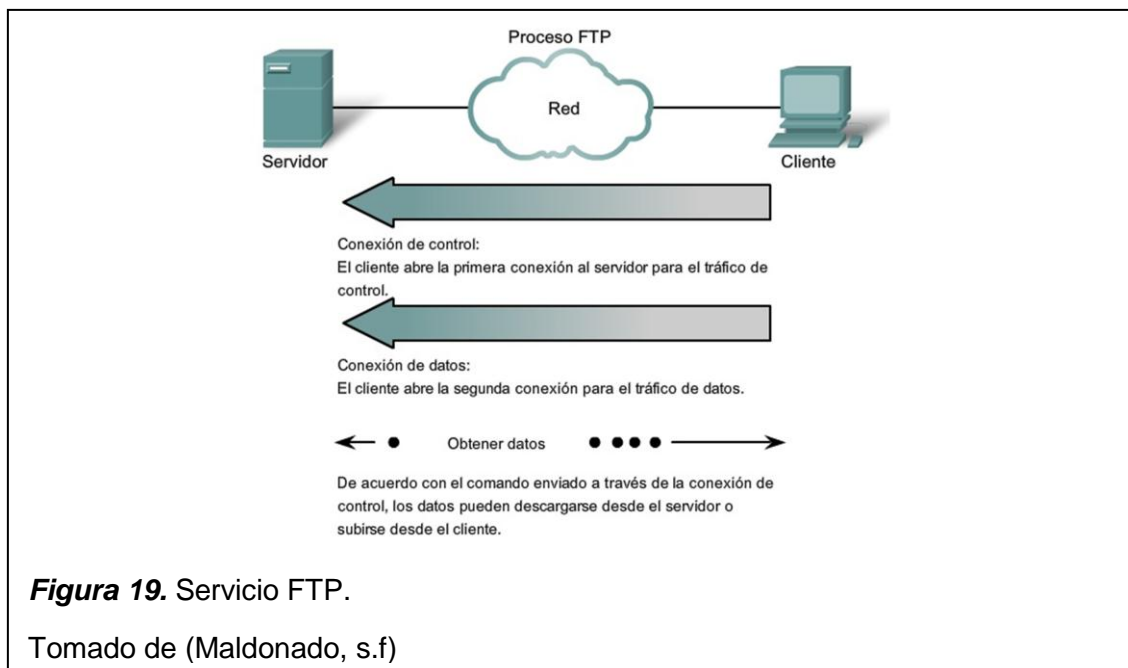
Esta es una aplicación mediante la cual permite el envío y recepción de correos entre usuarios, para esto se debe definir ciertos protocolos con su finalidad:

- **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):** Intercambio de mensajes entre servidores.
- **POP (Post Office Protocol):** Mensajes guardados en el servidor para ser enviados por el usuario, los correos se descargan del servidor y se borran del servidor.
- **IMAP (Internet Message Access Protocol):** Mismo objetivo que el POP, pero en funcionalidad diferente, se administra directamente desde el servidor.

De esta manera el servidor de correo está conformado por dos servidores: el encargado de enviar y recibir mensajes (SMTP), y un servidor que permita obtener los mensajes (POP/IMAP), para lograr que los usuarios visualicen estos mensajes existen diferentes programas que disponen de estos protocolos como el caso de Mozilla Mail, Microsoft Outlook.

### 1.3.5.3 FTP

Es un protocolo TCP utilizado para descargar y subir archivos hacia la red, funciona según el modelo cliente/servidor, a su vez está siempre escuchando solicitudes FTPs de clientes remotos. Cada vez que recibe una solicitud genera la sesión y permite el servicio que identifica el servidor, que se denomina FTP, como se indica en la figura 19.



Su acceso puede darse de dos formas:

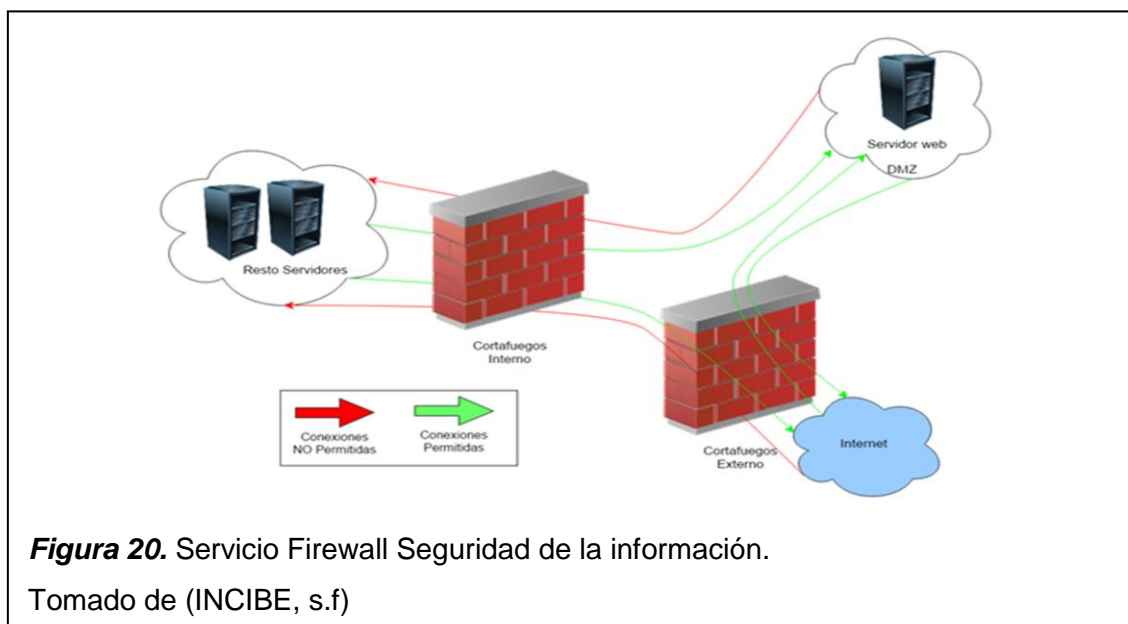
- **Anónimo:** los usuarios remotos accederán al servidor FTP utilizando una cuenta llamada por defecto «anonymous» o "ftp" y enviando una contraseña.
- **Autenticado:** Para el acceso a los directorios o ficheros del servidor dependerá de los permisos definidos para cada usuario. El proceso informático FTP como método general trabaja ocultando su directorio raíz para que este sea cambiado por el directorio de inicio, así se protege el resto del sistema de archivos en las futuras conexiones remotas.

#### 1.3.5.4 FIREWALL

Con este sistema se puede manejar las conexiones permitidas en la empresa deseada, denegando al resto.

Un sistema firewall brinda como servicio adicional estadísticas e informes de páginas ingresadas, consumo de ancho de banda, etc. Este sistema es

utilizado en redes de computadoras para brindar seguridad, dando acceso y denegando a páginas no deseadas según la política de la empresa. El firewall está ubicado en un punto central entre la red de salida e Internet, de este modo se protegen los sistemas internos, de cualquier ataque externo, como se observa en la figura 20.

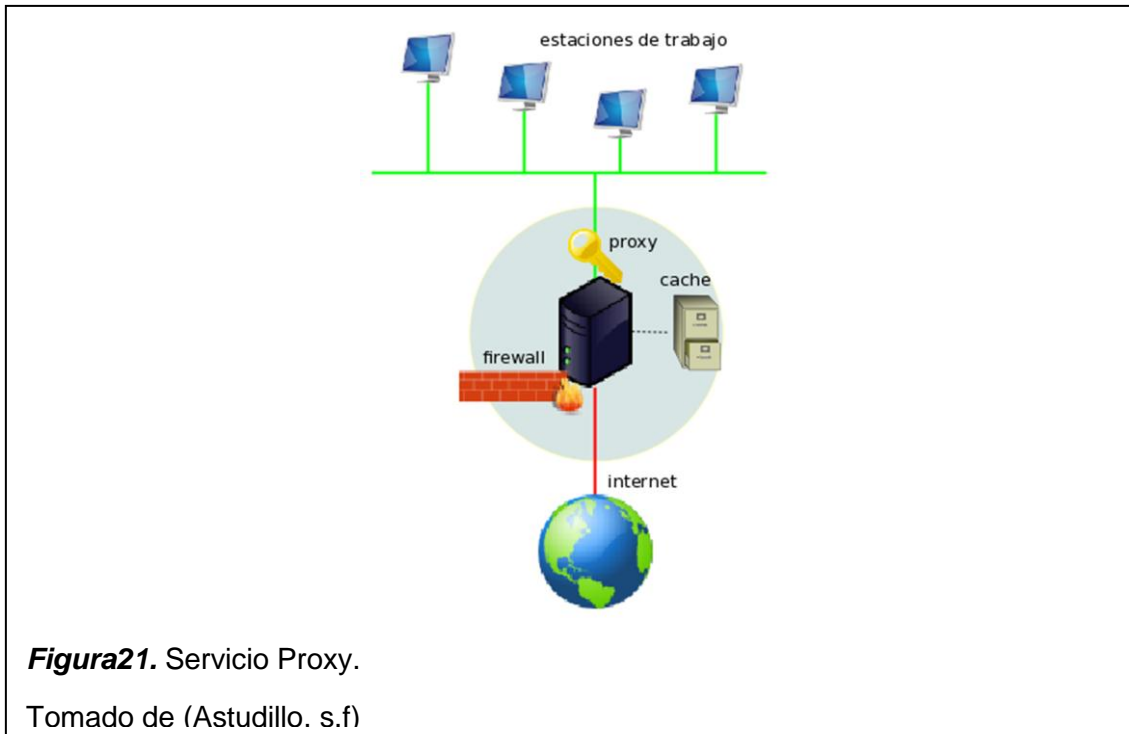


Se puede conectar el firewall a una tercera red llamada DMZ la misma que contendrá los servidores del sistema.

### 1.3.5.5 PROXY

Un servidor proxy “es en principio un equipo que actúa como intermediario entre los equipos de una red de área local (a veces mediante protocolos, con excepción del protocolo TCP/IP) e Internet.” (CCM, s.f). Es el intermediario para un cliente y el servidor de origen, ya que recibe las peticiones de los clientes, transmite la información al servidor de origen y después regresa la respuesta del servidor al cliente, es un dispositivo interno de la red que recepta peticiones HTTP. El servidor proxy utiliza caché, el cual consiste en almacenar los objetos que han sido solicitados por el cliente recientemente, como se observa en la figura 21.





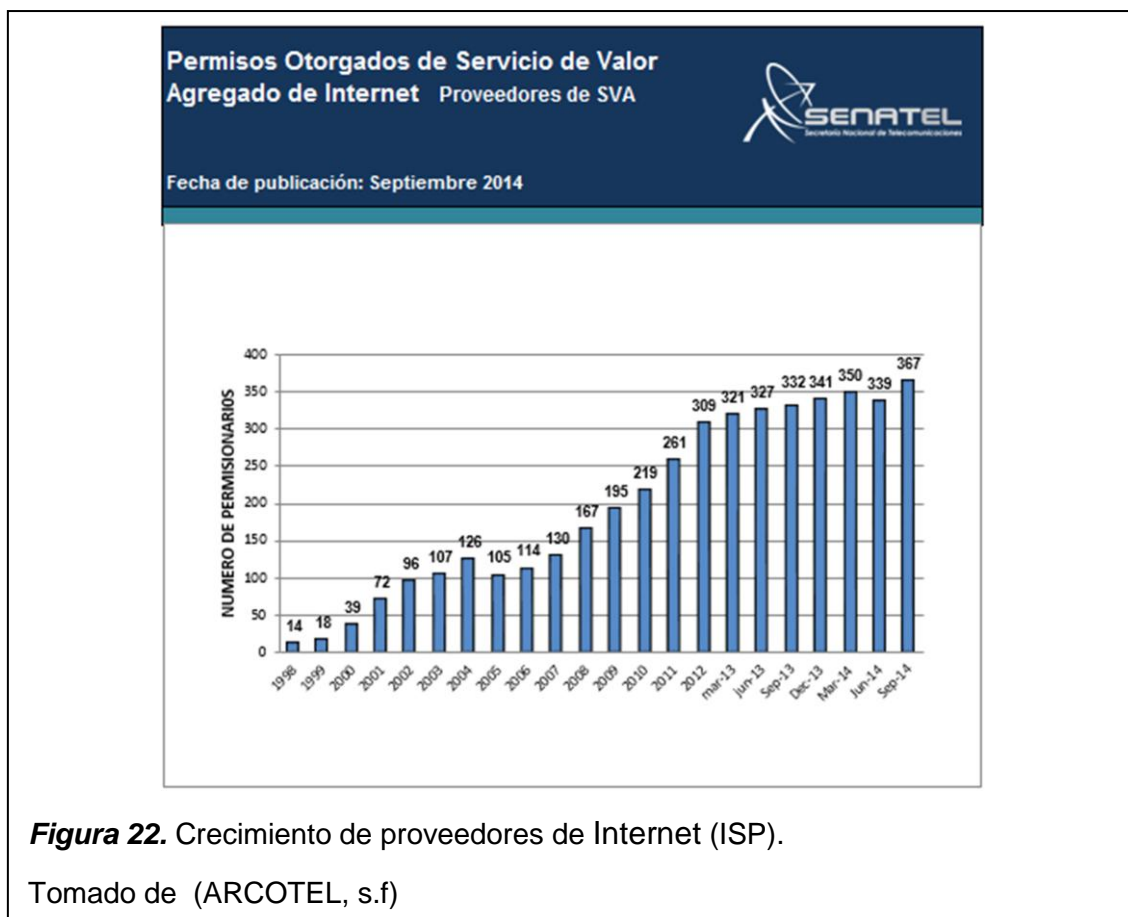
Si varios usuarios solicitan la misma información, el servidor proxy enviará el contenido desde su caché, sin importar cualquier navegador que se use, se puede configurar de modo que todas las solicitudes HTTP se dirijan primero al caché web para obtener más rápido los objetos, sin necesidad de salir de Internet.

Este tipo de servidores obtiene información de otros servidores para mostrarlo al cliente, las ventajas que brinda este tipo de servidor son:

- Seguridad: Los usuarios utilizan el servidor como puerta de enlace hacia Internet.
- Caché: Almacena las páginas accedidas recientemente, para agilizar posteriores accesos a las mismas.
- Filtrado: Los pedidos de los abonados (red interna) son ingresados mediante el proxy, se puede configurar reglas de acceso a Internet.

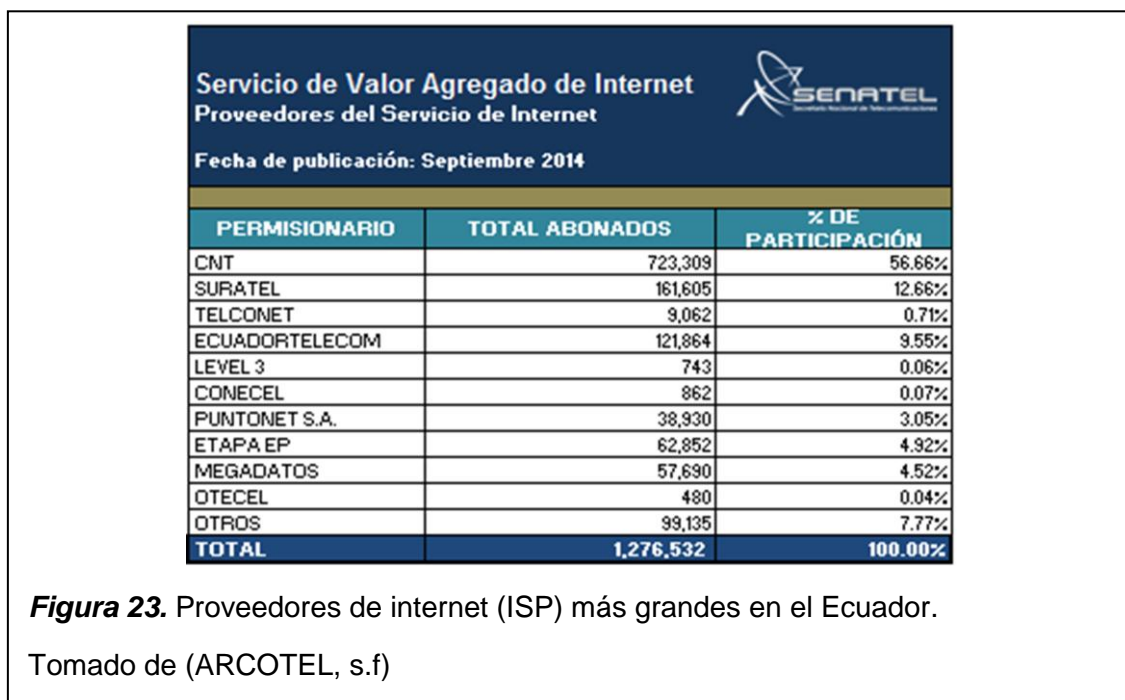
## 1.4 Estado actual de los ISP en el Ecuador

Hoy en día en el Ecuador existen diferentes proveedores de Internet que ofrecen diferentes servicios, al paso de los años se ha validado el incremento de proveedores, según datos obtenidos de la Senatel (actual Arcotel) existen 367 proveedores de internet (ISP), el servicio de Internet ha ido creciendo conforme pasan los años, en el año 1998 se tenía registrados 14 proveedores de Internet y en septiembre del 2014 se encuentran registrados 367 proveedores de Internet, como se observa en la figura 22.



De acuerdo al cuadro estadístico de la antigua Senatel en adelante Arcotel cada vez va aumentando el número de proveedores de Internet, esto da una idea de que el servicio es viable para crear un negocio.

Según datos obtenidos de la Arcotel hasta septiembre del 2014 la empresa con mayor número de usuarios registrados es CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) tiene 56.66% de participación en el mercado, con un total de 723309 abonados, luego de este le siguen otras empresas pero con un porcentaje mucho menor, como se observa en la figura 23.



#### 1.4.1 Tarifas de proveedores de Internet

El acceso a Internet es un servicio ofertado por varios proveedores, los cuales varían de acuerdo al sector, los proveedores con mayor número de clientes son CNT, TvCable, Punto Net, Netlife, etc.

La mayoría de proveedores tienen costos similares en los planes que ofrecen, cada proveedor define el número de usuarios que comparte un enlace.

### 1.4.1.1 Costo del megabit de Internet en proveedores

Para conocer el costo por megabit se ha utilizado una regla de tres, como se indica en la tabla 8, de igual forma se indica la compartición que da cada empresa proveedora.

Tabla 8. Costo de internet

PROVEEDOR	COMPARTICIÓN	COSTO
CNT	8 a 1	6.00
TV CABLE	8 a 1	6.19
NETLIFE	2 a 1	11.94
PUNTO NET	6 a 1	9.04

### 1.4.1.2 Empresas con servicio para PYMES

En el Ecuador existen varias empresas que son líderes en el mercado como ISPs, las mismas que pueden brindar planes comerciales a PYMES con planes superiores a los HOME, como por ejemplo CNT-EP y NETLIFE (Megadatos).

#### 1.4.1.2.1 CNT EP

CNT EP (Corporación Nacional de Telecomunicaciones Empresa Pública) es una empresa que oferta varios servicios de Internet, entre los cuales esta Internet para PYMES. Tiene una disponibilidad de 99,3% y una compartición de 2 a 1, ofrece paquetes de velocidades asimétricas como se indica en la tabla 9.

Tabla 9. Costos planes Pyme CNT EP

PLAN DE INTERNET PYMES ASIMÉTRICO (Velocidad Bajada x Velocidad Subida)	Tarifa mensual		Inscripción	
	Sin Impuesto	Con Impuesto	Sin Impuesto	Con Impuesto
Hasta 1 x 0,512 Mbps	\$45.00	\$50.40	\$80.00	\$89.60
Hasta 2 x 0,768 Mbps	\$65.00	\$72.80	\$80.00	\$89.60
Hasta 3 x 0,768 Mbps	\$80.00	\$89.60	\$80.00	\$89.60
Hasta 4 x 2 Mbps	\$91.51	\$102.49	\$250.00	\$280.00
Hasta 6 x 3 Mbps	\$109.00	\$122.08	\$250.00	\$280.00
Hasta 10 x 5 Mbps	\$150.00	\$168.00	\$250.00	\$280.00
Hasta 15 x 7 Mbps	\$200.00	\$224.00	\$380.00	\$425.00
Hasta 20 x 10 Mbps	\$260.00	\$291.20	\$380.00	\$425.00
Hasta 25 x 15 Mbps	\$300.00	\$336.00	\$380.00	\$425.00

#### 1.4.1.2.2 Netlife

Es una empresa que ha ido creciendo poco a poco a nivel nacional, tiene un servicio de Internet para PYMES. Su disponibilidad es de 98 % y una compartición de 2 a 1, ofrece paquetes de velocidades simétricos como se indica en la tabla 10

Tabla 10. Costos planes Pyme Netlife

Plan de internet Pymes	Tarifa	Instalación
	Con Impuesto	Con Impuesto
Plan Pyme1 2 x 2 Mbps	\$ 81.96	\$100,00
Plan Pyme2 3 x 3 Mbps	\$ 112.00	\$100,00
Plan Pyme3 5 x 3 Mbps	\$ 133.28	\$100,00
Plan Pyme4 8 x 8 Mbps	\$174,72	\$100,00
Plan Pyme5 16 x 16 Mbps	\$ 280.00	\$100,00

## **1.4.2 Carriers o ISPs**

Para el desarrollo tecnológico, es necesario el paso de la información de forma ágil y actualizada, por esta razón muchas empresas ofertan sus servicios como proveedores de datos, éstos se denominan Carriers o ISPs.

En la actualidad es la conexión más rápida conocida, la infraestructura de los cables submarinos es imprescindible y su importancia crece día a día.

### **1.4.2.1 Empresas Portadoras**

Las empresas portadoras suministran redes de transporte delegadas a gestionar el tráfico mediante conexiones locales, conexiones regionales y conexiones intercontinentales, con las distintas tecnologías válidas en la actualidad, una de las mejores redes establecidas son los enlaces marítimos, su interior es de fibra óptica, destinados para conectar a todos los usuarios con el mundo entero.

Las empresas Portadoras en telecomunicaciones disponen de la propiedad de redes troncales de navegación (Internet) y a su vez están comprometidas a proveer servicios de transporte, mediante su infraestructura ya sea fibra óptica, medios inalámbricos o redes de cobre.

#### **1.4.2.2 Proveedores en el Ecuador**

En la tabla 11, se observa empresas concesionadas con el título habilitante de Servicios Portadores, actualizado a la fecha de septiembre del 2013 según la ARCOTEL.

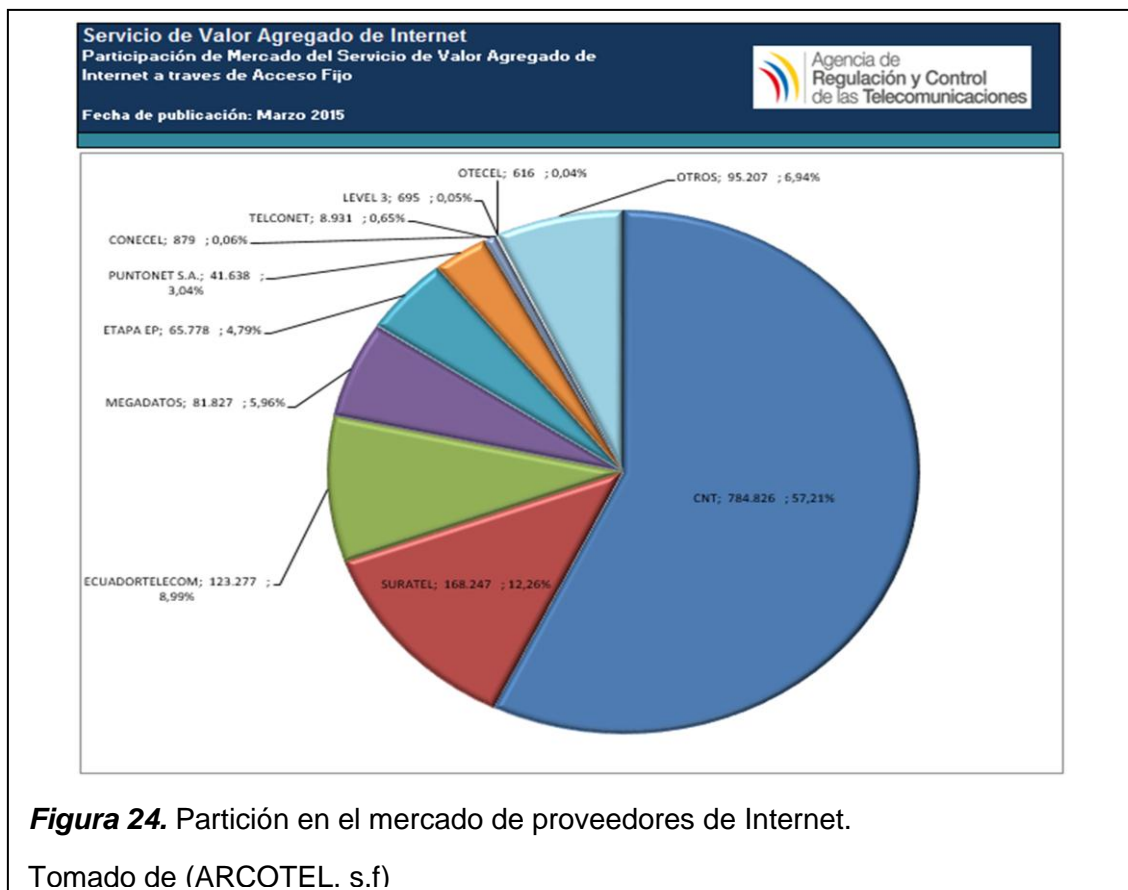
Tabla 11. Proveedores en el Ecuador

SERVICIO PORTADOR					
No.	CONCESIONARIO	SERVICIO	SUSCRIPCIÓN CONTRATO	ÁREA DE CONCESIÓN	CONCESIÓN (años)
1	CONECEL S.A.	PORTADOR	30/04/2002	Nacional	15
2	Corporación Nacional de Telecomunicaciones CNT EP	PORTADOR	01/01/2011	Nacional	INDEFINIDO
3	ECUADORTELECOM S.A.	PORTADOR	15/10/2002	Nacional	15
4	ETAPA EP.	PORTADOR	03/11/2011	Nacional	INDEFINIDO
5	GILAUCO S.A.	PORTADOR	13/02/2003	Nacional	15
6	GLOBAL CROSSING COMUNICACIONES ECUADOR S.A.	PORTADOR	22/04/2002	Nacional	15
7	GRUPO BRAVCO CIA. LTDA.	PORTADOR	21/05/2002	Nacional	15
8	MEGADATOS S.A.	PORTADOR	23/05/2002	Nacional	15
9	OTECCEL S.A.	PORTADOR	22/04/2002	Nacional	15
10	PUNTONET S.A.	PORTADOR	05/05/2005	Nacional	15

#### 1.4.2.3 ISPs en el Ecuador

A nivel de Latinoamérica existe disminución de conexión con respecto al dial-up y en el Ecuador aún se puede ver conexiones conmutadas según los índices extraídos desde la Arcotel (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones).

Los análisis a nivel de la región entre los años 2010 a 2015 han variado con respecto a la contratación del Internet en el Ecuador, en el mercado sigue liderando con el 57.21% CNT EP, mediante comercialización de los servicios que ofrece al público en general, como se puede observar en la figura 24.



### 1.4.3 Conexión Conmutada (Dial-up)

Esta red alcanza su conexión mediante un módem analógico por intermedio de la línea telefónica conmutada. Tiene un promedio en velocidades de bajada de 56.6 Kbps y de subida la velocidad es mucho menor.

Para poder conectarse el proveedor de servicio de Internet se asigna un número de identificación, la conexión tarda un aproximado de 20 segundos para establecerse.

### 1.4.4 Conexión no conmutada

Este tipo de conexiones no conmutadas son aquellas que hacen referencia al resto de las conexiones ajenas al Dial-up, siendo éstas; par de cobre, cable MODEM, enlace satelital, etc.



Servicio de Valor Agregado de Internet  
Abonados de Internet por Provincia a través de Acceso Fijo Marzo 2015

Fecha de publicación: Marzo 2015



PROVINCIA	ABONADOS CONMUTADOS	ABONADOS NO CONMUTADOS (DEDICADOS)	TOTAL	DENSIDAD	POBLACIÓN A MARZO 2015
AZUAY	161	94.023	94.184	11,78%	799.730
BOLIVAR	12	7.335	7.347	3,67%	200.118
CAÑAR	0	14.658	14.658	5,75%	255.010
CARCHI	13	10.025	10.038	5,62%	178.613
CHIMBORAZO	31	33.623	33.654	6,76%	497.947
COTOPAXI	74	22.693	22.767	5,03%	452.542
EL ORO	306	43.082	43.388	6,52%	684.958
ESMERALDAS	34	23.119	23.153	3,91%	592.807
GALAPAGOS	10	3.291	3.301	11,42%	28.908
GUAYAS	460	354.183	354.643	8,78%	4.040.219
IMBABURA	59	36.476	36.535	8,30%	440.445
LOJA	859	35.626	36.485	7,42%	491.395
LOS RIOS	0	25.735	25.735	3,00%	856.952
MANABI	92	71.455	71.547	4,82%	1.485.547
MORONA SANTIAGO	0	8.053	8.053	4,69%	171.810
NAPO	5	7.028	7.033	5,95%	118.135
ORELLANA	0	7.282	7.282	4,88%	149.174
PASTAZA	3	7.548	7.551	7,72%	97.784
PICHINCHA	708	453.004	453.712	15,62%	2.905.511
SANTA ELENA	0	14.870	14.870	4,22%	352.692
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	5	31.322	31.327	7,59%	412.996
SUCUMBIOS	9	9.037	9.046	4,48%	201.889
TUNGURAHUA	99	50.393	50.492	9,14%	552.515
ZAMORA CHINCHIPE	60	5.057	5.117	4,83%	105.847
ZONAS NO DELIMITADAS	0	3	3	0,01%	37.171
<b>TOTAL</b>	<b>3.000</b>	<b>1.368.921</b>	<b>1.371.921</b>	<b>8,53%</b>	<b>16.090.311</b>

Figura 25. Abonados de Internet.

Tomado de (ARCOTEL, s.f)

De acuerdo a la información de la Figura 25, se puede observar cómo ha ido evolucionando la tecnología que llega al usuario final, gran cantidad de abonados tienen en la actualidad conexiones no conmutadas.

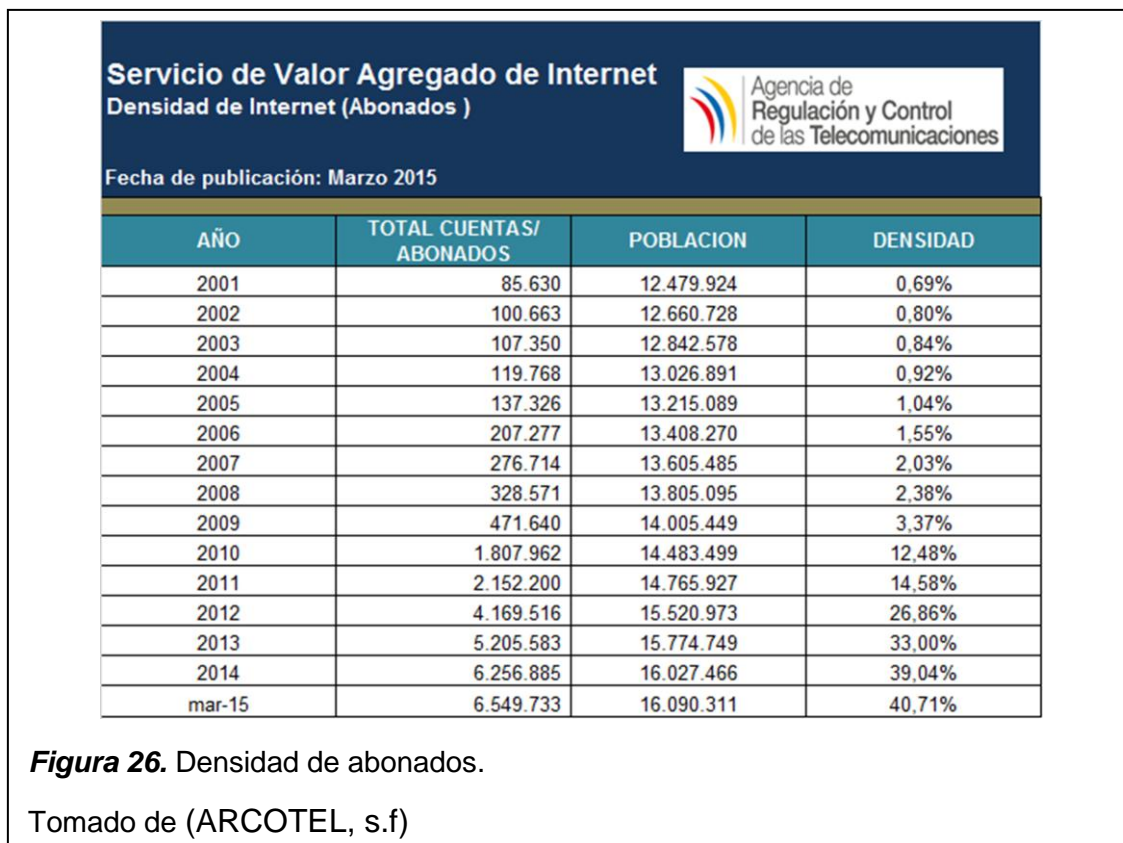
Con la información indicada y mediante la población proyectada a marzo de 2015, se puede obtener un índice de penetración para conexiones de Internet Banda Ancha Fija, como se indica en la tabla 12.

Tabla 12. Penetración de Internet en el Ecuador

POBLACION PROYECTADA DEL ECUADOR EN MAR 2015	CUENTAS DEDICADAS APROXIMADAS DE INTERNET BANDA ANCHA EN MAR 2015	DENSIDAD DE CONEXIONES DE INTERNET BANDA ANCHA FIJA EN EL ECUADOR A MAR-2015
16.090.311	1.371.921	8,53%

#### 1.4.5 Cantidad de Usuarios a Nivel Nacional

Un usuario es la persona que utiliza cuentas o servicios de Internet, ya sea en un Café net, en un lugar de zona libre de internet (Wi-fi), en un sitio de estudio, etc. Es por esto que se puede indicar que cada conexión puede tener uno o más usuarios, ya sea en conexiones conmutadas o no conmutadas, en la figura 26 se indica el crecimiento de usuarios a nivel nacional por año.



## 1.5 Clasificación del software libre

Debido a la fundación de Software Libre, puede clasificarse de la siguiente forma:

### 1.5.1 Software Libre

Se describe a la confianza de los usuarios para poder cambiar, copiar, ejecutar, estudiar, distribuir, etc el código fuente.

### 1.5.2 Software de dominio público

Se indica como que no dispone de “copyright”. Software libre particular. Tiene una desventaja, que sus futuras interpretaciones, podrían no ser libres.

La gente puede usar la expresión “dominio público” e indica que con esto es gratuito, pero este término significa legalmente, sin “copyright”.

### **1.5.3 Software de Código Abierto**

Recientemente se utiliza la expresión Open Source y se lo compara con el sentido de software libre, pero por lo contrario, no lo es. El correcto significado es que el código puede verse.

Varias compañías han hecho de esto una filosofía es decir que mientras se vea el código fuente, se pueden realizar correcciones en el mismo de parte de otras compañías pero la diferencia está en que el código seguirá siendo original de la compañía que lo diseñó.

### **1.5.4 Software semi-libre**

Este software no es libre el usuario debe tener permisos para usarlo, copiarlo y ser distribuido sin fines de ganancia o lucro. Es mejor que el software propietario, pero a pesar de esto presenta problemas. Este debe ser de acceso a todo público, no solamente a unidades educativas o aficionados.

### **1.5.5 Software propietario**

Este tipo de software no es ni semi-libre ni libre. Su redistribución tanto como su uso están prohibidos, por ello necesita solicitar permisos.

### **1.5.6 Software "copyleft"**

Es un software libre de dominio público, es decir no tiene derechos de autor. Se puede compartir el programa con las mejoras o cambios que se desee. De igual manera puede ser aprovechado por pequeñas empresas para crear un software privativo, toda persona que obtiene el software con las modificaciones de la empresa no tiene la libertad total.

### **1.5.7 Software comercial**

Es un software que se puede manejar por medio de licencias comerciales, de las cuales la mayoría de las veces se debe pagar para poder usar. El software que recibe el usuario final es más bien una licencia o el derecho para poder usar el software, no se compra el software para modificarlo a gusto del usuario del final.

La mayoría de softwares comerciales tiene un periodo de tiempo de uso, es decir que se debe volver a comprar la licencia para poder seguir teniendo las herramientas que se ha ido utilizando.

### **1.6 Sistemas operativos en la actualidad**

En la actualidad se puede encontrar varios sistemas operativos para la administración de una empresa, es necesario conocer si la empresa desea invertir en un sistema pagado para estas funciones, o caso contrario se pueden utilizar sistemas Open Source (Código abierto). En la tabla 13 se observa una comparación entre sistemas Open Source en la actualidad.

Tabla 13. Sistemas Open Source en el mercado mundial

Sistemas Operativos	Centos	Debian	Ubuntu
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada versión dura 7 años.</li> <li>• Aparece nueva versión cada 2 años.</li> <li>• Brinda actualizaciones cada 6 meses.</li> <li>• Bajo mantenimiento.</li> <li>• Compatible con todas las arquitecturas PC.</li> <li>• Reproducible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada versión dura 2 años.</li> <li>• Cada versión dura 2 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Su versión dura 5 años.</li> <li>• Funciona en la mayoría de arquitecturas de PC.</li> <li>• Ágil.</li> <li>• Seguro.</li> <li>• Estable</li> </ul>
<b>Utilización</b>	Empresarial y personal.	Personal.	Empresarial y personal.
<b>Costo</b>	No tiene costo.	No tiene costo.	No tiene costo.
<b>Servicio</b>	HTTP, SSH, TELNET, DHCP, FTP, SMTP, DNS, TFTP, NETBIOS-NS, IMAP, IMAP3, LDAP, HTTPS, SQUID, MYSQL, WEBCACHE, PROXY, FIREWALL, PPPOE, RADIUS, ETC.	HTTP, TELNET, DHCP, FTP, SMTP, DNS, IMAP, HTTPS, WEBCACHE, ETC.	HTTP, SSH, TELNET, DHCP, FTP, SMTP, DNS, TFTP, HTTPS, SQUID, MYSQL, WEBCACHE, PPPOE, RADIUS, ETC.

## 2. ANALISIS DE MERCADO Y DISEÑO DE UNA RED ISP

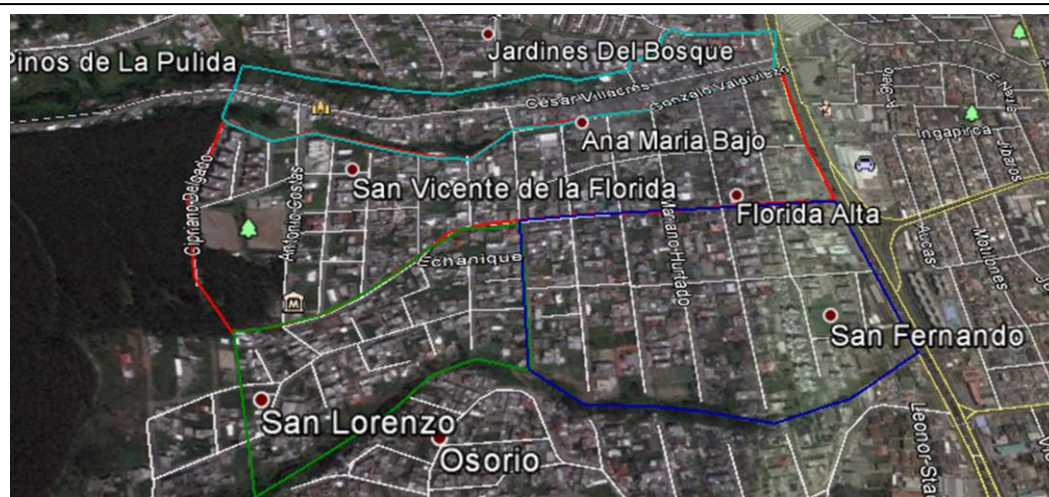
### 2.1 Determinación del sector

La determinación del sector se la realizará tomando en cuenta distintos factores que permitirán lograr el posicionamiento de la empresa o el proyecto planteado. Para realizar la determinación del sector en primer lugar se procederá con el análisis del mercado activo; realizando encuestas en base a los factores que a continuación serán nombrados.

#### 2.1.1 Ubicación Geográfica

Para este factor se ha determinado los sectores San Vicente de la Florida, San Lorenzo, San Fernando y Ana María Bajo en la Ciudad de Quito, debido a la gran cantidad de usuarios que existen en los lugares indicados anteriormente, lo que permitirá validar si es viable realizar dicha solución.

Existe una cobertura aproximada de 3,7 Km<sup>2</sup>, esta área está comprendida desde la intersección desde la Av. Antonio José de Sucre (Av. Occidental) / Cesar Villacres, Av. Antonio José de Sucre (Av. Occidental) / Antonio Román, Cipriano Delgado / Miguel Donoso, como se muestra en la figura 27.



**Figura 27.** Índice demográfico.

Tomado de Google Maps

## 2.2 Población de sector e índice del servicio de internet

De acuerdo a datos obtenidos en el INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) en el año 2010 en los sectores San Vicente de la Florida, San Lorenzo, San Fernando y Ana María Bajo tenían una cantidad de 2841 viviendas, como se muestra en la tabla 14, con un índice de crecimiento de 0.084%, para el año 2015 el número de viviendas es de 3080. (Alcaldía, s.f)

Tabla14. Número de viviendas en los sectores

SECTORES	VIVIENDAS
ANA MARIA BAJO	302
SAN FERNANDO	1058
SAN LORENZO	395
SAN VICENTE FLORIDA	1086

### 2.2.1 Número de abonados en los sectores seleccionados

Para el número de abonados esperados se realizó una encuesta, la cantidad de encuestas se estableció con la formula estadística siguiente:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N+1)e^2 + \sigma^2Z^2} \quad \text{Ecuación1)}$$

Donde:

N = Tamaño de la población

$\sigma$  = Desviación estándar

e = error

Z = Nivel de confianza

En la tabla 15 se puede observar los datos y el resultado para la muestra del número de encuestas.



Tabla15. Cálculo de la muestra

Valores		Cálculo
<b>N</b>	3080	$n = \frac{3080(0.5)^2(1.96)^2}{(3080 + 1)(0.05)^2 + (0.5)^2(1.96)^2}$ $n = \frac{2958.032}{8.6629}$ $n = 341,45 = 342$
<b><math>\sigma</math></b>	0.5	
<b>e</b>	0.05	
<b>Z</b>	1.96	

La disponibilidad de internet según la encuesta realizada (Anexo I) a 342 viviendas o abonados en los sectores, indica que 132 viviendas (39 % de viviendas encuestadas) disponen del servicio y los 210 viviendas (61 % de viviendas encuestadas) restantes no tienen servicio; en la tabla 16 se muestra una tabulación de la primera pregunta y en la figura 28 se puede observar una gráfica en resumen de lo antes mencionado.

Tabla16. Tabulación de acceso a internet

Posee servicio de internet	
<b>Si Dispone</b>	132 (39 %)
<b>No Dispone</b>	210 (61 %)



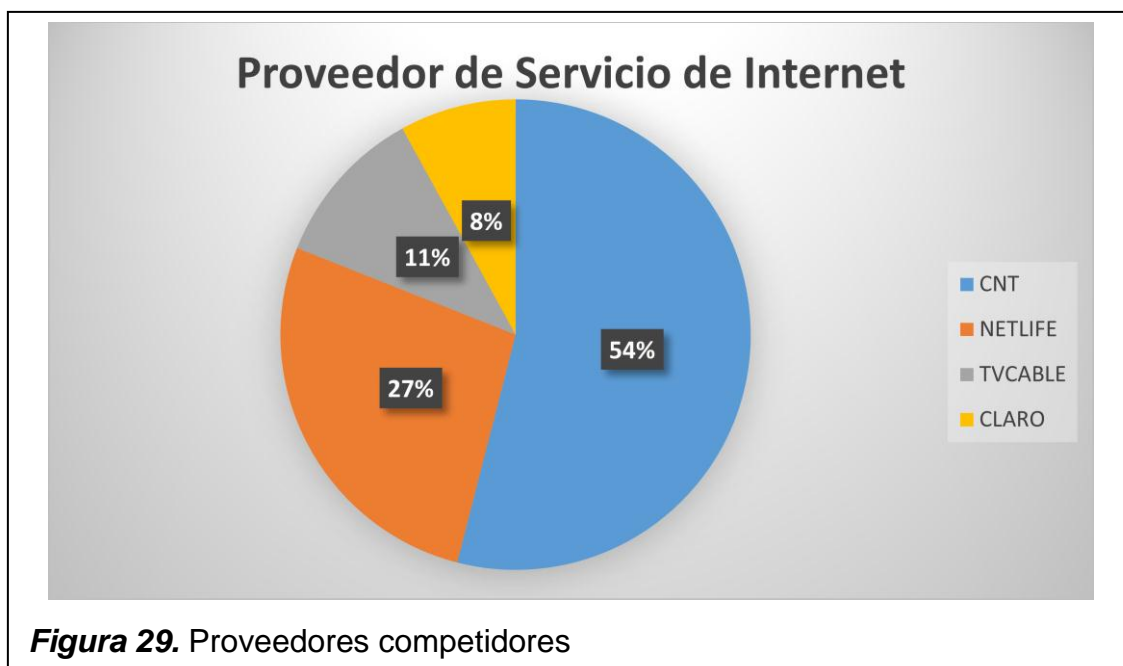
Como se puede observar en la figura 28, el 39% de las viviendas dispone del servicio del internet mientras que el 61% de las viviendas no dispone, son valores similares al censo obtenido por el Municipio de Quito donde el 38 % dispone del servicio y el 62% no, esto quiere decir que de las 3080 viviendas solo 1170 disponen de internet y 1910 aun no cuentan con el servicio de internet.

### **2.2.2 Empresas proveedoras del servicio de internet en los sectores seleccionados**

Es necesario conocer cuales empresas funcionan u operan dentro de estos sectores brindando el servicio de internet. Con la encuesta realizada se validó las empresas competidoras existentes en los sectores las cuales se observa en la tabla 17 y en la figura 29.

Tabla17. Tabulación de empresas proveedoras

<b>Proveedor de servicio de internet en el sector</b>	
<b>CNT EP</b>	71
<b>NETLIFE</b>	36
<b>TVCABLE</b>	15
<b>CLARO</b>	10



De acuerdo a la figura 29 se puede observar que los 2 competidores principales para el proyecto serian CNT EP y Netlife.

A continuación se puede observar la aceptación de los precios entre todos los proveedores como se muestra en la tabla 18 y en la figura 30.

Tabla18. Tabulación de costos de planes

Costos por servicio ofertados	
<b>20 - 30 Dólares</b>	69
<b>31 -40 Dólares</b>	44
<b>41 - 50 Dólares</b>	15
<b>Más de 60 Dólares</b>	5



Se analizó a los 2 competidores antes mencionados con respecto a la tecnología que brindan y a los costos por el servicio contratado, los cuales se detalla en la tabla 19.

Tabla19. Comparación entre proveedores

PROVEEDOR	TECNOLOGIA	VELICIDAD	INSCRIPCION	RENTA MENSUAL
<b>CNT EP</b>	ADSL	384 / 512 Kbps	\$ 55.00	\$ 20.52
<b>NETLIFE</b>	FIBRA OPTICA	10240 Kbps	\$ -	\$ 40.00

Como se puede observar existe gran diferencia en costo y velocidad en el servicio de internet entre cada proveedor. Por lo que ingresar a competir con velocidades y costos intermedios permitiría ser una competencia hacia ellos.

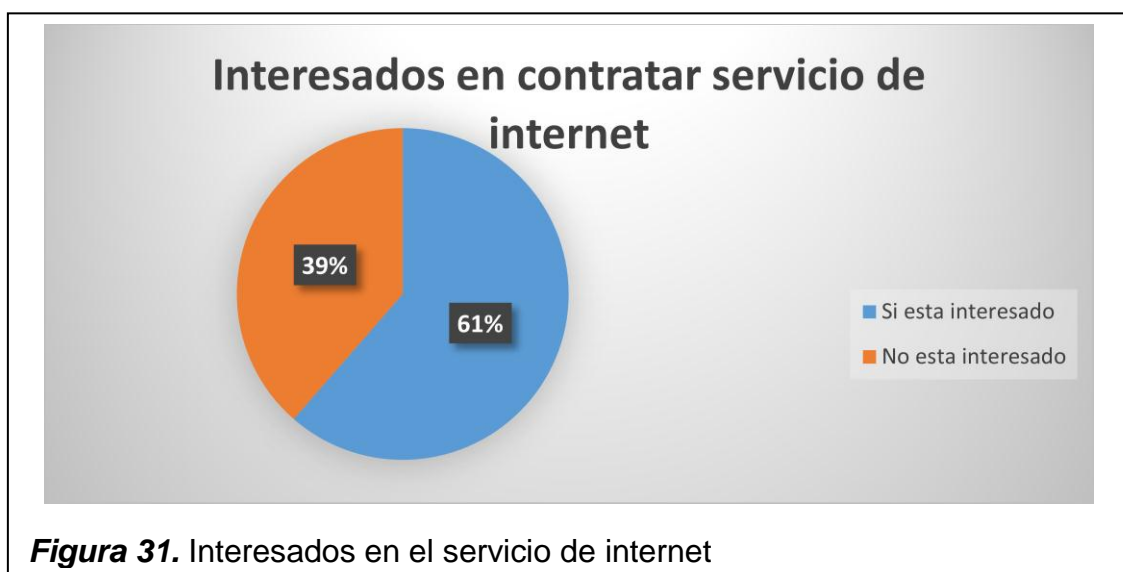
### 2.2.3 Determinación de número de abonados iniciales

De acuerdo al número de usuarios que no poseen el servicio de internet son 1910 viviendas como se explicó anteriormente y como se indica en la tabla 23, se pretende llegar inicialmente al 11% de las viviendas que no disponen del servicio de internet en el sector, ya que según la encuesta realizada este

porcentaje estaría interesado en la contratación del mismo. En la tabla 20 y figura 31 se muestra dicha información.

Tabla 20. Interesados en contratar el servicio.

Interesados en contratar servicio de internet	
<b>Si está interesado</b>	210 (61%)
<b>No está interesado</b>	132 (39%)



Con esta cantidad de usuarios o abonados y viendo la clase socio económica de los sectores se puede indicar que solicitan planes económicos por cuestión de costo, por ello el proyecto planteado puede brindar planes acorde a estos factores. Según lo indicado se ofertaran los siguientes planes de internet; plan básico, plan mejorado y plan ideal. En la tabla 21 y en la figura 32 se puede observar la cantidad y el porcentaje deseado para cada plan del proyecto.

Tabla 21. Abonados esperados para el ISP

Planes a contratar	
<b>Plan Básico</b>	116
<b>Plan Mejorado</b>	69
<b>Plan Ideal</b>	25



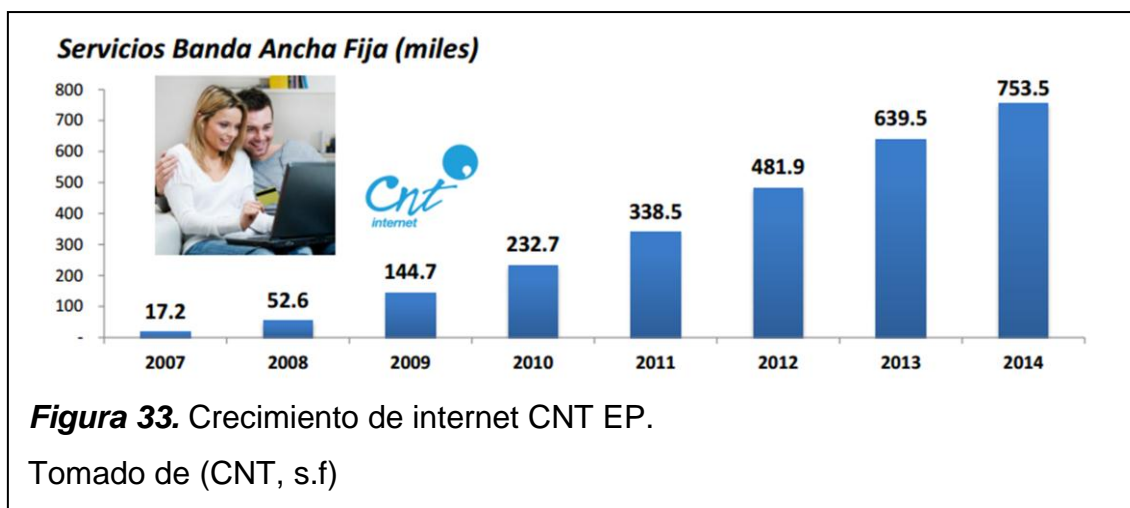
#### 2.2.4 Proyección de abonados para 4 años

Para determinar el número de abonados iniciales para el ISP se ha estimado de acuerdo a la encuesta realizada que 210 abonados o viviendas estarían dispuestos a contratar el servicio de internet, cabe recalcar que del universo indicado 1910 viviendas que no disponen del servicio se tomó su proyección de 210 viviendas sin servicio y al ser un dato real generado por la encuesta será el factor predominante de aquí en adelante para el inicio del proyecto, representando así el 11% de abonados que estarían interesados en el servicio del ISP, esto se puede observar en la tabla 20. Las 132 viviendas restantes encuestadas no desean un nuevo proveedor.

Como se puede observar en el marco teórico la empresa CNT EP tiene la mayor participación a nivel nacional en el servicio de internet, en la figura 33 y tabla 22 se puede observar el porcentaje de crecimiento de los usuarios por año desde 2007 hasta 2014.

Tabla22. Porcentaje de crecimiento por año de CNT EP

Crecimiento por año de CNT EP	
2007 – 2008	68%
2008 - 2009	64%
2009 – 2010	37%
2010 – 2011	31%
2011 – 2012	30%
2012 – 2013	25%
2013 - 2014	15%



Como se puede observar la empresa con mayor participación a nivel nacional ha ido perdiendo aceptación en el servicio de internet. Para poder determinar la proyección de abonados para los siguientes 4 años se debe verificar la competencia en este caso se realizará con el competidor mayoritario CNT EP, teniendo un crecimiento aproximado de un 15% anual a nivel de Ecuador en el año 2014. El porcentaje por año esperado para el ISP sería de un 3%, ya que con el crecimiento de la competencia el ISP planteado puede mantener su rentabilidad e inclusive llegar a crecer tecnológicamente por la demanda de viviendas o abonados, también se mantiene este porcentaje tomando en consideración el mercado activo que al momento existe. En la tabla 23 se puede observar una proyección de crecimiento por año hasta el 2020.

Tabla23. Proyección de crecimiento

SECTOR	San Vicente de la Florida, San Lorenzo, San Fernando y Ana María Bajo			
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>HABITANTES TOTAL</b>	3080	3339	3619	3923
<b>HABITANTES CON SERVICIO</b>	1170	1479	1636	1828
<b>HABITANTES SIN SERVICIO</b>	1910	1860	1983	2095
<b>MERCADO OBJETIVO PARA EL SECTOR</b>	11%	14%	17%	20%
<b>TOTAL (CLIENTE/ADOBNADO)</b>	<b>210</b>	<b>260</b>	<b>337</b>	<b>419</b>

El número de abonados puede variar de acuerdo a la aceptación del servicio, puede crecer en un mayor porcentaje. Esto dependerá del marketing de los planes a ofrecer, nivel del servicio, aceptación en la zona, etc.

### 2.2.5 Cobertura tecnológica actual en el sector

En los sectores mencionados existen ciertas zonas que no disponen de servicio de internet, además como su población va creciendo con el paso del tiempo, la diferencia de los servicios cada vez es mayor. Por lo tanto es necesario brindar el servicio de acceso a internet a todos los habitantes que no disponen de acceso.

De igual forma existen varias problemáticas con las empresas actuales que brindan este servicio, las cuales son:

- **Falta de cobertura por medios inalámbricos**

De acuerdo a la visita que se realizó en los sectores antes mencionados, se validó que no existen conexiones por medios inalámbricos para los usuarios finales o abonados, siendo esto un factor innovador para la venta del servicio de internet. De esta manera se podrá realizar la cobertura de internet mediante medios inalámbricos, ya que se puede obtener una mayor área de cobertura y transmitir a altas velocidades.



- **Diseño de red inapropiado de crecimiento**

La red de los proveedores no fue diseñada para el número actual de habitantes debido a una mala planificación en cuanto al crecimiento poblacional, en consecuencia la empresa no puede satisfacer la demanda del servicio ya que no cuenta con más capacidad para nuevos usuarios. Es decir no dispone de más líneas telefónicas para algunos sectores, o si el usuario ya cuenta con la línea telefónica, no dispone de capacidad en los equipos de red de datos (falta de puertos).

Cabe indicar que en los sectores mencionados, Netlife presta el servicio de internet, pero no existe una empresa que brinde el servicio por medios inalámbricos, esta es una ventaja para la implementación del ISP ya que no habría competencia con este tipo de tecnología y se podría llegar a zonas donde no se ha llegado a brindar el servicio.

#### **2.2.6 Selección del proveedor**

La selección del proveedor para el ISP se realizó por medio del método FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas), en tabla 24 se muestra una comparación entre las empresas proveedoras CNT EP y Netlife. Para esta comparación es necesario tener valores con sus respectivas calificaciones, a continuación se detalla lo mencionado:

- Regular = 1
- Bueno = 2
- Excelente = 3

Tabla24. Comparación entre CNT EP y Netlife.

PROVEEDOR	CNT EP	Netlife
Velocidad	2	3
Costos	2	3
Tecnología	3	3
Cobertura	3	3
Compartición	3	3
Total	13	15

Siendo el valor más alto 15, la empresa Netlife fue la escogida para contratar la salida a internet, estos valores se tomaron de acuerdo a las características mencionadas en el marco teórico.

### 2.2.7 Acceso al proveedor (Tipo de enlace)

De acuerdo a las políticas de instalación de los proveedores seleccionados el método de acceso a internet será por medio de fibra óptica, ya que esta tecnología brinda gran rapidez en transmisión de datos, alcanza largas distancias, puede manejar altas velocidades, etc. En comparación con otras tecnologías como se pudo observar en el marco teórico la fibra óptica es el mejor medio para la conexión con el proveedor.

### 2.2.8 Ancho de banda del ISP para usuarios

Para la consideración del ancho de banda a ofertar por el ISP, se dispondrá inicialmente de 3 planes de internet, los cuales serán; plan básico, plan mejorado y plan ideal. Para realizar el cálculo se estima los porcentajes de aceptación para cada plan que son de 55%, 33%, 22% respectivamente.

Se debe realizar un cálculo estimado por el número de usuarios para conocer el ancho de banda necesario. A continuación se presentan dichos cálculos en las tablas 25, 26 y 27.

Tabla25. Cálculo de ancho de banda plan básico

<b>CÁLCULO DE PLAN DE BASICO</b>	
<b>PLAN BASICO</b>	Velocidad del plan x Usuarios del plan 3072 Kbps x 116 356352 Kbps
<b>TOTAL PLAN BASICO</b>	356 Mbps

Tabla26. Calculo de ancho de banda plan mejorado

<b>CÁLCULO DE PLAN MEJOREADO</b>	
<b>PLAN MEJORADO</b>	Velocidad del plan x Usuarios del plan 5120 kbps x 69 353280 Kbps
<b>TOTAL PLAN MEJORADO</b>	353 Mbps

Tabla27. Cálculo de ancho de banda plan ideal

<b>CÁLCULO DE PLAN IDEAL</b>	
<b>PLAN IDEAL</b>	Velocidad del plan x Usuarios del plan 8192 kbps x 25 204800 Kbps
<b>TOTAL PLAN IDEAL</b>	204 Mbps

Se ha considerado un índice de reuso o compartición de 4 a 1 en el ancho de banda, el resultado se muestra en la tabla 28:

Tabla28. Cálculo de compartición por cada plan

<b>CÁLCULO DE COMPARTICIÓN</b>		
<b>PLAN BASICO</b>	<b>PLAN MEJORADO</b>	<b>PLAN IDEAL</b>
Total plan básico / 8 356 Mbps / 8 44.5 Mbps	Total plan mejorado / 4 353 Mbps / 4 88,25 Mbps	Total plan ideal /2 204 Mbps / 2 102 Mbps

Por lo que el ancho de banda total para el internet sería sumando todos los valores de los planes básico, mejorado e ideal.

$$BW = 44.5 \text{ Mbps} + 88,25 \text{ Mbps} + 102 \text{ Mbps}$$

$$BW = 234,75 \text{ Mbps.} = 235 \text{ Mbps.}$$

### 2.2.9 Ancho de banda a contratar (ISP - Proveedor)

Se deberá conocer el total de ancho de banda a contratar (TA) así como el ancho de banda que se promete a los usuarios (AP).

Su fórmula es:

$$\frac{(TA \times 100\%)}{AP} = \textit{Simultaneidad} \% \quad \textbf{(Ecuación 2)}$$

El índice de simultaneidad no debe descender por debajo del 20%, para evitar problemas en calidad de servicio, ya que esto ocasionaría lentitud en navegación o problemas en el momento de utilizar el internet. (WISPRO, s.f)

Tabla29. Calculo de ancho de banda contratar.

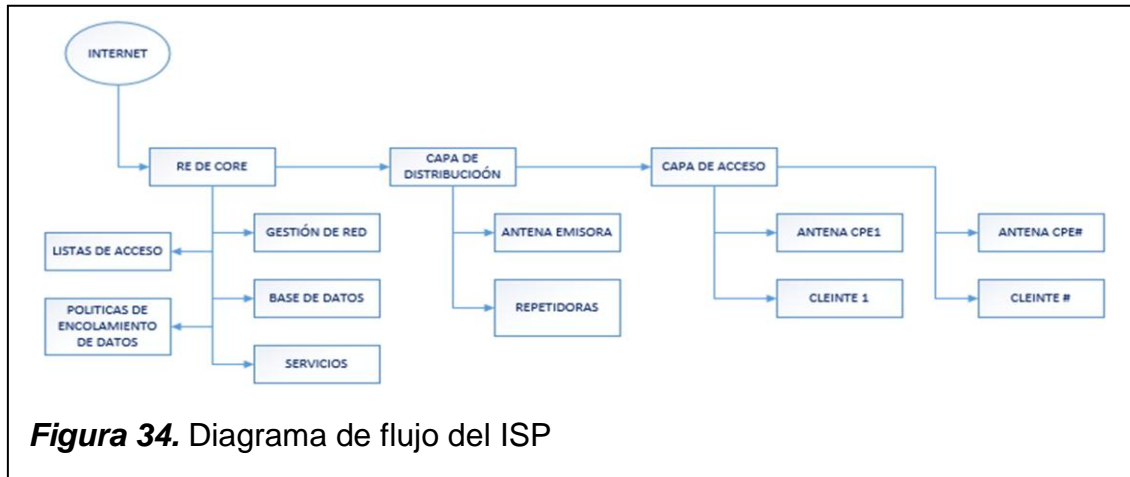
VALORES		CÁLCULO
Ancho de Banda a contratar (TA)	TA	$\frac{TA \times 100\%}{240640} = 20\%$
Ancho de Banda Prometida (AP)	235 Mbps 240640 Kbps	$TA = \frac{20\% \times 240640}{100\%}$ $TA = 48128 \text{ Kbps}$ $TA = 48,12 \text{ Mbps}$

De acuerdo al cálculo realizado en la tabla 29, se necesita contratar 48,12 Mbps para el ISP, por lo que es necesario aproximar a contratar 50 Mbps.

### 2.3 Diseño de red

Todo ISP necesita de un adecuado diseño de red, este debe estar constituido por capa de core, capa de distribución y capa de acceso.

Se debe tener un diagrama de flujo que explique lógicamente la comunicación del ISP por cada capa, en la figura 34 se muestra el procedimiento lógico del ISP.

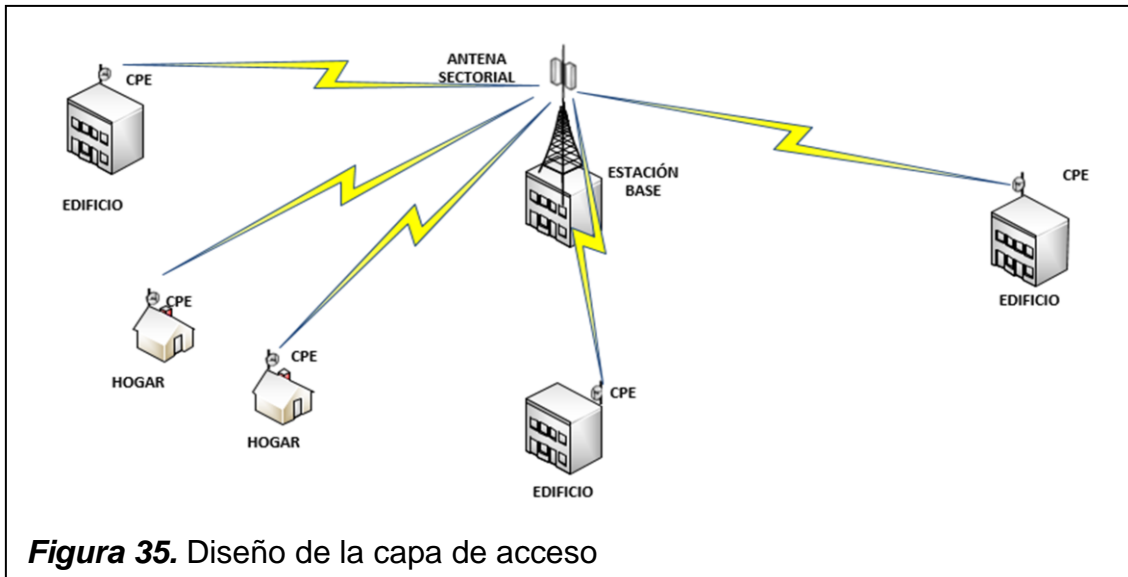


### 2.3.1 Capa de Acceso y distribución

La capa de acceso es la encargada de conectar los dispositivos controlados por los usuarios o dispositivos terminales a la red. Este acceso se puede dar de manera inalámbrica o mediante cable.

Para el proyecto actual se ha seleccionado el modo de acceso mediante medios no guiados (inalámbricos) los cuales permitirán entender una de las opciones sobre el método de acceso y distribución hacia la red.



Esta capa será la encargada de conectar al abonado con la red del ISP, para ello se necesita de antenas receptoras (CPE), que capten la señal emitida por la estación base del ISP, en la figura 35 se muestra una comunicación entre las antenas emisoras y receptoras.



- **Acceso desde el CPE hacia el router home**

El CPE debe estar conectado en la parte externa (outdoor) del abonado, para que exista una buena conexión es recomendable que las antenas estén a la misma altura de las antenas emisoras, es por eso que el CPE estará instalada en las terrazas de los edificios, también deben estar en la misma frecuencia que la antena emisora, en la tabla 30 se muestra una comparación de los equipos CPE.

Tabla30. Comparación de CPE

Características	Mikrotik	Ubiquiti
<b>Imagen</b>		
<b>Modelo</b>	SXT5 - Client	LiteBeam M5
<b>Frecuencia</b>	5 GHz	5 GHz
<b>Ganancia</b>	14 dBi	23 dBi
<b>Polaridad</b>	Dual Vertical, Horizontal	Vertical
<b>Apertura de haz</b>	90°	--

Para este proyecto se escogió la antena Ubiquiti LiteBeam M5, de acuerdo a la información proporcionada por el fabricante:

- Esta antena soporta conexiones punto a punto.
- Tiene un puerto Ethernet (10/100 Mbps) que soporta hasta 150 Mbps en el enlace.
- Tiene una cobertura de al menos 27 km.

Para que el internet llegue al abonado se estableció que una vez que exista comunicación entre CPE con la red del ISP, se conectará con cable UTP (Unshielded twisted pair) para exteriores categoría 5E hasta la acometida del edificio. Donde estará un switch de acceso que distribuirá con cable hacia todos los departamentos como se muestra en la figura 36, y en la tabla 31 se muestra características de switch.



El cable utp categoría 5E cumple con las siguientes características:

- Alcanza velocidades de hasta 1000 Mbps.

- Tiene una distancia máxima de 100 metros para que no exista pérdidas de señal.

Una vez que el cable utp categoría 5E llegue hasta el departamento se instalará un router home de marca TP-Link y modelo TL-WR7421ND, para la propagación del internet hacia el abonado.

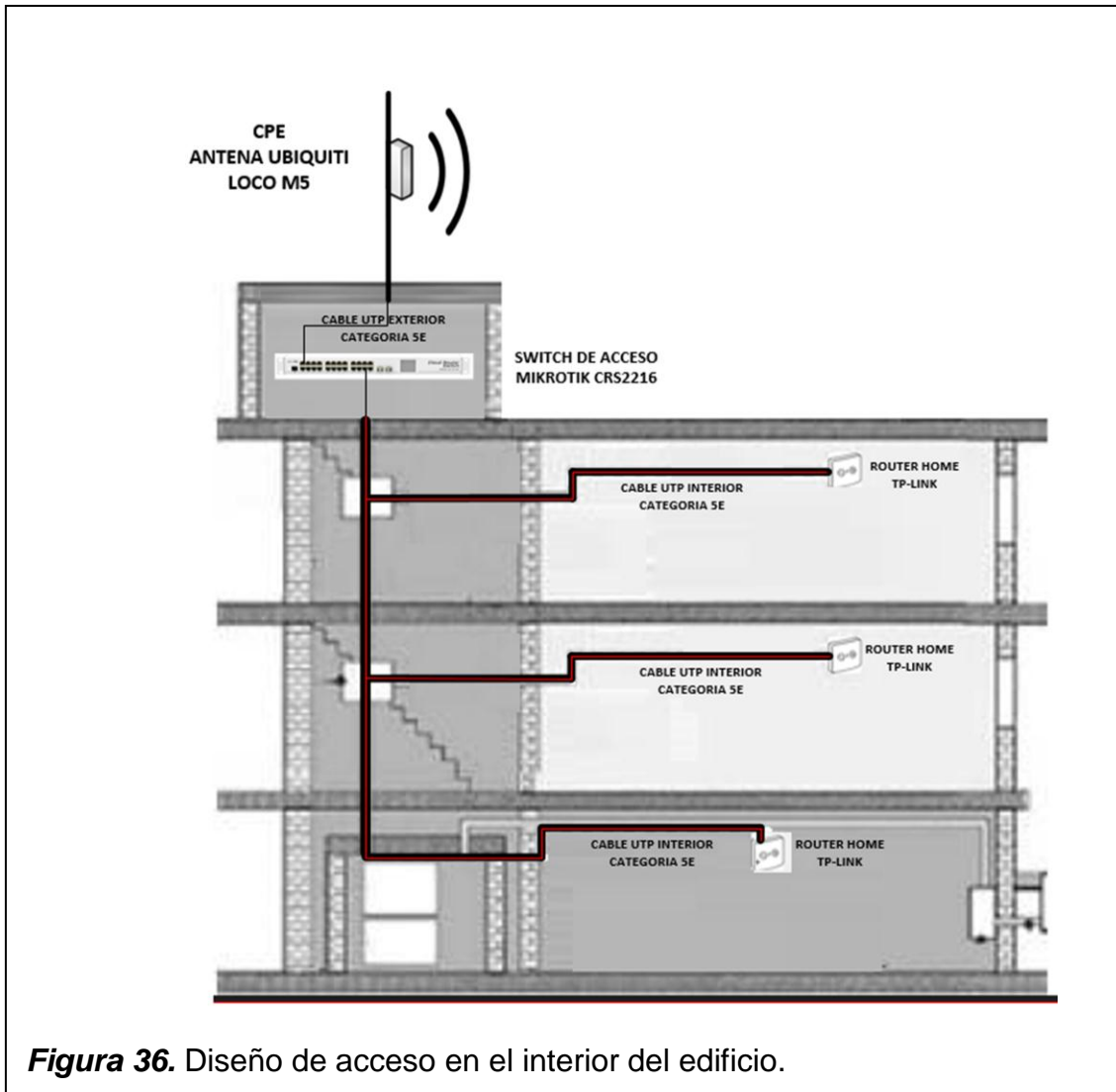
Tabla31. Switch de acceso

Características	Mikrotik	Huawei
<b>Imagen</b>		
<b>Modelo</b>	CRS226-24G-2S+RM	S1700
<b>Numero de puertos</b>	24	24
<b>Capacidad de VLANs</b>	4000	4000
<b>PoE</b>	Si	No
<b>Velocidad de puerto (10/100/1000 Mbps)</b>	Si	Si

Para la compartición de usuarios se utilizara el equipo mikrotik CRS226-24G-2S+RM, este administrará VLAN (Red de área local virtual), las cuales tendrán configurados los accesos dependiendo al plan escogido.

Las antenas emisoras y receptoras escogidas soportan transmisión de vlan, para esto se debe configurar un enlace troncal entre las antenas para que por allí pasen las VLAN creadas por el ISP hasta el abonado.





**Figura 36.** Diseño de acceso en el interior del edificio.

- **Distribución desde la Estación Base (BS) hacia el CPE**

Para el ISP propuesto se instalará antenas sectoriales que van a estar colocadas en la estación base del ISP.

La antena sectorial es:

- Una combinación entre antenas omnidireccionales y antenas direccionales.
- Tiene una apertura de haz mayor que la antena direccional pero menor que la antena omnidireccional.

- Alcanza distancias mayores que la antena omnidireccional pero menores que la antena direccional.

Para tener un alcance óptimo y una cobertura deseada se instalarán 3 antenas, dependiendo de la apertura del haz. Para el ISP se escogió antenas sectoriales de 60° de apertura de haz, como se muestra en la figura 37. En la tabla 32 se puede observar una comparación entre antenas sectoriales.

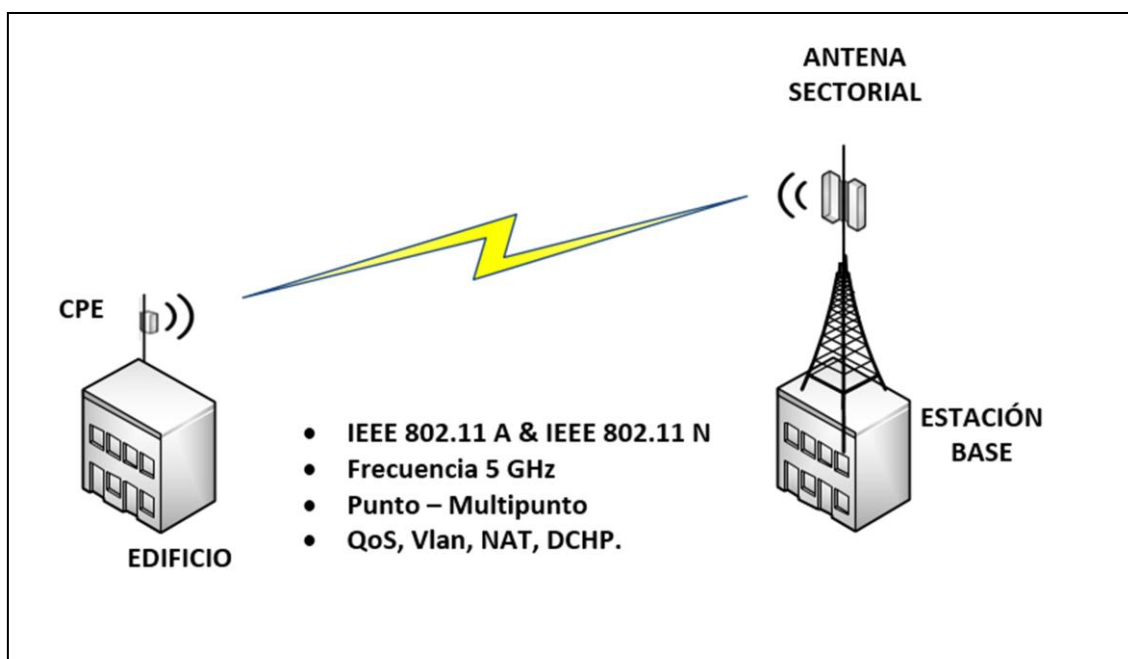





Tabla32. Comparación de antenas sectoriales

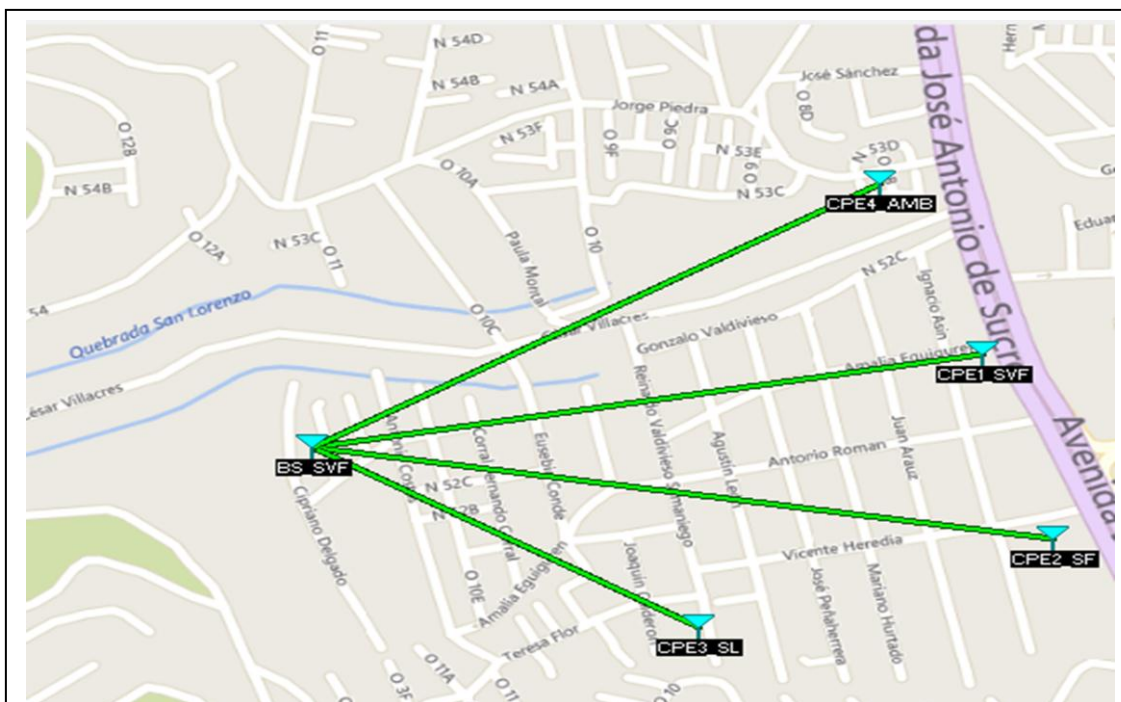
Características	Mikrotik	Ubiquiti	
<b>Imagen</b>			
<b>Modelo</b>	SXT SA5	AM-5AC21-60	Rocket M5
<b>Apertura de haz</b>	90°	60°	-
<b>Frecuencia</b>	5GHz	5GHz	5GHz
<b>Rango de frecuencia</b>	4,92 – 5,92 GHz	5,10 – 5,85 GHz	5,10 – 5,85 GHz
<b>Ganancia de antena</b>	14 dBi	21 dBi	-
<b>Polaridad</b>	Vertical, Horizontal	Vertical, Horizontal	-

Para este proyecto se escogió la antena Ubiquiti AM-5AC21-60: esta antena estará conectada con un equipo Ubiquiti Rocket M5 ya que para el sector escogido se cubrirá un área de 3.7 Km<sup>2</sup>. De acuerdo a la información proporcionada por el fabricante, el dispositivo Rocket M5 soporta:

- Conexiones punto a multipunto.
- Tiene un puerto Ethernet (10/100/1000 Mbps) que soporta hasta 150 Mbps en el enlace.
- Brinda los siguientes servicios NAT, DHCP, Brindging, Routing, etc.
- Controla calidad de servicio (QoS), Vlans y otros.

La estación base va estar ubicada en el edificio Terrena II, entre Cipriano Delgado y Miguel Donoso.

El diagrama de comunicación entre la antena base y las antenas receptoras más alejadas o críticas se observar en la figura 38.

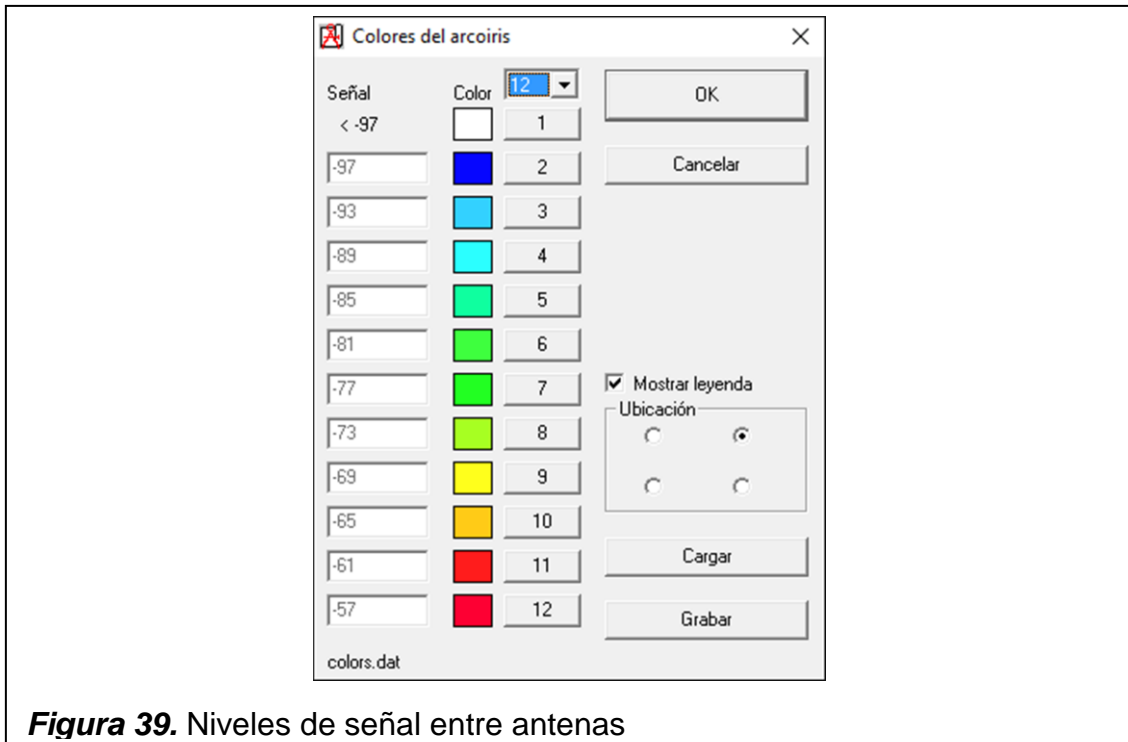


**Figura 38.** Comunicación entre antenas sectoriales y antenas receptoras

Para que no existan fallas de comunicación por interferencias de señal por equipos que se propaguen en la misma frecuencia, se ha establecido:

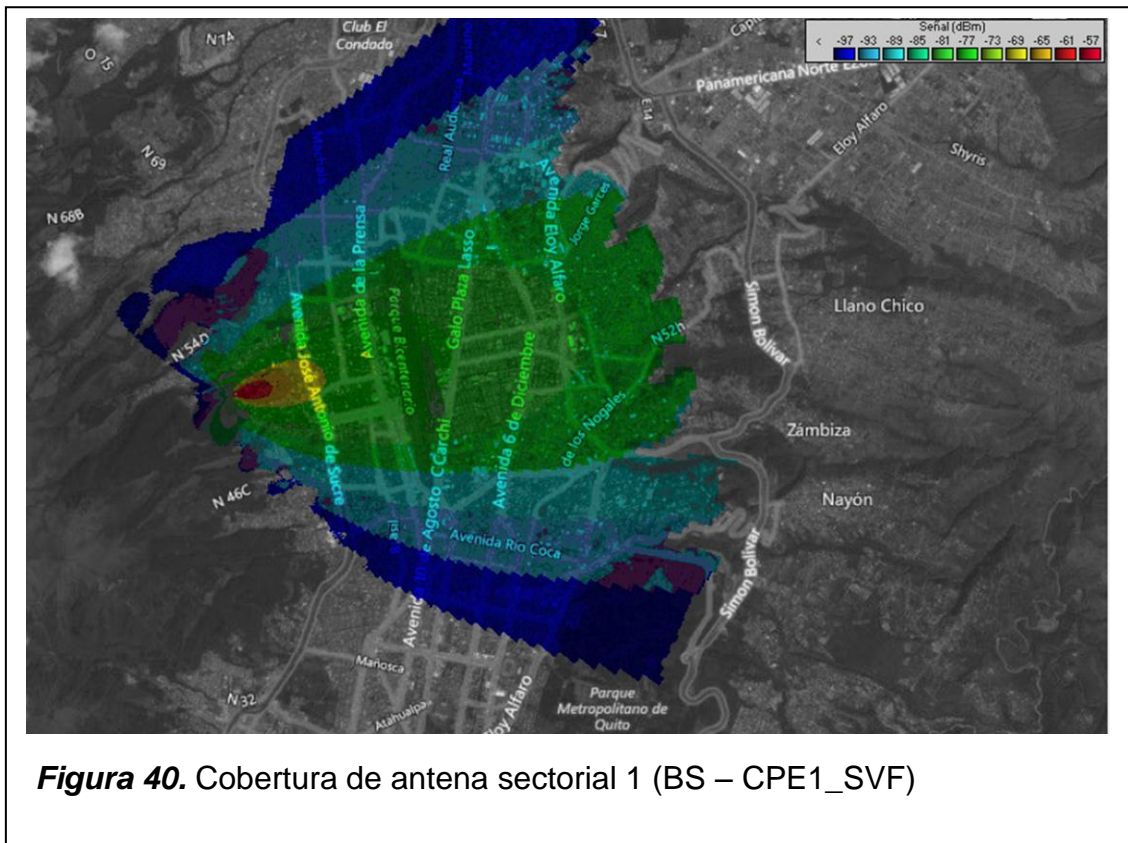
- Para la antena 1 utilice el canal 36 con la frecuencia 5180 MHz.
- Para la antena 2 utilice el canal 40 con la frecuencia 5200 MHz.
- Para la antena 3 utilice el canal 44 con la frecuencia 5220 MHz.

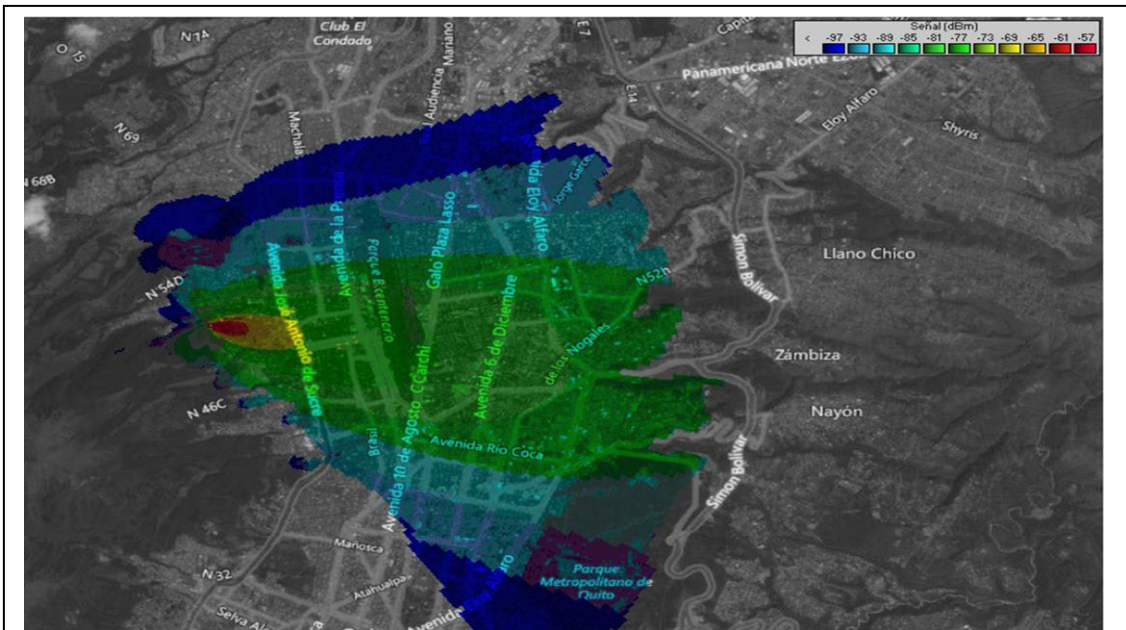
En la figura 39 se muestra los colores y niveles de señal en dbm, para validar la conexión entre antenas emisoras y receptoras.



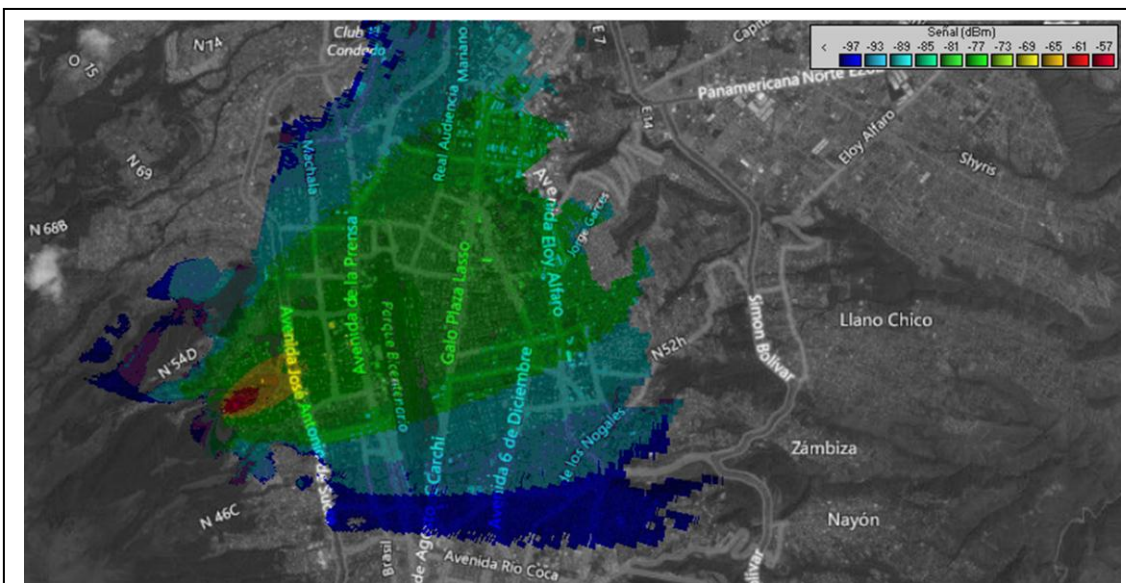
**Figura 39.** Niveles de señal entre antenas

En las figuras 40, 41 y 42 se puede observar la cobertura de las antenas sectoriales individuales en el sector escogido anteriormente.



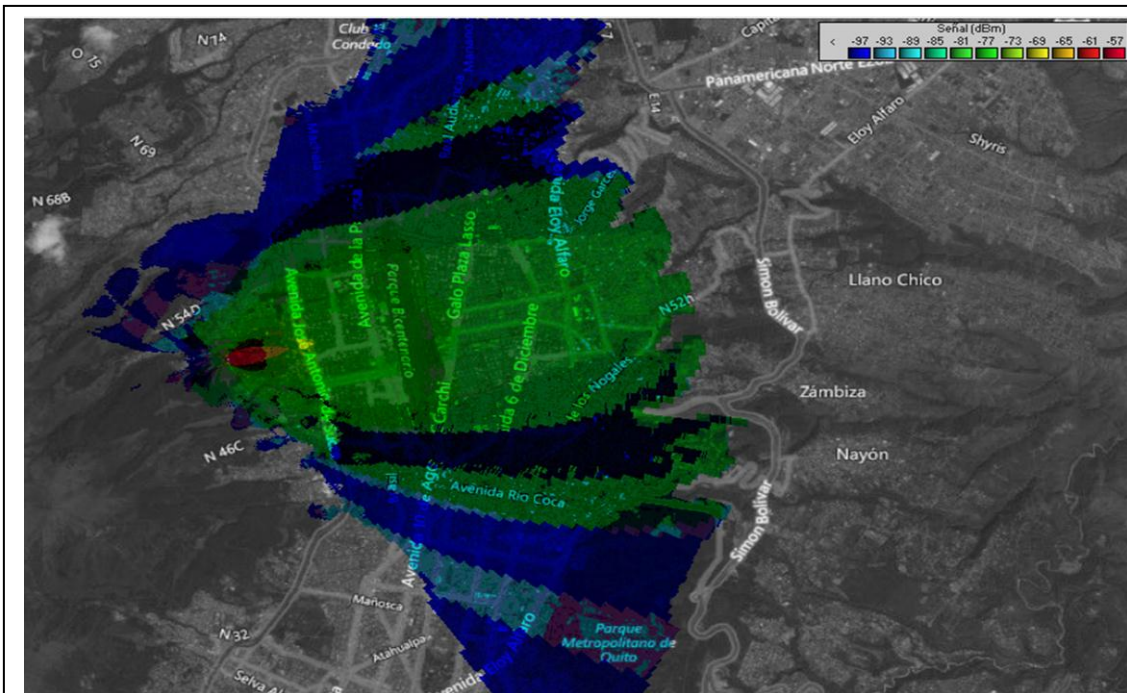


**Figura 41.** Cobertura de antena sectorial 2 (BS – CPE2\_SF)



**Figura 42.** Cobertura de antena sectorial 3 (BS – CPE4\_AMB)

En la figura 43 se valida la cobertura total de los 3 lóbulos propagados por las antenas sectoriales.



**Figura 43.** Cobertura de las 3 antenas sectoriales

Para validar la conexión de las antenas receptoras se graficó la propagación de señal. La sensibilidad de la antena receptora es de -97 dbm, se puede conectar con las antenas emisoras en cualquier lugar donde muestra la gráfica de colores.

Para conocer si es factible la comunicación de las antenas es necesario calcular la pérdida de espacio libre, la zona de Fresnel y el margen de enlace del radio enlace.

- **Perdida de espacio libre**

Para calcular la pérdida de espacio libre se utiliza la siguiente formula.

$$L = 32.4 + 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

d = distancia en km

f = frecuencia en MHz

Se ha tomado la longitud y latitud de las antenas emisoras y antenas receptoras, para que los cálculos no tengan ningún margen error, en la tabla 33 se muestra la información de cada antena.

Tabla33. Longitud y Latitud de antenas

Antena	Longitud	Latitud
Emisora (BS)	78°30'32.36"W	0° 8'41.67"S
Receptora (CPE1_SVF)	78°30'2.55"W	0° 8'36.30"S
Receptora (CPE2_SF)	78°29'59.42"W	0° 8'46.98"S
Receptora (CPE4_AMB)	78°30'7.17"W	0° 8'26.44"S

Se ha calculado la pérdida del espacio libre de acuerdo a las distancias entre las antenas emisoras y las antenas receptoras, en la tabla 34 se muestra dicho cálculo.

Tabla34. Calculo de perdida de espacio libre

Antena	Distancia	Frecuencia	Perdida de espacio libre
BS – CPE1_SVF	0.94 km	5000 MHz	105,84 dB
BS – CPE2_SF	0.91 km	5000 MHz	105,56 dB
BS – CPE4_AMB	1.03 km	5000 MHz	106,63 dB

- **Zona de Fresnel**

Para calcular la zona de fresnel se utiliza la siguiente formula.

$$r = 17,32 \times \sqrt{\frac{d}{4f}} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

d =Distancia en km

f = Frecuencia en GHz

En la tabla 35 se muestra los resultados de acuerdo a la distancia entre los CPEs y la Estación Base.

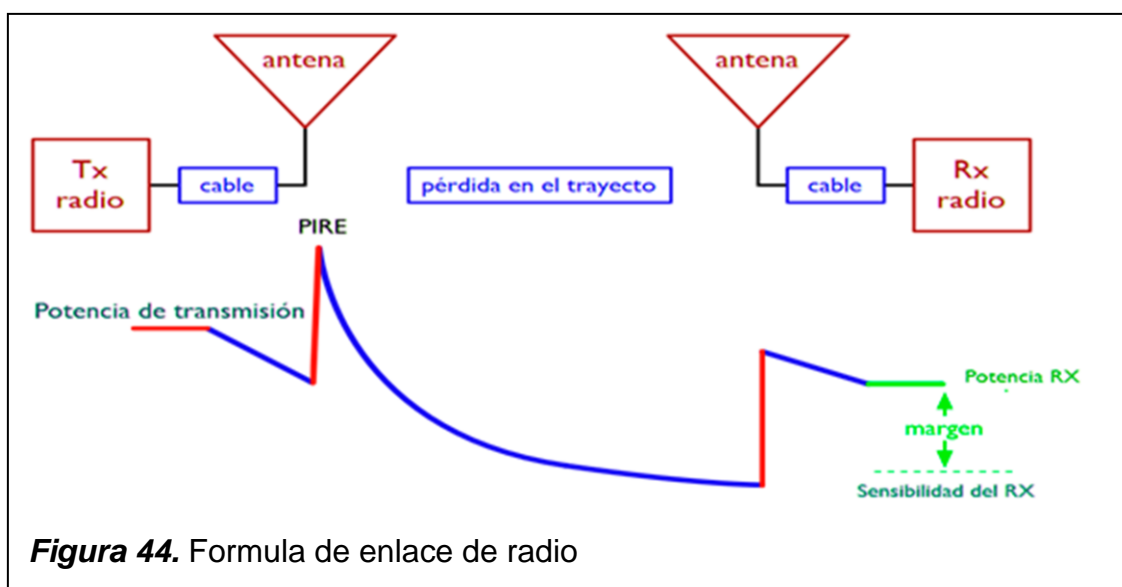


Tabla35. Calculo de la zona de fresnel

Antena	Distancia	Frecuencia	Zona de fresnel
BS – CPE1_SVF	0.94 km	5 GHz	3,75 m
BS – CPE2_SF	0.91 km	5 GHz	3,69 m
BS – CPE4_AMB	1.03 km	5 GHz	3,93 m

- **Radio Enlace**

Para conocer si el enlace entre las antenas es óptimo, el margen del enlace debe alcanzar por lo menos 10 dB, en la figura 44 se muestra el enlace entre antenas.



Para conocer el valor del margen de enlace se necesita conocer los siguientes valores:

- Potencia de transmisión de la antena transmisora
- Ganancia de la antena transmisora
- Pérdida del cable transmisor
- Ganancia de la antena receptora
- Pérdida del cable receptor
- Pérdida del espacio libre
- Sensibilidad del receptor.

En las tablas 36, 37 y 38 se hace el cálculo para cada enlace.

Tabla36. Cálculo de margen en la distancia de 0,39 km

Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia</b> 0,94 km	Potencia de Tx	22 dBm
	Ganancia de la antena Tx	+ 21 dBi
	Pérdida de cable de Tx	-2 dB
	Ganancia de la antena Rx	+ 23 dBi
<b>Frecuencia</b> 5 GHz	Pérdida de cable de Rx	-2 dB
	Pérdida en el espacio libre	-105,84 dB
	Sensibilidad de Rx	--97 dBm
	<b>Margen del enlace</b>	53,16 dB

Tabla37. Cálculo de margen en la distancia de 0,49 km

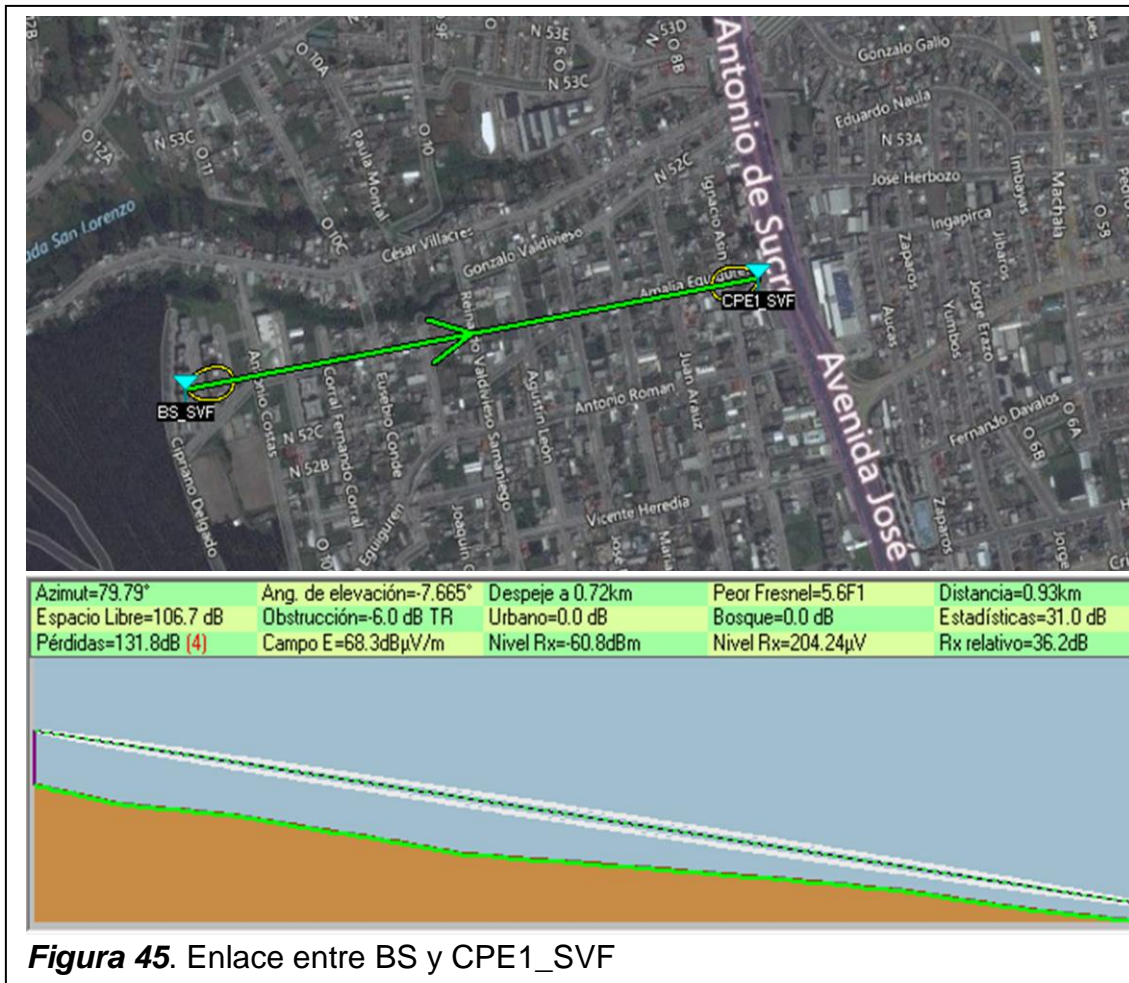
Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia</b> 0,91 km	Potencia de Tx	22 dBm
	Ganancia de la antena Tx	+ 21 dBi
	Pérdida de cable de Tx	-2 dB
	Ganancia de la antena Rx	+ 23 dBi
<b>Frecuencia</b> 5 GHz	Pérdida de cable de Rx	-2 dB
	Pérdida en el espacio libre	-105,56 dB
	Sensibilidad de Rx	--97 dBm
	<b>Margen del enlace</b>	53,44 dB

Tabla38. Cálculo de margen en la distancia de 0,15 km

Datos	Elementos	Valores
<b>Distancia</b> 1,03 km	Potencia de Tx	<b>22 dBm</b>
	Ganancia de la antena Tx	+ 21 dBi
	Pérdida de cable de Tx	-2 dB
	Ganancia de la antena Rx	+ 23 dBi
<b>Frecuencia</b> 5 GHz	Pérdida de cable de Rx	-2 dB
	Pérdida en el espacio libre	-106,63 dB
	Sensibilidad de Rx	--97 dBm
	<b>Margen del enlace</b>	<b>52,37 dB</b>

Para conocer si los enlaces entre las antenas sectoriales con los CPEs van a funcionar existen diferentes programas que simulan la propagación del enlace, en este caso se utiliza el programa radio mobile.

En las figuras 45, 46 y 47 se muestra los enlaces de la estación base con los diferentes puntos seleccionados para colocar los CPE.





**Figura 46.** Enlace entre BS y CPE2\_SF



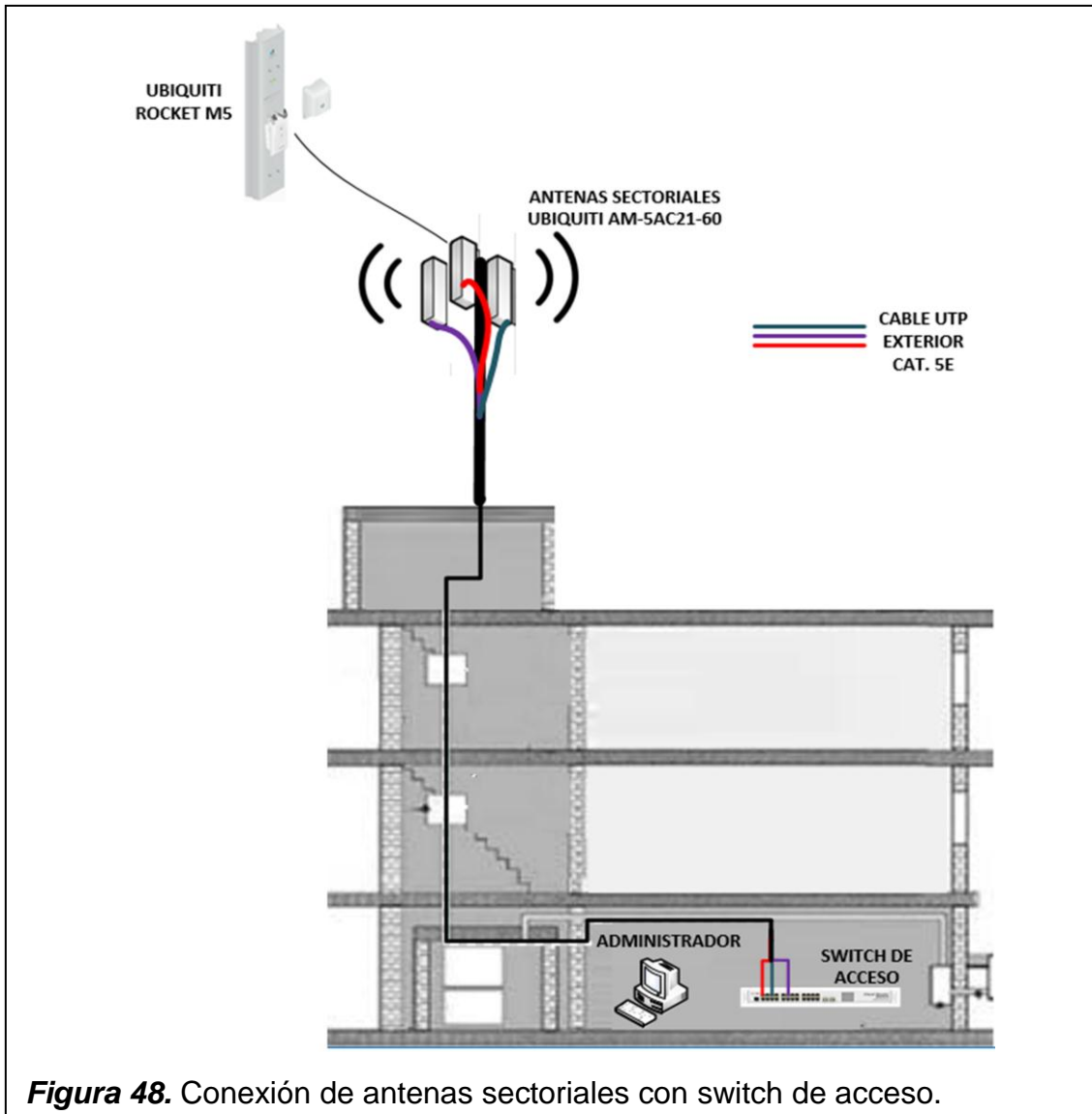
**Figura 47.** Enlace entre BS y CPE4\_AMB

Como se puede observar en todos los enlaces seleccionados son óptimos para la emisión y recepción de la señal en el sector propuesto.

### 2.3.2 Capa de Core

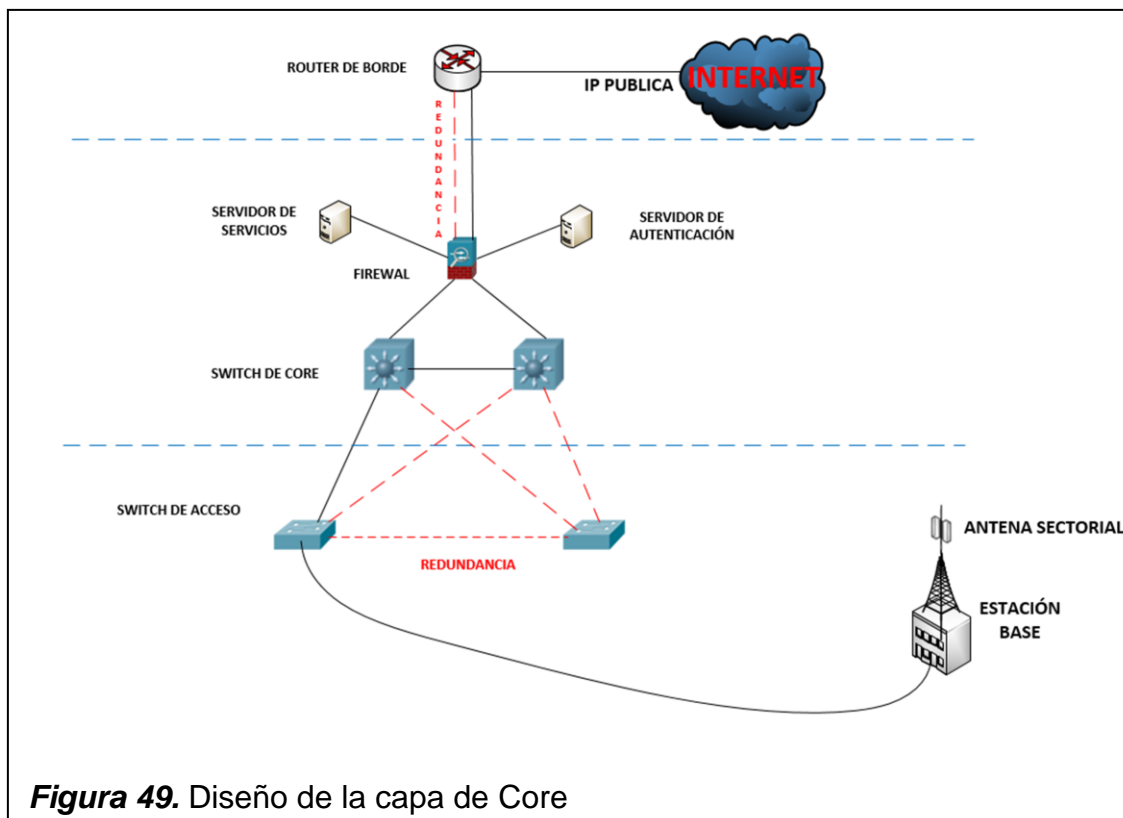
La capa de Core es también conocida como el núcleo de la red, su función es manejar el tráfico lo más rápido posible, es decir se encarga de transportar grandes cantidades de tráfico de manera confiable y veloz.

Para este proyecto existirá una conexión entre las antenas sectoriales ubiquiti mediante cables utp exterior categoría 5E que van a estar conectadas hacia el switch de acceso del ISP. Cada cable utp va estar conectado a una antena diferente y a diferentes puertos del switch como se muestra en la figura 48.



**Figura 48.** Conexión de antenas sectoriales con switch de acceso.

En la figura 49 se muestra un diseño general de la capa de Core, con los equipos activos que van a utilizar en el ISP propuesto.



Para el acceso a Internet se va a utilizar un enlace de fibra óptica desde el ISP hasta el proveedor. En el sector existen varios proveedores, pero de acuerdo a las características tecnológicas que se ha determinado anteriormente el enlace se va a hacer con Netlife Corporativo.

En la red de Core se configura la comunicación del ISP hacia la salida de internet, para esta comunicación se nombrará varios factores:

### 2.3.2.1 Equipos seleccionados para red de Core

Para la selección de equipos en la red de Core se realizara una descripción de las caracterices que cumplan para el correcto funcionamiento del ISP.

A continuación se nombra cada uno de ellos:





- **Dispositivo de borde**

El router de borde (enrutador de borde) es un equipo que se conecta a diferentes redes internas, debe manejar LSDB (Base de datos del estado de enlace) para conocer con que equipos se está conectando.

Este equipo representa el punto de salida de cada red interna, lo que significa que para el paso de información de una red a otra debe pasar necesariamente por el router de borde.

Una función adicional de este dispositivo es la conexión con la empresa proveedora, también es el encargado de direccionar el tráfico generado por la red de acceso hacia el internet y la red de servidores, en otras palabras asegura el enrutamiento de paquetes determinando la mejor ruta que deba tomar, tanto con la conectividad externa, como con la conectividad hacia la red interna del ISP, en la tabla 39 se puede observar una comparación de características de los routers.

Tabla39. Equipos de Router



CARACTERÍSTICAS/ MARCA	CISCO	MIKROTIK
<b>IMAGEN</b>		
<b>Modelo</b>	7200	CCR1016-12G
Conectividad LAN	✓	✓
Conectividad WAN	✓	✓
LSDB	✓	✓
NAT	✓	✓
TCP/IP, RIP-2, OSPF, BGP	✓	✓
IEEE 802.1Q VLAN	✓	✓
Administración de tráfico	✓	✓

Al validar las características de estos equipos se ha escogido el router Mikrotik CCR1016-12G ya que cumple con las necesidades del ISP, además soporta tráfico de millones de paquetes por segundo siendo su características principal además de su precio para la selección del mismo.

- **Firewall**

El firewall es el dispositivo de seguridad encargado de bloquear cualquier tipo de ataque externo e interno hacia la red, en la tabla 40 se puede observar una comparación de características básicas de firewall.

Tabla40. Equipos Firewall

CARACTERÍSTICAS/ MARCA	CISCO	ZIXEL
<b>IMAGEN</b>		
<b>Modelo</b>	ASA 5505	WALL USG60W
Máximo rendimiento	150 Mbps	1000 Mbps
Paquetes por segundo	85,000	40,000
Soporte IPSEC, VPN, SSL	Si	No
Licenciamiento por año	No	Si



El equipo seleccionado es el cisco ASA 5505 ya que cumple con las necesidades del ISP y adicional no se necesita un licenciamiento por año.

- **Switch de Core**

El switch de Core (conmutador de Core) es utilizado en el núcleo de grandes redes, tienen conexiones con switches de jerarquía inferior, servidores, routers.

Su característica principal con otros switches es que soporta características de nivel 3 como el enrutamiento IP, en la tabla 41 se puede observar una comparación de características básicas del switch.

Tabla41. Equipos Switch de Core

CARACTERÍSTICA	CISCO	MIKROTIK
<b>IMAGEN</b>		
<b>Modelo</b>	WS-C3560V2-24TS-S	CRS226-24G-2S+RM
Puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps	<b>X</b> (Hasta 100 Mbps)	✓
Nivel 3 (enrutamiento)	✓	✓
VLAN, Spanning Tree, STP, IEEE 802.1d, ACL	✓	✓
Administración de tráfico	✓	✓



El equipo seleccionado es el Mikrotik CRS226-24G-2S+RM ya que cumple con las necesidades del ISP y adicional dispone de un puerto de conexión de fibra óptica.

- **Switch de distribución**

El switch de distribución es el equipo encargado de recopilar los datos de los abonados de acceso y enviar al switch de Core.

Es necesario administrar el ancho de banda por medio de VLANs para que este no sea consumido de forma innecesaria, en la tabla 42 se puede observar una comparación de características básicas del switch.

Tabla 42. Comparación de switch

CARACTERÍSTICA	CISCO	Mikrotik
<b>IMAGEN</b>		
<b>Modelo</b>	2960S	CRS226-24G-2S+RM
Puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps	✓	✓
Port Trunking	✓	✓
VLAN, Spanning Tree Protocol STP, IEEE 802.1d, ACL	✓	✓
Administración de tráfico	✓	✓

El equipo seleccionado es el Mikrotik CRS226-24G-2S+RM ya que cumple con las necesidades del ISP, para inicialización del proyecto se escoge la marca Mikrotik debido al costo para la implementación.

- **Redundancia**

En una red es recomendable tener conexiones redundantes para la confiabilidad de la misma, su conexión es por medio de enlaces físicos entre dispositivos.

Su función es impedir el fallo de la red, se debe administrar varias rutas para que no existan bucles en la capa 2 (enlace de datos).

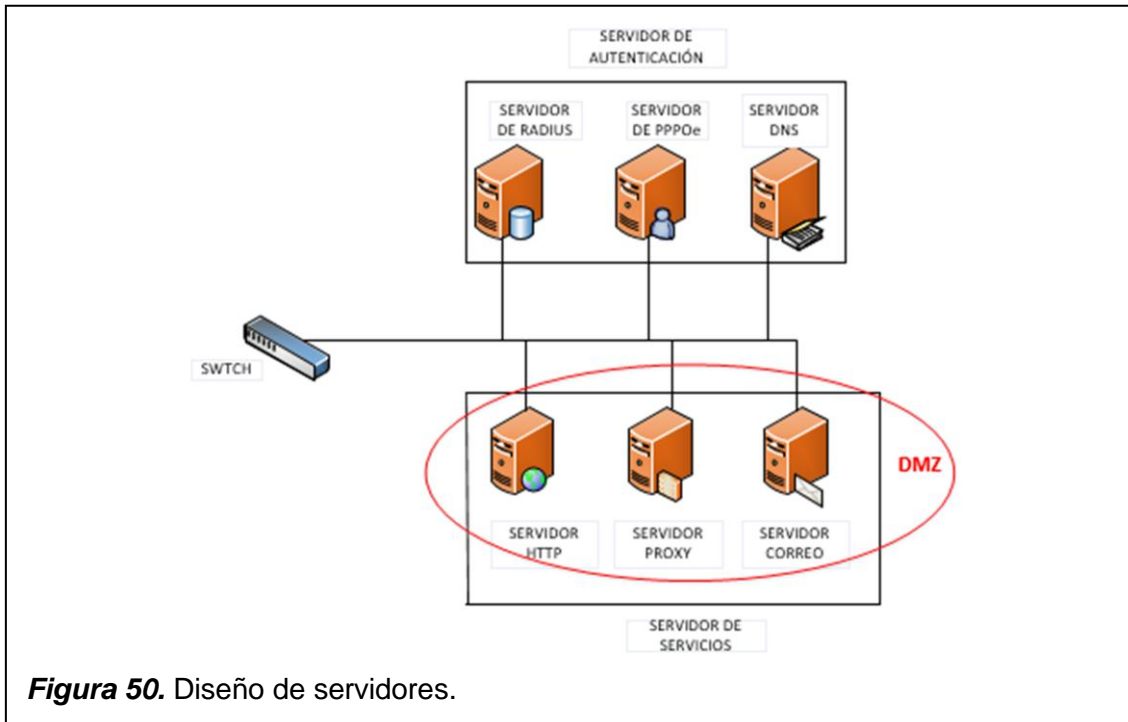
Se debe elegir la mejor ruta y tener una ruta alternativa en caso de que la ruta principal presente problemas de tráfico.

- **Servidores**

Los servidores son diferentes a los computadores normales debido a que mejoran notablemente la rentabilidad con respecto a sistemas operativos, estos equipos son capaces de habilitar múltiples accesos a usuarios así como optimizar múltiples tareas. Los servidores cuentan con ciertas características fundamentales con respecto a fiabilidad, rendimiento y escalabilidad.

Para el funcionamiento del ISP es necesario tener un diseño lógico de la red de servidores. No es recomendable utilizar uno solo servidor para todos los servicios que se desea brindar. Se ha dividido en dos servidores, el primero es el encargado de validar el acceso a los usuarios y el segundo tiene los servicios que ofrece el ISP.

También se debe crear una zona desmilitarizada (DMZ) para que cualquier abonado puede acceder desde la red de acceso. En la figura 50 se muestra el esquema de la red de servidores.



**Figura 50.** Diseño de servidores.

Para la selección de servidores es necesario conocer los requisitos mínimos de un servidor Linux. En la tabla 43 se indica a continuación los requisitos básicos de un servidor. (IBM Knowledge Center, s.f)

Tabla43. Requisitos mínimos para servidor Linux.

Tipo de hardware	Requisitos de hardware
<b>Hardware</b>	Un procesador AMD64 o Intel EMT-64
<b>Espacio de disco</b>	<p>Los siguientes valores mínimos de espacio en disco:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 512 MB para el directorio <code>/var</code></li> <li>• 4 GB para el directorio de instalación</li> <li>• 2 GB para el directorio <code>/tmp</code></li> <li>• 300 MB para el directorio <code>/usr</code></li> <li>• 2 GB en el directorio padre</li> <li>• 2 GB para el área de recursos compartidos</li> </ul> <p>Puede que sea necesario disponer de bastante más espacio en disco para la base de datos y los archivos de registro. El tamaño de la base de datos depende del número de archivos de cliente que deben almacenarse y de cómo los gestiona el servidor.</p>
<b>Memoria</b>	<p>Los siguientes valores mínimos para la memoria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 GB.</li> <li>• 16 GB si utiliza la eliminación de datos duplicados</li> <li>• Con 32 GB o más se mejora el rendimiento del inventario de bases de datos del servidor.</li> </ul>

Para poder estimar los servidores del ISP se tomó como referencia los requisitos de la tabla 43. El proyecto planteado inicialmente tendrá 210 usuarios como se indicó anteriormente, con este dato se planteara un dimensionamiento de los servidores.

Para la estimación de los servidores se tomó como referencia los servidores existentes en la Universidad de las Américas. Se conversó con el administrador de los mismos el ingeniero Henry Padilla, dando como resultado los siguientes datos monitoreados.

Para el servidor HTTP se estima que con 2 GB de Ram con 1 procesador de 2 Core (núcleo) abastece el servicio hasta 200 usuarios, en la tabla 44 se indica el valor requerido para 400 usuarios.

Tabla44. Servidor HTTP

SERVIDOR HTTP	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 4 Core
Memoria	4 GB
Espacio de disco	50 GB Sistema Operativo, 50 GB Web, 20 GB Logs

Para el servidor de correo se estima que con 4 GB de ram, 1 procesador de 2 Core y 100 GB para buzón abastece el servicio hasta 200 usuarios, en la tabla 45 se indica el valor requerido para 400 usuarios.

Tabla45. Servidor de Correo

SERVIDOR CORREO	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 4 Core
Memoria	8 GB
Espacio de disco	80 GB Sistema Operativo, 200 GB de buzón, 20 GB Logs y temporales

Para el servidor de DNS se utiliza los requerimientos básicos de instalación ya que este se encarga de transformar las direcciones ip a los nombres de las páginas web, en la tabla 46 se indica los valores.

Tabla46. Servidor DNS

SERVIDOR DNS	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 4 Core
Memoria	2 GB
Espacio de disco	50 GB Sistema Operativo, 30 GB Logs.

Para el servidor de proxy se estima que con 8 GB de ram, 1 procesador de 4 Core abastece el servicio hasta 200 usuarios, en la tabla 47 se indica el valor requerido para 400 usuarios.

Tabla47. Servidor de Proxy

SERVIDOR PROXY	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 6 Core
Memoria	10 GB
Espacio de disco	100 GB Sistema Operativo, 50 GB de cache, 20 GB Logs y temporales

Para el servidor de base de datos se estima que con 4 GB de ram, 1 procesador de 4 Core abastece el servicio hasta 200 usuarios, en la tabla 48 se indica el valor requerido para 400 usuarios.

Tabla48. Servidor de Base de datos

SERVIDOR PROXY	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 4 Core
Memoria	4 GB
Espacio de disco	80 GB Sistema Operativo, 50 GB de base de datos, 80 GB Logs y transacciones

Para el servidor de radius se utiliza los requerimientos básicos de instalación ya que este se encarga de la administración de los usuarios, en la tabla 49 se indican los valores.

Tabla49. Servidor radius

SERVIDOR RADIUS	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 2 Core
Memoria	4 GB
Espacio de disco	80 GB Sistema Operativo, 60 GB Logs y temporales

Para el servidor de PPOE se utiliza los requerimientos básicos de instalación ya que este se encarga del direccionamiento ip hacia los usuarios, en la tabla 50 se indican los valores.



Tabla50. Servidor PPOE

SERVIDOR PPOE	
Tipo de hardware	Requisitos de hardware
Hardware	1 procesador de 2 Core
Memoria	2 GB
Espacio de disco	80 GB Sistema Operativo, 20 GB Logs y temporales

Para este tema no se recomienda utilizar un solo servidor físico para todo lo mencionado anteriormente. Se ha dividido en 2 servidores físicos que van a tener servidores virtualizados, el primer servidor servirá para la autenticación y el segundo servidor brindará los servicios del ISP.

Para conocer el tamaño de los servidores es necesario sumar la memoria ram, Core y el espacio del disco duro, en las tablas 51 y 52 se muestran los cálculos.

Tabla51. Cálculo del servidor de autenticación

SERVIDOR AUTENTICACION			
	Memoria Ram (GB)	Core (GB)	Disco Curo (GB)
<b>DNS</b>	2	2	80
<b>BASE DE DATOS</b>	4	4	200
<b>RADIUS</b>	4	2	140
<b>PPOE</b>	2	2	100
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>520</b>


Tabla52. Cálculo del servidor de servicios.

SERVIDOR DE SERVICIOS			
	Memoria Ram (GB)	Core (GB)	Disco Curo (GB)
<b>HTTP</b>	4	4	120
<b>CORREO</b>	8	4	200
<b>PROXY</b>	10	6	200
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>520</b>

Se debe tomar en cuenta que los servidores físicos van a virtualizar otros servidores por lo que se recomienda aumentar 8 GB de ram a cada servidor.

Con los datos obtenidos se buscó que servidores soportan las características antes mencionadas, la marca seleccionada es IBM y Lenovo. En la tabla 53 se puede observar las características del equipo.(LENOVO, s.f)

Tabla53. Servidor IBM

CARACTERÍSTICA / MARCA	HEWLETT- PACKARD
<b>IMAGEN</b>	
<b>Modelo</b>	Lenovo System x3500 M5 5464G2U
<b>Procesador</b>	Intel Xeon E5-2650 V3 – 2.3 GHz
<b>Core</b>	10 núcleos
<b>Socket</b>	2
<b>Ram</b>	16 GB instalados soporta hasta 768 GB
<b>Disco</b>	9.6TB
<b>Ethernet</b>	1 GB con 4 puertos

Una vez seleccionado todos los equipos necesarios para el ISP, se muestra el diseño completo de la red en la figura 51.

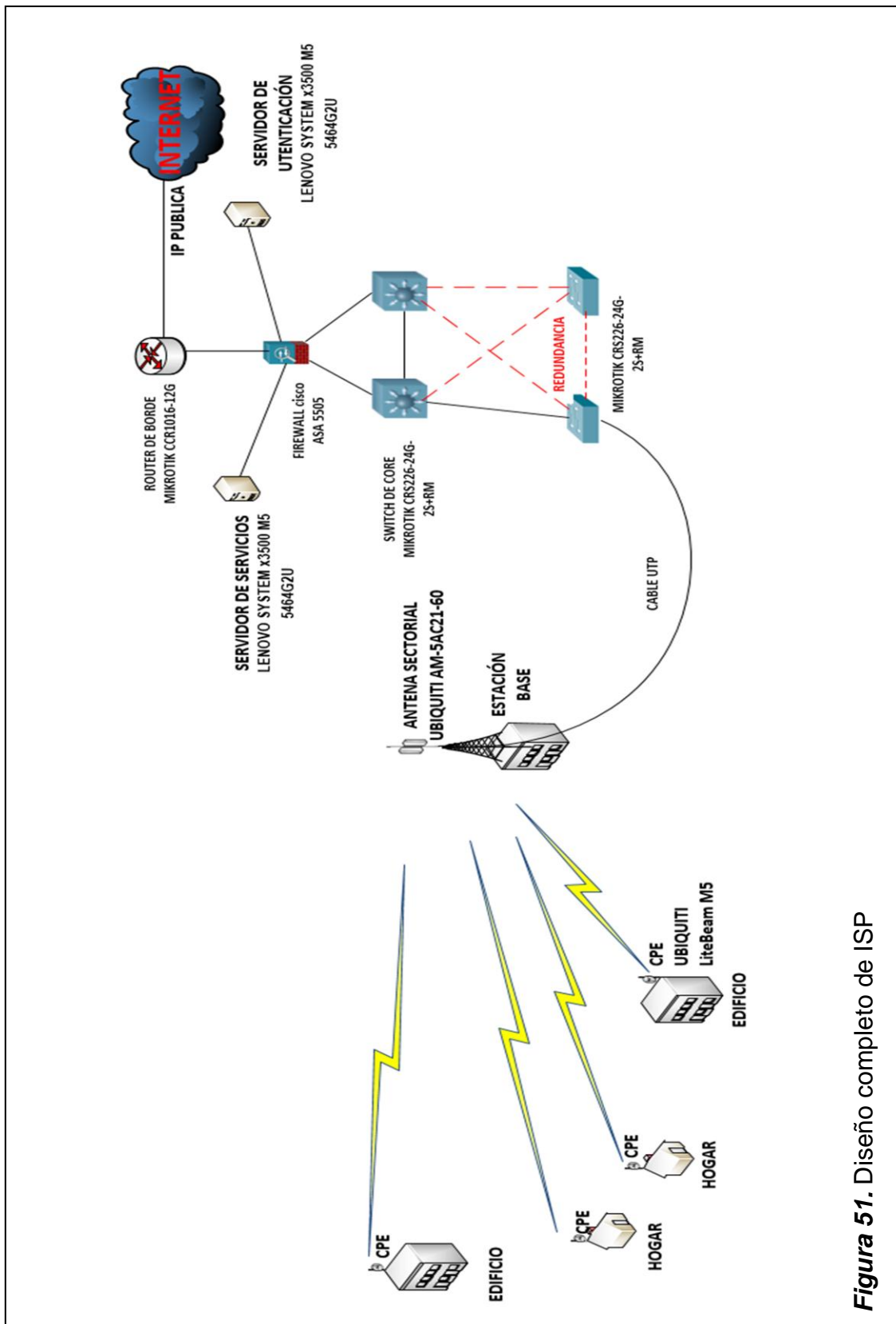


Figura 51. Diseño completo de ISP

### 2.3.2.2 UPS

El UPS (Sistema de alimentación ininterrumpida) está compuesto por baterías almacenadoras de energía, estas baterías proporcionan energía por un tiempo limitado, cuando existe alguna supresión de energía eléctrica a los equipos conectados.

Para el diseño propuesto se consideró a la empresa Firmesa como proveedor directo de los equipos UPS, en donde se recomienda para el ISP el equipo COMPUTER POWER – SERIE VT.

El mismo cumple con los requerimientos del ISP como se muestra en la tabla 54, ya que su capacidad es de 6000 VA por batería y este dispone de 3 baterías en su totalidad, lo cual cubre el requerimiento solicitado. Adicional a esto cubriría el tiempo estimado aproximado 5 horas. (Firmesa, s.f)

Tabla54. Consumo máximo de energía eléctrica por equipo.

UPS			
EQUIPOS	CANTIDAD	FUENTE DE ENERGIA	VOLTIO AMPERIO (VA)
ROUTER DE BORDE	1	30	30
SWITCH DE CORE	1	24	24
SWITCH DE SERVIDORES	1	24	24
SWITCH DE DISTRIBUCION	2	24	48
SERVIDORES	2	750	1500
HORA		1626	
ESTIMACION DE 8 HORAS		13008	

### 3. SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO

Luego del diseño planteado es importante, dentro de un sistema de telecomunicaciones, poder utilizar la mayor parte de herramientas que existen para predecir el comportamiento de la red en forma precisa.

Es así que hoy en día existen sistemas computacionales que con características básicas pueden simular el macro de un proyecto como el que se propone.

Para la selección del sistema operativo Open Source se comparó las características, su utilización, etc. De igual forma se utilizó el método FODA, para ello se debe distribuir valores con calificación, como se muestra a continuación:

- Regular = 1
- Bueno = 2
- Excelente =3

En la tabla 55, se muestra las calificaciones para cada sistema Open Source.

Tabla55. Método FODA para selección de sistema operativo

Sistemas Operativos	Centos	Debian	Ubuntu
Utilización	3	2	2
Manejo empresarial	3	1	2
Desempeño de proceso	3	1	2
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Al ser este un proyecto para empresas pequeñas o medianas que utilicen sistemas operativos de código abierto, Centos 6 es un sistema que tiene un

entorno más empresarial, robusto y confiable. A diferencia de los demás sistemas como Ubuntu, Debian, etc. que son más utilizados para uso personal.

En esta sección se simula el funcionamiento del proyecto utilizando un servidor que representa el Core del ISP. Este equipo dispone del sistema operativo Centos 6, así como de los diferentes paquetes que permiten el control de los servicios de un ISP. Para esto se detalla los servicios que brinda el diseño propuesto a continuación:

- Control de ancho de banda.
- Firewall: Cortafuegos.
- NAT (Network Address Translation): Traduce direcciones de red.
- Servidores de correo, web, FTP.

Para la implementación del prototipo de la red corporativa se utilizarán los equipos que se detallan en la tabla 56.

Tabla56. Equipos para la implementación del prototipo.

RECURSO	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
<b>Desktop</b>	Procesador Intel 3 <sup>o</sup> generación Core i3 ULV Memoria Ram 3GB. Disco Duro 600 Gb. DVDROM	Instalación de servidor Centos6 y paquetes de servicios
<b>Laptop</b>	Procesador Intel Core i5 Memoria Ram 8GB Mb. Disco Duro 500 Gb. DVDROM, Puertos USB 2.0	Equipo cliente
<b>Switch capa 2 D-Link</b>	No administrable, capacidad de 8 puertos Ethernet, Velocidad hasta 1000 Mbps	Distribución de red

### 3.1 Implementación del Servidor

Para la implementación del servidor principal, se ha utilizado el Sistema Operativo Centos6 que como se indicó con anterioridad es una distribución de Linux y presenta las siguientes características:

- Configuración de interfaces de red.
- Administración de usuarios del sistema.
- Monitoreo y control de ancho de banda.
- Servidor de correo
- Firewall y NAT
- Proxy.
- Servidor DHCP, Web, DNS

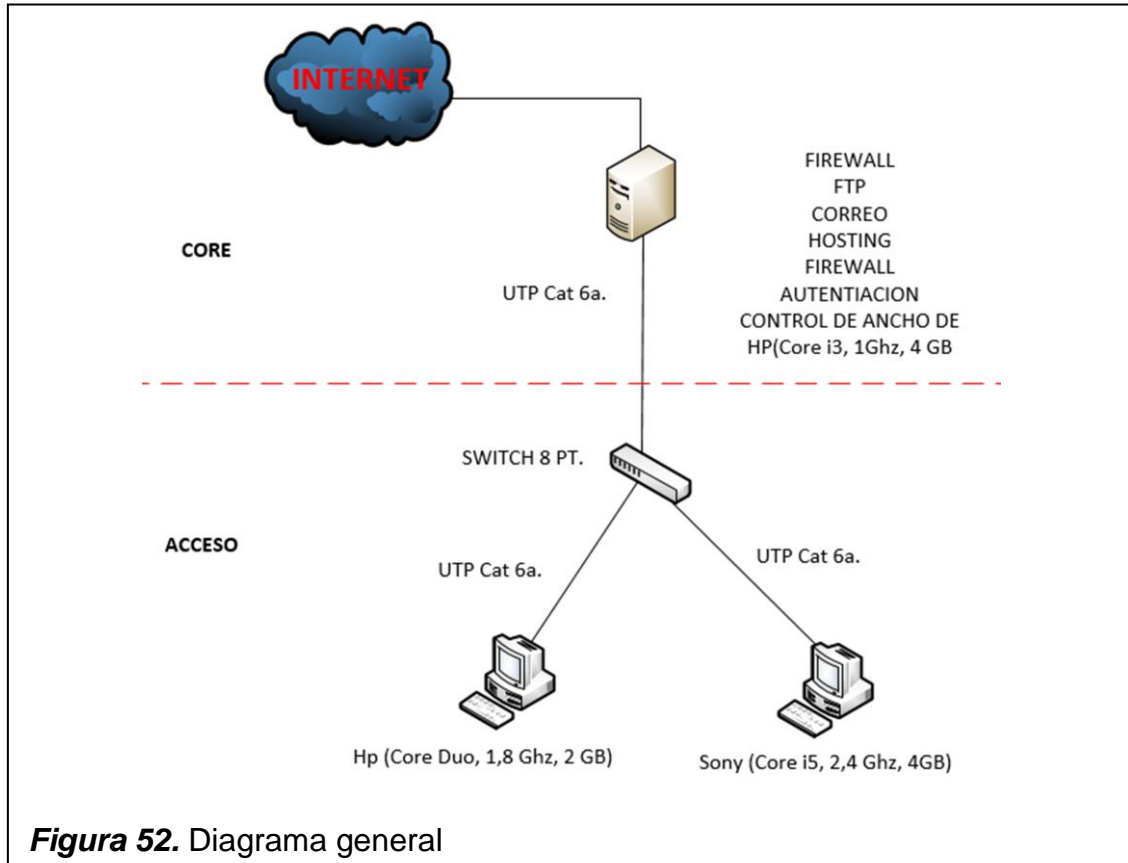
A su vez maneja distintos paquetes operativos para el funcionamiento de las características nombradas:

- FIREWALL: iptables-1.4
- HTTP: httpd-2.2
- BASE DE DATOS: mysql-server-5.1
- PPPOE: rp-pppoe-3.10
- RADIUS: freeradius-2.2
- PROXY: squid-3.1
- DNS: bind-9.8
- CORREO: Postfix

Este software fue seleccionado debido al análisis de sistemas operativos en el mercado ya que dispone de la mayoría de servicios para un ISP, dispone de soporte en casos de fallas.

A continuación se describe cada uno de los paquetes anteriores y su funcionamiento dentro del prototipo.

Es necesario conocer un esquema lógico y físico del prototipo propuesto. En la figura 52 se presenta lo antes mencionado.



En figura 53 se puede observar un diagrama de flujo del funcionamiento de cada servicio y paquete que controla el prototipo.



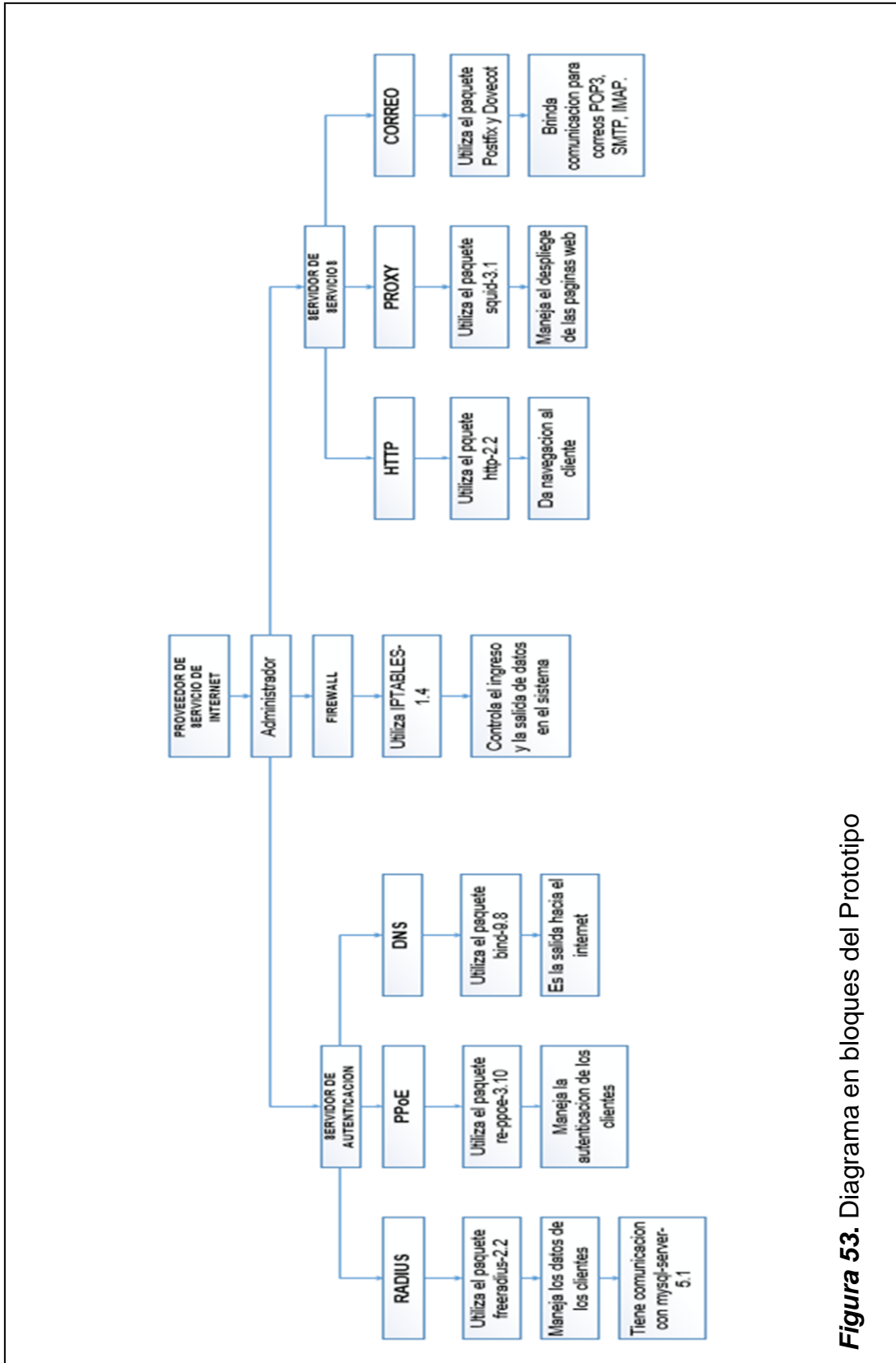


Figura 53. Diagrama en bloques del Prototipo

Para el funcionamiento el prototipo estará compuesto por un servidor de autenticación y servicios, a continuación se describe cada uno de ellos.

### 3.1.1 Servidor de Autenticación

El servidor de autenticación está conformado por los servicios de PPOE, Radius y DNS. Estos son los encargados de registrar a los usuarios con los planes escogidos y en distribuir el acceso al internet

#### 3.1.1.1 PPOE

El PPOE (Protocolo Punto a Punto sobre Ethernet) es un servicio que registra y valida a los usuarios, este también asigna una IP para el acceso a internet. En tabla 57 se muestra las características de este servicio.

Tabla 57. Características PPOE

Sistema Operativo	Paquetes	Características
Centos 6	rp-ppoe-3.10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encapsula la información</li> <li>• Permite la autenticación del usuario.</li> <li>• Asigna ip la usuario</li> </ul>

#### 3.1.1.2 Radius

El Radius es un servicio de autenticación y autorización que permite el acceso a la red, para el uso de las aplicaciones. Este tiene conexión directa con base de datos Mysql. Su funcionamiento es analizar la solicitud del usuario y si la información es correcta este permite el acceso a la red. En la tabla 58 se muestra las características de este servicio.

Tabla58. Características de Radius y MySql

Sistema Operativo	Paquetes	Características
Centos 6	FreeRadius, MySql-server-5.11	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controla el ancho de banda</li> <li>• Asigna ip al usuario</li> <li>• Conexión con Base de datos (MySql)</li> <li>• Registra usuarios y paquetes</li> <li>• Controla conexiones simultaneas</li> <li>• Facturación</li> </ul>

### 3.1.1.3 DNS

Para el servicio de DNS se configura el paquete Bind, el cual es el encargado de traducir las IP a nombres de páginas web. En la tabla 59 se muestra características de este servicio.

Tabla59. Características de DNS

Sistema Operativo	Paquetes	Características
Centos 6	Bind-9.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta nombre de ip</li> <li>• Maneja dominios</li> <li>• Evita spam, Indica el destino de correo</li> </ul>

### 3.1.2 Servidor de Servicios

El servidor de servicios está conformado por HTTP, Correo y Proxy. Estos son los encargados de brindar navegación por páginas web, administrar cuentas de correo electrónico y agilizar el retorno de datos en la navegación.

#### 3.1.2.1 HTTP

Para el servicio de HTTP se configura el paquete httpd-2.2, el cual es el encargado de mostrar sitios web. En la tabla 60 se muestra características del servicio.

Tabla60. Características HTTP

Sistema Operativo	Paquetes	Características
<b>Centos 6</b>	Httpd-2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegación web</li> <li>• Acceso a contenidos</li> </ul>

### 3.1.2.2 Correo

Para el servicio de correo se utiliza el paquete Postfix y Dovecot. El Postfix es un agente de correo, su principal función es el transporte de correo. Fue creado como una alternativa rápida, fácil de administrar y segura que sendmail.

El Dovecot es un servidor POP3 IMAP basado en sistemas Unix. En la tabla 61 se muestra características del servicio.

Tabla61. Características de Correo

Sistema Operativo	Paquetes	Características
<b>Centos 6</b>	Postfix, Dovecot	Recibe y envía correos a otros dominios.

### 3.1.2.3 Proxy

Para el servicio de proxy se utiliza el paquete squid-3.1, el cual es el encargado del cache para el soporte web como HTTP, HTTPS, FTP, etc. Reduce el ancho de banda y mejora el tiempo de respuesta de navegación con el usuario.

Almacena páginas web para la reutilización de las mismas cuando son solicitadas por los usuarios. En la tabla 62 se muestra características del servicio.

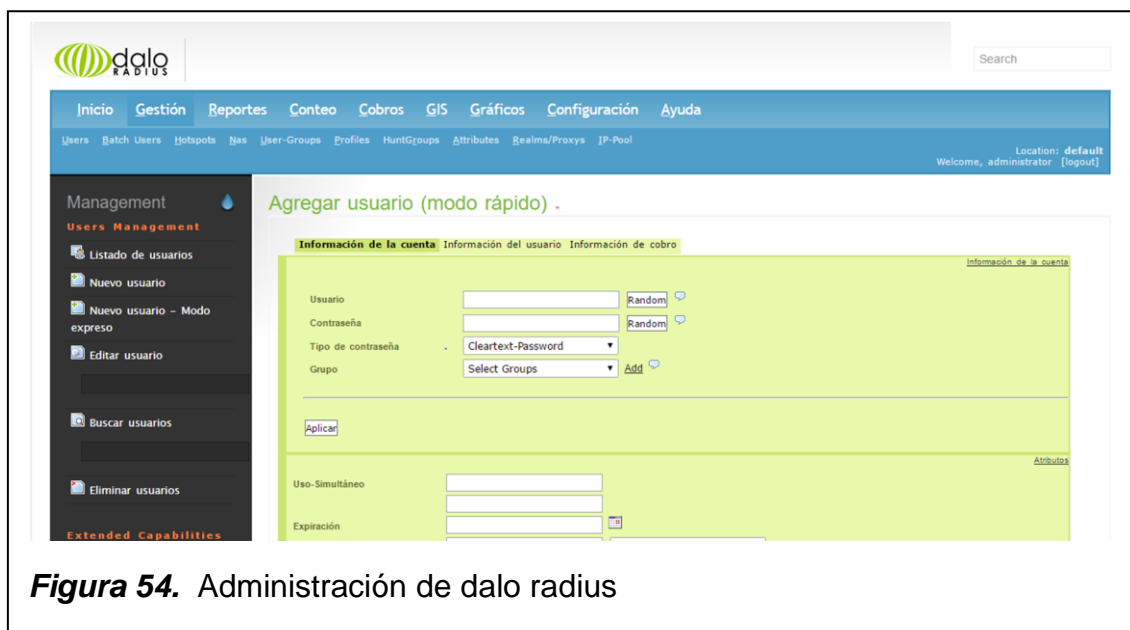
Tabla62. Características Proxy

Sistema Operativo	Paquetes	Características
Centos 6	Squid-3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Almacena cache</li> <li>controla el contenido del internet</li> <li>Maneja una parte de ancho de banda</li> </ul>

### 3.2 Ejecución del prototipo

Para la ejecución del prototipo es necesario acceder al Dalo Radius. A continuación se detalla los pasos a seguir para su ingreso:

- Ingresar desde una interfaz gráfica a un navegador web y escribir la ip del servidor con un "/" y el nombre de la carpeta del Dalo Radius. Ejemplo hipotético de la ejecución: `http://172.16.1.1/daloradius`
- En la página de autenticación poner el usuario y la contraseña de administrador.
- Una vez ingresado al servidor como muestra la figura 54 se puede crear nuevos usuarios, asignar a grupos, asignar el ancho de banda, etc.

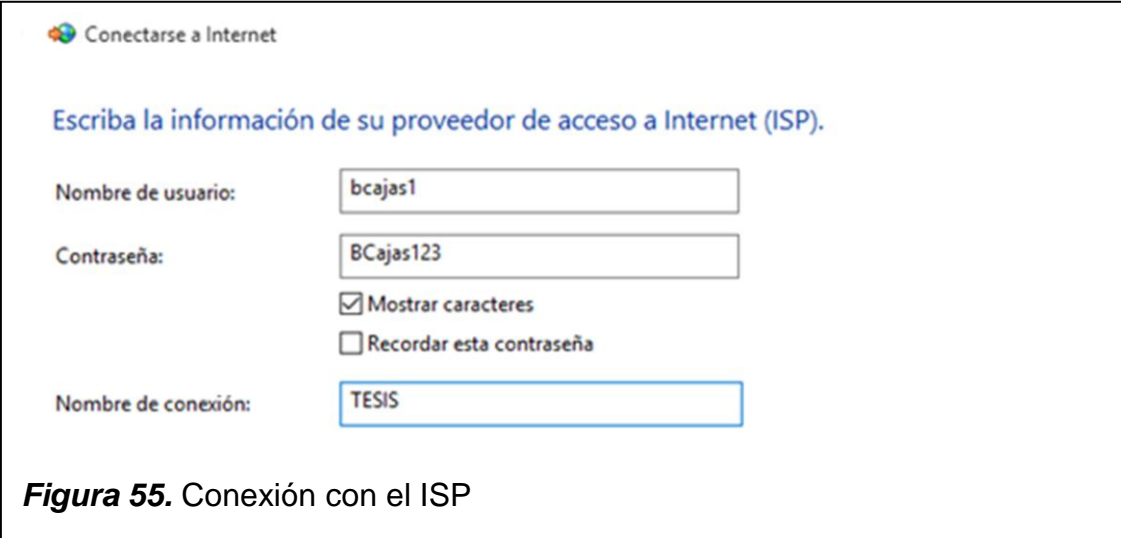


**Figura 54.** Administración de dalo radius

El usuario final deberá tener un equipo que reconozca el protocolo PPOE, para este caso de estudio se utilizó una laptop Windows que dispone del protocolo mencionado. Para su configuración es necesario conocer la siguiente información:

- El usuario y la contraseña creado en el Dalo Radius.
- Conocer como agregar una nueva conexión de internet por PPOE
- Conocer el nombre de la conexión.

En la figura 55 se muestra un ejemplo de la información necesaria antes mencionada.



Conectarse a Internet

Escriba la información de su proveedor de acceso a Internet (ISP).

Nombre de usuario:

Contraseña:

Mostrar caracteres

Recordar esta contraseña

Nombre de conexión:

**Figura 55.** Conexión con el ISP

Si la datos ingresados fueron los mismo registrados en el Dalo Radius tendrá la conexión de internet y comenzara a navegar por la red, por lo tanto dispondrá del servicio de internet.

## **4. ANALISIS COSTO / BENEFICIO**

El siguiente análisis comprueba las posibles ganancias o pérdidas que se presentaría al tratar de invertir en la implementación de este proyecto. El objetivo principal es alcanzar resultados que protejan a la toma de decisiones referentes a la inversión. Este análisis indica si el diseño propuesto es factible económicamente, es decir, si es o no rentable.

### **4.1 Análisis económico**

El objetivo principal sobre el análisis económico es determinar la cantidad de recursos necesarios para la implementación del proyecto y así definir la mejor forma de financiamiento.

#### **4.1.1 Recursos necesarios**

Para el servicio de internet del ISP, se debe conocer todos los recursos o componentes del sistema que integran el diseño de red propuesto:

- Instalaciones físicas donde operará el ISP, los respectivos equipos que se necesitaran (hardware, software, equipos de administración, etc.).
- La red del ISP.
- Conexión con el Backbone Internacional.
- Permisos de operación legal.
- Recurso humano capacitado para la administración y soporte técnico de la ISP.

#### **4.1.2 Plan de Inversiones del Proyecto**

Una inversión es el acto mediante el cual se invierten algunos bienes con el resultado de obtener ingresos o rentas a largo plazo del tiempo, es decir al uso del capital en negocio o actividad. Este modelo está conformado por la

inversión fija tangible e intangible y el capital de trabajo, de estos componentes se puede obtener la expectativa de ganancia y riesgo de inversión.

#### 4.1.3 Inversión fija tangible e intangible

La inversión tangible se refiere a todo los activos fijos que se adquirirá para el ISP: equipo de trabajo, seguridad, cómputo, oficinas, equipamiento de oficinas, equipos de gestión de la red y enlaces físicos de la red de acceso para el ISP. Los mismos que son necesarios para la realización del diseño.

La inversión intangible son los costos de conexión al Backbone Internacional y pago de permisos, no se toma en cuenta licenciamiento en software debido a que el sistema está basado en Open Source. En la tabla 63 se refleja la inversión fija tangible e intangible.

Tabla 63. Inversión planificada de 4 años

DESCRIPCIÓN	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>Conexión de backbone 1</b>	1632.00	1632.00	1632.00	1632.00
<b>Conexión de backbone 2</b>	960.00	1632.00	2520.00	2520.00
<b>Router</b>	875.00	0.00	0.00	0.00
<b>Switch</b>	1476.00	0.00	0.00	0.00
<b>Servidor</b>	8000.00	0.00	0.00	0.00
<b>Antena</b>	423.00	0.00	0.00	0.00
<b>Edificio</b>	7800.00	7800.00	9600.00	9600.00
<b>Equipos de oficina</b>	7000.00	200.00	200.00	200.00
<b>Pago de permiso</b>	500.00	0.00	0.00	0.00
<b>Equipos terminales</b>	19638.00	1539.00	3969.00	4059.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 48,304.00</b>	<b>\$ 12,803.00</b>	<b>\$ 17,921.00</b>	<b>\$ 18,011.00</b>



No existirá reinversión de los equipos a adquirirse dentro de los 4 primeros años, ya que la depreciación de los mismos se cumple dentro de 10 años, según información técnica.

#### 4.1.4 Capital de trabajo

El proyecto dispone en un inicio de un capital de trabajo es decir el monto que responderá los gastos operativos que se ocasiona hasta que se puedan generar los ingresos por comercialización del servicio, de esta manera se evitará un desfase de efectivo.

La relación para este caso está conformado por el costo directo o costo por materia prima, que vendría a ser el valor a pagar mensual por pago de sueldos a los colaboradores de la empresa.

Es por esto que para que el proyecto funcione el capital de trabajo inicial deberá cubrir los gastos de los 3 meses iniciales, hasta que sea una empresa autosustentable y pueda solventar gastos operativos. En la tabla 64 se muestra el capital de trabajo.

Tabla64. Costo de capital de trabajo

PERSONAL	VALOR MENSUAL
<b>Accionistas</b>	\$ 1,000.00
<b>Ing. En Telecomunicaciones</b>	\$ 800.00
<b>Contador</b>	\$ 700.00
<b>Vendedor</b>	\$ 400.00
<b>Publicista</b>	\$ 500.00
<b>Abogado</b>	\$ 450.00
<b>Total Pago a Personal</b>	\$ 3,850.00
<b>Capital de trabajo trimestral</b>	\$ 11,550.00
<b>Capital de trabajo anual</b>	\$ 46,200.00

#### 4.1.5 Inversión Total

La inversión total está conformada por la inversión fija y el capital de trabajo, el total a invertir en un principio se indica en la tabla 65.

Tabla65. Inversión total para ISP

<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>VALOR</b>
<b>Inversión Fija</b>	\$ 48,304.00
<b>Capital de trabajo</b>	\$ 11,550.00
<b>Inversión Total</b>	\$ 59,854.00

#### 4.1.6 Financiamiento.

La finalidad de este tema es; poder identificar las fuentes de financiamiento que se emplearan para obtener los recursos y poder financiar el proyecto.

El financiamiento puede hacerse a través de una fuente única como es el capital social. El capital social estará conformado con el aporte inicial por 2 accionistas con un monto de \$ 29,927.00 dólares americanos como se puede ver en la tabla 66. La función principal de este capital es cubrir el 100% de la inversión fija (inversión inicial) y el 25% del capital anual de trabajo (3 primeros meses). Después de la capitalización no se espera ningún aporte de los socios.

Tabla66. Inversión por socio

<b>INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$</b>	<b>59,854.00</b>
<b>Números de socios</b>		<b>2</b>
<b>Aporte individual</b>	<b>\$</b>	<b>29,927.00</b>

#### 4.1.7 Proyecciones económicas

Para poder identificar la rentabilidad del proyecto se deberán evaluar los posibles ingresos como egresos, con el objetivo de determinar la factibilidad económica.

#### 4.1.7.1 Presupuesto de ingresos del Proyecto

Es necesario identificar las fuentes de ingreso que para este caso se darán por el pago de los servicios ofrecidos de parte de los usuarios o abonados, para lo cual deberán estar establecidos el costo de los mismos y el nivel de usuarios o abonados esperado.

##### 4.1.7.1.1 Fuentes de Ingresos

La fuente principal de ingresos de la ISP se dará por el pago mensual de los abonados por la venta de los diferentes tipos de servicio de acceso a Internet. Esto representaría el 100% de los ingresos totales.

##### 4.1.7.1.2 Precio del Servicio

Se ha establecido los precios de los servicios tomando referencia otros ISPs que operan en el país y ofrecen el mismo servicio. Por otro lado se tomó en cuenta, los sectores propuestos, en donde existen empresas competidoras directas, los precios del ISP deberían mejorar el precio de dichas empresas.

Tomando en cuenta los precios de 2 empresas competidoras y del ISP se observa la comparación en la tabla 67.

Tabla67. Costo de internet entre diferentes ISPs

DESCRIPCIÓN DEL PLAN	CNT EP	NETLIFE	ISP
	TARIFA + IVA	TARIFA + IVA	TARIFA + IVA
PLAN BASICO (USD)	20, 16	35,83	20.00
PLAN MEJORADO (USD)	40,32	58,24	35.00
PLAN IDEAL (USD)	55,89	75,04	50.00

Los competidores tomados en cuenta para este análisis han sido CNT EP y NETLIFE, como son portadores más que proveedores de servicio de valor agregado poseen precios competitivos en donde los precios del ISP son más bajos.

Los precios del servicio varían de acuerdo a la velocidad de transferencia, se los ha dividido en tres planes, en la tabla 68 se detalla los tres planes que va a ofrecer el ISP, con las velocidades y sus precios.

Tabla68. Velocidad mínima del ISP

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	VELOCIDAD
<b>PLAN BASICO</b>	USD	20.00	768 / 768 Kbps
<b>PLAN MEJORADO</b>	USD	35.00	1280 / 1280 Kbps
<b>PLAN IDEAL</b>	USD	50.00	2048 / 2048 Kbps

#### 4.1.7.2 Proyección de la demanda esperada del servicio

Se obtendrá el número de usuarios que se espera tener por cada plan. Como se indica en la tabla 69. Siendo el nivel de usuarios para el Plan básico en un 55%, Plan Mejorada 33% y el Plan Ideal con un 12%. Esto multiplicado por la demanda objetiva de cada año da como resultado la demanda esperada del servicio. Como se muestra en la tabla 70.

Tabla69. Crecimiento poblacional de los sectores a brindar el servicio

SECTOR	San Vicente de la Florida, San Lorenzo, San Fernando y Ana María Bajo			
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>HABITANTES TOTAL</b>	3080	3339	3619	3923
<b>HABITANTES CON SERVICIO</b>	1170	1479	1636	1828
<b>HABITANTES SIN SERVICIO</b>	1910	1860	1983	2095
<b>MERCADO OBJETIVO PARA EL SECTOR</b>	11%	14%	17%	20%
<b>TOTAL (CLIENTE/ADOBNADO)</b>	<b>210</b>	<b>260</b>	<b>337</b>	<b>419</b>

Tabla70. Demanda de abonados esperada

DESCRIPCION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>PLAN BASICO</b>	116	143	185	230
<b>PLAN MEJORADO</b>	69	86	111	138
<b>PLAN IDEAL</b>	25	31	40	50
<b>TOTAL</b>	<b>210</b>	<b>260</b>	<b>337</b>	<b>419</b>

#### 4.1.7.3 Ingresos anuales proyectados para 4 años

Debido a que cada modalidad del servicio de acceso a internet tiene un valor diferente y el número de abonados esperados, se ha establecido la cantidad de ingresos con la que cada tipo de plan de internet aportara a la cantidad total de los ingresos del ISP, como se detalla en la tabla 71.

Tabla71. Ingresos Anuales

DESCRIPCION	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
<b>PLAN BASICO</b>	27727.39	34371.88	44509.60	55312.74
<b>PLAN MEJORADO</b>	29113.76	36090.48	46735.08	58078.38
<b>PLAN IDEAL</b>	15124.03	18748.30	24277.97	30170.58
<b>TOTAL</b>	<b>71965.19</b>	<b>89210.66</b>	<b>115522.65</b>	<b>143561.70</b>

#### 4.1.7.4 Estado de resultados

El estado de resultados se lo realiza restando del total de los ingresos, los gastos de personal, costo de terminales/equipos, costo de ventas, con lo que se obtendrá la utilidad neta como se muestra en la tabla 72. Este es el factor predominante para la factibilidad financiera.

Tabla 72. Flujo de caja anual

<b>FLUJO DE CAJA</b>				
<b>INGRESOS DE EFECTIVO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>
<b>PLAN BASICO</b>	27727.39	34371.88	44509.60	55312.74
<b>PLAN MEJORADO</b>	29113.76	36090.48	46735.08	58078.38
<b>PLAN IDEAAL</b>	15124.03	18748.30	24277.97	30170.58
<b>TOTAL DE INGRESOS</b>	<b>71965.19</b>	<b>89210.66</b>	<b>115522.65</b>	<b>143561.70</b>
<b>EGRESOS DE EFECTIVO</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>
<b>CUENTAS POR PAGAR</b>	0.00	12803.00	17921.00	18011.00
<b>PERSONAL</b>	34650.00	46200.00	46200.00	46200.00
<b>MANTENIMIENTO EQUIPOS</b>	6000.00	6000.00	6000.00	6000.00
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>40650.00</b>	<b>65003.00</b>	<b>70121.00</b>	<b>70211.00</b>
<b>FLUJO NETO</b>	<b>31315.19</b>	<b>24207.66</b>	<b>45401.65</b>	<b>73350.70</b>

#### 4.1.7.5 Resultado de la factibilidad financiera

Se observa en primera instancia que existe la disponibilidad de recursos, en cuanto a lo económico se puede hacer la inversión de \$ 59,854.00 entre dos socios, también que los costos de implementación son inferiores a los ingresos que se obtienen con la venta del servicio en tres modalidades, con costos de \$ 20, \$ 35 y \$ 50 dólares americanos, el capital inicial dada para la adquisición de los equipos y pago de servicios, es alta, pero es justificable por los beneficios que se obtendrán con el pasar del tiempo, a partir del cuarto año se obtiene una utilidad neta constante de más de \$ 73,350.70 dólares americanos. Se estableció mediante la posibilidad financiera que es alcanzable, lo que permite que sea ejecutable el proyecto.

#### 4.1.7.6 VAN

El van es el método de valor anual neto se utiliza para conocer el tiempo en el cual la inversión realizada va a regresar a los socios, de igual manera se emplea para verificar que el negocio vaya a tener ganancias en el futuro, en la tabla 73 se muestra los valores obtenidos del flujo de caja por año.

Tabla73. Valores de flujo de caja

DESEMBOLSO INICIAL	FLUJO DE CAJA 1	FLUJO DE CAJA 2
-59854.00	31315.19	24207.66
	FLUJO DE CAJA 3	FLUJO DE CAJA 4
	45401.65	73350.70

Tiempo necesario para recuperar la inversión inicial, se muestra en la tabla 74.

Tabla74. Recuperación de inversión

55522.85	2 AÑOS			
4331.15	FALTATE			
0.10				
1.1	MESES	2	TOTAL	2 AÑOS Y 2 MESES

De acuerdo a los cálculos realizados el tiempo estimado para la recuperación de la inversión es de 2 años con 2 meses.

Para conocer el valor del VAN, es necesario conocer el interés para el negocio que se vaya a realizar, de esta manera se puede anticipar si el negocio es rentable o no. En la tabla 75 se muestra el interés para el servicio propuesto.

Tabla75. Tasas de interés del Banco Central del Ecuador.

TASA DE INTERES	11.12%
TASA DE INTERES MAXIMA	11.83%

$$VAN = -Desembolso Inicial + \frac{Flujo de caja 1}{(1+0.1112)} + \frac{Flujo de caja 2}{(1+0.1112)^2} + \frac{Flujo de caja 3}{(1+0.1112)^3} + \frac{Flujo de caja 4}{(1+0.1112)^4}$$

(Ecuación5)

Tabla 76. Valores del VAN por año

VAN					
DESEMBOLSO INICIAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	TOTAL
-59854.00	28181.41	19605.07	33089.86	48110.00	69132.34

Como se puede observar en la tabla 76, el resultado del VAN es de 69,132.34 USD, al no ser un valor negativo en ningún año del negocio, se demostraría que es aceptable para su funcionamiento.

#### 4.1.7.7 TIR

El TIR es conocido como la tasa interna de retorno de un proyecto, es la tasa efectiva anual o tasa de descuento. Es utilizada para evaluar el beneficio de inversiones o proyectos de una empresa. Mientras mayor sea la tasa interna de retorno de un proyecto más aceptable será realizar dicho proyecto, en la figura 56 se muestra el cálculo del TIR.





De acuerdo a los resultados obtenidos por los indicadores económicos VAN y TIR, se puede concluir que el proyecto es económicamente viable, ya que la tasa interna de retorno es de 49.71 % de interés, al ser este un valor alto indicaría que el proyecto es rentable y la ganancia neta en un periodo de 4 años es de 69132,34 USD.

## 5.1 Conclusiones

La ubicación geográfica, la difusión actual del acceso al internet, la situación socio económica de los abonados son factores esenciales para la ejecución del proyecto, ya que estos demostrarían si el proyecto es viable o no para la creación de un nuevo proveedor de servicio de internet en el sector.

El análisis de la situación actual de los servicios de internet y las proyecciones de crecimiento permitieron establecer el sector como adecuado para el estudio y proponer una posible implementación de un ISP a futuro.

WiFi es una las tecnologías que mejor se adapta; ya que ésta permite cubrir el área comprendida entre los sectores analizados. Para lo cual se realizó una selección de los equipos y antenas basadas en dicha tecnología que cumplen características técnicas apropiadas para la zona, tomando en cuenta consideraciones de crecimiento y costo.

De acuerdo a las características técnicas de los equipos y considerando el área de cobertura fue posible diseñar una solución sin la necesidad de implementar una red de repetidores, ya que la cobertura puede cubrir una distancia de máximo 10 km con cada antena instalada, es necesario que la antena emisora y receptora tenga línea de vista para su comunicación. La evolución de las tecnologías en telecomunicaciones, permiten el uso de este tipo de soluciones inalámbricas, proporciona importantes anchos de banda, y mantienen niveles de calidad.

El software libre es una herramienta fundamental para el diseño del proveedor de servicios de internet propuesto, puede funcionar con equipos de bajo presupuesto, como también con equipos robustos y de mejores características, puede administrar servicios como correo, DNS, FTP, caché, WEB, etc. Permite reducir los costos para este tipo de aplicaciones, ha comparación con equipos que necesitan licenciamiento para su funcionamiento.

Linux al ser un sistema libre continúa creciendo como una fuente inagotable de recursos para la implementación de servidores. Proporciona soluciones para redes, accesos a servicios fundamentales para comunicaciones y datos y reducción en costos. Los avances en el desarrollo en el código abierto permitirán a pequeñas y medianas empresas acceder a soluciones flexibles, económicas, seguras y de calidad.

Tener un sistema redundante, ya que este servirá de respaldo ante posibles fallas en cualquier punto de la red, de esta manera el abonado obtendrá un alto grado de disponibilidad del servicio y no tendrá inconvenientes.

Dimensionar correctamente la granja de servidores, ya que estos son los encargados en validar y brindar el servicios a todos los abonados si se dimensionó mal puede haber problemas en el servicio, como demora en la navegación, pérdidas de conexión con el proveedor, etc.

El análisis económico de viabilidad VAN y TIR se puede concluir que el proyecto es rentable al recuperar el capital de inversión en 2 años y 2 meses aproximadamente de un proyecto total de 4 años.

## 5.2 Recomendaciones

Es recomendable utilizar equipos Mikrotik ya que estos son robustos, de alta de fiabilidad y de bajo costo. Siendo competidores directos de grandes empresas como Cisco por las características que contienen, permitiendo a microempresas poder desarrollar proyectos como el propuesto.

Se recomienda el uso de antenas Ubiquiti ya que estas alcanzan grandes distancias (10 km), soportan altos flujos de tráfico y brindan seguridad. También son de fácil administración y se pueden manejar desde una interfaz amigable.

Se debe tener un buen dimensionamiento del diseño de red para la demanda máxima de los servicios ofertados (Planes de internet). Para no tener inconvenientes a futuros crecimientos de usuarios.

Se recomienda utilizar el sistema operativo Centos 6 para la implementación de servidores, ya que su principal característica reside en la estabilidad y también soporta los servicios básicos que necesita un ISP para brindar servicios de calidad a los usuarios finales.

Es recomendable que la ubicación de la estación base sea seleccionada adecuadamente para que pueda brindar una comunicación sin problemas con las antenas receptoras, esto daría una ventaja competitiva con respecto al sector seleccionado. De igual forma se debe utilizar repetidoras al no tener una línea de vista directa con la estación base.

Se recomienda acatar la legislación actual o vigente en su momento de aplicación del proyecto en el país con respecto a la infraestructura inalámbrica, sobre todo en el los sistemas outdoor (salida) debido a su alta potencia y su alcance amplio.

Se recomienda que si a futuro existe un crecimiento considerable de abonados con respecto a la infraestructura del ISP sería conveniente realizar una migración de servidores básicos a servidores de alto rendimiento para evitar problemas de saturación, así como de servicio a los clientes.

Se recomienda que para la implantación de un ISP deben tener conocimientos básicos de las siguientes áreas: normativa jurídica en telecomunicaciones, diseño de redes, seguridad de redes, manejo sistemas operativos para servidores, marketing, ventas y atención al cliente. Es necesario contar con personas capacitadas para el manejo de las distintas áreas del ISP.

## REFERENCIAS

- Alcaldia, Q. (s.f). Barrios Indice Demografico. Recuperado 25 de abril del 2016 de  
[http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/demografia\\_barrio10.html](http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/demografia_barrio10.html)
- Alcaldia, Q. (s.f). Quito Alcaldia. Recuperado el 25 de abril del 2016 de  
[http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/serbas\\_barrio10.htm](http://sthv.quito.gob.ec/images/indicadores/Barrios/serbas_barrio10.htm)
- ARCOTEL. (s.f). BIBLIOTECA. Recuperado el 01 de septiembre del 2014 de  
<http://www.arcotel.gob.ec/biblioteca/>
- Center, I. K. (s.f). IBM Knowledge Center. Recuperado el 17 de mayo de 2016 de  
[http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSGSG7\\_7.1.0/com.ibm.it.sm.srv.install.doc/r\\_srv\\_Inx\\_sysreq\\_inst\\_x-linux.html?lang=es](http://www.ibm.com/support/knowledgecenter/SSGSG7_7.1.0/com.ibm.it.sm.srv.install.doc/r_srv_Inx_sysreq_inst_x-linux.html?lang=es)
- Firmesa. (s.f). Firmesa. Recuperado el 23 de mayo de 2016 de  
<http://firmesa.com/productos/energia/ups-online/bifasicos/computer-power-vtseries-6y10kva>
- FLICKENGER, R. y. (2007). Redes inalámbricas en los países en desarrollo. 2 ed. . Londres: Limehouse Book Sprint Team, 2007. p. 30-31. .
- Gheorghe, L. (2010). Designing and Implementing Linux Firewalls and QoS using netfilter iproute2 NAT and I7 filter . Olton: Published by Packt Publishing Ltd.
- Gheorghe, L. (2015). Libro\_Blanco\_Redес\_Inalambricas\_Municipales, Cap.2 2.2.1 Tecnologías Cableadas de Internet pag.15. . Recuperado de 2 de noviembre de 2016 de  
[http://www.sandetel.es/Libro\\_Blanco\\_Redес\\_Inalambricas\\_Municipales.pdf](http://www.sandetel.es/Libro_Blanco_Redес_Inalambricas_Municipales.pdf)
- INFORMACION, C. M. (s.f). MINISTERIO DE TELECOMUNICACIONES Y SOCIEDAD DE LA INFORMACION. Recuperado el 22 de mayo de 2015  
<http://www.telecomunicaciones.gob.ec/conatel-aprueba-regulacion-para-el-acceso-a-internet/>
- INTECH. (s.f). INTECH. Recuperado el 01 de marzo de 2016 de  
<http://www.intechopen.com/books/wimax-new-developments/wimax-wifi-synergy-for-next-generation-heterogynous-network>

- LENOVO. (s.f). LENOVO ENTERPRISE. Recuperado el 17 de mayo de 2016 de [http://lesc.lenovo.com/products/hardware/configurator/bhui/launchNIForThirdParty.wss?command=getHierarchy&category=STG@Rack|and|Tower|Servers&categoryId=STG@Rack|and|Tower|Servers@System|x3550|M5&Control\\_LocaleList=en\\_US&Redirect=true&fromFastPath=true](http://lesc.lenovo.com/products/hardware/configurator/bhui/launchNIForThirdParty.wss?command=getHierarchy&category=STG@Rack|and|Tower|Servers&categoryId=STG@Rack|and|Tower|Servers@System|x3550|M5&Control_LocaleList=en_US&Redirect=true&fromFastPath=true)
- Maldonado, I. A. (2016). Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte. Recuperado el 01 de febrero de 2016 de <https://fundamentos-redes.wikispaces.com/Tema+3.+Capa+de+aplicaci%C3%B3n>
- Reglamento-para-la-Prestacion-de-Servicios-Portadores. (s.f). Ministerio de Telecomunicaciones y sociedad de la Información. Recuperado el 16 de junio de 2015 de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/Reglamento-para-la-Prestacion-de-Servicios-Portadores.pdf>
- Transceivers, P. O. (s.f). Precision Optical Transceivers. Recuperado el 12 de julio de 2015 de <https://precisionopticaltransceivers.wordpress.com/2015/03/12/5-fiber-deployments-and-their-role-in-fft/>
- WISPRO. (s.f). WISPRO. Recuperado el 15 de junio del 2016 de [http://doc.sequireisp.com/index.php?title=Guia\\_de\\_Indice\\_de\\_Simultaneidad](http://doc.sequireisp.com/index.php?title=Guia_de_Indice_de_Simultaneidad)

## **ANEXOS**



## Anexo A

### Configuración de servicios en servidor Centos

- **PPoE**
  1. Para el manejo del paquete rw-ppoe-3.10 se debe descargar desde cualquier repositorio Linux.
  2. Luego se debe instalar con el comando “yum instal ppp rp-ppoe1”
  3. Para el correcto funcionamiento del paquete se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /var/log/ppp/.
  
- **RADIUS**
  1. Para el manejo del paquete freeradius, se debe descargar desde cualquier repositorio Linux.
  2. Luego se debe instalar con el comando “yum -y install freeradius freeradius-mysql freeradius-utils”.
  3. Para el correcto funcionamiento del paquete se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /var/log/ppp, /etc/raddb, /etc/raddb/sites-enabled
  
- **DNS**
  1. Para el manejo del paquete bind-9.8 se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /etc/sysconfig/network, /etc/hosts, /etc/sysconfig/network-scripts
  
- **HTTP**
  1. Para el manejo del paquete HTTP, se debe descargar desde cualquier repositorio Linux.
  2. Luego debe instalar con el comando “yum -y install httpd”
  3. Para el correcto funcionamiento del paquete se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /etc/httpd/conf.
  
- **CORREO**
  1. Para el manejo del paquete de postfix, se debe descargar desde cualquier repositorio Linux.

2. Luego debe instalar con el comando “yum install postfix”
  3. Para el correcto funcionamiento del paquete se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /etc/postfix
- **PROXY**
    1. Para el manejo del paquete squid-3.1, se debe descargar desde cualquier repositorio Linux
    2. Luego debe instalar con el comando “yum -y install squid”
    3. Para el correcto funcionamiento del paquete se tiene que configurar ciertos archivos en el directorio /var/spool/cron/root

## Anexo B

### Características del Router de Borde Mikrotik

# Cloud Core Router CCR1016 -12G

CCR1016 is an industrial grade super fast router with cutting edge 16 core CPU. If you need many millions of packets per second - Cloud Core Router is your best choice.

The device is available with a 1U rackmount case (CCR1016-12G) or without the case as a board unit (CCR1016-12G-BU), has twelve Gigabit ethernet ports, a serial console cable and a USB port.

The CCR1016-12G has two SODIMM slots, by default it is shipped with 2GB of RAM, but has no memory limit in RouterOS (will accept and utilize 16GB or more).

- 16 core networking CPU, 1.2GHz clock per core
- 12 Mbytes total on-chip cache
- State of the art TILE GX architecture
- Ports directly connected to CPU
- 1U rackmount case option
- 12x Gigabit ports
- Color touchscreen LCD display
- Up to 1.5 mpps throughput in regular mode
- Up to 17.8 mpps throughput in fastpath mode (wire speed)
- Up to 12 Gbps throughput with RouterOS queue/firewall configuration
- 3-10x faster than RB1100A-Hx2

CCR1016-12G



CCR1016-12G-BU



CPU	Tierra Tile-Gx16 CPU (16-cores, 1.2GHz per core)
Memory	Two SODIMM DDR slots, 2x 1GB installed (no hw or software max limit)
Ethernet	Twelve 10/100/1000 bits/s Gigabit Ethernet with Auto-MD/IX
Expansion	microUSB port, host and device mode
Storage	612MB Onboard NAND
Serial port	One DB9 RS232C asynchronous serial port
Extras	Reset switch, beeper, voltage, current, and temperature monitoring, speed controlled fan
Power options	IEO 0-14 standard connector 110/220V, Power Jack (BU model only), PSU included in both models.
Board dimensions	355x145mm/55mm
Temperature	Max ambient temperature 60° @ 1.2GHz; 70° @ 1.0Hz CPU core frequency
OS	Mikrotik RouterOS v6 (64bit), Level 6 license
Included	CCR1016-12G router in a 1U case with LOD, PSU, power cable, usb cable CCR1016-12G-BU router, PSU, power cable, mounted LCD screen, usb cable

## Anexo C

### Características del switch mikrotik

#### Cloud Router Switch

# CRS226-24G-2S+

Cloud Router Switch is our new member of our Smart Switch series. It combines the best features of a fully functional router and a Layer 3 switch, is powered by the familiar RouterOS. All the specific Switch configuration options are available in a special Switch menu, but if you want, ports can be removed from the switch configuration, and used for routing purposes

The CRS226 uses a new class of switch chips, which allows us to have two SFP+ ports for 10G connectivity.

- Fully manageable L3 switch, full wire speed switching
- Configure ports as switch, or for routing
- If required, full RouterOS power right there
- SFP+ ports for 10G connectivity

Two models are available:

- CRS226-24G-2S+IN - desktop enclosure
- CRS226-24G-2S+RM - 1U rackmount enclosure



CPU	Qualcomm Atheros QCA8519 400 MHz
Memory	64MB
Ethernet	24x 10/100/1000 Mb/s Gigabit Ethernet with Auto-MDIX
SFP	Two 10G Ethernet SFP+ cages (Mini-GBIC, SFP module not included). DDIM support. First port supports 1.25G/10G modules, second port only 10G modules.
Storage	128MB Onboard NAND with multiple OS partition support
Serial port	One RJ45 serial port
Extras	Reset switch, beeper, voltage and temperature monitoring, touchscreen LCD
Power options	8-28V, 24V 1.2A PSU included, PoE in: 8-30V on Ether1
Case dimensions	285x145x45mm (-IN model), 443x145x45mm (-RM model)
Temperature	-35C to +65C tested
OS	MikroTik RouterOS v6, Level 5 license
Included	CRS switch, power adapter

## Anexo D

### Características de antena Sectorial Ubiquiti airmax AM-5AC21-60

AM-5AC21-60 Antenna Characteristics	
Dimensions*	750 x 173 x 78 mm (29.53 x 6.81 x 3.07")
Weight†	4.8 kg (10.58 lbs)
Frequency Range	5.10 - 5.85 GHz
Gain	21 dBi
HPOL Beamwidth	60° (6 dBi)
VPOL Beamwidth	60° (6 dBi)
Electrical Beamwidth	4°
Electrical Downtilt	2°
Max. VSWR	1.5:1
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	391 N @ 200 km/h (88 lbf @ 125 mph)
Polarization	Dual-Linear
Cross-Polarization Isolation	25 dB Min.
ETSI Specification	EN 302 326 DN2
Mounting	Universal Pole Mount, Rocket Bracket, and Weatherproof RF Jumpers Included

## Anexo E

### Características de Rocket M5

M5 Physical / Electrical / Environmental Information	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
Processor	MIPS 74Kc
Memory	128 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Max. Power Consumption	8W
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4

M5 Software Information	
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet , Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CLI
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 5/8/10/20/30/40 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M5 Compliance	
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

## Anexo F

### Características de antenas receptoras (CPE)

Physical / Electrical / Environmental	
Dimensions (No Mount)	362 x 267 x 184 mm (14.25 x 10.51 x 7.24")
Weight (No Mount)	750 g (24.11 oz)
Mounting Kit	Pole Mounting Kit (Included)
Max. Power Consumption	4W
Power Supply	24V, 0.2A PoE Adapter (Included)
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Operating Temperature	-40 to 70° C (-40 to 158° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
ETSI Specification	EN 302 326 DN2
ESD/EMP Protection	± 24 KV Contact / Air

System Information	
Processor Specs	MIPS 74K
Memory	64 MB
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port

Regulatory / Compliance Information	
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

Output Power: 25 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
802.11n/airMAX	MCS0	25 dBm	± 2 dB	802.11n/airMAX	MCS0	-97 dBm	± 2 dB
	MCS1	25 dBm	± 2 dB		MCS1	-96 dBm	± 2 dB
	MCS2	25 dBm	± 2 dB		MCS2	-93 dBm	± 2 dB
	MCS3	24 dBm	± 2 dB		MCS3	-91 dBm	± 2 dB
	MCS4	23 dBm	± 2 dB		MCS4	-87 dBm	± 2 dB
	MCS5	22 dBm	± 2 dB		MCS5	-84 dBm	± 2 dB
	MCS6	21 dBm	± 2 dB		MCS6	-78 dBm	± 2 dB
	MCS7	19 dBm	± 2 dB		MCS7	-75 dBm	± 2 dB

Antenna Information	
Operating Frequency	Worldwide: 5150 - 5875 MHz USA: 5725 - 5850 MHz
Output Power	25 dBm
Gain	23 dBi
Max. VSWR	1.5:1

## Anexo G

### Proforma de costos de equipos por el proveedor

#### PROFORMA



**RUC: 1713410775001**

Dirección: Av. Maldonado S30-54 Y Av. Moran  
Valverde Edif. Torres de San José, bloque 1,  
local 3 - Sector Puente de Guajala  
Telfs: 022680-589/ 0996000092  
www.dynacom.ec

N° de Pedido: 7947

Fecha: 14/05/2018

RUC/CC:

Cliente: Cajas Chavex Byron Xavier

Dirección: Francisco Jimenex OE1 157  
y Pedro de Añfaro Villafloa  
Quito

Item	Descripción	Cantidad	Costo	Total
	Radio Base		0.00	0.00
UBI-SEC-5GH-...	Ubiquiti Antena Sectorial 5Ghz AC 21 dbi 60°	3	298.00	894.00
UBI-ROC-M5	Ubiquiti M5 Rocket Airmax 27dBm	3	125.09987	375.30
UBI-BOB-TC-P...	Ubiquiti Tough Cable Pro CAT5E exterior	1	214.19	214.19
UBI-BOB-TC-C...	Ubiquiti Tough Cable Carrier CAT5E exterior	1	281.74	281.74
UBI-RJ45-METAL	Conector Ubiquiti RJ-45 Cat 5E Blindado	25	0.92	23.00
MKT-CCR-1016...	MIKROTIK ROUTERBOARD CCR1016-12G / 16 CORES/ 2GB/ Nivel 8 (Router de Borde)	1	875.00	875.00
MKT-CRS-226-...	Mikrotik Switch CRS226-24G-2S-RM, Ram 128MB, 24 GigaEther, 2 SFP Rack 1UR (Switch Capa 2 / 3).	1	369.00963	369.01
	Equipo Cliente.			
UBI-LC-M5	Antena Nano station Loco M5	1	84.00	84.00
UBI-LBE-M5-23	Ubiquiti LiteBeam M5 23 dbi	1	70.09	70.09
UBI-NBE-M5-1...	Ubiquiti Nanobeam M5 16 dbi	1	89.48	89.48
	Poe Outdoor			
MKT-RB-750P-...	Mikrotik RB750P PoweBox exterior eth 1 POE in y 4 eth POE Out	1	81.59	81.59

#### OBSERVACION:

FAVOR DEPOSITAR EN CTA CORRIENTE PICHINCHA 3354863704 A NOMBRE DE DANNY ALCIVAR

<b>Subtotal</b>	\$3,357.40
<b>Iva (12.0%)</b>	\$402.89
<b>A Pagar</b>	\$3,760.29



# Anexo H

## Proforma de costo de 10 MB de internet CNT EP

Formato Verific: 002 - 2015

Fecha: 11 DE NOVIEMBRE 2015  
 Cotización No.: 0104-2015-G-EE  
 Cliente: ING. JAVIER CAJAS  
 Contacto: ING. JAVIER CAJAS  
 Teléfono: 09992256879  
 E-Mail: [boconas@tudlanet.es](mailto:boconas@tudlanet.es)



PROPUESTA COMERCIAL							
DIRECCION LOCALIDAD A (Ciudad, ubicación, teléfono, etc.)	DIRECCION LOCALIDAD B (Ciudad, ubicación, teléfono, etc.)	SERVICIO	MECIO DE ACCESO	DISPONIBILIDAD	CAPACIDAD	CARGO ÚNICO DE INSCRIPCIÓN E INSTALACIÓN (USD)	BIENTA MENSUAL SERVIDIO (USD)
CNT EP	ISP CLIENTE	INTERNET	FO	99,60%	10 MBPS	\$ 300,00	\$ 642,31
						\$ 300,00	\$ 642,31
						\$ 300,00	\$ 77,08
						\$ 300,00	\$ 719,39

Observaciones:

**Tiempo de implementación:** 5 a 10 días luego de la firma de la documentación contractual. Cotización sujeta a revisión dependiendo de factibilidad técnica.

**Soporte y monitoreo:** CNT E.P. garantiza soporte técnico 24x7, con niveles de escalamiento especificados en el SLA.

**Disponibilidad del servicio:** Los acuerdos de nivel de servicio (SLA) se incluyen en el contrato, garantizando la calidad del enlace.

**Propiedad de los equipos:** Los equipos terminales empleados para la prestación del servicio, los proveerá CNT E.P.

**Impuestos:** Los costos parciales (Sub-total Parcial) no incluyen impuestos.

**Pago Renta mensual del Servicio:** Se efectuarán por parte del Cliente contra factura emitida por CNT E.P., a mes vencido en un plazo máximo de treinta días desde la fecha de emisión de cada factura en las oficinas de CNT E.P.

**Validez de la Oferta:** La presente oferta tiene un plazo de validez de 15 días contados a partir de la fecha de entrega de la misma.

**Tiempo de duración del Contrato:** Se firmará con el cliente una solicitud por cada uno de los servicios contratados, estas solicitudes serán parte integrante del contrato a firmarse con el cliente. El tiempo mínimo de duración será de 2 años a partir de la firma del acta de entrega-recepción una vez sea implementado el servicio. Finalizado el periodo inicial de prestación del servicio se prorrogará por periodos iguales, a no ser que cualquiera de las partes manifieste lo contrario con una antelación de 15 días. CNT E.P. reajustará los valores mensuales luego del primer año de vigencia del contrato.

**Se elaborará Solicitudes de Servicio por cada enlace a implementar, estas serán respaldadas por Actas de Entrega-Recepción al momento de entregar el enlace activo.**

**Requisitos a cargo del cliente:**

**Persona de Contacto:** El cliente deberá designar técnicos o personas responsable en cada localidad a fin de coordinar la respectiva instalación.

**Acomodación interna:** El cliente debe realizar o tener lista en todos los puntos la acomodación interna respectiva. La acomodación interna es el par de cobre o cableado estructurado que están instalados desde el último armario telefónico existente o punto de acceso de cableado estructurado, hacia el punto o recinto final dentro del edificio o planta donde se requiera el servicio. De existir puntos que no posean acomodación interna o tenga problemas técnicos, CNT E.P. reportará del particular al cliente para que este instale o mejore dicha acomodación, o deberá coordinar con CNT E.P. la implementación de la misma.

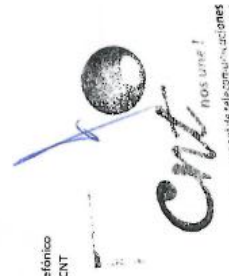
**Accesos y permisos:** En caso de requerirlo el cliente se responsabilizará de la obtención de los permisos para el montaje de la infraestructura.

### REQUISITOS Y RECOMENDACIONES

**Persona de Contacto:** El cliente deberá designar técnicos o personas responsable en cada localidad a fin de coordinar la respectiva instalación.

**Acomodación interna:** El cliente debe realizar o tener lista en todos los puntos la acomodación interna respectiva. La acomodación interna es el par de cobre o cableado estructurado que están instalados desde el último armario telefónico existente o punto de acceso de cableado estructurado, hacia el punto o recinto final dentro del edificio o planta donde se requiera el servicio. De existir puntos que no posean acomodación interna o tenga problemas técnicos, CNT E.P. reportará del particular al cliente para que este instale o mejore dicha acomodación, o deberá coordinar con CNT E.P. la implementación de la misma.

**Accesos y permisos:** En caso de requerirlo el cliente se responsabilizará de la obtención de los permisos para el montaje de la infraestructura.



## Anexo I

### Encuesta Realizada

#### ENCUESTA

TEMA: Diseño de una solución de Red de Acceso y de conectividad (CORE) de bajo coste y alta disponibilidad para empresas proveedoras de servicios de internet (ISP), utilizando herramientas en software libre compatibles con arquitecturas de acceso operativas en el mercado.

Esta encuesta la estamos realizando estudiantes de la Universidad de las Américas para la obtención del Título de Ingeniera en Redes y Telecomunicaciones

**Sector de Residencia:**

San Vicente de la florida \_\_\_\_ San Lorenzo \_\_\_\_ San Fernando \_\_\_\_  
Ana María Baja \_\_\_\_

1. En su hogar cuantas personas viven: \_\_\_\_

2. Posee servicio de Internet en su hogar?

Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_

*Si su respuesta fue Si continúe a la siguiente pregunta, caso contrario si fue NO prosiga a la pregunta número 8.*

3. En que utiliza su servicio de Internet?

Estudios / Tareas   
Videos / Música   
Redes Sociales   
Otros  (indique) \_\_\_\_\_

4.Cuál es su proveedor de servicios actual de Internet? (determinación de competencia)

CNT \_\_\_\_ Netlife \_\_\_\_ TVCABLE \_\_\_\_ CLARO \_\_\_\_ Otro \_\_\_\_

5. Está conforme con el servicio de internet

En la escala indicada seleccione su respuesta

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

6. Por qué motivo se cambiaría de proveedor

Mayor velocidad en navegación

Menor precio

Mayor cobertura

Rapidez a la solución de problemas

Opciones de pago

7. De los siguientes rangos indicados cuanto paga usted por el servicio de internet que dispone?

20 – 30 USD

31 – 40 USD

50 – 60 USD

Más de 60

8. Le interesaría contratar el servicio de Internet con un Nuevo Proveedor?

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

*Si su respuesta es SI continúe con las preguntas si es NO les agradecemos por su tiempo y colaboración*

Por qué? (Seleccione la mejor opción de su cambio o contratación)

Precios (económicos)

Mejor servicio al cliente

Plan de navegación más rápida

9. Si estos fueran los planes que el nuevo proveedor le ofrece que plan usted contrataría?

PLAN	VELOCIDAD DE BAJADA	VELOCIDAD DE SUBIDA	SELECCIONE
Plan Básico	3 Mbps	3 Mbps	
Plan Mejorado	5 Mbps	5 Mbps	
Plan Ideal	8 Mbps	8 Mbps	

10. De los planes indicados anteriormente cuanto estaría dispuesto a pagar por el servicio de Internet incluido impuestos?

PLAN	VELOCIDADES	COSTO USD	SELECCIÓN
Plan Básico	3 Mbps	20 – 30	
Plan Mejorado	5 Mbps	35 – 45	
Plan Ideal	8 Mbps	50 – 60	

11. Cual es su nivel de ingreso mensual promedio?

- 366 usd|
- 367 usd – 700 usd
- 701 usd – 950 usd
- Más de 1000 usd

GRACIAS POR SU COLABORACION

## Anexo J

### Resultados de la encuesta.

#### Pregunta 1.

El resultado que se desea obtener con esta pregunta es validar el número de habitantes por vivienda, el dato servirá para el cruce con las preguntas 2 y 8, esto se realiza para obtener un dato estadístico sobre la población a ofertar el servicio.

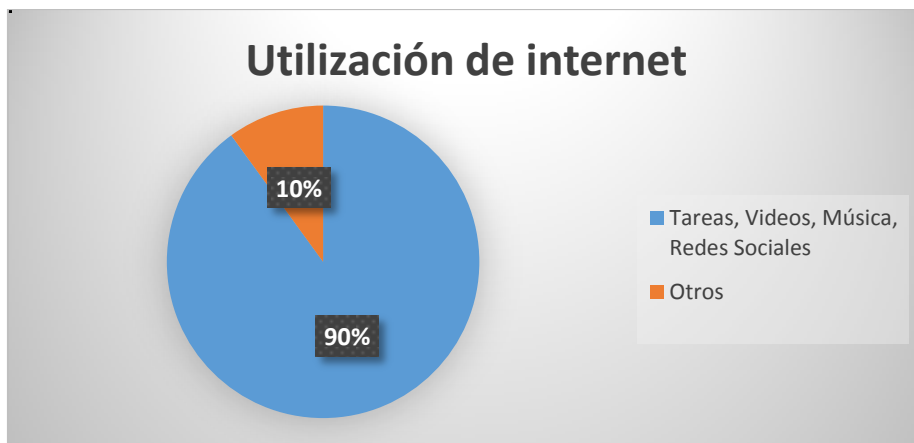
Número de personas por vivienda	
2 personas	96
3 personas	103
4 personas	92
5 personas	51



### Pregunta 3.

El resultado de esta pregunta servirá para obtener qué tipo de planes desean en el sector e inclusive el ancho de banda mínimo para la oferta los mismos planes, esta información realizará un cruce con los resultados de las preguntas 5, 6, 8 y 9.

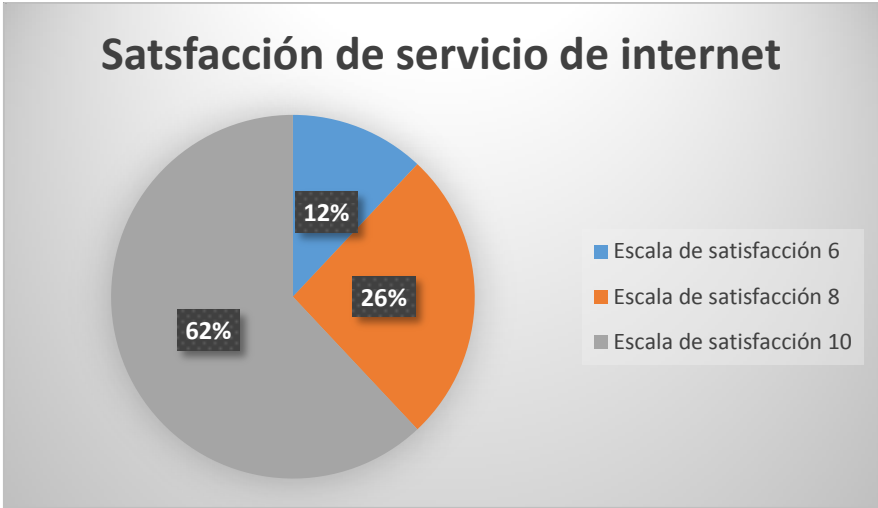
Utilización de internet	
Tareas, Videos, Música, Redes Sociales	119
Otros	13



### Pregunta 5.

Con los resultados de la pregunta se pueden obtener datos determinar la competencia, el mercado objetivo y tipo de planes a ofertar así como el porqué de algún cambio de proveedor al cruzar las preguntas 3, 6, 7 y 8.

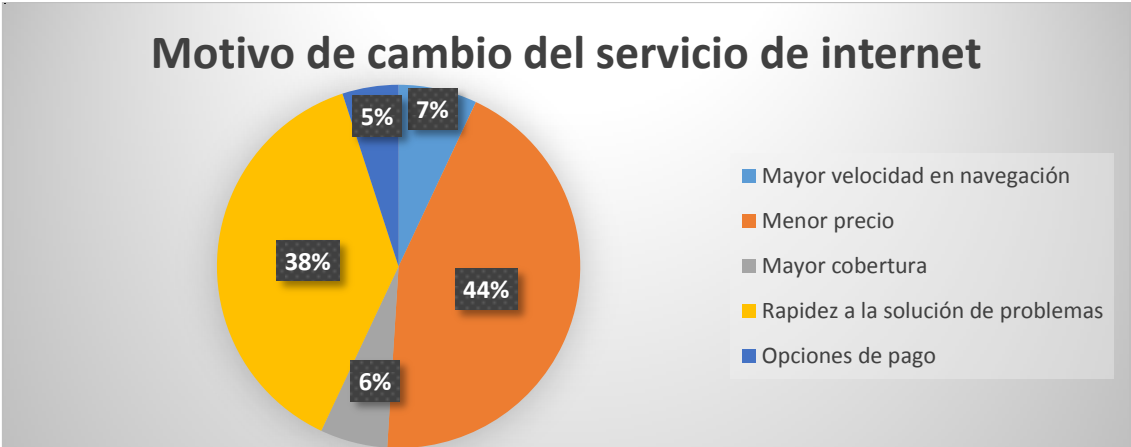
Satisfacción de servicio de internet	
Escala de satisfacción 6	16
Escala de satisfacción 8	34
Escala de satisfacción 10	82



**Pregunta 6.**

Los resultados obtenidos en esta pregunta permitirá la determinación para la apertura del mercado ya sea por contratación de nuevos planes o cambio de servicio, niveles de satisfacción e inclusive el target del mercado. Esta información se cruzará con las preguntas 5, 8, 9, 10 y 11.

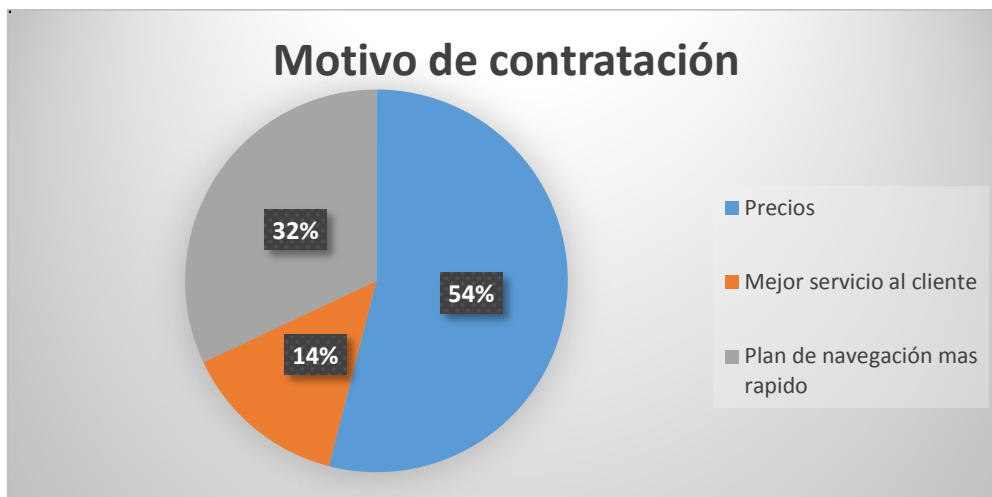
Motivo de cambio del servicio de internet	
Mayor velocidad en navegación	9
Menor precio	58
Mayor cobertura	8
Rapidez a la solución de problemas	50
Opciones de pago	7



### Pregunta 8

Con esta pregunta brinda datos del porqué contraria el servicio de internet, permite obtener la validación de posibles clientes que es el objetivo del proyecto. Esta información se cruzará con las preguntas 1, 5, 6, 9, 10 y 11.

Motivo de contratación	
<b>Precios</b>	113
<b>Mejor servicio al cliente</b>	29
<b>Plan de navegación más rápido</b>	67

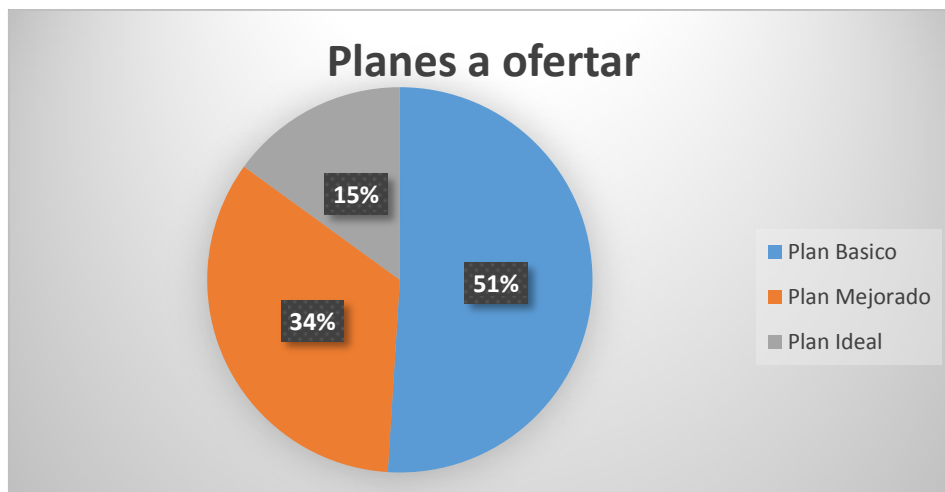


### Pregunta 9

Con los resultados de esta pregunta se puede validar el nivel de competencia, tipos de planes por velocidades que se puede ofertar, satisfacción de servicio al cliente y cambios de proveedor. Esta información se cruzará con las preguntas 3, 4, 5, 6, 10 y 11.

Planes a ofertar	
<b>Plan Básico</b>	107
<b>Plan Mejorado</b>	71
<b>Plan Ideal</b>	32





### Pregunta 11

La realización de esta pregunta permitirá obtener resultados sobre el nivel socio económico, nivel de competencia y posible tipo de planes. Esta información se cruzará con las preguntas 4, 7, 9 y 10.

Nivel de ingreso mensual	
Menor a 366 USD	27
Entre 367 - 700 USD	50
Entre 701 - 950 USD	86
Más de 1000 USD	46

