



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Estudio, Diseño e Implementación de migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.

AUTOR: Juan Carlos Chávez Alarcón

TUTOR: Ing. Tannia Mayorga Mg.

AÑO 2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CERTIFICADO DE AUTORÍA

La reciente investigación correspondiente al tema: “Estudio, Diseño e Implementación de migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.”, ha sido desarrollada bajo la autoría de Chávez Alarcón Juan Carlos con cédula de identidad: 171963964-1, en calidad de estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, la cual ostenta los derechos de autoría de la presente, declara que los contenidos de la investigación son enteramente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad del autor.

Quito, Septiembre 2014

AUTOR

Juan Carlos Chávez Alarcón

C.I: 171963964-1

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación de Carrera “Estudio, Diseño e Implementación de migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.”, presentado por el señor Chávez Alarcón Juan Carlos, certifico que el estudiante de la carrera de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación y calificación, y que es autor intelectual del mismo

Quito, Agosto de 2014

TUTOR

Ing. Tannia Mayorga, Mg.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de grado, aprueban el Trabajo de Titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para Títulos de Pregrado.

Quito, Agosto de 2014

Para constancia firma:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su bendición la cual me ha permitido estar en este punto de mi vida, formarme profesionalmente en la carrera de Electrónica y presente este Trabajo de Titulación de Carrera, a mis padres que con sus fuerzas, tenacidad, y sus ganas enormes de superación, me han inculcado grandes valores, los cuales han sabido corregir el rumbo de mi vida y a todos aquellas personas quienes han apoyado este camino.

Un agradecimiento a Jessyca Flores, mi esposa, que con su ayuda hemos obtenido grandes éxitos.

Un agradecimiento especial a la Ing Tannia Mayorga, que por sus inteligentes experiencias supieron guiarme por la vía del conocimiento.

JUAN CARLOS CHÁVEZ ALARCÓN

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado con todo afecto a mi familia que siempre me ha apoyado en todas mis decisiones, también a aquellas personas que gracias a su ayuda, motivación y paciencia he logrado mi éxito.

JUAN CARLOS CHÁVEZ ALARCÓN

ÍNDICE

CERTIFICADO DE AUTORÍA.....	II
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD.....	III
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA.....	VI
INDICE	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
Objetivo General.....	2
Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO I.....	3
FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Telemática.....	3
1.2.1 Concepto.....	3
1.2.2 Campos de interacción.....	3
1.3 Internet.....	4
1.3.1 Concepto.....	4
1.3.2 Historia de Internet.....	4
1.3.3 Estructura de Internet.....	5
1.3.4 Conexión a Internet.....	6
1.4 Protocolos de Comunicación en Redes.....	6
1.5 Modelo OSI.....	7
1.5.1 Capas del modelo OSI.....	8
1.6 Protocolos de Internet	10

1.7	Protocolo de Internet versión 4 (IPv4)	10
1.7.1	Formato del datagrama IPv4	11
1.8	Protocolo de Internet versión 6 (IPv6)	11
1.8.1	Formato del Datagrama IPv6	12
1.8.2	Tipo de direcciones IPv6	12
1.8.2.1	Unicast	12
1.8.2.2	Anycast	13
1.8.2.3	Multicast	13
1.8.3	Subnetting IPv6	13
1.8.4	Mecanismos de transición a IPv6	14
1.8.4.1	Mecanismo Dual-Stack	14
1.8.4.2	Mecanismo Túneles	14
1.8.4.3	Mecanismo Traducción	15
CAPÍTULO II		16
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO		16
2.1	Introducción	16
2.2	Descripción del problema principal	16
2.3	Alcance de los objetivos propuestos	16
2.4	Hipótesis	16
2.5	Justificación Teórica	17
2.6	Metodología utilizada	17
2.7	Resultados esperados cuando se implemente el proyecto	21
CAPÍTULO III		22
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS		22
3.1	Introducción	22
3.2	Diseño de la distribución jerárquica de la red IPv6	22
3.2.1	Cálculo de la segmentación de la red IPv6	25
3.3	Enrutamiento en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco	30
3.4	Diseño del mecanismo Dual-Stack en la red xDSL del ISP Trans-Telco	32
3.5	Diseño del mecanismo 6to4 Tunnels en la red xDSL del ISP Trans-Telco	33
3.6	Diseño de la transición de Ipv4 a Ipv6 en la red xDSL de TransTelco	34

3.6.1	Esquema de configuración Modem ADSL.....	34
3.6.2	IOS Enrutadores Cisco.....	35
3.6.3	Esquema de implementación mecanismos de transición entre Red Back-Bone y Cliente.....	39
3.6.4	Cronograma de Implementación del mecanismo de transición.....	40
3.6.5	Análisis de Equipamiento.....	40
3.6.6	Implementación de los mecanismos de transición.....	41
3.6.7	Evaluación de la Implementación de los mecanismos de transición.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		46
	Conclusiones.....	46
	Recomendaciones.....	47
BIBLIOGRAFÍA.....		48
ANEXOS.....		50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Estructura del Internet.....	5
Figura 1.2: Modelo OSI.....	8
Figura 1.3: Dirección Ipv4.....	11
Figura 1.4: Datagrama IPv4.....	11
Figura 1.5: Dirección Ipv6.....	12
Figura 1.6: Datagrama Ipv6.....	12
Figura 1.7: IPv6 Unicast.....	13
Figura 1.8: IPv6 Multicast.....	13
Figura 1.9: Mecanismo Dual-Stack.....	14
Figura 1.9: Mecanismo Túneles.....	15
Figura 1.10: Mecanismo Traducción.....	15
Figura 2.1: Entrevista sobre uso de NAT.....	19
Figura 2.2: Entrevista sobre el agotamiento IPv4.....	19
Figura 2.3: Entrevista sobre la migración IPv6.....	20
Figura 2.4: Entrevista sobre el mecanismo Dual-Stack.....	20
Figura 3.1: Esquema General de Trans-Telco-Modelo General.....	23
Figura 3.2: Esquema General de Trans-Telco-POP.....	24
Figura 3.3: Esquema del POP Trans-Telco-Modelo General.....	25
Figura 3.4: Gráfico representativo Código Hexadecimal-Binario.....	26
Figura 3.5: Gráfico representativo Código Hexadecimal-Binario-Subnetting.....	26
Figura 3.6: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nacional.....	26
Figura 3.7: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nodo-Ciudad.....	28
Figura 3.8: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nodo-Ciudad-Cliente.....	30
Figura 3.9: Esquema de la red Trans-Telco-Enrutamiento.....	31
Figura 3.10: Esquema General Dual-Stack.....	32
Figura 3.11: Esquema 6to4 Tunnels.....	33
Figura 3.12: Firmware Modem Starbridge-1532.....	34
Figura 3.13: Protocolo de Red-Modem Starbridge-1532.....	34
Figura 3.14: Direccionamiento de Red-Modem Starbridge-1532.....	35

Figura 3.15: Versión IOS Router Cisco-1841	36
Figura 3.16: Direccionamiento Ipv6 Dual-Stack en Router Cisco-871	37
Figura 3.17: Direccionamiento Ipv6 6to4 Tunnel en Router Cisco-871	38
Figura 3.18: Configuración Ipv6 6to4 Tunnel en Router Cisco-871	38
Figura 3.19: Esquema de implementación	40
Figura 3.20: Implementación Física Dual-Stack.....	42
Figura 3.21: Implementación Física 6to4 Tunnel	43
Figura 3.22: Conectividad entre dos Clientes.....	44
Figura 3.23: Traza del Cliente A hacia el Cliente B	45
Figura 3.24: Protocolo HTTP	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Campos de Interacción de Telemática.....	3
Tabla 1.2: Historia del Internet.....	5
Tabla 1.3: Tecnologías de Acceso	6
Tabla 3.1: Tabla estadística-Dispositivos promedios en Familia.....	22
Tabla 3.2: Asignación de redes lógicas en TransTelco.....	25
Tabla 3.3: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Nacional	27
Tabla 3.4: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Provincia	30
Tabla 3.5: Tabla de direccionamiento Dual-Stack	32
Tabla 3.6: Representación direccionamiento Ipv6-Router	33
Tabla 3.7: Representación direccionamiento Ipv6-6to4 Tunnels.....	33
Tabla 3.8: Datos de Implementación Dual-Stack.....	39
Tabla 3.9: Datos de Implementación 6to4 Tunnel	39
Tabla 3.10: Análisis de Equipamiento.....	41
Tabla 3.11: Evaluación de la Implementación.....	44

INTRODUCCIÓN

El ISP Trans-Telco es una empresa que pertenece al grupo Telconet, fue fundado en abril de 2004, está ubicado en la provincia de Pichincha, cantón Quito, sector Iñaquito, el cual se dedica a la provisión de acceso a Internet en hogares, pequeñas y medianas empresas del Ecuador, a través de una red de cobre y fibra óptica de alta tecnología.

Trans-Telco empezó sus labores con 8 colaboradores y en la actualidad cuenta con más de 80 trabajadores; cuyo esquema organizacional de la empresa se encuentra distribuido mediante Gerencias Nacionales, Jefaturas Regionales y un Gerente General que es el Sr. Luis Terán.

En sus primeros años Trans-Telco suministraba el acceso de Internet mediante radioenlaces de tecnología WaveRaider en las ciudades de Quito y Guayaquil cuyo ancho de banda llegaba hasta 256 Kbps; para el año 2006 empieza a realizar una red de cobre con tecnología de acceso ADSL (Línea de abonado digital asimétrica) que actualmente se encuentra operando en más de 30 ciudades del país con módems xDSL de marca StarBridge e infraestructura de Back-Bone de marca Cisco.

En el año 2010 Trans-Telco lanza al mercado paquetes de Internet de alta velocidad y de banda ancha mediante VDSL (Línea de abonado digital de muy alta tasa de bits) poniéndose en competencia con los más grandes ISPs en las ciudades de Quito y Guayaquil.

LACNIC (Registros de Direcciones de Internet para Latinoamérica y el Caribe) para el año 2010 debido al aumento exponencial de acceso al Internet mediante dispositivos móviles y fijos publicó el agotamiento del direccionamiento IPv4 provocando un malestar a los proveedores de Internet en América Latina y el Caribe de que a pesar de los diferentes talleres de implementación del protocolo de Internet versión 6 (IPv6) aún no se tenía claro su funcionamiento.

La labor de las organizaciones como LACNIC y la Internet Society (ISOC) contribuyen de manera fundamental a la mitigación de las posibles consecuencias negativas de la transición a IPv6 que es necesaria para la continuidad, la estabilidad y la evolución del Internet.

En Ecuador el uso de protocolos de nueva generación ha sido notificado por medio del Ministerio de Telecomunicaciones (MINTEL) y un evento a nivel internacional como el Campus Party del año 2011 que generó conexión hacia el Internet mediante el protocolo IPv6 ha dado el paso para la innovación de conectividad con el mundo.

El ISP Trans-Telco para brindar un mejor nivel de seguridad y alto rendimiento tiende hacia una migración de IPv4 a IPv6 para la red de datos xDSL de la infraestructura de la ciudad de Quito.

El Grupo Especial sobre Ingeniería de Internet (IETF), ha diseñado varias herramientas, protocolos y mecanismos para forjar la transición de IPv4 a IPv6, las cuales se puede mencionar en tres clases: Dual-Stack, Tuneles y Traducción de protocolo.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Estudiar, Diseñar e Implementar la migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.

Objetivos Específicos.

- Determinar el agotamiento IPv4 en la red del ISP Trans-Telco.
- Diseñar los mecanismos de transición a IPv6.
- Distribuir jerárquicamente la red IPv6 asignada al ISP Trans-Telco.
- Implementar en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco el protocolo IPv6 usando los mecanismos de transición.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Introducción.

En este capítulo se mostrarán los conceptos y tópicos principales, en las cuales se fundamentará el estudio y diseño de la migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco, además como gráficos, tablas e ideas que aportan y fundamentan al desarrollo del proyecto integrador de carrera.

1.2 Telemática.

1.2.1 Concepto.

La Telemática, abarca el campo científico y tecnológico de tal manera que comprende el estudio, diseño, gestión y aplicación de las redes y servicios de comunicaciones, para el transporte, almacenamiento y procesado de todo tipo de información. (Universidad de Colima, 2012).

1.2.2 Campos de interacción.

Los campos de interacción de la telemática se muestran en la tabla 2.1.

Campo	Interacción
Networking	Gestión e integración de tecnologías de comunicación, en ambientes LAN y WAN.
Telecomunicaciones	Gestión en desarrolladores y suministradores de equipos y sistemas de telecomunicación.
Networking	Proyectos de telecomunicaciones.
Seguridad	Auditorías y diseño de redes.
Sistemas de Información	Diagnósticos y auditorías de seguridad.
Sistemas de Información	Desarrollo de aplicaciones telemáticas.
Networking	Elaboración de software
Sistemas de Información	Protocolos de comunicaciones.
	Sistemas Operativos.

Tabla 1.1: Campos de Interacción de Telemática.
Fuente: (Mastermagazine, 2010)

1.3 Internet.

1.3.1 Concepto.

El Internet se define como una red de redes, es decir que es una red de ordenadores interconectados, una red que cuenta con servicios y aplicaciones que asienten hacer una utilización favorable de la misma. (Universidad de Catalunya, 2014)

Internet está compuesto de un gran número de máquinas distribuidas por el mundo e interconectadas por los varios medios de transmisión que existen en la actualidad. Las máquinas u ordenadores que son parte de Internet no son iguales y pueden tener varias funciones diferentes. Se puede hallar desde el PC de nuestra casa cuya función es la de consultar páginas web, al servidor de última generación en el que se almacenan las páginas web y/o servicios. (COMER, 2004)

1.3.2 Historia de Internet.

En la tabla 1.2 se muestra los eventos más irrelevantes en la historia del Internet.

Año	Evento
1967	EE.UU. conecta por vía telefónica dos ordenadores ubicados a miles de kilómetros.
1969	Internet surge con la aparición de ARPANET (Advanced Research Project Agency Net), proyecto militar planteado para que las comunicaciones de los sistemas de defensa del país no se interrumpieran ni en un ataque nuclear.
1971	Se envía el primer mensaje electrónico.
1972	Cerca de 50 Universidades se encuentran conectadas a ARPANET
1974	Vinton Cerf junto con Bob Kahn publican un "Protocolo para Intercomunicación de Redes de Paquetes", donde se especifica el diseño del nuevo protocolo TCP-IP (Transfer Control Protocol).
1979	ARPANET crea la primera Comisión de Control de la configuración de la Red.
1981	Culmina el proceso de desarrollo y definición del Protocolo TCP/IP. En el año siguiente se adopta definitivamente como estándar.
1983	Internet nace como la interconexión de las redes ARPANET, MILnet y Csnet.
1985	Se termina el desarrollo del protocolo para la transmisión de ficheros en Internet (FTP, File Transfer Protocol). Por este periodo, también se crea el sistema de denominación de dominios (DNS, Domain Name System).
1989	El Laboratorio Europeo de Física de Partículas (CERN) despliega el concepto de World Wide Web (WWW) y el sistema de información hipertextual.
1993	La Universidad de Illinois distribuye gratuitamente Mosaic, el primer navegador que accede a navegar por Internet, desarrollado por Marc Andersen.

Tabla 1.2: Historia del Internet. (Cont).
Fuente: (Moraga, 2010).

1995	Se produce el estallido de la Internet comercial.
1998	Internet2
1999	Uso por primera vez del término Web 2.0
2000	Más de 300 millones de usuarios se conectan a Internet.
2001	Posicionamiento mundial de Google.
2003	Ingreso de aplicaciones de Apple
2004	Nace Facebook y Gmail.
2005	Nace YouTube
2006	Aparición de la Web 3.0
2012	ICANN acepta aplicaciones de nueva generación IPv6.
2013	Aplicaciones bancarias y de pago rápido
2014	Origen de la idea de descentralización del Internet. China y Rusia.

Tabla 1.2: Historia del Internet.
Fuente: (Moraga, 2010).

1.3.3 Estructura de Internet.

La estructura del Internet se muestra en la Figura 1.1, en la que se representa la conexión entre ordenadores. (Sapienciario de Culturemas, 2010)

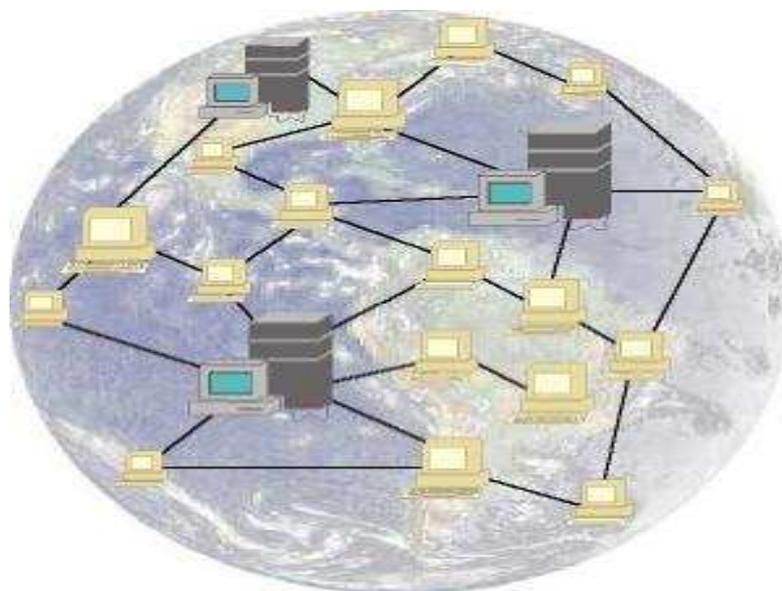


Figura 1.1: Estructura del Internet.
Fuente: (Sapienciario de Culturemas, 2010)

1.3.4 Conexión a Internet.

El Internet es un conjunto disipado de redes de comunicación interconectadas, por lo que existen muchas tecnologías diferentes comunicándose entre sí, todas están identificadas mediante la correspondiente dirección de red IP. (Moya, 2009)

El conectarse al Internet se usa una red en promedio tecnológicamente avanzada, con consecuencias de distinto tipo: económicas, de tiempo, de eficiencia, etc. (Sapienciario de Culturemas, 2010)

Existen varios criterios para clasificar las conexiones a Internet, al menos tantos como tipos de redes a las que podemos conectar nuestro equipo, las diferencias pueden encontrarse en el nivel físico y el tipo de tecnología de que se sirven los ISPs, mostrado en la tabla 1.3.

Medio de Acceso	Tecnología
Par de cobre	Línea telefónica
Par de cobre	Línea telefónica convencional
Par de cobre	RTB, red telefónica básica
Par de cobre	Línea digital
Par de cobre	RDSI
Par de cobre	ADSL
Coaxial	Cable
Inalámbrico	Satélite
Inalámbrico	LMDS -Local Multipoint Distribution Service
Redes Eléctricas	PLC – Power Line Communication
Inalámbrico	Telefonía móvil

Tabla 1.3: Tecnologías de Acceso.
Fuente: (Moya, 2009).

1.4 Protocolos de Comunicación en Redes.

Los protocolos de comunicaciones establecen las reglas para la transmisión y recepción de la información entre los nodos de una red, de tal forma que para que dos nodos se puedan comunicar entre sí, es necesario que ambos tengan la misma configuración de

protocolos. Entre los protocolos propios de una red (LAN) se puede distinguir dos principales grupos. Por un lado están los protocolos del nivel físico y de enlace, niveles 1 y 2 del modelo OSI, que permiten definir las funciones asociadas con el uso del medio de transmisión: envío de los datos a nivel de bits y trama, y el modo de acceso de los nodos al medio. Estos protocolos vienen unívocamente explícitos por el tipo de red (Ethernet, Token Ring, entre otras.). El segundo grupo de protocolos se refiere a aquellos que ejecutan las funciones de los niveles de red y transporte, niveles 3 y 4 de OSI, es decir los que se autorizan básicamente del encaminamiento de la información y garantizan una comunicación extremo a extremo independiente de errores. Estos protocolos transmiten la información a través de la red en pequeños segmentos llamados paquetes. Si un ordenador quiere transmitir un fichero grande a otro, el fichero es dividido en paquetes en el origen y vueltos a ensamblar en el ordenador destino. Cada protocolo define su propio formato de los paquetes en el que se especifica el origen, destino, longitud y tipo del paquete, así como la información redundante para el control de errores. Los protocolos de los niveles 1 y 2 dependen del tipo de red, mientras que para los niveles 3 y 4 hay diferentes alternativas, siendo TCP/IP la configuración más extendida. Por su parte, los protocolos OSI representan una solución técnica muy potente y flexible, pero que actualmente está escasamente implantada en entornos de red de área local. (Agency, 1981)

1.5 Modelo OSI

El modelo OSI (Open Systems Interconnection) creado por la ISO (International Standards Organization) para estandarizar la interconexión de sistemas abiertos. Un sistema abierto se refiere a que es independiente de una arquitectura específica. Se compone el modelo, por tanto, de un conjunto de estándares ISO relativos a las comunicaciones de datos. (USFQ, 2010)

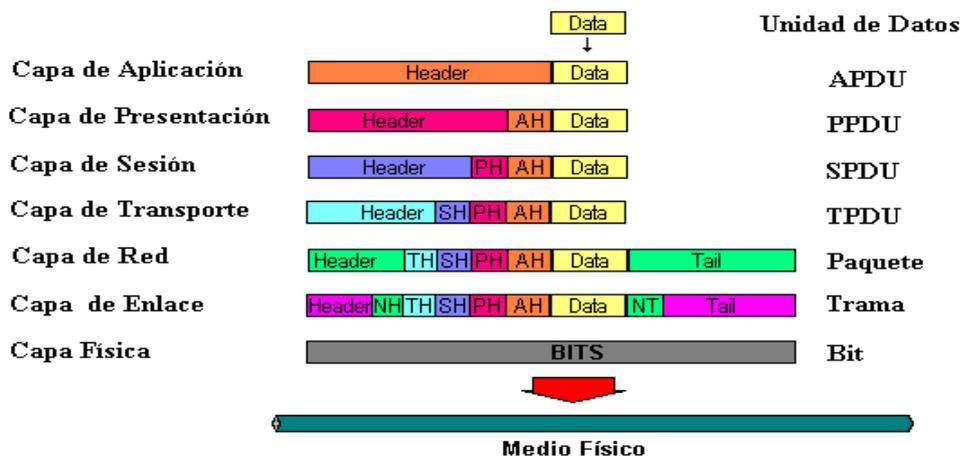


Figura 1.2: Modelo OSI.
Fuente: (Networks, 2014)

El modelo OSI establece los lineamientos para que el software y los dispositivos de diferentes fabricantes funcionen juntos. Aunque los fabricantes de hardware y los de software para red son los usuarios principales del modelo OSI, una comprensión general del modelo llega a resultar muy benéfica para el momento en que se expande la red o se conectan redes para formar redes de área amplia (WAN). (USFQ, 2010)

1.5.1 Capas del modelo OSI

1.5.1.1 Capa 7: Aplicación

La capa de Aplicación funciona como el acceso a los servicios que proporciona la red, así como de proporcionar al sistema operativo servicios como el de la transferencia de archivos. (USFQ, 2010)

1.5.1.2 Capa 6: Presentación

La función de la capa de Presentación es la de proveer una interfaz para realizar la transferencia de datos que sea única de la tecnología para representarlos. Los datos pueden representarse en varias formas, lo que define como usar los datos y la forma de mostrarlos es la arquitectura del sistema, así que la capa de presentación se encarga de esto. (USFQ, 2010)

1.5.1.3 Capa 5: Sesión

La capa de sesión tiene la responsabilidad de asegurar la entrega correcta de la información. Esta capa tiene que revisar que la información que recibe se encuentre

correcta; por lo tanto, la capa de sesión debe realizar algunas funciones como: la detección y corrección de errores y controlar los diálogos entre dos entidades que se estén comunicando y definir los mecanismos para hacer las llamadas a procedimientos remotos. (USFQ, 2010)

1.5.1.4 Capa 4: Transporte

La capa de transporte vincula las capas de host con las capas orientadas a la red; permite la cohesión entre el host y la red, su función es la de asegurar una entrega confiable de la información a través de la red. (USFQ, 2010)

Los estándares que pertenecen a la capa de transporte incluyen el protocolo de transporte (TP) de la Organización Internacional de Estándares (ISO) y el protocolo de intercambio de paquetes en secuencia (SPX) de Novell. (Networks, 2014)

1.5.1.5 Capa 3: Red

Esta capa incluye dos parámetros fundamentales: la capa de Red se encarga de determinar las rutas adecuadas para llevar la información de un lado a otro (proporciona el enrutamiento); además, su funcionalidad es la de proporcionar una interfaz para que la transferencia de datos sea única de la tecnología del enlace de datos. (USFQ, 2010)

Los estándares que se refieren a la capa de red incluyen el protocolo de intercambio de paquetes entre redes (IPX) de Novell, el protocolo de Internet (IP) y el protocolo de entrega de datagramas (DDP) de Apple. El IP es parte del estándar de protocolo TCP/IP, generado por el Departamento de la Defensa de Estados Unidos y utilizado en Internet. El DDP fue diseñado para computadoras Apple, como la Macintosh. Los enrutadores operan en la capa de red. (USFQ, 2010)

1.5.1.6 Capa 2: Enlace

La función de la capa dos es la de asegurar la transferencia de datos libres de error entre nodos adyacentes (sincronización a nivel de datos), además establece el control de acceso al medio. La capa de enlace de datos está dividida en dos subcapas: el control de acceso al medio (MAC) y el control de enlace lógico (LLC). Los puentes (bridges) operan en la capa MAC. (USFQ, 2010)

1.5.1.7 Capa 1: Física

Define las características físicas del medio de transmisión; de tipo mecánico, eléctrico y óptico (esto es, el tipo de medio a utilizar, el tamaño o forma de los conectores, el grosor del cable, el tipo de cable, el tipo de aislante, el voltaje de la interfase, la impedancia - resistencia - nominal, etc.), además esta la señalización de la interfase (es decir, el cómo representar la información como un 0 y 1. (USFQ, 2010)

La capa física también maneja los tipos y las especificaciones de cables, incluyendo los cables Ethernet 802.3 del IEEE (Thick Ethernet - Ethernet denso o estándar -, Thin Ethernet - Ethernet estrecho o delgado y UTP), el estándar de interfaz de datos distribuidos por fibra óptica (FDDI) del Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI) para el cable de fibra óptica y muchos otros. (USFQ, 2010).

1.6 Protocolos de Internet

El protocolo IP es parte de la capa de Internet del conjunto de protocolos TCP/IP. Es uno de los protocolos de Internet más importantes ya que permite el desarrollo y transporte de datagramas IP (paquetes de datos), aunque no garantiza su recepción. En realidad, el protocolo IP procesa datagramas IP de manera independiente al definir su representación, ruta y envío. (Agency, 1981)

El protocolo IP determina el destinatario del mensaje mediante 3 campos:

- Dirección IP
- Máscara de subred
- Pasarela predeterminada (USFQ, 2010)

1.7 Protocolo de Internet versión 4 (IPv4)

El Internet Protocol versión 4 (IPv4) es la cuarta versión del protocolo Internet Protocol (IP), y la primera en ser implementada a gran escala. El IPv4 usa direcciones de 32 bits, limitándola a $2^{32} = 4.294.967.296$ direcciones únicas, muchas de las cuales están dedicadas a redes de áreas locales. (Red Grupo de Trabajo C. Perkins, 2002)

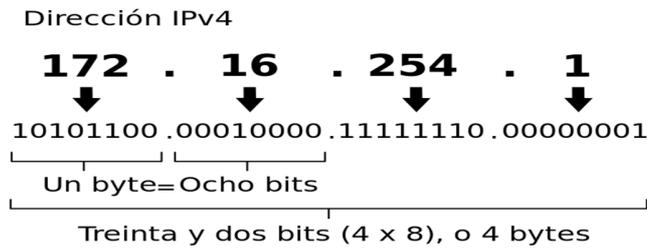


Figura 1.3: Dirección Ipv4.
Fuente: (Red Grupo de Trabajo C. Perkins, 2002)

1.7.1 Formato del datagrama IPv4

Los datos circulan en Internet en forma de datagramas, los datagramas son datos encapsulados, es decir, datos a los que se les agrega un encabezado que contiene información sobre su transporte (como la dirección IP de destino). (Internet Engineering Task Force, 2011)

Los routers analizan (y eventualmente modifican) los datos contenidos en un datagrama para que puedan transitar y llegar a su destino. (Internet Engineering Task Force, 2011)

<--		32 bits		-->	
Versión (4 bits)	Longitud del encabezado (4 bits)	Tipo de servicio (8 bits)	Longitud total (16 bits)		
Identificación (16 bits)			Indicador (3 bits)	Margen del fragmento (13 bits)	
Tiempo de vida (8 bits)		Protocolo (8 bits)	Suma de comprobación del encabezado (16 bits)		
Dirección IP de origen (32 bits)					
Dirección IP de destino (32 bits)					
Datos					

Figura 1.4: Datagrama IPv4.
Fuente: (Internet Engineering Task Force, 2011)

1.8 Protocolo de Internet versión 6 (IPv6)

El protocolo IPv6 responde razonablemente metas trazadas para la comunicación hacia el Internet. Conserva las mejores funciones de IPv4, mientras que elimina o minimiza las peores y agrega nuevas cuando es necesario. (USFQ, 2010)

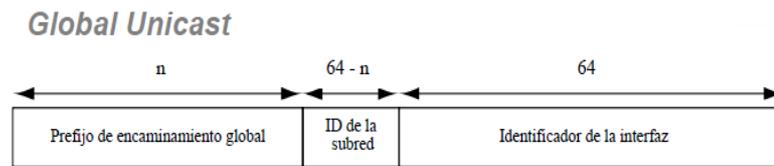


Figura 1.7: IPv6 Unicast
Fuente: (LACNIC, 2011)

1.8.2.2 Anycast

Este tipo de direcciones identifican un grupo de interfaces, entregando el paquete sólo a la interfaz más cercana al origen. Su uso se lo puede emplear para descubrir servicios de red, balanceo de red, entre otros. (LACNIC, 2011).

1.8.2.3 Multicast

Identifica un grupo de interfaces, se deriva del bloque FF00::/8, los 112 bits de la dirección multicast IPv6 se usan para identificar el grupo multicast.

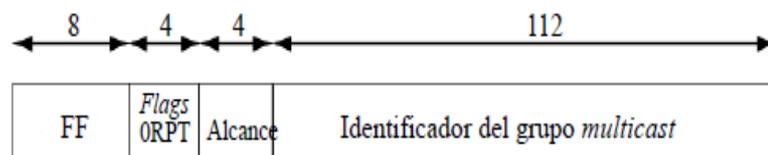


Figura 1.8: IPv6 Multicast.
Fuente: (LACNIC, 2011)

1.8.3 Subnetting IPv6

El subnetting IPv6 refiere a los tamaños para las redes de equipos IPv6. Los diferentes tipos de enlaces de red pueden requerir diferentes tamaños de subred. La máscara de red CIDR aparta los bits del prefijo identificador de red a partir de los bits del identificador de interfaz. (LACNIC, 2011).

El prefijo CIDR en el direccionamiento IPv6 tiene el rango desde /32 hasta /128. (MediaWiki, 2014).

1.8.4 Mecanismos de transición a IPv6

1.8.4.1 Mecanismo Dual-Stack

Dual-Stack es el procedimiento propuesto originalmente para tener una transición blanda hacia IPv6, el inconveniente que se presenta es la cantidad de direcciones IPv4 para poder desplegar estas dos versiones del protocolo en simultáneo en toda la red. (LACNIC, 2011)

Cuando se establece una conexión hacia un destino sólo IPv4, se utilizará la conectividad IPv4 y si es hacia una dirección IPv6, se usará la red IPv6. En caso que el destino tenga ambos protocolos, normalmente se preferirá pretender conectar primero por IPv6 y en segunda instancia por IPv4. (LACNIC, 2011)

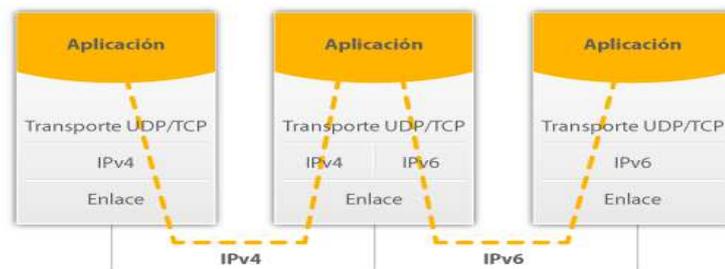


Figura 1.9: Mecanismo Dual-Stack.
Fuente: (LACNIC, 2011)

1.8.4.2 Mecanismo Túneles

Los túneles son mecanismos antiguos para poder atravesar redes que no tienen soporte nativo del protocolo que se está utilizando. Por lo que se usan túneles encapsulando IPv6 dentro de IPv4, permitiendo de esta forma atravesar redes que no manejan IPv6, aunque también se puede encontrar la situación inversa. Los paquetes originales son transportados hasta un punto de la red por medio del protocolo original, luego son encapsulados para transponer la porción de red que no lo soporta y luego des-encapsulados en el otro extremo para ser enviados al destino final en forma nativa. (LACNIC-Guillermo Cicileo, 2012).

Los túneles más habituales son los túneles manuales y los túneles automáticos. Los túneles manuales se deben configurar explícitamente en algún equipo de la red, mientras

que los automáticos se configuran automáticamente en algunos sistemas operativos. En el caso de los primeros, se puede mencionar son los túneles manuales entre dos equipos o mediante “tunnel brokers”. En el segundo caso, los más conocidos son 6to4 y Teredo. (LACNIC-Guillermo Cicileo, 2012)

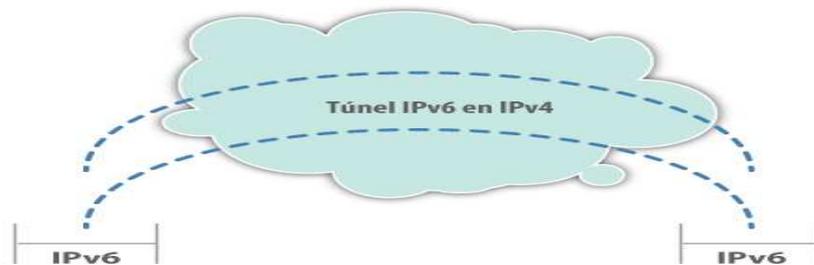


Figura 1.9: Mecanismo Túneles.
Fuente: (LACNIC, 2011)

1.8.4.3 Mecanismo Traducción

El mecanismo consiste en utilizar algún dispositivo en la red que convierta los paquetes de IPv4 a IPv6 y viceversa, el dispositivo es capaz de realizar la traducción en los dos sentidos de forma de permitir la comunicación. (LACNIC-Guillermo Cicileo, 2012).

Se puede citar NAT64/DNS64: la red es IPv6 nativa y para llegar a sitios que son sólo IPv4 se efectúa una traducción al estilo NAT, a través de un mapeo entre los paquetes IPv6 e IPv4. (LACNIC-Guillermo Cicileo, 2012).

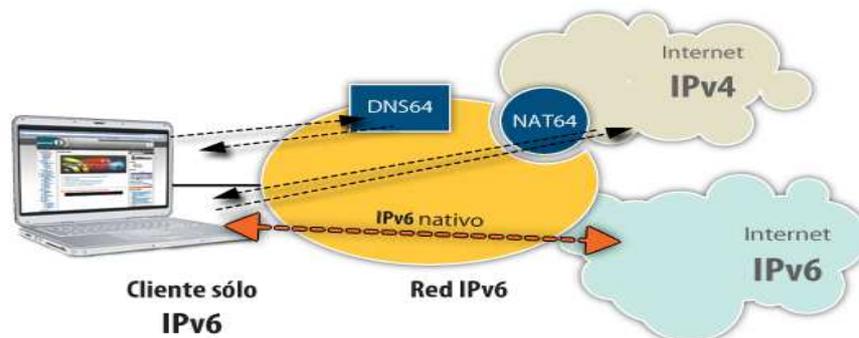


Figura 1.10: Mecanismo Traducción.
Fuente: (LACNIC, 2011)

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO

2.1 Introducción

En este capítulo una breve descripción del proceso investigativo usado en el desarrollo del proyecto integrador de carrera.

2.2 Descripción del problema principal

En el ISP Trans-Telco no existe un procedimiento de migración de IPv4 a IPv6 para la red de datos xDSL de la infraestructura de la ciudad de Quito; lo que ha generado una confusa administración de los recursos de red para el cliente y equipamiento de Back-Bone.

2.3 Alcance de los objetivos propuestos

Para el desarrollo de la migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco se planeó un objetivo general el cual se encuentra expuesto en la Introducción del presente documento de proyecto integrador de carrera cuyo propósito es que el protocolo IPv6 opere sin generar ningún inconveniente en la red; además los objetivos específicos tienen la finalidad de determinar el aumento de usuarios en la red xDSL de Trans-Telco y el uso de NAT por lo que el uso de mecanismos de transición expuestos por entes reguladores del direccionamiento en el Internet de IPv4 a IPv6 son esenciales para la migración cuya implementación verificará su óptimo funcionamiento.

2.4 Hipótesis

Cuando se implemente la migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco existirá un mejor desempeño y seguridad en el acceso hacia el Internet restaurando la naturaleza extremo a extremo; determinado la variable independiente como la migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco y su variable dependiente la mejora en desempeño y seguridad el acceso al Internet y restaurando la naturaleza extremo a extremo.

2.5 Justificación Teórica

El ISP Trans-Telco al proveer el acceso al Internet mediante la tecnología xDSL se apega a un modelo de referencia de arquitecturas de interconexión en sistemas de comunicaciones cuya red soporta protocolos de red TCP/IP permitiendo a los clientes conexión de una red a otra, el IPv6 es un protocolo de nueva generación que abarca hasta 340 sextillones de direcciones IP para el enlace entre dispositivos de diferentes redes es necesario el uso de los mecanismos de transición para su actividad. Trans-Telco trabaja bajo la infraestructura MPLS del carrier Telconet por lo que el método de transición Dual-Stack se desempeñará con mayor facilidad.

2.6 Metodología utilizada

El desarrollo del proyecto de migración de IPv4 a IPv6 de la red xDSL del ISP Trans-Telco, usó el método de Análisis y Síntesis debido a que se requirió de la investigación y recopilación de toda información necesaria que facilite y permita desarrollar el proyecto.

Para analizar los requerimientos y componentes del sistema que puedan determinar su estructura y forma de funcionamiento se usó el método Sistemico.

El método experimental se utilizó para la implementación de IPv4 a IPv6 de la red xDSL del ISP Trans-Telco la recolección de datos del sistema con los cuales se confirmó su funcionamiento.

Para validar la vialidad de la migración de IPv4 a IPv6 de la red xDSL del ISP Trans-Telco se entrevistó a cinco personas que pertenecen a las Gerencias Operativas y Gestión de Red, Jefaturas Regionales e Ingenieros VIP del ISP Trans-Telco, a continuación se muestra el formato de la entrevista realizada. Los resultados de las entrevistas se encuentran en el Anexo 3.

ENTREVISTA MIGRACION IPV6



NOMBRE:

CARGO:

EMPRESA:

FECHA:

ENTREVISTADOR:

PREGUNTAS

1. ¿CREE USTED QUÉ EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?

SI
NO

PORQUÉ.....

2. ¿CREE USTED QUÉ LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?

SI
NO

PORQUÉ.....

3. ¿CREE USTED QUÉ LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?

SI
NO

PORQUÉ.....

4. ¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?

SI
NO

PORQUÉ.....

Las respuestas a cada una de las preguntas de la entrevistas permiten generar un análisis de resultados los cuales son detallados a continuación.

De acuerdo a la pregunta número 1 del uso excesivo de NAT en la red de Trans-Telco, el 100% de los entrevistados manifiestan su confirmación.

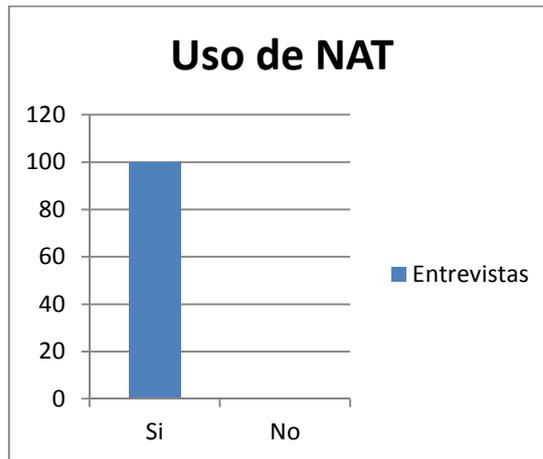


Figura 2.1: Entrevista sobre uso de NAT
Fuente: Investigador

Con respecto a la pregunta número 2 del agotamiento del direccionamiento IPv4 en la red de Trans-Telco, el 100% de los entrevistados indicaron su confirmación.

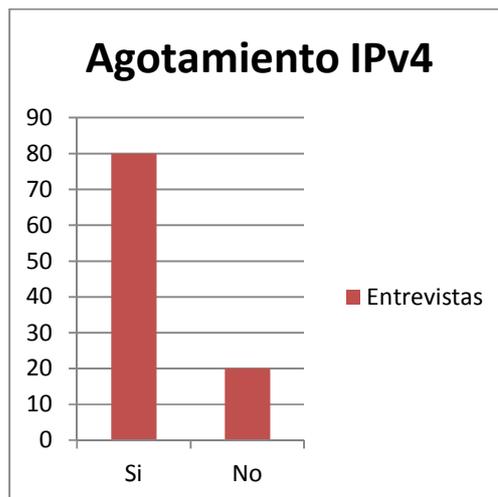


Figura 2.2: Entrevista sobre el agotamiento IPv4
Fuente: Investigador

Con respecto a la pregunta número 3 de la disponibilidad de la red de Trans-Telco para la migración a IPv6, el 100% de los entrevistados indicaron su certificación.

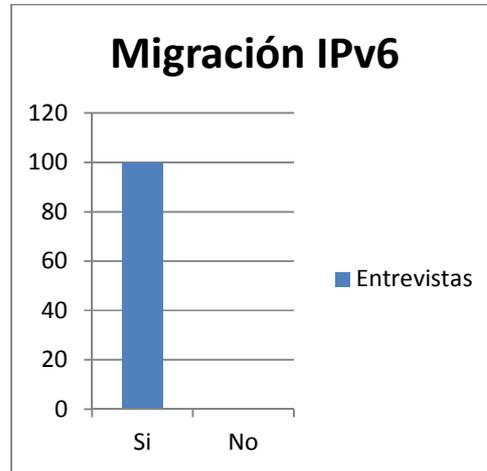


Figura 2.3: Entrevista sobre la migración IPv6
Fuente: Investigador

Acorde a la pregunta número 4 del mecanismo Dual-Stack de la red de Trans-Telco como mejor alternativa para la migración a IPv6, el 100% de los entrevistados indicaron su certificación.

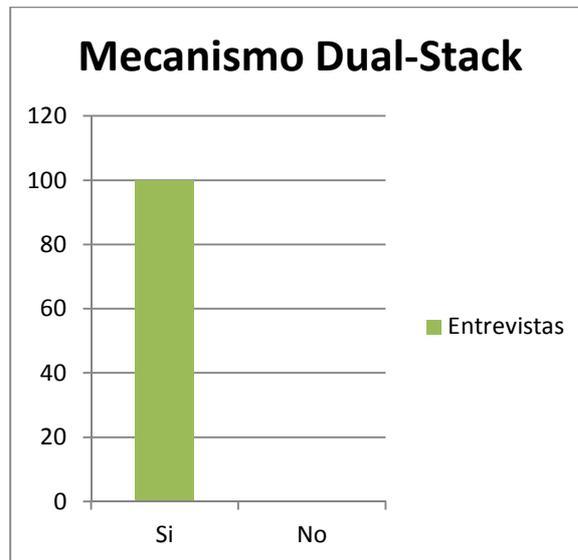


Figura 2.4: Entrevista sobre el mecanismo Dual-Stack
Fuente: Investigador

2.7 Resultados esperados cuando se implemente el proyecto

Una vez realizada la implementación del protocolo IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco se espera que la empresa se coloque a la vanguardia en el uso de protocolos de nueva generación disponibles para sus clientes los cuales mejorarían la seguridad y confiabilidad del acceso a la información.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1 Introducción

En este capítulo se presenta el diseño de los dos mecanismos a utilizar en la migración de IPv4 a IPv6 y distribución jerárquica de la red IPv6 en la red xDSL del ISP Trans-Telco. También se mostrará los dispositivos a usarse en el ISP Trans-Telco.

3.2 Diseño de la distribución jerárquica de la red IPv6

La red IPv6 asignada por la LACNIC al ISP Trans-Telco es : **2800:bf0::/32**.

La red asignada será distribuida de acuerdo a la mayor densidad de usuarios ubicados en las ciudades de cobertura del ISP Trans-Telco.

De acuerdo a la encuesta realizada por la SUPERTEL (Anexo 4), en el año 2012, el uso del Internet está sujeto a labores académicas, teletrabajo y entretenimiento, por lo que se concluye que una familia promedio ecuatoriana compuesto por 4 miembros (papá, mamá y 2 hijos); con el avance y acceso a la tecnología llegarán a obtener los siguientes dispositivos que se muestran en la Tabla 3.1. (INEC-Ecuador, 2012)

Dispositivos	Cantidad
Computadora de Escritorio	1
Laptop	2
Tablets	2
Smart Phone	4
Smart TV	4
Dispositivos extras (Impresora, Refrigeradoras, etc)	5
Total	18

Tabla 3.1: Tabla estadística-Dispositivos promedios en Familia.
Fuente: (INEC-Ecuador, 2012)

El ISP Trans-Telco, como muestra la Figura 3.1, está compuesto por POPs los mismos que dependen de un enrutador que dirige su tráfico hacia un concentrador o GateWay (GW).

Un enrutador puede tener un máximo de 10 POPs de acuerdo a los modelos de enrutadores Cisco expuestos en el capítulo 2.

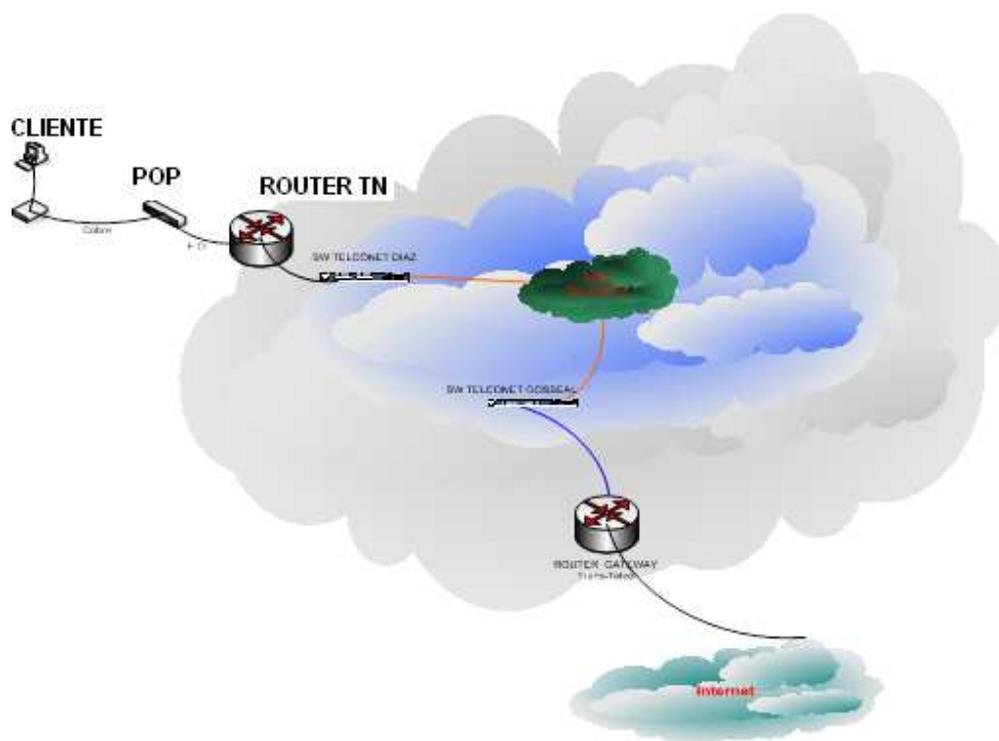


Figura 3.1: Esquema General de Trans-Telco-Modelo General.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

Los POPs se encuentran distribuidos estratégicamente en las ciudades de acuerdo a la demanda de clientes, los mismos se encuentran en postería tal como se muestra en la Figura 3.2

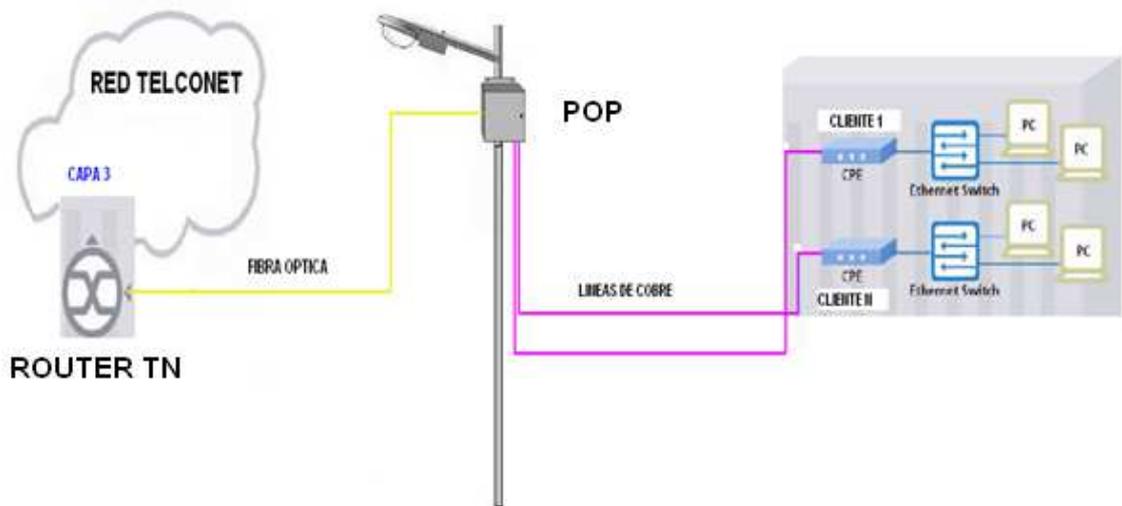


Figura 3.2: Esquema General de Trans-Telco-POP.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

El POP cuenta con DSLAMs, Digital Subscriber Line Access Multiplexer que conecta a múltiples clientes de línea de abonado digital (DSL); los mismos que de acuerdo a los modelos y productos distribuidos por Trans-Telcos pueden ser ADSL y/o VDSL.

Los DSLAM de estándar ADSL de acuerdo a los modelos pueden tener 24 o 48 puertos y los DSLAM VDSL pueden tener 32 o 64 puertos, cada puerto representa un cliente.

Por lo tanto los POPs pueden tener un máximo de 144 puertos por el peso generado por los equipos que están ubicados en el poste y del tamaño del armario metálico, como se muestra en la Figura 3.3 y se expone en la Tabla 3.2.

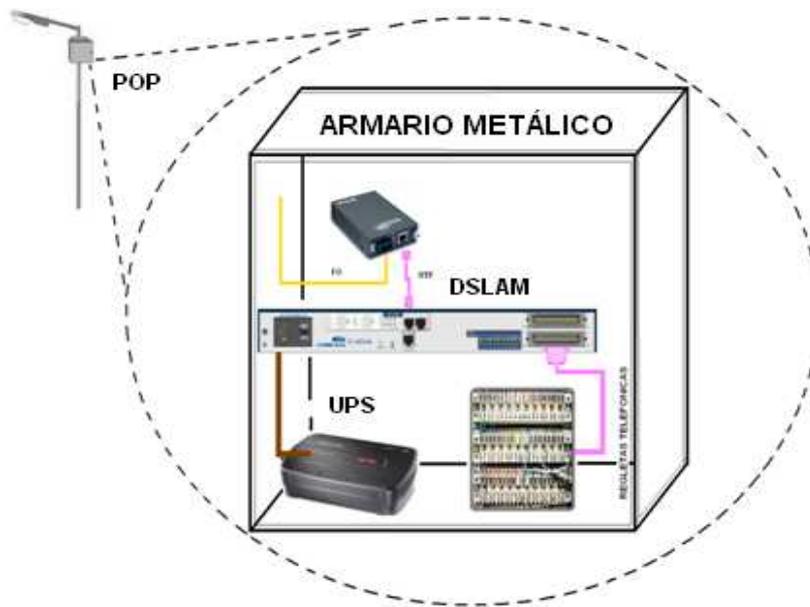


Figura 3.3: Esquema del POP Trans-Telco-Modelo General.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

3.2.1 Cálculo de la segmentación de la red IPv6.

Para la asignación de redes IPv6 se tomará en cuenta las características que se presentan en la Tabla 3.2, en la que se indica una distribución a nivel provincial en las que constan un número determinado de enrutadores por la densidad de clientes en las ciudades que posee cobertura Trans-Telco.

Característica	Cantidad
Cantidad de Provincias del Ecuador	24
Cantidad Promedio de enrutadores por provincia	40
Cantidad de POPs por Enrutador	10
Cantidad maxima de clientes por POP	144
Cantidad promedia de dispositivos por cliente	18

Tabla 3.2: Asignación de redes lógicas en TransTelco.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

Red asignada por LACNIC: **2800:bf0::/32**

2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000/32

2	8	0	0	:	0	B	f	0	:	Todos Ceros
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	Todos Ceros

Figura 3.4: Gráfico representativo Código Hexadecimal-Binario.
Fuente: Investigador

Cantidad de provincias del Ecuador →24 Equivalencia: 32 → 2⁵

2	8	0	0	:	0	B	F	0	:	0	-	Subnetting
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	0000	Subnetting

Figura 3.5: Gráfico representativo Código Hexadecimal-Binario-Subnetting.
Fuente: Investigador

Estos **5 ceros** están sujetos al subnetting para crear las redes que serán distribuidas en las provincias del Ecuador.

2	8	0	0	:	0	B	f	0	:	-	-
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	0000
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	1000
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0001	0000

Figura 3.6: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nacional.
Fuente: Investigador.

3.2.1.1 Subredes asignadas en el país

En la Tabla 3.3 se muestra las redes asignadas en este proyecto a cada provincia del país con la particularidad de que la última subred se asignará para la administración de equipos de infraestructura de Back-Bone.

Subred IPv6	Provincia
2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000/37	Pichincha
2800:0bf0:0800:0000:0000:0000:0000/37	Pichincha
2800:0bf0:1000:0000:0000:0000:0000/37	Guayas
2800:0bf0:1800:0000:0000:0000:0000/37	Guayas
2800:0bf0:2000:0000:0000:0000:0000/37	Azuay
2800:0bf0:2800:0000:0000:0000:0000/37	Bolívar
2800:0bf0:3000:0000:0000:0000:0000/37	Cañar
2800:0bf0:3800:0000:0000:0000:0000/37	Carchi
2800:0bf0:4000:0000:0000:0000:0000/37	Chimborazo
2800:0bf0:4800:0000:0000:0000:0000/37	Cotopaxi
2800:0bf0:5000:0000:0000:0000:0000/37	El Oro
2800:0bf0:5800:0000:0000:0000:0000/37	Esmeraldas
2800:0bf0:6000:0000:0000:0000:0000/37	Galápagos
2800:0bf0:6800:0000:0000:0000:0000/37	Imbabura
2800:0bf0:7000:0000:0000:0000:0000/37	Loja
2800:0bf0:7800:0000:0000:0000:0000/37	Los Ríos
2800:0bf0:8000:0000:0000:0000:0000/37	Manabí
2800:0bf0:8800:0000:0000:0000:0000/37	Morona Santiago
2800:0bf0:9000:0000:0000:0000:0000/37	Napo
2800:0bf0:9800:0000:0000:0000:0000/37	Orellana
2800:0bf0:a000:0000:0000:0000:0000/37	Pastaza
2800:0bf0:a800:0000:0000:0000:0000/37	Santa Elena
2800:0bf0:b000:0000:0000:0000:0000/37	Santo Domingo de los Tsáchilas
2800:0bf0:b800:0000:0000:0000:0000/37	Sucumbíos
2800:0bf0:c000:0000:0000:0000:0000/37	Tungurahua
2800:0bf0:c800:0000:0000:0000:0000/37	Zamora-Chinchiipe
2800:0bf0:d000:0000:0000:0000:0000/37	-
2800:0bf0:d800:0000:0000:0000:0000/37	-
2800:0bf0:e000:0000:0000:0000:0000/37	-
2800:0bf0:e800:0000:0000:0000:0000/37	-
2800:0bf0:f000:0000:0000:0000:0000/37	-
2800:0bf0:f800:0000:0000:0000:0000/37	Administración Equipos

Tabla 3.3: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Nacional.
Fuente: Investigador

3.2.1.2 Distribución de la subred IPv6 por Provincia:

En la Tabla 3.4 se muestra la distribución de la red /37 en la provincia de Pichincha para cada nodo que compone la infraestructura del ISP Trans-Telco.

2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000/37

Cantidad de nodos por provincias del Ecuador → 40 Equivalencia: $64 \rightarrow 2^6$

2	8	0	0	:	0	B	F	0	:	0	-	-	
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	0000	0000	Todos Ceros
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	0000	0010	Todos Ceros
0010	1000	0000	0000	:	0000	1011	1111	0000	:	0000	0000	0100	Todos Ceros

Figura 3.7: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nodo-Ciudad
Fuente: Investigador

Subred IPv6-Provincia	Nodo
2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000/43	Belmonte
2800:0bf0:0020:0000:0000:0000:0000/43	Muros
2800:0bf0:0040:0000:0000:0000:0000/43	Larrea
2800:0bf0:0060:0000:0000:0000:0000/43	Bodega
2800:0bf0:0080:0000:0000:0000:0000/43	CCI
2800:0bf0:00a0:0000:0000:0000:0000/43	Gosseal
2800:0bf0:00c0:0000:0000:0000:0000/43	Salgado
2800:0bf0:00e0:0000:0000:0000:0000/43	Tumbaco
2800:0bf0:0100:0000:0000:0000:0000/43	SwissHotel
2800:0bf0:0120:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0140:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0160:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0180:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:01a0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:01c0:0000:0000:0000:0000/43	-

Tabla 3.4: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Provincia. (Cont).
Fuente: Investigador

2800:0bf0:01e0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0200:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0220:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0240:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0260:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0280:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:02a0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:02c0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:02e0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0300:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0320:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0340:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0360:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0380:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:03a0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:03c0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:03e0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0400:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0420:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0440:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0460:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0480:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:04a0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:04c0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:04e0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0500:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0520:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0540:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0560:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0580:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:05a0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:05c0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:05e0:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0600:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0620:0000:0000:0000:0000/43	-

Tabla 3.4: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Provincia. (Cont).
Fuente: Investigador

2800:0bf0:0640:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0660:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0680:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:06a0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:06c0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:06e0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0700:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0720:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0740:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0760:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:0780:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:07a0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:07c0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-
2800:0bf0:07e0:0000:0000:0000:0000:0000/43	-

Tabla 3.4: Tabla de distribución de red Ipv6 Nivel Provincia
Fuente: Investigador

3.3 Enrutamiento en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco.

El ISP Trans-Telco usa enrutamiento estático en su red por lo que la **subred IPv6 /43**, será distribuida hacia los clientes.

El enrutamiento en la red se muestra en la Figura 3.9.

La subred para el cliente se procederá con 256 direcciones para hosts.

Cantidad de host por cliente en la red →18 (actual)

Por lo tanto Trans-Telco establecerá una subred **IPv6 /120**: 256 direcciones para host →
2⁸

Rango Red Cliente	2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000:0000/120- 2800:0bf0:0000:0000:0000:0000:0000:00ff /120
-------------------	--

Figura 3.8: Gráfico representativo Subnetting Red Ipv6-Nodo-Ciudad-Cliente
Fuente: Investigador

Redes disponibles para los clientes:

Redes Clientes: $128 \cdot 43 \cdot 8 = 77$

Redes Clientes = $2^{77} = 1.51115728 \times 10^{23}$ redes

Tener en cuenta que las redes pueden ser usadas como direcciones de host para equipos dentro de la red de datos de Trans-Telco.

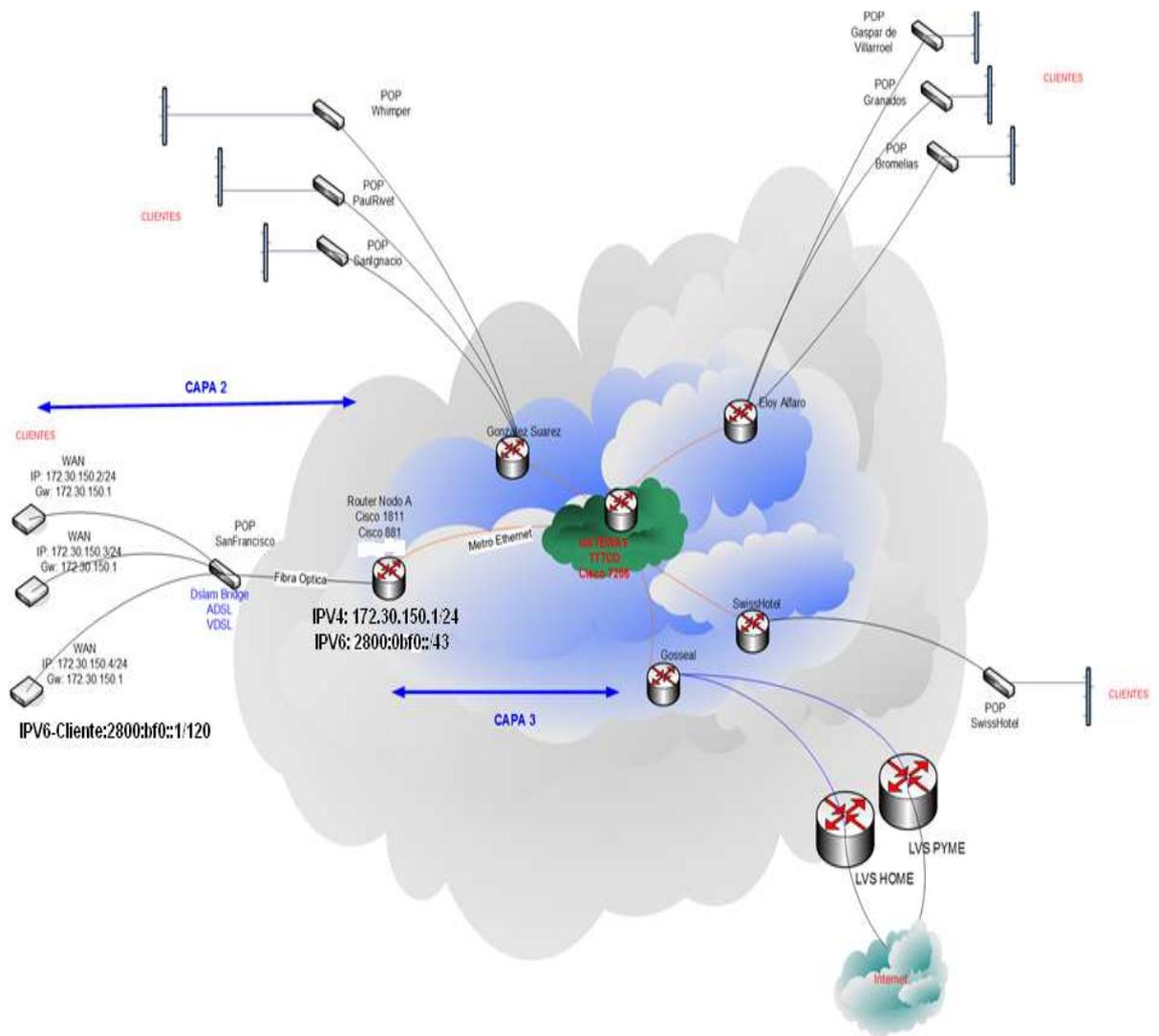


Figura 3.9: Esquema de la red Trans-Telco-Enrutamiento.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

3.4 Diseño del mecanismo Dual-Stack en la red xDSL del ISP Trans-Telco.

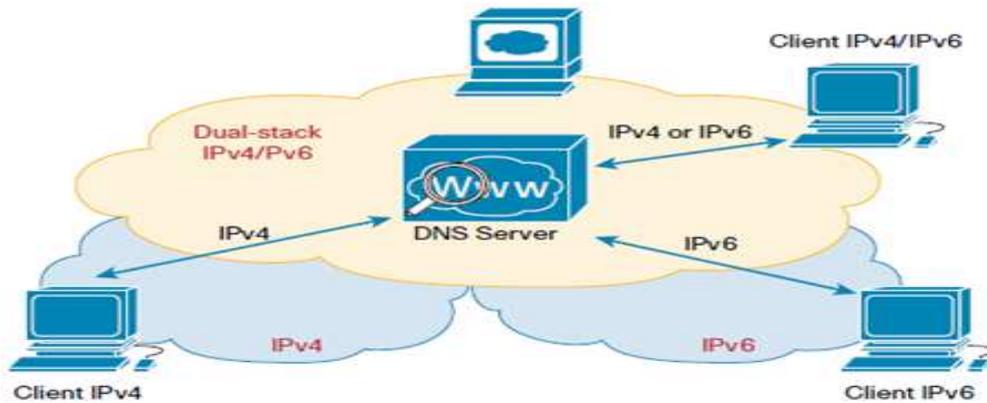


Figura 3.10: Esquema General Dual-Stack.
Fuente: (USFQ, 2010)

En la red xDSL del ISP Trans-Telco, operarán de forma simultánea direcciones IPv4 e IPv6. El mecanismo dual -stack, muestra que ambos protocolos son desplegados completamente y los protocolos de enrutamiento deben llevar los prefijos correspondientes a cada tecnología, de manera transparente.

Es decir que la red IPv6 **2800:0bf0:0560:0000:0000:0000:0000/43**, estará configurada en la misma interfaz del enrutador al igual que la red **186.33.128.0/28**; asignadas al sector.

En la Tabla 3.5 se muestra la configuración de la IP en el modelo Dual-Stack.

	RED	IP Enrutador	Rango Cliente
IPv6	2800:0bf0::/120	2800:0bf0::1/120	2800:0bf0::/120- 2800:0bf0::00ff/120
IPv4	186.33.128.0/28	186.33.128.1/28	186.33.128.2/28- 186.33.128.14

Tabla 3.5: Tabla de direccionamiento Dual-Stack
Fuente: Investigador

3.5 Diseño del mecanismo 6to4 Tunnels en la red xDSL del ISP Trans-Telco.

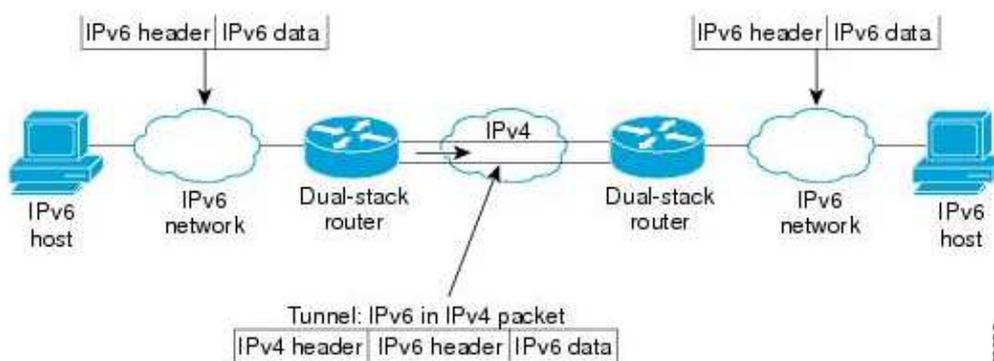


Figura 3.11: Esquema 6to4 Tunnels.
Fuente: (USFQ, 2010)

Este mecanismo permitirá enviar paquetes IPv6 dentro de paquetes IPv4, y viceversa en la red de datos xDSL de Trans-Telco. Por el momento la red de Internet es básicamente una red IPv4 con algunas islas IPv6; por tanto, lo más frecuente es que el tráfico IPv6 viaje encapsulado en paquetes IPv4.

Para la implementación de este mecanismo se usaría la misma distribución jerárquica realizada en las Tabla 3.4 y Figura 3.8 para la configuración de las interfaces del enrutador de Back-Bone.

	RED	IP Enrutador	Rango Cliente
IPv6	2800:0bf0::/120	2800:0bf0::1/120	2800:0bf0::/120- 2800:0bf0::00ff/120

Tabla 3.6: Representación direccionamiento Ipv6-Router
Fuente: Investigador

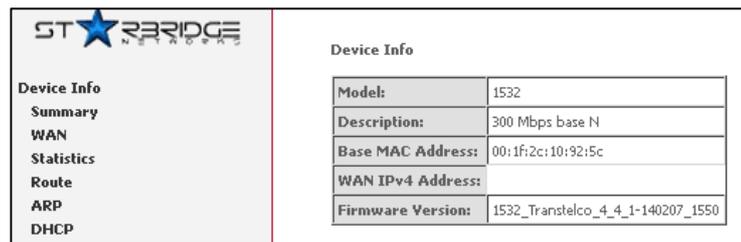
	RED-Tunnel	IP Tunnel Origen	IP Tunnel Origen	Ipv6 Rango Cliente
Ipv4	10.200.0.0/30	10.200.0.1/30	10.200.0.2/30	2800:0bf0:20::/120- 2800:0bf0:20::00ff/120

Tabla 3.7: Representación direccionamiento Ipv6-6to4 Tunnels
Fuente: Investigador

3.6 Diseño de la transición de Ipv4 a Ipv6 en la red xDSL de TransTelco.

3.6.1 Esquema de configuración Modem ADSL.

En la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco, los equipos terminales (CPE) que se encuentran ubicados en el cliente poseen un firmware personalizado por parte del fabricante Starbridge, como se muestra en la Figura 3.12.

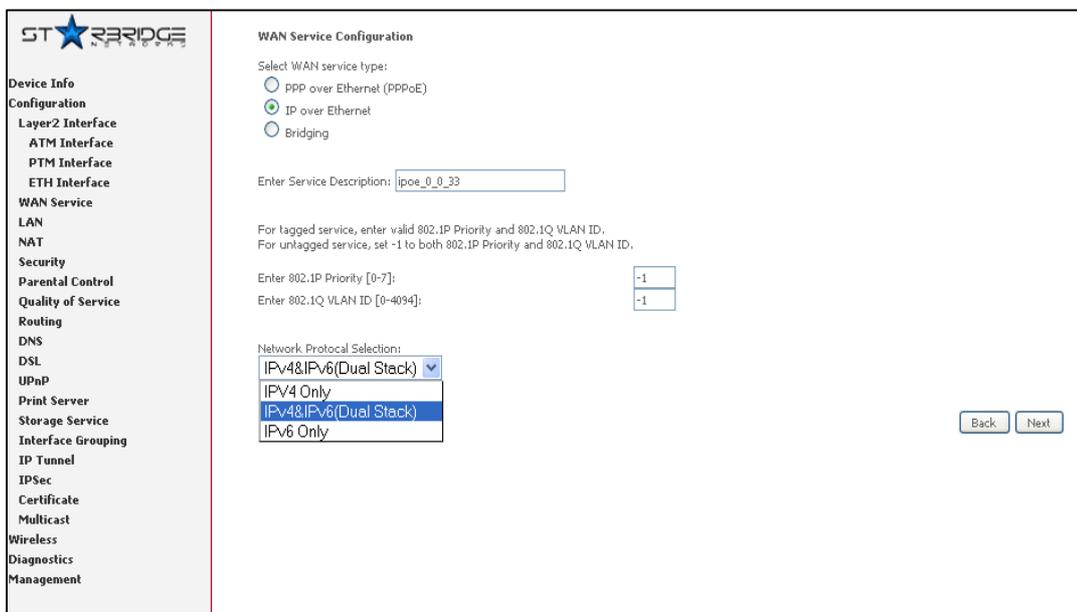


The screenshot shows the 'Device Info' page of a Starbridge modem. On the left is a navigation menu with options: Device Info, Summary, WAN, Statistics, Route, ARP, and DHCP. The 'Device Info' section is active, displaying a table with the following information:

Model:	1532
Description:	300 Mbps base N
Base MAC Address:	00:1f:2c:10:92:5c
WAN IPv4 Address:	
Firmware Version:	1532_Transtelco_4_4_1-140207_1550

Figura 3.12: Firmware Modem Starbridge-1532.
Fuente: (NOC TransTelco, 2010)

El modem ADSL puede soportar protocolos de Internet versión 4 y versión 6 (Ipv4 e Ipv6) con su respectivo direccionamiento, como se observa en la Figura 3.13 y Figura 3.14



The screenshot shows the 'WAN Service Configuration' page of a Starbridge modem. The left navigation menu includes: Device Info, Configuration, Layer2 Interface, ATM Interface, PTM Interface, ETH Interface, WAN Service, LAN, NAT, Security, Parental Control, Quality of Service, Routing, DNS, DSL, UPnP, Print Server, Storage Service, Interface Grouping, IP Tunnel, IPSec, Certificate, Multicast, Wireless, Diagnostics, and Management. The 'WAN Service Configuration' section is active, showing the following settings:

- Select WAN service type:
 - PPP over Ethernet (PPPoE)
 - IP over Ethernet
 - Bridging
- Enter Service Description: ipoe_0_0_33
- For tagged service, enter valid 802.1P Priority and 802.1Q VLAN ID.
For untagged service, set -1 to both 802.1P Priority and 802.1Q VLAN ID.
- Enter 802.1P Priority [0-7]: -1
- Enter 802.1Q VLAN ID [0-4094]: -1
- Network Protocol Selection:
 - (selected)
 -
 -
 -

Buttons for 'Back' and 'Next' are visible at the bottom right.

Figura 3.13: Protocolo de Red-Modem Starbridge-1532.
Fuente: (NOC TransTelco, 2010).

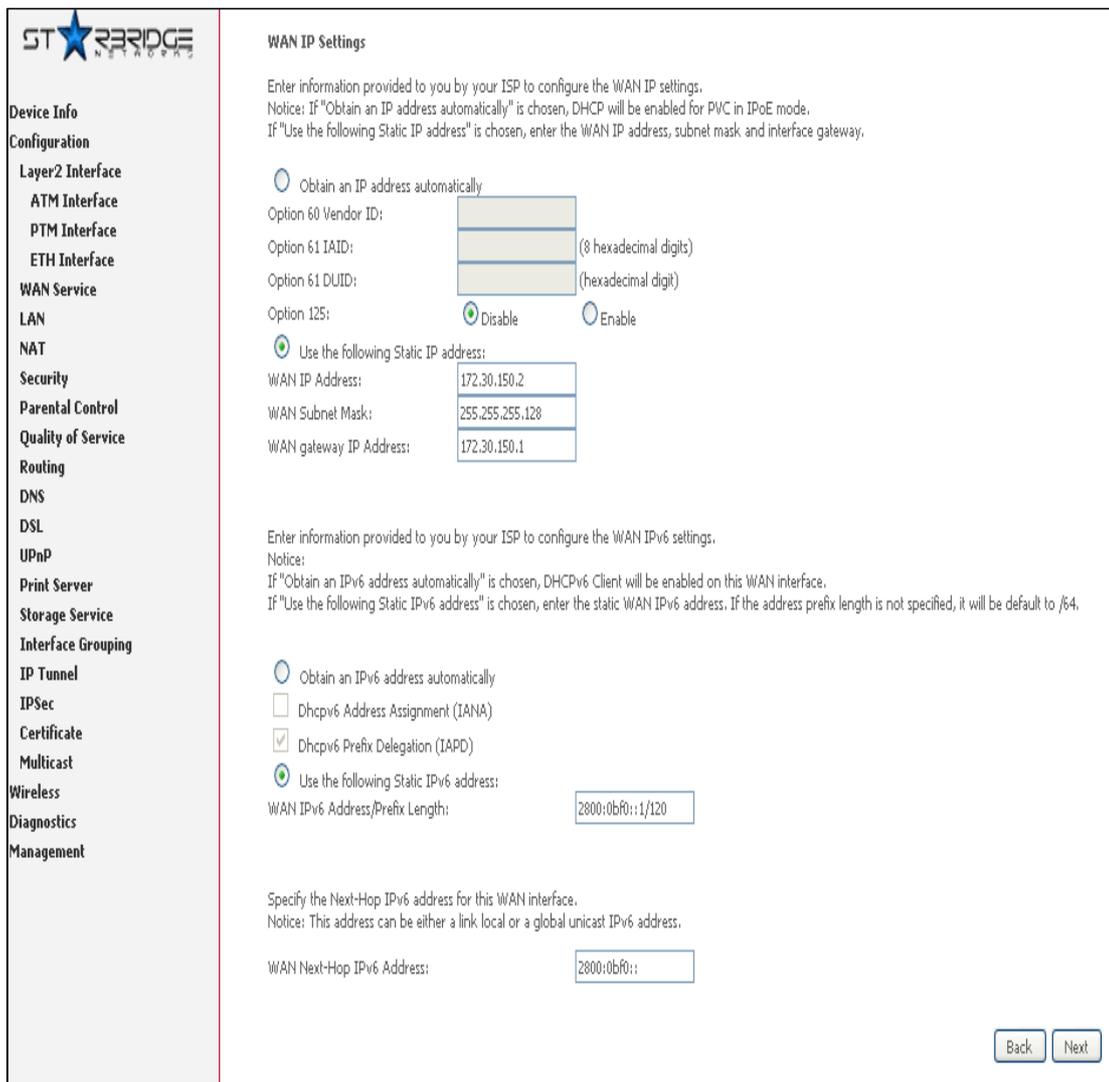


Figura 3.14: Direcccionamiento de Red-Modem Starbridge-1532.
Fuente: (NOC TransTelco, 2010)

3.6.2 IOS Enrutadores Cisco.

La infraestructura de datos del ISP Trans-Telco trabaja con enrutadores de marca CISCO, cuya versión de IOS permiten trabajar con protocolos de nueva generación, como se observa en la Figura 3.15.

```

ttcouio_SwissHotel1#show version
Cisco IOS Software, C870 Software (C870-ADVIPSERVICESK9-M), Version 12.4(15)T1,
RELEASE SOFTWARE (fc2)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
Copyright (c) 1986-2007 by Cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 18-Jul-07 16:47 by prod_rel_team

ROM: System Bootstrap, Version 12.3(8r)YI4, RELEASE SOFTWARE

ttcouio_SwissHotel1 uptime is 1 hour, 25 minutes
System returned to ROM by power-on
System image file is "flash:c870-advipservicesk9-mz.124-15.t1.bin"

This product contains cryptographic features and is subject to United
States and local country laws governing import, export, transfer and
use. Delivery of Cisco cryptographic products does not imply
third-party authority to import, export, distribute or use encryption.
Importers, exporters, distributors and users are responsible for
compliance with U.S. and local country laws. By using this product you
agree to comply with applicable laws and regulations. If you are unable
to comply with U.S. and local laws, return this product immediately.

A summary of U.S. laws governing Cisco cryptographic products may be found at:
http://www.cisco.com/wwl/export/crypto/tool/stqrg.html

If you require further assistance please contact us by sending email to
export@cisco.com.

Cisco 871 (MPC8272) processor (revision 0x200) with 118784K/12288K bytes of memo
ry.
Processor board ID FHK12072AFR
MPC8272 CPU Rev: Part Number 0xC, Mask Number 0x10
5 FastEthernet interfaces
128K bytes of non-volatile configuration memory.
24576K bytes of processor board System flash (Intel Strataflash)

Configuration register is 0x2102

```

Figura 3.15: Versión IOS Router Cisco-1841.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

3.6.2.1 Direccionamiento Ipv6 enrutadores Cisco mediante Dual-Stack

El direccionamiento Ipv6 es configurado en la interfaz LAN del enrutador CISCO, el cual sirve de interconexión con el DSLAM de Trans-Telco, como se muestra en la Figura 3.16

```

ttcouio_Belmonte1#
ttcouio_Belmonte1#show ipv6 route
IPv6 Routing Table - 7 entries
Codes: C - Connected, L - Local, S - Static, R - RIP, B - BGP
       U - Per-user Static route
       I1 - ISIS L1, I2 - ISIS L2, IA - ISIS interarea, IS - ISIS summary
       O - OSPF intra, OI - OSPF inter, OE1 - OSPF ext 1, OE2 - OSPF ext 2
       ON1 - OSPF NSSA ext 1, ON2 - OSPF NSSA ext 2
       D - EIGRP, EX - EIGRP external
S   ::/0 [1/0]
    via 2800:BF0:F800::1
C   2800:BF0::/120 [0/0]
    via ::, Vlan1
L   2800:BF0::1/128 [0/0]
    via ::, Vlan1
C   2800:BF0:F800::/64 [0/0]
    via ::, FastEthernet4
L   2800:BF0:F800::2/128 [0/0]
    via ::, FastEthernet4
L   FE80::/10 [0/0]
    via ::, Null0
L   FF00::/8 [0/0]
    via ::, Null0
ttcouio_Belmonte1#
ttcouio_Belmonte1#show ip route
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
       i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
       ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
       o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

    172.30.0.0/29 is subnetted, 1 subnets
C       172.30.252.32 is directly connected, Vlan1
ttcouio_Belmonte1#

```

Figura 3.16: Direccionamiento Ipv6 Dual-Stack en Router Cisco-871.
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

3.6.2.2 Direccionamiento Ipv6 enrutadores Cisco mediante 6to4 Tunnel

El direccionamiento Ipv6 en el mecanismo 6to4 Tunnel se muestra en la Figura 3.17.

```

ttcouio_Belmontel#show ipv6 interface brief
FastEthernet0      [up/down]
FastEthernet1      [up/down]
FastEthernet2      [up/down]
FastEthernet3      [up/down]
FastEthernet4      [up/down]
      unassigned
Vlan1              [up/down]
      FE80::222:90FF:FE20:9673
      2800:BF0::1
Tunnel1           [up/down]
      FE80::222:90FF:FE20:9673
      2800:BF0:F800::1
ttcouio_Belmontel#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status
ocol
FastEthernet0      unassigned      YES unset  up
FastEthernet1      unassigned      YES unset  up
FastEthernet2      unassigned      YES unset  up
FastEthernet3      unassigned      YES unset  up
FastEthernet4      10.200.0.1     YES manual up
Vlan1              172.31.200.1   YES NVRAM  up
Tunnel1            unassigned      YES unset  up

```

Figura 3.17: Direccionamiento Ipv6 6to4 Tunnel en Router Cisco-871
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

La configuración de la interfaz WAN del enrutador se muestra en la Figura 3.18

```

interface Tunnel1
no ip address
no ip redirects
ipv6 address 2800:BF0:F800::1/127
tunnel source FastEthernet4
tunnel mode ipv6ip 6to4
!
interface FastEthernet0
!
interface FastEthernet1
!
interface FastEthernet2
!
interface FastEthernet3
!
interface FastEthernet4
ip address 10.200.0.1 255.255.255.252
duplex auto
speed auto
!
interface Vlan1
ip address 172.31.200.1 255.255.255.240
ipv6 address 2800:BF0::1/120
!

```

Figura 3.18: Configuración Ipv6 6to4 Tunnel en Router Cisco-871
Fuente: (NOC-TransTelco, 2012)

3.6.3 Esquema de implementación mecanismos de transición entre Red Back-Bone y Cliente.

La conectividad entre los dispositivos dentro de la infraestructura del ISP Trans-Telco, es decir enrutador CISCO (Back-Bone) y modem ADSL (Cliente); con protocolos de nueva generación se muestra en la Figura 3.19

La distribución del direccionamiento IPv6 en los modelos de implementación se muestra en la Tabla 3.8 y la Tabla 3.9; observando que las interfaces WAN y LAN del enrutador en el Nodo de Telconet están configuradas de acuerdo a la Tabla 3.4 de tal forma de tener una administración de todos los recursos lógicos en la red de datos xDSL de Trans-Telco.

Router A		Router B	
Ipv6 WAN	2800:bf0:f800::1/64	Ipv6 WAN	2800:bf0:f800::2/64
Cliente A		Cliente B	
Ipv6 VLAN	2800:bf0::1/120	2800:bf0:100::1/120	
Ipv4 VLAN	172.30.252.33/29	172.30.254.1/29	
IPv6 Cliente	2800:bf0::2/120	2800:bf0:100::2/120	

Tabla 3.8: Datos de Implementación Dual-Stack
Fuente: Investigador

Router A		Router B	
IPv4 WAN	10.200.0.1/30	IPv4 WAN	10.200.0.2/30
IPv6 WAN	2800:bf0:f800::1/127	IPv6 WAN	2800:bf0:f800::2/127
Cliente A		Cliente B	
IPv6 VLAN	2800:bf0::1/120	2800:bf0:100::1/120	
IPv6 Cliente	2800:bf0::2/120	2800:bf0:100::2/120	

Tabla 3.9: Datos de Implementación 6to4 Tunnel
Fuente: Investigador

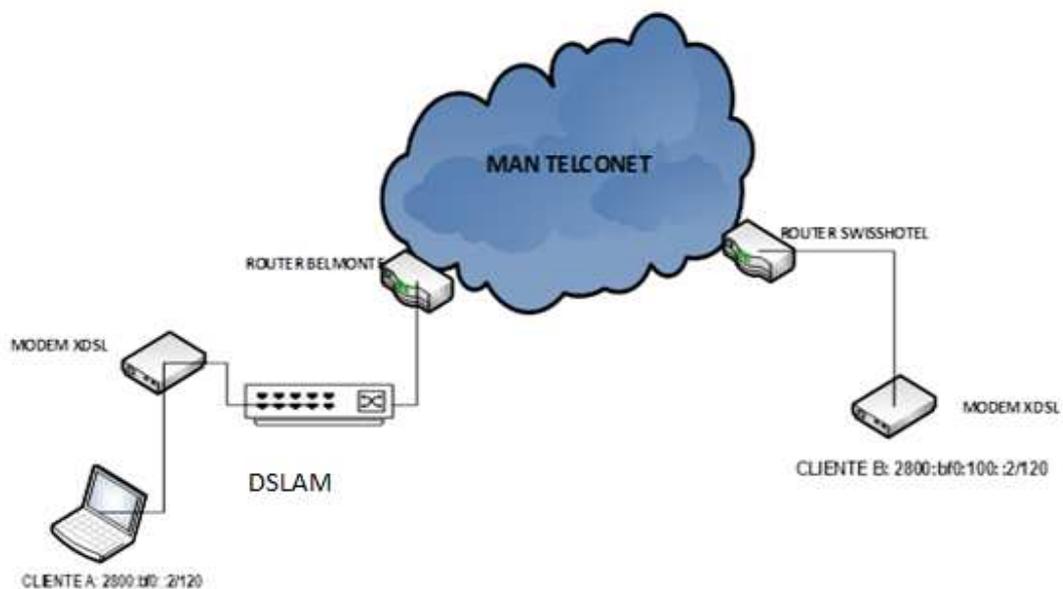


Figura 3.19: Esquema de implementación.
Fuente: Investigador

3.6.4 Cronograma de Implementación del mecanismo de transición

La Gerencia de TI y Gestión de Red de la empresa Trans-Telco, evaluará la fecha de implementación del presente Proyecto Integrador de Carrera.

Fecha Tentativa: Inicios del año 2015.

3.6.5 Análisis de Equipamiento

En la infraestructura de red de datos xDSL del ISP Trans-Telco cuenta con equipamiento de alta estabilidad a nivel de Back-Bone de marca CISCO.

En los POPs se cuenta con más de un 80% de DSLAMs de marca Visionnet los que manejan estándares DSL como: ADSL 2/2+.

Los modems xDSL que maneja el ISP Trans-Telco a nivel de clientes son de marca StarBridge debido a su rendimiento y estabilidad del enlace DSL; en la Tabla 3.10 se muestra el análisis del equipamiento en la red del ISP Trans-Telco.

Análisis de Equipamiento				
Equipo	Precio (USD)	Equipo	Precio (USD)	Observación
Back-Bone				
Cisco Router 871	500	HP MSR900	400	Throughput:7 Mbps 4 Fast-Ethernet Switching IPv6 Tunnel IP
Cisco Router 1811	800	HP MSR2000	950	Throughput:80 Mbps 10 Fast-Ethernet Switching IPv6 Firewall Tunnel IP
POP				
DSLAM Visionnet A2048	5000	DSLAM Versatek-VX- 1000	5200	ADSL 2/2+ 48 Interfaces DSL SO Linux
DSLAM Corecess R1- AD24	3500	D-Link DAS- 3324G	4500	ADSL 2 24 Interfaces DSL SO Linux
DSLAM Iskratel MEA1	5500	Bitstorm-HP- 160	6150	VDSL 2 24 Interfaces DSL SO Linux
Cliente				
Modem Starbridge 1532	40	TP-Link 8961	55	WiFi B/G/N 4 Puertos Fast-Ethernet Firewall D-NAT / S-NAT QoS
Modem Starbridge 1511	35	TP-Link 8817	42	ADSL 2/2+ 1 Interfaz Ethernet Firewall QoS

Tabla 3.10: Análisis de Equipamiento.
Fuente: Investigador

3.6.6 Implementación de los mecanismos de transición

3.6.6.1 Implementación del mecanismo de transición Dual-Stack

En la Figura 3.20, se muestra las conexiones físicas y equipamiento real que usa la infraestructura del ISP Trans-Telco, ajustadas de acuerdo al esquema de la Figura 3.19.

Los dispositivos que se usan en la implementación se detallan a continuación:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Cliente A | 4. Router Nodo A |
| 2. Modem ADSL | 5. Red Telconet |
| 3. DSLAM ADSL | 6. Router Nodo B |
| | 7. Modem ADSL |



Figura 3.20: Implementación Física Dual-Stack.
Fuente: Investigador

3.6.6.2 Implementación del mecanismo de transición 6to4 Tunnel

En la Figura 3.21, se muestra las conexiones físicas y equipamiento real que usa la infraestructura del ISP Trans-Telco.

Los dispositivos que se emplean en la implementación se especifican a continuación:

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Cliente A | 4. Router Nodo A |
| 2. Modem ADSL | 5. Red Telconet |
| 3. DSLAM ADSL | 6. Router Nodo B |
| | 7. Modem ADSL |



Figura 3.21: Implementación Física 6to4 Tunnel.
Fuente: Investigador

3.6.7 Evaluación de la Implementación de los mecanismos de transición.

En la Tabla 3.11, se indica la evaluación de la implementación de la migración de IPv4 a IPv6 en el ISP Trans-Telco.

Al usar el mismo equipamiento en Back-Bone y en Cliente el costo de implementación es relativamente bajo.

La evaluación de la migración de IPv4 a IPv6 en la infraestructura de la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco se determina mediante conectividad de dos puntos diferentes ubicados geográficamente en distintos lugares y apertura de varios protocolos TCP propios de cada dispositivo que conforma la red.

Implementación de IPv6		
Estado		
	Activo	Inactivo
Mecanismo		
Dual-Stack	x	
6to4 Tunnel	x	
Protocolo TCP		
ICMP	x	
HTTP	x	
SSH	x	
NAT	x	
DHCP	x	

Tabla 3.11: Evaluación de la Implementación.
Fuente: Investigador

En la Figura 3.22 se indica la conectividad entre dos puntos (Clientes) mediante protocolo ICMP v6 con una carga en el buffer de 60 KBytes mostrando la correcta operatividad del protocolo IPv6 en la infraestructura.

```

C:\Windows\system32\cmd.exe - ping -6 2800:BF0:100::2 -t -l 60000
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=35ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=36ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=37ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=35ms
Respuesta desde 2800:bf0:100::2: tiempo=34ms

```

Figura 3.22: Conectividad entre dos Clientes.
Fuente: Investigador

En la Figura 3.23 se muestra una traza en la que se puede apreciar el número de saltos o equipos que debe atravesar en la infraestructura de Back-Bone de Trans-Telco si un cliente desea llegar a otro.

```
C:\Users\Jonathang>tracert 2800:bf0:100::2
Traza a 2800:bf0:100::2 sobre caminos de 30 saltos como máximo.
  1  <1 ms    <1 ms    <1 ms    2800:bf0::1
  2   1 ms    1 ms     1 ms     2800:bf0:f800::1
  3   7 ms    1 ms     1 ms     2800:bf0:100::2
Traza completa.
```

Figura 3.23: Traza del Cliente A hacia el Cliente B.
Fuente: Investigador

Los protocolos TCP verificados en el modelo de implementación de la migración de IPv4 a IPv6 en la infraestructura de Trans-Telco es: HTTP y SSH.

La Figura 3.24 indica que el protocolo HTTP es abierto mediante un puerto especial propio del modem ADSL.

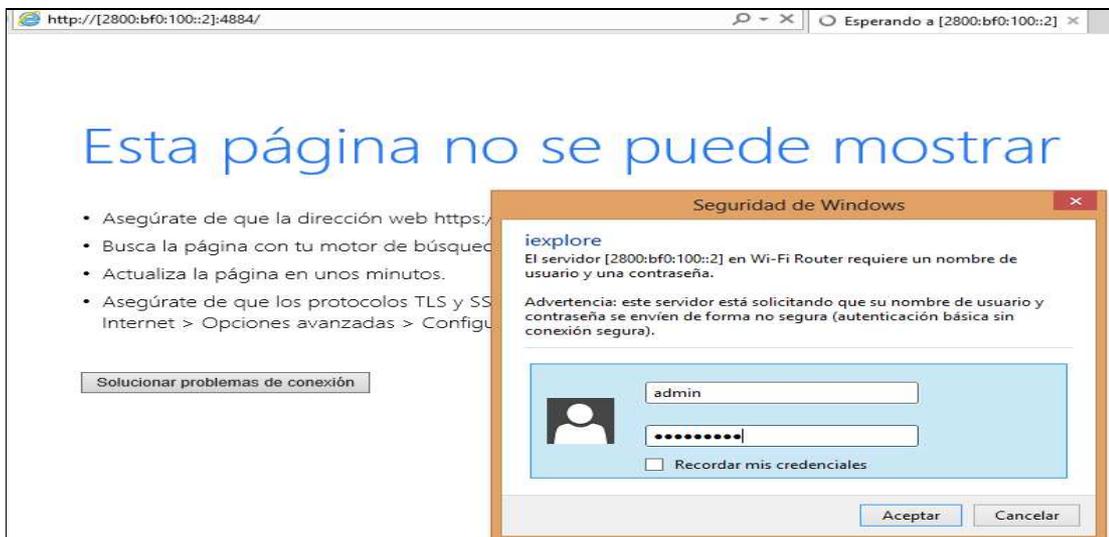


Figura 3.24: Protocolo HTTP.
Fuente: Investigador

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

- La red del Internet, actualmente desempeña una labor importante en nuestra sociedad, por ello debe contar con una organización robusta la cual debe de ser mejorada y actualizada continuamente.
- Dado al agotamiento de las direcciones IPv4 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco por el aumento de clientes en su infraestructura, es de gran importancia que todas las redes sean migradas lo antes posible hacia el nuevo protocolo IPv6, para aprovechar así este tiempo que queda como tiempo de transición o tiempo de experimentación para solventar los posibles inconvenientes que puedan darse en la migración.
- Los sistemas operativos y plataformas de los dispositivos de la infraestructura del ISP Trans-Telco tienen el soporte necesario para poder migrar hacia el nuevo protocolo IPv6 y aprovechar sus bondades.
- IPv6 permite direccionar 2^{128} nodos, mediante una arquitectura de direcciones simple y fija, lo que permite una fácil planificación reduciendo así el manejo de las redes e impacto en los usuarios del ISP Trans-Telco.
- Mediante los mecanismos de transición Dual-Stack y/o Túneles para interconexión y comunicación, propuestos para la transición de IPv4 a IPv6 en la red xDSL del ISP Trans-Telco se verificó 100% de rendimiento de acuerdo a las pruebas realizadas.
- La distribución jerárquica de la red IPv6 asignada al ISP Trans-Telco permitió generar un aumento en la seguridad a nivel de capa de red, debido a que es un protocolo nuevo y las herramientas de ataque aún no se encuentran disponibles públicamente; lo cual permite crear toda una estructura de seguridad más resistente y permitirá crear aplicaciones más seguras y eficientes.

Recomendaciones.

- Los Gobiernos podrían realizar un análisis a fondo del acceso al Internet de tal forma que todos sus ciudadanos lo puedan usar libremente.
- Actualmente la totalidad del porcentaje de redes están todavía trabajando con el protocolo IPv4 en la red xDSL de datos del ISP Trans-Telco; debido a esto, se considera que éste es un buen instante de experimentación para iniciar a hacer las pruebas de migración hacia el nuevo protocolo IPv6, así como de empezar a familiarizarse con las características propias de IPv6 y con ello poder realizar una buena planificación de migración.
- A los dispositivos que se implican en la transición a IPv6 convendría previamente analizarlos y/o actualizarlos en su firmware, para no producir bajas en el rendimiento del ISP Trans-Telco.
- Entrenamiento para personal de servicio al cliente y operaciones urbanas por ser el primer nivel de contacto con los clientes previo al diseño y puesta en funcionamiento de una red IPv6 para evitar resultados desfavorables.
- La seguridad de la información de la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco se la podría gestionar de acuerdo a las nuevas herramientas que publican los organismos internacionales de Internet.

BIBLIOGRAFÍA

- Agency, D. A. (1981). *PROTOCOLO INTERNET*. Obtenido de <http://tools.ietf.org/html/rfc791>
- Blansit, D. (2010). *Advantages of Ip Version 6: What the Librarian Needs to Know*. California: Columm.
- COMER, D. (2004). *REDES GLOBALES DE INFORMACION CON INTERNET Y TCP/IP*. Obtenido de <http://dspace.ucbscz.edu.bo/dspace/handle/123456789/912>
- INEC-Ecuador. (Diciembre de 2012). *REPORTE ANUAL DE ESTADÍSTICAS SOBRE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES*. Obtenido de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=tic>
- Internet Engineering Task Force. (Abril de 2011). *Framework for IPv4/IPv6 Translation*. Obtenido de <http://tools.ietf.org/html/rfc6144>
- LACNIC. (2011). *Direccionamiento IPv6*. Santiago de Chile.
- LACNIC-Guillermo Cicileo. (2012). *Transición IPv6*. Obtenido de <http://portalipv6.lacnic.net/mecanismos-de-transicion/>
- Mastermagazine. (2010). *Telemática-Campos*. Obtenido de <http://www.mastermagazine.info/?s=Telem%C3%A1tica>
- MediaWiki. (2014). *Range blocks/IPv6*. Obtenido de http://www.mediawiki.org/wiki/Help:Range_blocks/IPv6
- Mintel-Ecuador. (2013). *Estrategia Ecuador Digital 2.0*. Obtenido de <http://www.telecomunicaciones.gob.ec/iii-foro-de-estrategia-ecuador-digital-2-0>
- Moraga, A. L. (2010). *Historia e Internet*. Obtenido de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/hcs/angel/articulos/historiaeinternet.pdf>
- Moya, M. (Noviembre de 2009). *Las Nuevas Tecnologías*. Obtenido de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_24/ANTONIA_M_MOYA_1.pdf
- Network Working Group S. Deering. (1998). *Internet Protocol, Version 6 (IPv6)*. Obtenido de Protocolo de Internet versión 6
- Networks. (2014). *Modelo OSI*. Obtenido de <http://es.modeloosi.network.net/ipv4>
- NOC TransTelco. (2010). *Dispositivos xDSL*. Quito.
- NOC-TransTelco. (2012). *Red xDSL TransTelco*. Quito.

Red Grupo de Trabajo C. Perkins. (2002). *IP Mobility Support for IPv4*. Obtenido de <http://tools.ietf.org/html/rfc3344>

Sapienciaro de Culturemas. (2010). *Estructura Internet*. Obtenido de <http://misteriosdenuestromundo.blogspot.com>

Universidad de Catalunya. (2014). *Internet y la Sociedad*. Obtenido de <http://instituto162.com.ar/wp-content/uploads/2014/04/INTERNET-Y-LA-SOCIEDAD-RED-Castells.pdf>

Universidad de Colima. (2012). *Telemática*. Obtenido de <http://telematicanet.ucol.mx/>

USFQ. (2010). *CCNA 4*. Quito: USFQ.

USFQ. (2010). *Curso CCNA*. Quito.

ANEXOS

ANEXO 1

Registro en LACNIC Red Trans-Telco.

Registro en LACNIC Red Trans-Telco.



Registration Services - Whois



Whois

SEARCH

```
% LACNIC resource: whois.lacnic.net

% Copyright LACNIC lacnic.net
% The data below is provided for information purposes
% and to assist persons in obtaining information about or
% related to AS and IP numbers registrations
% By submitting a whois query, you agree to use this data
% only for lawful purposes.
% 2014-06-23 12:18:42 (BRT -03:00)

owner:      Transtelco S.A.
ownerid:    EC-TRSA7-LACNIC
responsible: Luis Antonio Teran
address:    Av. 10 de Agosto N37-2 y Villalengua, --, Edif. Inteca, 5º Piso
address:    EC170135 - Quito - PI
country:    EC
phone:      +593 2 3815940 [4501]
owner-c:    TRS4
created:    20111028
changed:    20130712

nic-hdl:    TRS4
person:     Carlos Montero
e-mail:     networking@TELCONET.EC
address:    Kennedy Norte MZ 109 SL 21, ,
address:    - Guayaquil - GU
country:    EC
phone:      +593 4 2680555 [4601]
created:    20111025
changed:    20140602

inetnum:    186.33.128/18
inetnum:    2800:bf0::/32

% whois.lacnic.net accepts only direct match queries.
% Types of queries are: POCs, ownerid, CIDR blocks, IP
% and AS numbers.
```

ANEXO 2

Documento de Implementación del modelo de migración.



Certificado

El presente Certificado indica que el Sr. Juan Carlos Chávez Alarcón de CI: 1719639641 ha realizado las pruebas del modelo de Implementación de la Migración de IPv4 a IPv6 en la red XDSL de Trans-Telco.

Ing. Jorge Pazos

Jefe IPCC L2 R2

12 de Octubre N24-660 y Francisco Salazar, Edificio Concorde, Piso 2.
Quito – Ecuador
www.telconet.net

ANEXO 3

Entrevistas

ENTREVISTA MIGRACION IPV6 (1)

NOMBRE: ANIBAL VERA
CARGO: GERENTE TI Y GESTION RED
EMPRESA: TRANSTELCO
FECHA: 16 DE JUNIO DE 2014
ENTREVISTADOR: JUAN CHAVEZ

PREGUNTAS

1. ¿CREE USTED QUE EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?

SI
NO

LA RED DE TCO HA INCREMENTADO SUS ABONADOS DE TAL MANERA QUE EL USO DE NAT SIDO UNA HERRAMIENTA

2. ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?

SI
NO

PARA EL AÑO 2013 TRANSTELCO A NIVEL NACIONAL YA SUPERO LOS 16000 CLIENTES POR LO QUE LA RED ASIGNADA POR LA NIC NO SERÁ SUFICIENTE.

3. ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?

SI
NO

LA INFRAESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE BACK-BONE DE TCO DE ACUERDO A LOS PROVEEDORES TRABAJAN CON PROTOCOLOS DE NUEVA GENERACIÓN

4. ¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?

SI
NO

DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE IMPLEMENTACION DEBIDO A QUE LOS EQUIPOS DE TELCONET SOPORTA EL PROTOCOLO IPV6

ENTREVISTA MIGRACION IPV6 (2)

NOMBRE: ROBERTO ORTEGA
CARGO: GERENTE OPERACIONES SIERRA
EMPRESA: TRANSTELCO
FECHA: 17 DE JUNIO DE 2014
ENTREVISTADOR: JUAN CHAVEZ

PREGUNTAS

1. ¿CREE USTED QUE EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?

SI

NO

EL AUMENTO DE CLIENTES RESIDENCIALES DE PLANES DE BAJO CONSUMO HA OBLIGADO A TTCO USAR EL NAT

2 ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?

SI

NO

DE ACUERDO A LOS REPORTE ENVIADOS POR TELCONET INDICANDO EL AUMENTO DE ABONADOS

3 ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?

SI

NO

LOS EQUIPOS QUE SE IMPORTAN PARA TTCO SOPORTAN NUEVAS TECNOLOGÍAS

4 ¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?

SI

NO

DUAL-STACK SERIA FACIL DE IMPLEMENTAR Y ENTRENAR A LOS TRABAJADORES

ENTREVISTA MIGRACION IPV6 (3)

NOMBRE: ADRIAN ARCE
CARGO: GERENTE OPERACIONES COSTA
EMPRESA: TRANSTELCO
FECHA: 18 DE JUNIO DE 2014
ENTREVISTADOR: JUAN CHAVEZ

PREGUNTAS

1. *¿CREE USTED QUE EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?*

SI
NO

PLANES BAJOS DE SERVICIO DE INTERNET EN FACTURACION

2. *¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?*

SI
NO

LA INFRAESTRUCTURA DE TRANSTELCO HA IDO CRECIENDO DE ACUERDO AL CRECIAMIENTO DE TELCONET

3. *¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?*

SI
NO

EQUIPAMIENTO DE ÚLTIMA GENERACIÓN

4. *¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?*

SI
NO

COMPATIBLE CON LOS DISPOSITIVOS DE BACK-BONE DE TELCONET

ENTREVISTA MIGRACION IPV6 (4)

NOMBRE: GALO NARVAEZ
CARGO: INGENIERO VIP REGIÓN COSTA
EMPRESA: TELCONET
FECHA: 19 DE JUNIO DE 2014
ENTREVISTADOR: JUAN CHAVEZ

PREGUNTAS

1. *¿CREE USTED QUE EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?*

SI
NO

REGISTRO DE ALARMAS EN LOS ROUTERS QUE ENMASCARAN LAS REDES PRIVADAS DE TRANSTELCO NACIONAL

2. *¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?*

SI
NO

EN LA ULTIMA TEMPORADA TRANSTELCO A NIVEL NACIONAL HA AUMENTA EL TRAFICO INTERNACIONAL REGISTRADO POR TELCONET.

3. *¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?*

SI
NO

LA INFRAESTRUCTURA DE LOS EQUIPOS DE BACK-BONE DE TTCO DE ACUERDO A LOS PROVEEDORES TRABAJAN CON PROTOCOLOS DE NUEVA GENERACIÓN

4. *¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?*

SI
NO

DUAL-STACK ES EL MECANISMO DE IMPLEMENTACION DEBIDO A COMPATIBILIDAD CON EL PROTOCOLO IPV6

ENTREVISTA MIGRACION IPV6 (5)

NOMBRE: PABLO FUERTES
CARGO: INGENIERO VIP REGIÓN SIERRA
EMPRESA: TELCONET
FECHA: 20 DE JUNIO DE 2014
ENTREVISTADOR: JUAN CHAVEZ

PREGUNTAS

1. ¿CREE USTED QUE EN LA RED DE TRANS-TELCO SE HA HECHO EXCESIVO EL USO DE NAT?

SI
NO

EL PORCENTAJE DE TRADUCCIONES REGISTRADAS EN EL ROUTER FRONTERA SE HA AUMENTADO

2. ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO SE HA AGOTADO EL IPV4?

SI
NO

PORQUE TRANTELCO TRABAJA COMO CARRIER DE OTROS ISP

3. ¿CREE USTED QUE LA RED DE TRANS-TELCO ES APTA PARA LA MIGRACION A IPV6?

SI
NO

EQUIPAMIENTO DSL DE ULTIMA GENERACION

4. ¿CREE USTED QUÉ DUAL-STACK ES EL MEJOR MECANISMO DE TRANSICION EN TRANS-TELCO?

SI
NO

TELCONET ES EL CARRIER DE TRANSTELCO

ANEXO 4

Estadísticas SUPERTEL

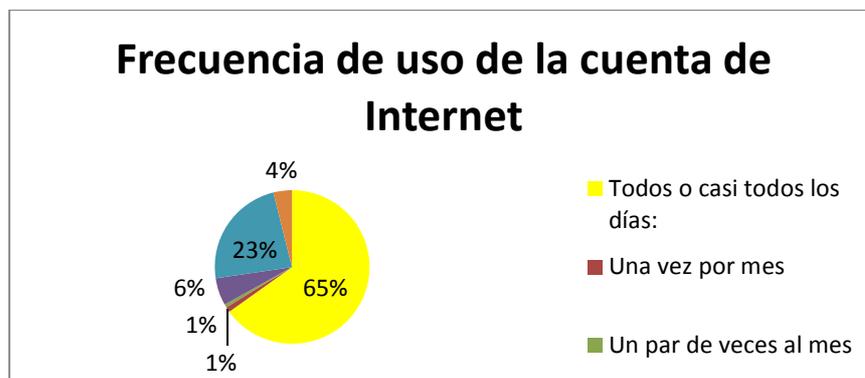
ESTADISTICAS SUPERTEL

En Ecuador el uso de Internet de acuerdo a la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) que realizó un sondeo de percepción sobre aspectos técnicos relacionados con el acceso a la Internet, determinando la frecuencia de uso para acceder a la Internet, equipos que se utilizan, velocidad de conexión, tiempo que usan el servicio, entre otros temas.

El sondeo realizado por la SUPERTEL a 435 usuarios localizados en las siguientes provincias: Azuay, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, El Oro, Esmeraldas, Galápagos, Guayas, Imbabura, Loja, Manabí, Morona Santiago, Pichincha, Pastaza, Santa Elena, Santo Domingo de los Tsáchilas, Tungurahua y Zamora, generó los siguientes resultados. (Mintel-Ecuador, 2013)

Frecuencia de uso de la cuenta de Internet.

El 65,06% de las personas consultadas por la SUPERTEL, en el año 2012, expusieron que usan la cuenta de acceso al Internet todos o casi todos los días, mientras que el 23,45% lo hacen varias veces a la semana; el resto de respuestas indican que utilizan la cuenta una vez por semana, varias veces al día o un par de veces al mes.



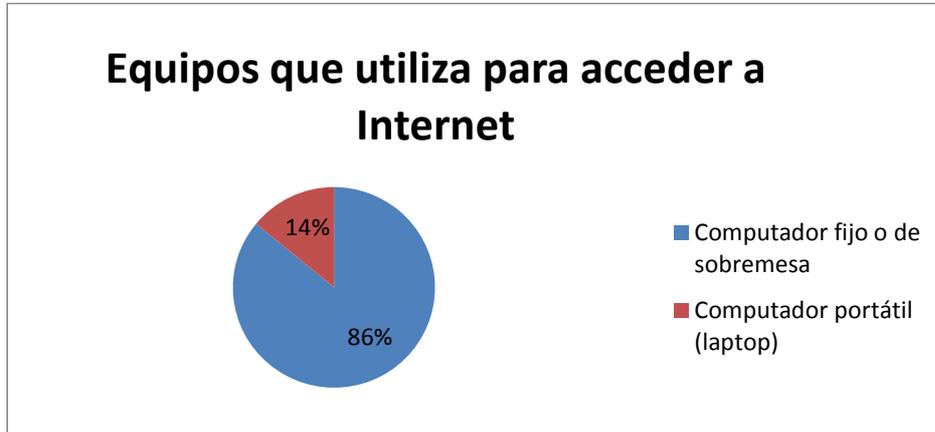
Frecuencia de uso de la cuenta de Internet.

Frecuencia de uso de la cuenta de Internet	Porcentaje
Todos o casi todos los días:	65,06%
Una vez por mes	1,15%
Un par de veces al mes	0,69%
Una vez por semana	5,75%
Varias veces a la semana:	23,45%
Varias veces al día	3,91%

Tabla de Frecuencia de uso de la cuenta de Internet.

Equipo o equipos que utiliza para acceder a Internet

El 86% de los encuestados manifestó que usan un computador fijo para conectarse a Internet; el porcentaje restante dijo que emplea un computador portátil (laptop).



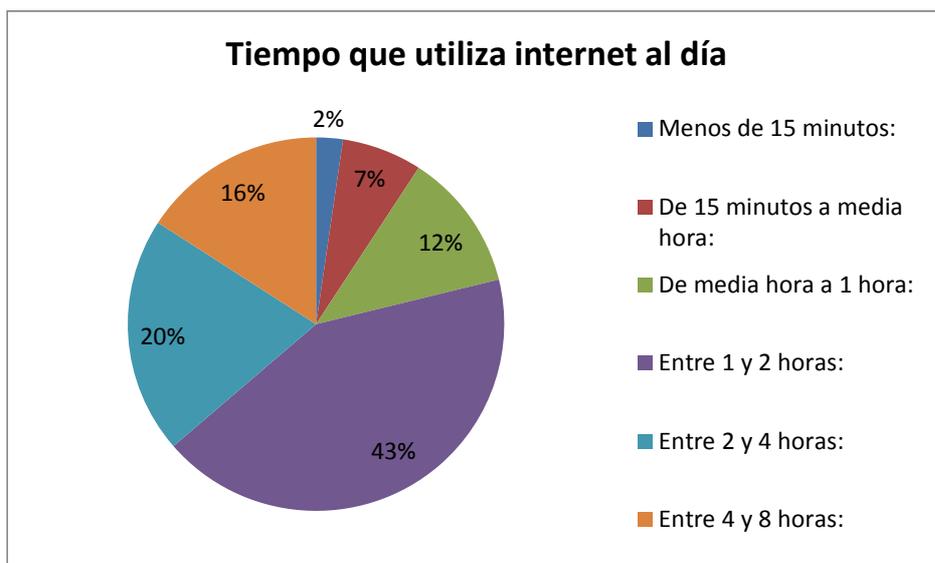
Equipos que utiliza para acceder a Internet.

Equipos usados para el acceso a Internet	Porcentaje
Computador fijo o de sobremesa	85,98%
Computador portátil (laptop)	14,02%

Tabla de Equipos que utiliza para acceder a Internet.

Tiempo que utiliza Internet al día

La mayoría de personas que participó en el sondeo realizado por la SUPERTEL, el 43%, dijo que usa el servicio entre una y dos horas al día; el 20% entre 2 y 4 horas; el 16% entre 4 y 8 horas; de media hora a una hora corresponde al 12%; las restantes personas manifestaron que utilizan menos de 15 minutos al día.



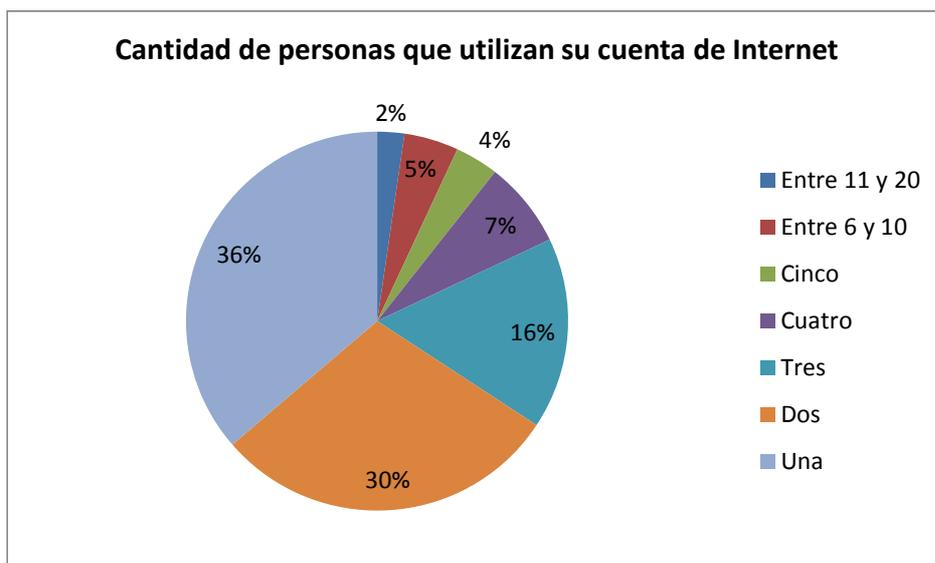
Tiempo que utiliza Internet al día.

Tiempo que utiliza Internet al día	Porcentaje
Menos de 15 minutos	2,30%
De 15 minutos a media hora	6,90%
De media hora a 1 hora	11,95%
Entre 1 y 2 horas	42,53%
Entre 2 y 4 horas	20,46%
Entre 4 y 8 horas	15,86%

Tabla de Tiempo que utiliza Internet al día.

Cantidad de personas que utilizan su cuenta de Internet

En la encuesta realizada por la SUPERTEL, el 36,32% de los encuestados expresó que solo una persona usa su cuenta de Internet; el 29,43% manifestaron que dos personas utilizan su cuenta; y, el 16,32% indicaron que tres personas acceden desde su cuenta; las restantes respuestas señalan que usan la cuenta desde cuatro hasta veinte personas.



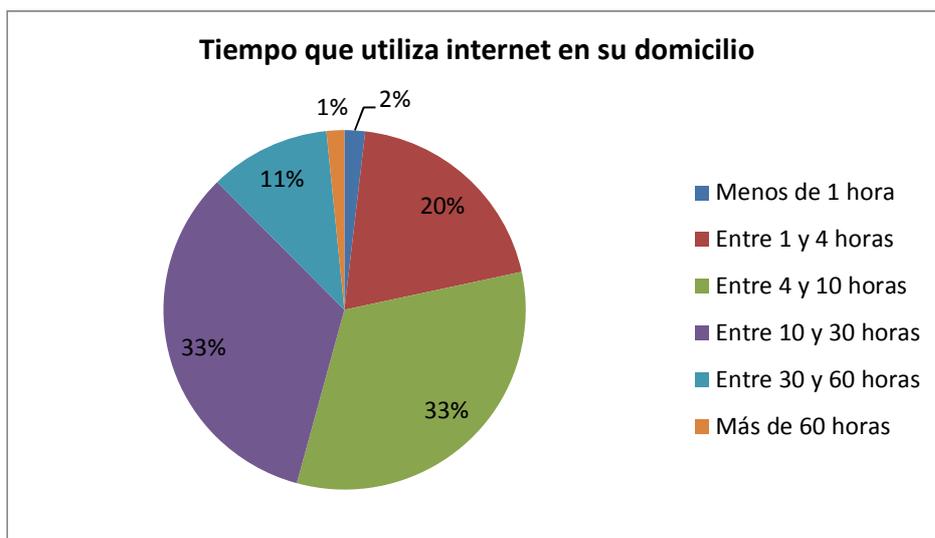
Cantidad de personas que utilizan su cuenta de Internet.

Cantidad de personas que utilizan su cuenta de Internet	Porcentaje
Entre 11 y 20	2,30%
Entre 6 y 10	4,60%
Cinco	3,68%
Cuatro	7,36%
Tres	16,32%
Dos	29,43%
Una	36,32%

Tabla de Cantidad de personas que utilizan su cuenta de Internet.

Tiempo que utiliza Internet en su domicilio, en una semana promedio.

En el sondeo realizado por la SUPERTEL, la mayoría de encuestados, más del 65%, señaló que usan Internet en su domicilio desde cuatro hasta 30 horas; el 19,77% lo utilizan entre una y cuatro horas; el 10,80% dedican su tiempo para conectarse entre 30 y 60 horas; un porcentaje menor afirmaron que usan el servicio menos de una hora o más de 60 horas.



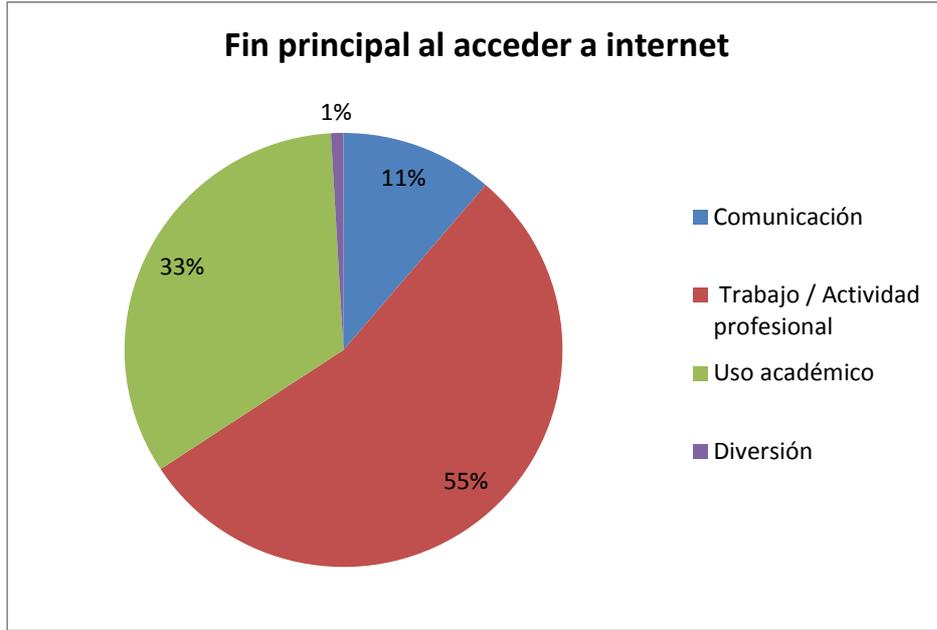
Tiempo que utiliza internet en su domicilio.

Tiempo que utiliza Internet en su domicilio	Porcentaje
Menos de 1 hora	1,84%
Entre 1 y 4 horas	19,77%
Entre 4 y 10 horas	32,64%
Entre 10 y 30 horas	33,33%
Entre 30 y 60 horas	10,80%
Más de 60 horas	1,61%

Tabla de Tiempo que utiliza Internet en su domicilio.

Fin principal o mayoritario al acceder a Internet

La encuesta hecha por la SUPERTEL, el 54,48% de los encuestados aseveran que se conectan para fines laborales o profesionales; el 33,33 para actividades académicas; el 11,26% para comunicarse; y, menos del 1% para divertirse.



Fin principal al acceder a Internet.

Fin principal al acceder a Internet	Porcentaje
Comunicación	11,26%
Trabajo / Actividad profesional	54,48%
Uso academic	33,33%
Diversión	0,92%

Tabla de Fin principal al acceder a Internet.

ANEXO 5

Costo del Proyecto

Costo del Proyecto

El proyecto de migración de IPv4 a IPv6 en la red de datos xDSL del ISP Trans-Telco posee un costo económico de acuerdo a lo estrictamente necesario para su funcionamiento óptimo.

COSTO DEL PROYECTO

DETALLE	Costo (USD)
CURSO CISCO CERTIFIED NETWORK ASSOCIATE (CCNA)	1000
CURSO DSL TECNOLOGÍA DE ACCESO	200
ALQUILER ROUTER CISCO 871 / EQUIPOS BACK-BONE TELCONET	60
ALQUILER DSLAM / EQUIPOS BACK-BONE TRANS-TELCO	500
ALQUILER MODEMS ADSL	20
SWITCH CAPA 2	10
PATCH-CORD ETHERNET	5
PAPELERÍA	25
TOTAL COSTO DEL PROYECTO	1820