



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

TEMA:

DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 UTILIZANDO EL MECANISMO DE CONFIGURACIÓN MANUAL TÚNEL IPV6

TRABAJO PRÁCTICO DEL EXAMEN COMPLEXIVO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE SISTEMAS

AUTOR:

LOAIZA GONZAGA FREDDY ENRIQUE

MACHALA – EL ORO

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, LOAIZA GONZAGA FREDDY ENRIQUE, con C.I. 0704339795, estudiante de la carrera de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA, en calidad de Autor del siguiente trabajo de titulación DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 UTILIZANDO EL MECANISMO DE CONFIGURACIÓN MANUAL TÚNEL IPV6

- Declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad de la originalidad del mismo y el cuidado al remitirme a las fuentes bibliográficas respectivas para fundamentar el contenido expuesto, asumiendo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera EXCLUSIVA.

- Cedo a la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA de forma NO EXCLUSIVA con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra al repositorio digital institucional para su democratización a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0), la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.

 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en internet, así como incorporar cualquier sistema de seguridad para documentos electrónicos, correspondiéndome como Autor(a) la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

Machala, 29 de Octubre del 2015

LOAIZA GONZAGA FREDDY ENRIQUE
C.I. 0704339795

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, que no solo me dio la vida, sino también la oportunidad de obtener conocimientos, fe, aprendizaje y valor para seguir adelante en la construcción de mi futuro. Por demostrarme que nada es imposible, y permitirme llegar a esta etapa de mi vida.

A mis padres que me enseñaron con todo su amor y cariño que en la vida hay que luchar para alcanzar nuestras metas, y de seguir adelante pase lo que pase, brindándome siempre su apoyo incondicional y sus consejos en todo momento.

Freddy Loaiza Gonzaga

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a Dios por ser guía dentro de mi vida, por proporcionarme salud, paciencia, perseverancia, dedicación, para cumplir con cada uno de los objetivos planteados en mi vida personal.

A mi madre que me ha orientado por el sendero del bien y que ha estado presente cada momento de mi vida, brindándome su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Machala, por brindarme la oportunidad de realizarme profesionalmente.

Freddy Loaiza Gonzaga

DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 UTILIZANDO EL MECANISMO DE CONFIGURACIÓN MANUAL TÚNEL IPV6

Loaiza Gonzaga Freddy Enrique
0704339795 - pel_dl1992@hotmail.es

RESUMEN

Las especificaciones del protocolo de internet IPv6 se desarrollaron por parte de la IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet), ante el posible agotamiento de las direcciones IPv4, con lo que se pretendía que las redes evolucionen al nuevo protocolo de una forma rápida y ordenada, para esto solo bastaría que un equipo conectado a internet, obtuviera de forma simultánea una dirección IPv4 e IPv6, de esta manera se brindaba una transición sencilla y ágil. Teniendo en consideración que la mayoría de las redes de comunicación utilizan IPv4, de manera que pensar en una migración paralela de todos estos dispositivos no es viable, ya que algunos de estos pueden no admitir o no tener el soporte necesario para este nuevo protocolo. En vista de estas dificultades, se han desarrollado diferentes mecanismos temporales denominados como “Tecnologías de Transición” que permiten una integración fluida de IPv4 e IPv6, por lo que no es necesario actualizar simultáneamente todos los nodos. El presente trabajo investigativo tiene como objetivo elaborar la propuesta de transición de IPv4 a IPv6, utilizando el mecanismo Túnel IPv6 de configuración manual para la Empresa de Telecomunicaciones CONRAP, para lo cual se realiza la investigación de campo sobre los mecanismos presentes para su migración. Para esto se realizara la simulación de la topología planteada por la institución en la herramienta GNS3, con la finalidad de realizar las pruebas necesarias para comprobar su funcionalidad. Se puede concluir que el uso de estos mecanismo dependerá de la infraestructura de red que presente cada organización, ya que en la mayor parte de ellas se necesita una combinación de estas herramientas, para lo cual se recomienda un estudio preliminar y la investigación minuciosa sobre estas tecnologías con el propósito de obtener resultados eficientes, con un mínimo de interrupciones en la operatividad de la red.

Palabras Claves: Redes, Tecnologías, Internet, Transición, IPv4 e IPv6

DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 UTILIZANDO EL MECANISMO DE CONFIGURACIÓN MANUAL TÚNEL IPV6

Loaiza Gonzaga Freddy Enrique
0704339795 - pel_dl1992@hotmail.es

ABSTRACT

The specifications of the IPv6 internet protocol were performed by IETF (Internet Engineering Task Force) because of the possible depletion of IPv4 address with the aim that the new protocol networks evolve quickly and orderly, for this only would suffice a computer connected to the Internet and simultaneously obtain an IPv4 and IPv6 address, so simple and quick transition was provided. Considering that most communication networks use IPv4, therefore think of a parallel migration of all these devices is not feasible, since some of these may not support or may not have the necessary support for this new protocol. In view of these difficulties, several temporary mechanisms have been developed which are referred to as "transition technologies" that allow perfect integration of IPv4 and IPv6, so it is not necessary to upgrade all nodes simultaneously. The aim of this research work is develop the proposal transition from IPv4 to IPv6, using IPv6 tunnel mechanism with manual configuration for CONRAP Telecommunications Company, for which is implemented the field research on the mechanisms present for its migration. For this it will be developed simulation topology that was raised by the institution in GNS3 tool, in order to carry out the necessary tests to check its functionality. In conclusion, the use of these mechanisms will depend on the network infrastructure submitted by each organization, since in most of them a combination of these tools is required, for which it is recommended a preliminary study and thorough investigation into these technologies, in order to obtain efficient and effective results with minimal interruptions in the operation of the network.

Key words: network, technology, internet, transition, IPv4, IPv6.

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
CESIÓN DE DERECHOS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS	x
1. - INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. - Marco Contextual.....	2
1.2. - Problema	2
1.3. - Objetivo General.....	2
2. - DESARROLLO.....	3
2.1. - Marco Teórico.-.....	3
2.1.1.- Mecanismos para la migración o despliegue de IPv4 a IPv6:.....	3
2.1.2.-Túnel de Configuración Manual.-	4
2.2.- Marco Metodológico.....	5
2.2.1.- Primera Fase: Investigación y análisis de mecanismos de transición.	5
2.2.2.- Segunda Fase: Instalación de herramientas tecnológicas:.....	5
2.2.3.-Tercera Fase: Diseño y configuración de la Topología de Red en GNS3. 6	
2.2.4.-Cuarta Fase: Análisis de los resultados obtenidos de las simulaciones.....	7
2.3.- Resultados	8
2.3.1.- Pruebas De Conexión.-	8
2.3.2.- Verificación De Enlaces.-	8
3.- CONCLUSIONES.....	10
4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
5. - ANEXOS.....	12
5.1. - Configuraciones Realizadas.-	12
5.1.1.- Interfaces.-.....	12
5.1.2.-Túneles.-	13
5.1.3.- Protocolo RIPng.-	15
5.2.- Comprobación De Configuraciones Realizadas.....	16
5.2.1.- Interfaces.-.....	16

5.2.2.-Túneles para comunicación de estaciones IPv6 hacia entornos IPv4.....	18
5.2.3.- Protocolo de Enrutamiento RIPng.-	19
5.2.4.- Pruebas De Acceso.-	20
5.2.5.- Pruebas de Enlaces	21
5.3.- Herramienta GNS3.-.....	24
5.3.1.- Elementos del Entorno GNS3.-.....	24
5.3.2. - Características.-	24
5.4. Caso de estudio	25
5.5. Reporte de similitud de URKUND	26

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 DESCRIPCIÓN DE LA TOPOLOGÍA CONRAP..... 7

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 MECANISMO DUAL STACK	3
FIGURA 2 MECANISMO TUNNELING IPV6.....	4
FIGURA 3 TOPOLOGÍA CONRAP EN EL SIMULADOR GNS3	6
FIGURA 4 SERVICIO WEB EN SERVIDOR CUENCA.....	8
FIGURA 5 SOLICITUD DE SERVICIO WEB DESDE SITIO AZOGUES	9
FIGURA 6 SOLICITUD DE SERVICIO WEB DESDE SITIO MACHALA	9
FIGURA 7 ROUTER CUENCA	12
FIGURA 8 ROUTER AZOGUES	12
FIGURA 9 ROUTER MACHALA	13
FIGURA 10 (TUNEL 0 Y 1) ROUTER CUENCA	13
FIGURA 11 (TUNEL 3 Y 4) ROUTER AZOGUES.....	14
FIGURA 12 (TUNEL 5 Y 6) ROUTER MACHALA.....	14
FIGURA 13 INTERFACES ROUTER CUENCA	15
FIGURA 14 INTERFACES ROUTER AZOGUES	15
FIGURA 15 INTERFACES ROUTER MACHALA	16
FIGURA 16 COMPROBACIÓN INTERFACES ROUTER CUENCA	16
FIGURA 17 COMPROBACIÓN INTERFACES ROUTER AZOGUES	17
FIGURA 18 COMPROBACIÓN INTERFACES ROUTER MACHALA.....	17
FIGURA 19 COMPROBACIÓN (TUNEL 0 Y 1) ROUTER CUENCA.....	18
FIGURA 20 COMPROBACIÓN (TUNEL 3 Y 4) ROUTER AZOGUEZ	18
FIGURA 21 COMPROBACIÓN (TUNEL 5 Y 6) ROUTER MACHALA	19
FIGURA 22 IDENTIFICADOR DE RIPNG REDCONRAP EN ROUTER CUENCA.....	19
FIGURA 23 IDENTIFICADOR DE RIPNG REDCONRAP EN ROUTER AZOGUES	19
FIGURA 24 IDENTIFICADOR DE RIPNG REDCONRAP EN ROUTER MACHALA	20
FIGURA 25 PING DESDE SITIO AZOGUES HACIA CUENCA.....	20
FIGURA 26 PING DESDE SITIO MACHALA HACIA CUENCA.....	20
FIGURA 27 PING DESDE SITIO CUENCA HACIA AZOGUES Y MACHALA	20
FIGURA 28 PING CUENCA-AZOGUES.....	21
FIGURA 29 PING CUENCA-MACHALA.....	21
FIGURA 30 PING CUENCA-AZOGUES (PC-CENTOS)	22
FIGURA 31 PING CUENCA-MACHALA (PC UBUNTU)	22
FIGURA 32 SOLICITUD DE SERVICIO WEB DESDE MÁQUINA CENTOS EN ESTACIÓN AZOGUES.....	23
FIGURA 33 SOLICITUD DE SERVICIO WEB DESDE MÁQUINA CENTOS EN ESTACIÓN AZOGUES.....	23
FIGURA 34 INTERFAZ GNS3	24

1. - INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del crecimiento de usuarios y dispositivos que hacen uso del Internet, se ha ocasionado el agotamiento de las direcciones IPv4 en un gran porcentaje, razón por la cual la implementación del protocolo IPv6 (RFC 2373) ha despertado un gran interés a nivel mundial.

En un inicio se han diseñado varias estrategias que permitan la transición de estos protocolos, entre las que podemos citar dos de las más utilizadas y recomendadas como son: *Dual Stack* (router doble pila, el mismo que provee un soporte completo para IPv4 e IPv6 tanto en host como routers), *Tunneling*: Su funcionamiento principal es encapsular paquetes IPv6 dentro de cabeceras IPv4 permitiendo ser transportados a través de una infraestructura de red IPv4.

Para Taffernaberry, J. C. (2011), "Tunneling" también llamado encapsulamiento, es un proceso por el que todo un protocolo se encapsula dentro del área de datos de otro protocolo, permitiendo llevar así los datos originales sobre el segundo protocolo. Este mecanismo puede usarse cuando dos nodos o redes que usan el mismo protocolo quieren comunicarse sobre una red que usa otro protocolo.

Para el desarrollo de nuestra propuesta de transición la Empresa de Telecomunicaciones CONRAP ha solicitado que se utilice el mecanismo Tunneling IPv6 de configuración manual, el mismo que permita un mínimo impacto en la operatividad de la red de comunicación.

1.1. - Marco Contextual

La empresa de Telecomunicaciones CONRAP ha decidido realizar la planificación para el despliegue de su infraestructura de red de IPv4 a IPv6, para lo cual ha solicitado el desarrollo de una propuesta que permita efectuar este proceso, a través del mecanismo "Túnel IPv6 de configuración manual", el mismo que demuestre el mínimo impacto en la operatividad de la red y provea una transición ágil y ordenada. Para esto se debe tomar en consideración los siguientes aspectos expuestos por la organización: La topología se encuentra constituida por tres sucursales (Cuenca, Azogues y Machala), la infraestructura en su totalidad es de tecnología Cisco, cada sitio tiene su red de área local funcionando con IPv6, los routers que los conectan utilizan Dual Stack (IPv4/IPv6). Los sitios se enlazan entre sí haciendo uso en la capa 1 y 2 de enlaces seriales punto a punto con protocolo PPP y en la capa 3 con protocolo IPv4, el protocolo de enrutamiento es RIPng.

1.2. - Problema

La disminución de espacios de direcciones de IPv4, como resultado de la demanda de usuarios y equipos que utilizan el internet, ha generado que las organizaciones a nivel mundial visualicen con gran interés la implementación del protocolo IPv6 como una alternativa de direccionamiento, en contraste a esta solución pensar en una migración total de las actuales infraestructuras en las organizaciones es inviable, debido a las necesidades, requerimientos, objetivos estratégicos y el nivel de adaptación que presenta cada organización. La mayor parte de los expertos en TI coinciden que la interoperabilidad es la base; para esto definen que la coexistencia de ambos protocolos, es la alternativa más eficiente durante la transición. ¿Qué mecanismo garantiza el mínimo impacto en la operatividad de la red durante el proceso de transición de IPv4 a IPv6 en la empresa CONRAP?

1.3. - Objetivo General

Diseñar la transición de IPv4 a IPv6 utilizando el Mecanismo de Configuración Manual Túnel IPv6, para optimizar el rendimiento de la infraestructura de red de la empresa de Telecomunicaciones CONRAP.

2. - DESARROLLO

2.1. - Marco Teórico.-

2.1.1- Mecanismos para la migración o despliegue de IPv4 a IPv6:

Según López, D., Gelvez García, N. Y., & Pedraza, L. F. (2010), se han planteado tres estrategias para el despliegue de IPv4 a IPv6 denominadas como Mecanismos de transición, con el objetivo de garantizar la coexistencia de ambos protocolos de direccionamiento en la misma red.

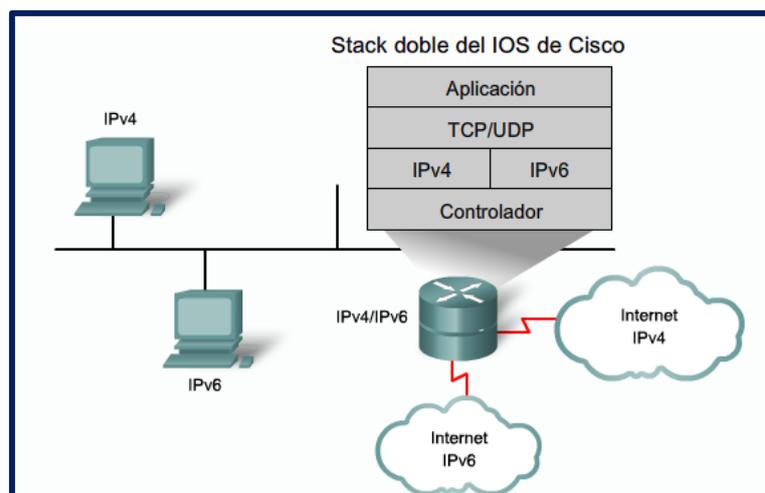
De acuerdo a (Miguel Buenaño, 2010), el IETF (Grupo de trabajo de Ingeniería de Internet), ha creado el NGTrans Working Group que propone mecanismos que permitirán interconectar redes IPv4 e IPv6, así como servidores y clientes basados en ambas versiones.

El grupo de trabajo NGTrans define tres principales técnicas para la transición:

2.1.1.1- Doble pila de protocolos (dual Stack).-

También conocidos como nodos IPv4/IPv6, reciben y envían tráfico a nodos que sólo soportan uno de los dos protocolos (IPv4 o IPv6).

Figura 1 Mecanismo Dual Stack



Fuente: Cisco Networking Academy

Investigado por: Freddy Loaiza

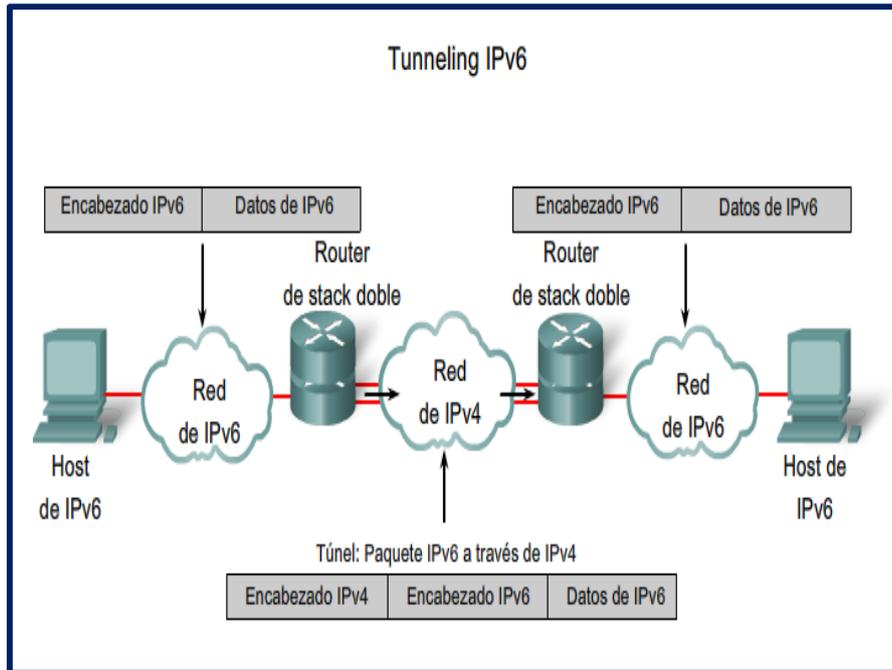
2.1.1.2-Traducción de Direcciones.-

Permite traducir los datagramas de IPv6 a IPv4 (viceversa), es una técnica no muy utilizada (tiene varias limitaciones, como el uso de protocolos de seguridad IPsec).

2.1.1.3.- Túneles.-

Establecen conexiones IPv6 sobre una red IPv4 (viceversa), para esto se debe crear un túnel a través de IPv4 con un router dual Stack (acceso a IPv6 como IPv4), su función consiste en enviar datagramas IPv6 encapsulados en paquetes IPv4.

Figura 2 Mecanismo Tunneling Ipv6



Fuente: Cisco Networking Academy
Investigado por: Freddy Loaiza

2.1.2.-Túnel de Configuración Manual.-

Para (Javier Amelines, 2010), se define como una conexión permanente entre dos entornos IPv6 sobre un enlace troncal IPv4, compuesto por dos pares de direcciones (IPv4 e IPv6). Según(Francisco Sepulveda, 2011), los routers de borde deben ser de stack doble y su configuración no puede cambiar dinámicamente a medida que cambian las necesidades de la red y de enrutamiento.

2.1.3.- Protocolo de Enrutamiento RIPng (RIP de próxima generación).-

De acuerdo a Boronat Segui, F. (2014), RIPng presenta las siguientes características:

- Δ Basado en RIPv2
- Δ Distancia administrativa por defecto 120
- Δ Métrica/Coste: número de salto → Distancia máxima de 15 saltos (Ruta >15 saltos → inalcanzables)
- Δ Utiliza técnicas horizonte dividido y de envenenamiento inverso (evitar problemas de conteo infinito, loops de enrutamiento)
- Δ A diferencia de RIPv2, en RIPng no se necesita indicar las redes (no se utiliza el comando network) y las actualizaciones se envían por todas las interfaces habilitadas.

2.2.- Marco Metodológico

El diseño del presente proyecto se divide en cuatro fases:

2.2.1.- Primera Fase: Investigación y análisis de mecanismos de transición. -

Investigación de varias fuentes bibliográficas como libros, artículos científicos, revistas y documentos académicos, y en base a un análisis de la información recolectada se expone los siguientes criterios para la solución del problema planteado:

2.2.1.1.- Mecanismo de Tunneling IPv6 (Configuración manual RFC 2893).-

Con el análisis realizado se ha concluido que el mecanismo de transición más óptimo para este Proyecto es el de Túnel IPv6 de configuración manual de acuerdo a los siguientes parámetros:

Funcionalidad: Diseñar redes IPv6 aisladas que puedan conectarse entre sí a través de redes IPv4.

Características:

- Diseñar e implementar redes desde afuera hacia el centro.
- Minimizar costos y el impacto de operatividad durante la integración.
- Permite que las redes sean actualizadas de manera incremental, con mínimas interrupciones en las funciones de IPv4.

2.2.1.2.- Ventajas:

Para (Carlos Ralli, 2010), el mecanismo de transición manual Túnel Ipv6 presenta las siguientes ventajas:

- ✓ Acceso al 6-BoneMultiplataforma (Cisco, Telebit, Linux, Solaris, Windows NT, etc)
- ✓ Método transparente con respecto a nivel IPv6 y Superiores → No afecta a las aplicaciones
- ✓ No consume recursos excesivos.
- ✓ La MTU se reduce en 20 bytes (cabecera IPv4 típica).
- ✓ Conexión con ISP IPv6 remoto a través de internet.

2.2.1.3.- Desventajas:

- ✓ No son dinámicos
- ✓ No escalable (Cuando no se establece un nodo central para el intercambio, el número de túneles asciende a N-1)

2.2.2.- Segunda Fase: Instalación de herramientas tecnológicas:

- Programa de simulación GNS3 (incorpora uso de VM VirtualBox y Wireshark que permiten implementar un entorno de simulación real).
- Creación de Máquinas Virtuales para los sitios descritos en la topología de red (Windows7 y Centos 6.3 → Estaciones Azogues, Windows Server 2008 → Servidor Cuenca, Windows8 y Ubuntu → Estación Machala).

2.2.3.-Tercera Fase: Diseño y configuración de la Topología de Red en GNS3.-

2.2.3.1.-Descripción de la red:

CONRAP cuenta con tres sitios (islas IPv6- LAN): Cuenca, Azogues y Machala, haciendo uso de las siguientes características:

- ✓ Direccionamiento IPv4 e IPv6 → Router dual stack o Doble pila (IPv4/IPv6).
- ✓ Enlaces seriales punto a punto con protocolo PPP a nivel de capa 1 y 2 y con protocolo IPv4 en capa 3, uso del protocolo de enrutamiento RIPng.

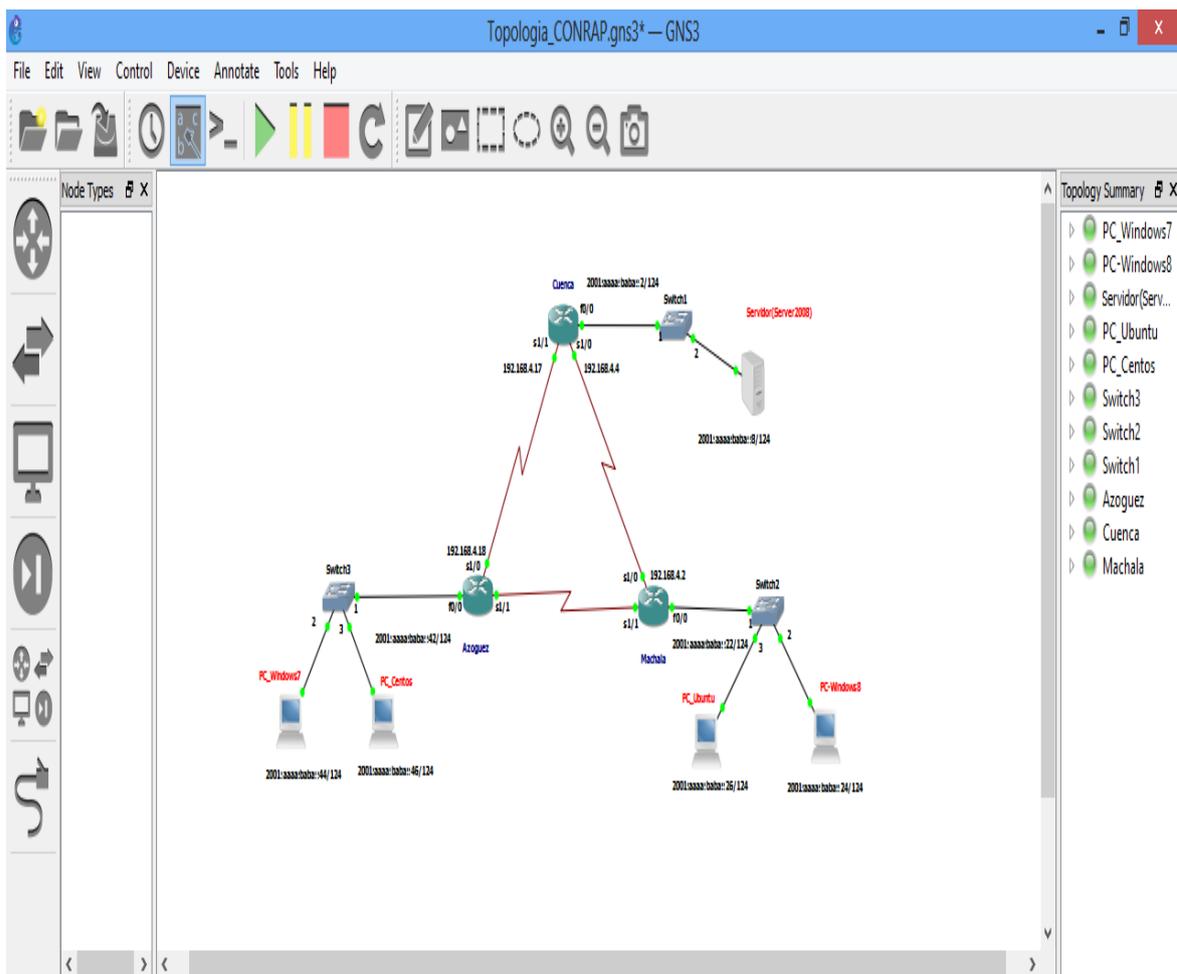
2.2.3.2.- Dispositivos de la Red.-

Uso de la Tecnología CISCO

- ✓ 3 Routers C7200 (Enrutadores Cuenca, Azogues y Machala).
- ✓ 3 Switch (Conmutadores).
- ✓ Servidor HTTP en el Sitio Cuenca (Windows Server 2008 R2).
- ✓ 4 Host (Sistema Operativos Windows 7 y Centos 6.3 en Sitio Azogues) (Sistema Operativo Windows 8 y Ubuntu en Sitio Machala).

2.2.3.3.- Diseño físico de la Red.-

Figura 3 Topología CONRAP en el Simulador GNS3



Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Tabla 1 Descripción de la Topología CONRAP

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Prefijo	Túnel	Enlace Túnel
R(Cuenca)	S1/0	192.168.4.4	28	0	R(Machala)
	S1/1	192.168.4.18	28	1	R(Azogues)
	F0/0	2001:AAAA:BABA::2	124		
R(Azogues)	S1/0	192.168.4.17	28	3	R(Cuenca)
	S1/1	192.168.4.33	28	4	R(Machala)
	F0/0	2001:AAAA:BABA::42	124		
R(Machala)	S1/0	192.168.4.2	28	5	R(Cuenca)
	S1/1	192.168.4.34	28	6	R(Machala)
	F0/0	2001:AAAA:BABA::22	124		
Pc_Windows7		2001:AAAA:BABA::44	124		
Pc_Windows10		2001:AAAA:BABA::24	124		
Pc_Centos 6.3		2001:AAAA:BABA::46	124		
Pc_Ubuntu		2001:AAAA:BABA::26	124		
Servidor(server-2008)		2001:AAAA:BABA::8	124		
IP de los túneles					
Túnel 0 2001:AAAA:BABA::54/124		Túnel 3 2001:AAAA:BABA::82/124		Túnel 5 2001:AAAA:BABA::84/124	
Túnel 1 2001:AAAA:BABA::74/124		Túnel 4 2001:AAAA:BABA::72/124		Túnel 6 2001:AAAA:BABA::52/124	

*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

Una vez diseñada la topología se procede a realizar las configuraciones descritas en la Tabla 1 de cada uno de los dispositivos de la red:

- **Interfaces anexo 5.1.1**
- **Túneles IPv6 anexo 5.1.2**
- **Protocolo RIPng anexo 5.13**

2.2.4.-Cuarta Fase: Análisis de los resultados obtenidos de las simulaciones.

Se realizan las siguientes pruebas:

- ✓ Conexión a través de los dispositivos que componen la red.
- ✓ Enlace de las LAN IPv6 a través de redes IPv4.
- ✓ Análisis del tráfico de paquetes capturados con Wireshark para comprobar de manera práctica el correcto funcionamiento del protocolo de enrutamiento RIPng.

En base a los resultados obtenidos se hace una comparación teórica-práctica y se presentan las conclusiones de las pruebas realizadas.

2.3.- Resultados.-

Esta sección permite valorar la calidad, eficiencia y eficacia de los resultados obtenidos en el desarrollo de la propuesta planteada, monitoreando, verificando y controlando el cumplimiento pleno de lo expuesto en los requerimientos de la organización.

2.3.1.- Pruebas De Conexión.-

Se realiza la comprobación del estado de conexión (ping) entre los dispositivos de la red, lo que determina que el encapsulamiento de cabeceras de IPv6 en IPv4 permite el direccionamiento y enrutamiento de paquetes por arquitecturas IPv4, demostrando la funcionalidad del método de transición tunel IPv6 de configuración manual.

(Ver anexo 5.2.4)

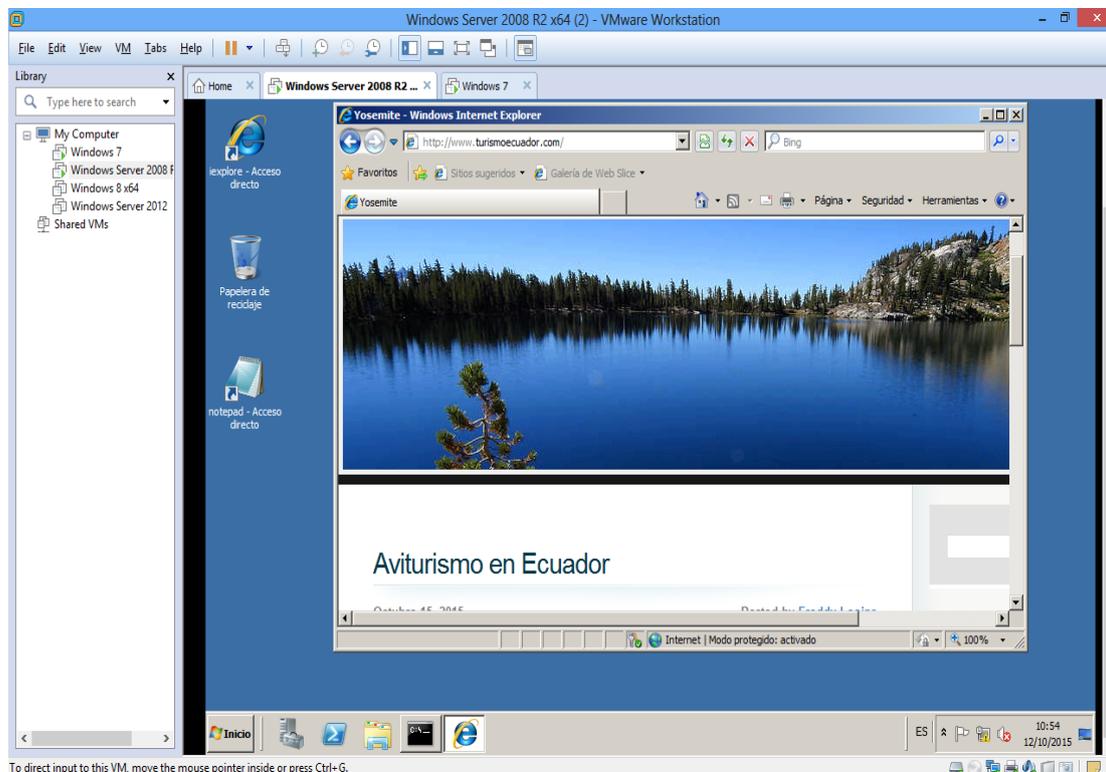
2.3.2.- Verificación De Enlaces.-

Una vez comprobada la conexión se procede a verificar el uso del servicio web configurado en el Servidor del Sitio Cuenca y a realizar las peticiones desde los clientes de Azogues y Machala.

2.3.2.1.- Servicio Web en Servidor Cuenca → www.turismoecuador.com

En la figura 4 se visualiza la ejecución del servicio Web configurado en el Servidor ubicado en el sitio Cuenca.

Figura 4 Servicio Web en Servidor Cuenca

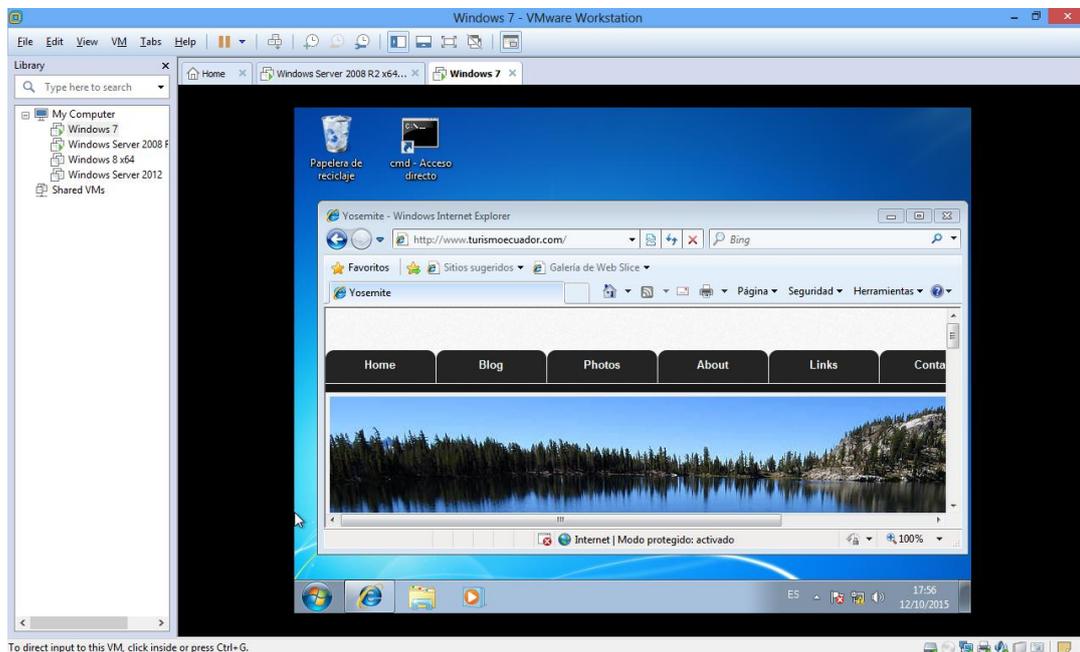


*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

2.3.2.2.- Petición de servicio Web desde Cliente Azoguez (Windows 7).-

Como se puede observar en la figura 5 se realiza la petición de la página web www.turismoecuador.com desde el sitio Azogues.

Figura 5 Solicitud de servicio web desde sitio Azogues



*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

2.3.2.3.- Petición del Servicio Web desde Cliente Machala (Windows8).-

La figura 6 demuestra la petición de la página web www.turismoecuador.com desde el sitio Machala.

Figura 6 Solicitud de Servicio Web desde sitio Machala



*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

Ver Anexos 5.2.5 Pruebas de Acceso

3.- CONCLUSIONES

- Se debe planificar el desarrollo del proyecto en fases o etapas, las mismas que permitan alcanzar los objetivos planteados.
- Un análisis de los requerimientos solicitados por la Organización permite obtener resultados eficientes en la elaboración de la propuesta.
- La herramienta GNS3 permite simular con más realismo, enrutadores (routers) y conmutadores (switches).
- GNS3 al integrarlo con Virtual Box permite incorporar servidores y clientes virtuales.
- El método de transición de Tunnel IPv6 de configuración manual es una alternativa para la integración y comunicación de sitios que utilizan protocolo IPv6 a través de redes IPv4.
- Establecer un período de coexistencia entre ambos protocolos con el propósito de minimizar el impacto operacional de la red.
- El agotamiento de direcciones de redes IPv4 es inevitable para ello se debe aplicar diferentes técnicas que permitan conectar e integrar las redes IPv4 que quedan con las redes IPv6 implementadas.

4.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benítez, I. P. S., Méndez, G. A., Salazar, N. M. A., Burbano, D. C., & Guirales, C. I. U. (2009). *Análisis comparativo de los Protocolos IPV6 e IPV4*. *Ingeniería Solidaria*, 5(9).

López, D., Gelvez García, N. Y., & Pedraza, L. F. (2010). *Modelo para la integración de redes IPv4-IPv6 basado en túneles*. *Tecnura*, 14(27), 52-59.

Taffernaberry, J. C. (2011). *Mecanismos de Transición hacia redes IPv6 (Doctoral dissertation, Facultad de Informática)*.

Díaz Cervantes, L. (2010). *Evaluación de la herramienta GNS3 con conectividad a enrutadores reales*.

Correa, A., & Candamil, M. L. (2012). *Mecanismos de transición de ipv4eipv6*.

Castillo Medina, C., & Forero Rodríguez, F. (2013). *Caracterización de IPv6*. *Revista Tecnura*, 17(36), 111-128.
[doi:http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.2.a09](http://dx.doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2013.2.a09)

Medina, C. A. C., & Rodríguez, F. F. (2013). *Caracterización de IPv6*. *Revista Tecnura*, 17(36), 111-128.

Boronat Seguí, F. (2014). *Encaminamiento en IPv6 RIPng*.

Carrera Buenaño, M. (2010). "Análisis De Las Tecnicas De Convivencia Entre Ipv4 E Ipv6 Y Su Implementación En Los Servicios: Web, Mail, Ftp, Proxy, Dns Y Dhcp De La Intranet De La ESPOCH".
<http://docplayer.es/825714-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-informatica-y-electronica-escuela-de-ingenieria-electronica.html>

Sepúlveda, F. (2011). *Curso práctico de IPv6: Transición a IPv6*.
<http://www.slideshare.net/bramstoker/ipv6-modulo3>

Ralli, C. (2010). *IPv6: Mecanismo de Transición IPv4 – Ipv6*.
http://www.cu.ipv6tf.org/pdf/carlos_ralli_transitiontutorial.pdf

Cherres, P. (2013). *Tunnelling - Isatap*
<https://prezi.com/j0mi-ryfnren/tunnelling-isatap/>

5. - ANEXOS.

5.1. - Configuraciones Realizadas.-

5.1.1.- Interfaces.-

Como se puede observar en las Figuras 7, 8 y 9 se realiza la configuración de las direcciones IP en las interfaces serial (s1/0 y s1/1) y la fast-ethernet 0/0 de los routers de Cuenca, Azogues y Machala.

Figura 7 Router Cuenca

```
Cuenca
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#int s1/1
Cuenca(config-if)#ip add 192
*Oct 8 16:05:03.239: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/0, changed state to down
Cuenca(config-if)#ip add 192.168.4.18 255.255.255.240
Cuenca(config-if)#no shut
Cuenca(config-if)#
*Oct 8 16:05:32.855: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/1, changed state to up
Cuenca(config-if)#
*Oct 8 16:05:32.855: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Ser1/1 Physical Port Administrative State Down
*Oct 8 16:05:33.855: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/1, changed state to up
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#int f0/0
Cuenca(config)#
*Oct 8 16:06:03.283: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/1, changed state to down
Cuenca(config-if)#ipv6 add 2001:aaaa:baba::02/124
Cuenca(config-if)#no shut
Cuenca(config-if)#
*Oct 8 16:07:08.807: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to down
Cuenca(config-if)#
*Oct 8 16:07:08.807: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port Administrative State Down
*Oct 8 16:07:08.807: %ENTITY_ALARM-6-INFO: ASSERT CRITICAL Fa0/0 Physical Port Link Down
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#ipv6 unicast-routing
Cuenca(config)#exit
Cuenca#end
Translating "end"

Translating "end"

Translating "end"
% Unknown command or computer name, or unable to find computer address
Cuenca#
*Oct 8 16:07:25.003: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Cuenca#wr
Building configuration...
[OK]
Cuenca#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 8 Router Azogues

```
Azoguez
Azoguez#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Azoguez(config)#int s1/0
Azoguez(config-if)#ip add 192.168.4.17 255.255.255.240
Azoguez(config-if)#no shut
Azoguez(config-if)#ex
*Oct 8 16:14:14.451: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/0, changed state to up
Azoguez(config-if)#ex
*Oct 8 16:14:14.451: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Ser1/0 Physical Port Administrative State Down
Azoguez(config-if)#ex
*Oct 8 16:14:15.455: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/0, changed state to up
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#int s1/1
Azoguez(config-if)#ip add 192.168.4.33 255.255.255.240
Azoguez(config-if)#no shut
Azoguez(config-if)#
*Oct 8 16:14:34.767: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/1, changed state to up
Azoguez(config-if)#
*Oct 8 16:14:34.767: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Ser1/1 Physical Port Administrative State Down
Azoguez(config-if)#
*Oct 8 16:14:35.771: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/1, changed state to up
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#ipv6 unicast-routing
*Oct 8 16:15:03.279: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/1, changed state to down
Azoguez(config)#ipv6 unicast-routing
Azoguez(config)#int f0/0
Azoguez(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::42/124
Azoguez(config-if)#no shut
Azoguez(config-if)#exit
*Oct 8 16:15:50.611: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Azoguez(config-if)#exit
*Oct 8 16:15:50.611: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port Administrative State Down
*Oct 8 16:15:51.611: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0, changed state to up
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#wr
^
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 9 Router Machala

```
Machala#
Machala#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Machala(config)#int s1/0
Machala(config-if)#ip add 192.168.4.2 255.255.255.240
Machala(config-if)#no shut
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:19:04.875: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/0, changed state to
up
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:19:04.875: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Ser1/0 Physical Port
Administrative State Down
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:19:05.879: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/0,
changed state to up
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#int s1/1
Machala(config-if)#ip add 192.168.4.34 255.255.255.240
Machala(config-if)#no shut
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:19:31.179: %LINK-3-UPDOWN: Interface Serial1/1, changed state to
up
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:19:31.179: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Ser1/1 Physical Port
Administrative State Down
Machala(config-if)#no shut
*Oct 8 16:19:32.183: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/1,
changed state to up
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#ip v6 unicast-routing
Machala(config)#int f0/0
Machala(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::22/124
Machala(config-if)#no shut
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:20:21.539: %LINK-3-UPDOWN: Interface FastEthernet0/0, changed state
to up
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:20:21.539: %ENTITY_ALARM-6-INFO: CLEAR INFO Fa0/0 Physical Port
Administrative State Down
*Oct 8 16:20:22.539: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/0,
changed state to up
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#exit
Machala#wr
Building configuration...
[OK]
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.1.2.-Túneles.-

Las Figuras 10, 11 y 12 se observa la configuración de los túneles manuales (0y1) router Cuenca, (3 y 4) router Azogues y (5 y 6) router Machala.

Figura 10 (Tunel 0 Y 1) Router Cuenca

```
Cuenca
Serial1/3 [administratively down/down]
Cuenca#
*Oct 8 16:14:23.283: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/3,
changed state to down
Cuenca#
*Oct 8 16:19:13.239: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Serial1/3,
changed state to up
Cuenca#
Cuenca#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Cuenca(config)#int tunnel0
Cuenca(config-if)#ip
*Oct 8 16:23:40.003: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0,
changed state to down
Cuenca(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::54/124
Cuenca(config-if)#tunnel source s1/0
Cuenca(config-if)#tunnel destination 192.168.4.2
Cuenca(config-if)#no shut
*Oct 8 16:24:25.195: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel0,
changed state to up
Cuenca(config-if)#no shut
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#exit
Cuenca#
*Oct 8 16:24:41.995: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Cuenca#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Cuenca(config)#int tunnell1
Cuenca(config-if)#
*Oct 8 16:24:54.055: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel1,
changed state to down
Cuenca(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::74/124
Cuenca(config-if)#tunnel source s1/1
Cuenca(config-if)#tunnel destination 192.168.4.17
Cuenca(config-if)#no shut
*Oct 8 16:25:41.415: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunnel1,
changed state to up
Cuenca(config-if)#no shut
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::20/120 tunnel0
Cuenca(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::40/120 tunnell1
Cuenca(config)#exit
Cuenca#wr
Building configuration...
[OK]
Cuenca#
*Oct 8 16:26:42.023: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Cuenca#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 11 (Tunel 3 Y 4) Router Azogues

```
Azoguez#
Azoguez#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Azoguez(config)#int tunnel3
Azoguez(config-if)#ip
*Oct 8 16:29:50.031: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l3, changed state to down
Azoguez(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::82/124
Azoguez(config-if)#tunnel source s1/1
Azoguez(config-if)#tunnel destination 192.168.4.34
Azoguez(config-if)#no shut
Azoguez(config-if)#
*Oct 8 16:30:30.395: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l3, changed state to up
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#int tunnel 4
Azoguez(config-if)#int tunnel 4
*Oct 8 16:30:59.543: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l4, changed state to down
Azoguez(config-if)#int tunnel4
Azoguez(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::72/124
Azoguez(config-if)#tunnel source s1/0
Azoguez(config-if)#tunnel destination 192.168.4.18
Azoguez(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::72/124
*Oct 8 16:32:00.503: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l4, changed state to up
Azoguez(config-if)#no shut
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::20/124 tunnel3
Azoguez(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::00/124 tunnel4
Azoguez(config)#exit
Azoguez#
*Oct 8 16:32:44.727: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Azoguez#wr
Building configuration...
[OK]
Azoguez#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 12 (Tunel 5 Y 6) Router Machala

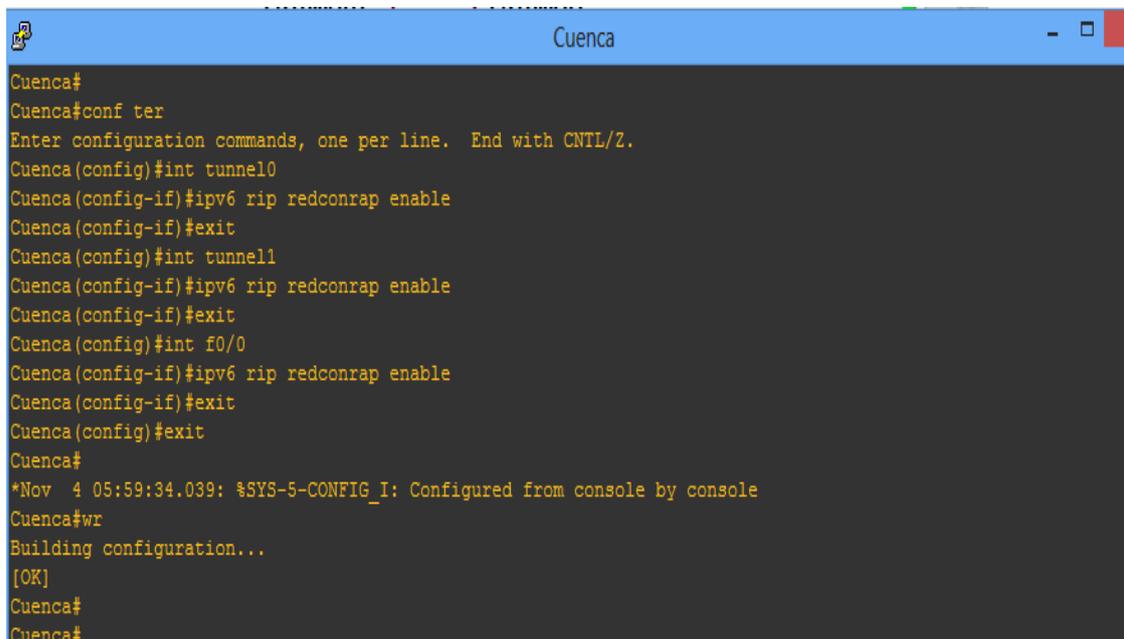
```
Machala#
Machala#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Machala(config)#int tunnel5
Machala(config-if)#
*Oct 8 16:36:39.847: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l5, changed state to down
Machala(config-if)#ipv6 add 2001:AAAA:BABA::84/124
Machala(config-if)#tunnel source s1/1
Machala(config-if)#tunnel destination 192.168.4.33
Machala(config-if)#no s
*Oct 8 16:37:28.359: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l5, changed state to up
Machala(config-if)#no shut
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#int tunnel6
Machala(config-if)#tunnel destination 192.168.4.33
*Oct 8 16:37:41.479: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l6, changed state to down
Machala(config-if)#tunnel source s1/0
Machala(config-if)#tunnel destination 192.168.4.4
Machala(config-if)#no shut
*Oct 8 16:38:04.003: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface Tunne
l6, changed state to up
Machala(config-if)#no shut
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::40/124 tunnel5
Machala(config)#ipv6 route 2001:AAAA:BABA::00/124 tunnel6
Machala(config)#exit
Machala#
*Oct 8 16:38:59.615: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Machala#wr
Building configuration...
[OK]
Machala#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.1.3.- Protocolo RIPng.-

En las figuras 13, 14 y 15 se demuestra la configuración del protocolo de enrutamiento RIPng a través del identificador redconrap en las interfaces seriales (túneles) y la fast-ethernet 0/0 de los routers de Cuenca, Azogues y Machala.

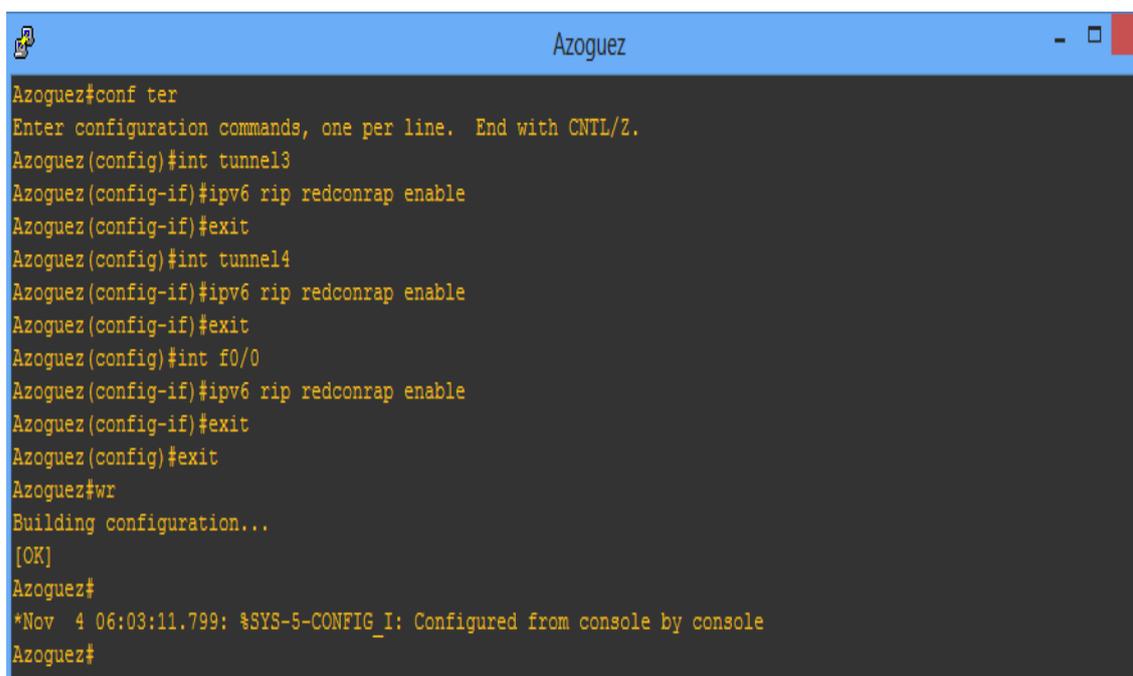
Figura 13 Interfaces Router Cuenca



```
Cuenca#
Cuenca#conf ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Cuenca(config)#int tunnel0
Cuenca(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#int tunnel1
Cuenca(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#int f0/0
Cuenca(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Cuenca(config-if)#exit
Cuenca(config)#exit
Cuenca#
*Nov 4 05:59:34.039: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Cuenca#wr
Building configuration...
[OK]
Cuenca#
Cuenca#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

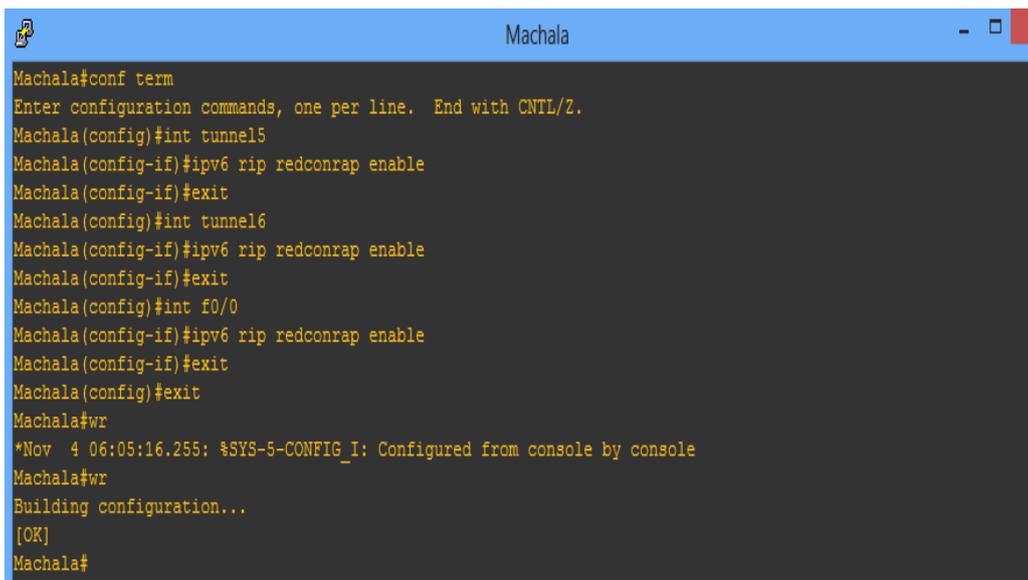
Figura 14 Interfaces Router Azogues



```
Azoguez#conf ter
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Azoguez(config)#int tunnel3
Azoguez(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#int tunnel4
Azoguez(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#int f0/0
Azoguez(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Azoguez(config-if)#exit
Azoguez(config)#exit
Azoguez#wr
Building configuration...
[OK]
Azoguez#
*Nov 4 06:03:11.799: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Azoguez#
Azoguez#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 15 Interfaces Router Machala



```
Machala#conf term
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Machala(config)#int tunnel5
Machala(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#int tunnel6
Machala(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#int f0/0
Machala(config-if)#ipv6 rip redconrap enable
Machala(config-if)#exit
Machala(config)#exit
Machala#wr
*Nov  4 06:05:16.255: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Machala#wr
Building configuration...
[OK]
Machala#
```

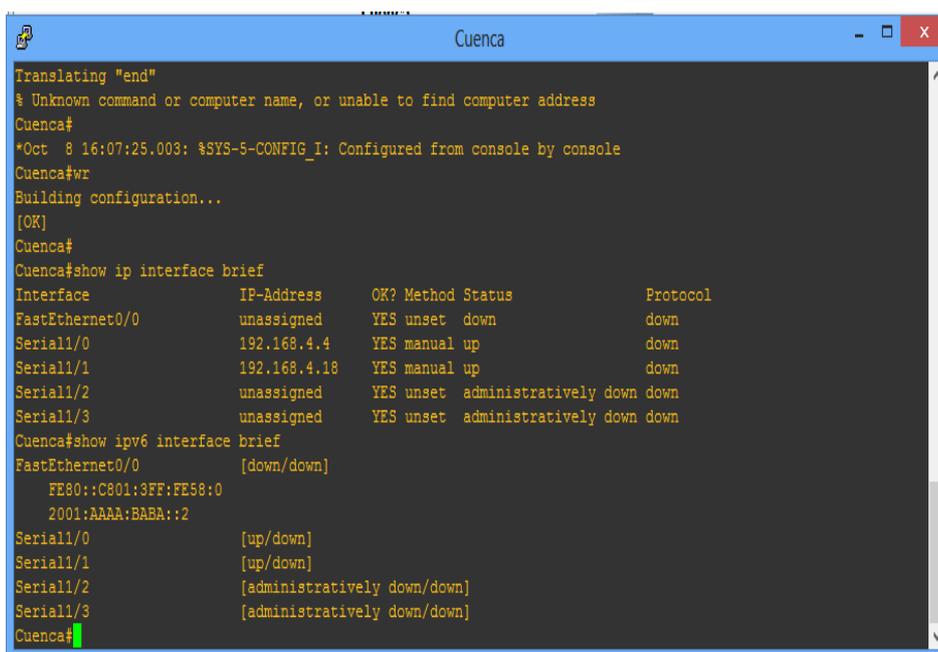
Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.- Comprobación De Configuraciones Realizadas

5.2.1.- Interfaces.-

En las Figuras 16, 17 y 18 se visualiza la ejecución de las líneas de comandos: show ip interface brief y show ipv6 interface brief para la comprobación de las configuraciones realizadas en las interfaces de los router de Cuenca, Azogues y Machala.

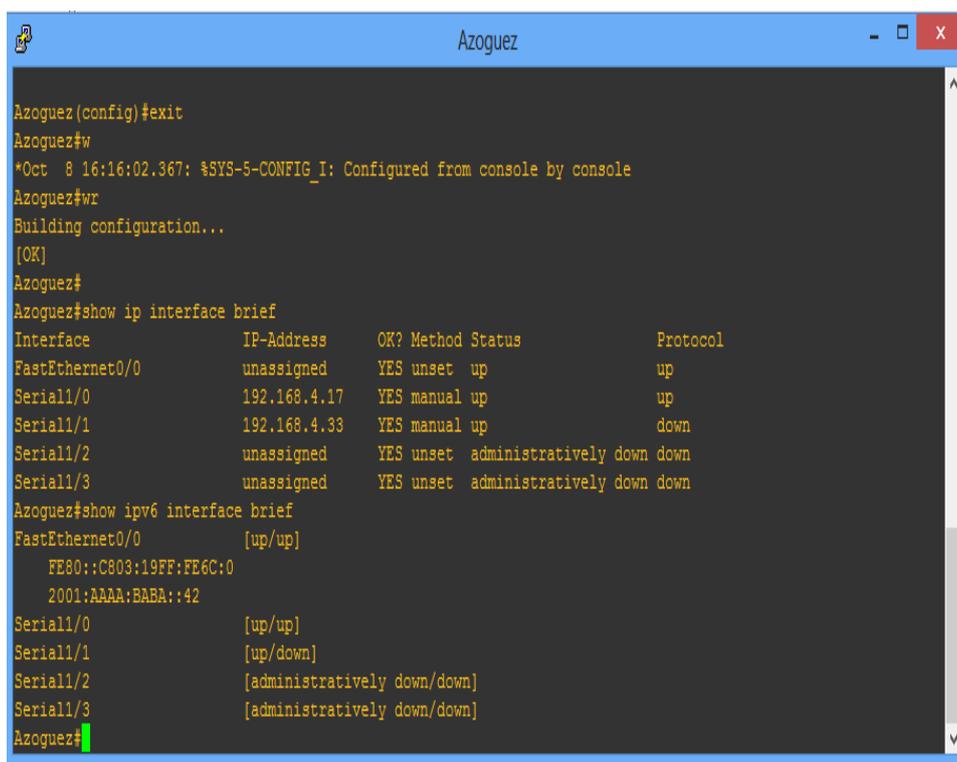
Figura 16 Comprobación Interfaces Router Cuenca



```
Translating "end"
% Unknown command or computer name, or unable to find computer address
Cuenca#
*Oct  8 16:07:25.003: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Cuenca#wr
Building configuration...
[OK]
Cuenca#
Cuenca#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0          unassigned     YES unset  down        down
Serial1/0                 192.168.4.4    YES manual  up          down
Serial1/1                 192.168.4.18  YES manual  up          down
Serial1/2                 unassigned     YES unset  administratively down down
Serial1/3                 unassigned     YES unset  administratively down down
Cuenca#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [down/down]
FE80::C801:3FF:FE58:0
2001:AAAA:BABA::2
Serial1/0                [up/down]
Serial1/1                [up/down]
Serial1/2                [administratively down/down]
Serial1/3                [administratively down/down]
Cuenca#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

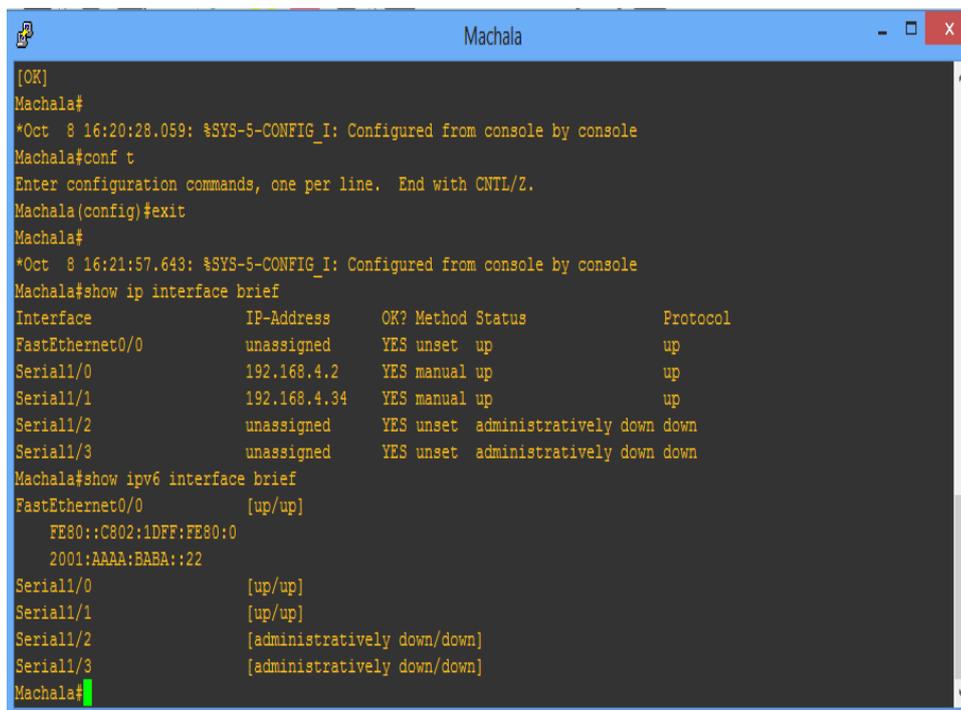
Figura 17 Comprobación Interfaces Router Azogues



```
Azoguez(config)#exit
Azoguez#w
*Oct 8 16:16:02.367: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Azoguez#wr
Building configuration...
[OK]
Azoguez#
Azoguez#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0          unassigned      YES unset  up              up
Serial1/0                 192.168.4.17    YES manual up              up
Serial1/1                 192.168.4.33    YES manual up              down
Serial1/2                 unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/3                 unassigned      YES unset  administratively down down
Azoguez#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
FE80::C803:19FF:FE6C:0
2001:AAAA:BABA::42
Serial1/0                 [up/up]
Serial1/1                 [up/down]
Serial1/2                 [administratively down/down]
Serial1/3                 [administratively down/down]
Azoguez#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 18 Comprobación Interfaces Router Machala



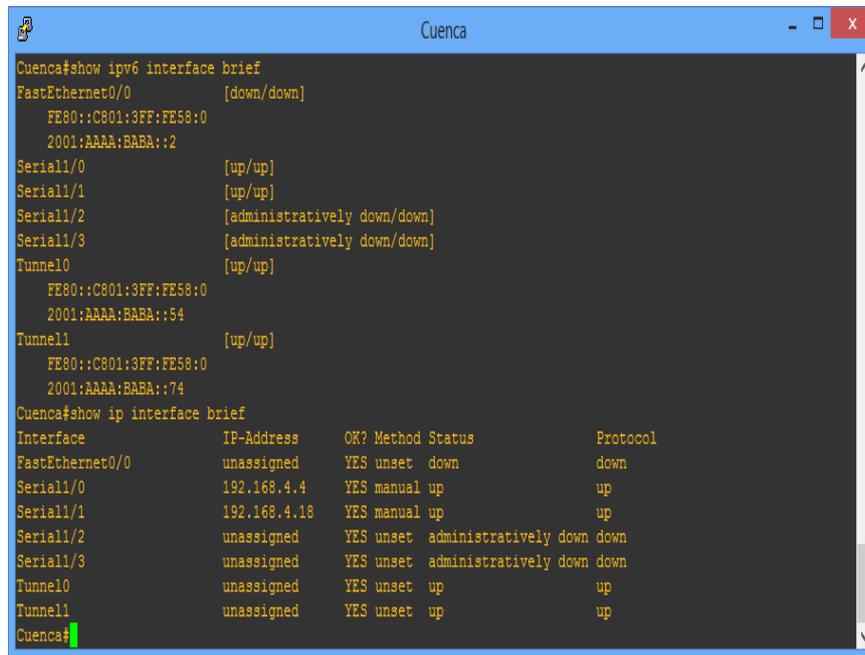
```
[OK]
Machala#
*Oct 8 16:20:28.059: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Machala#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Machala(config)#exit
Machala#
*Oct 8 16:21:57.643: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Machala#show ip interface brief
Interface                IP-Address      OK? Method Status          Protocol
FastEthernet0/0          unassigned      YES unset  up              up
Serial1/0                 192.168.4.2     YES manual up              up
Serial1/1                 192.168.4.34    YES manual up              up
Serial1/2                 unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/3                 unassigned      YES unset  administratively down down
Machala#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0          [up/up]
FE80::C802:1DFF:FE80:0
2001:AAAA:BABA::22
Serial1/0                 [up/up]
Serial1/1                 [up/up]
Serial1/2                 [administratively down/down]
Serial1/3                 [administratively down/down]
Machala#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.2.-Túneles para comunicación de estaciones IPv6 hacia entornos IPv4

La ejecución de la línea de comando: `show ipv6 interface brief` visualiza los túneles configurados en los routers de Cuenca, Azogues y Machala. Como se puede observar en las Figuras 19, 20 y 21.

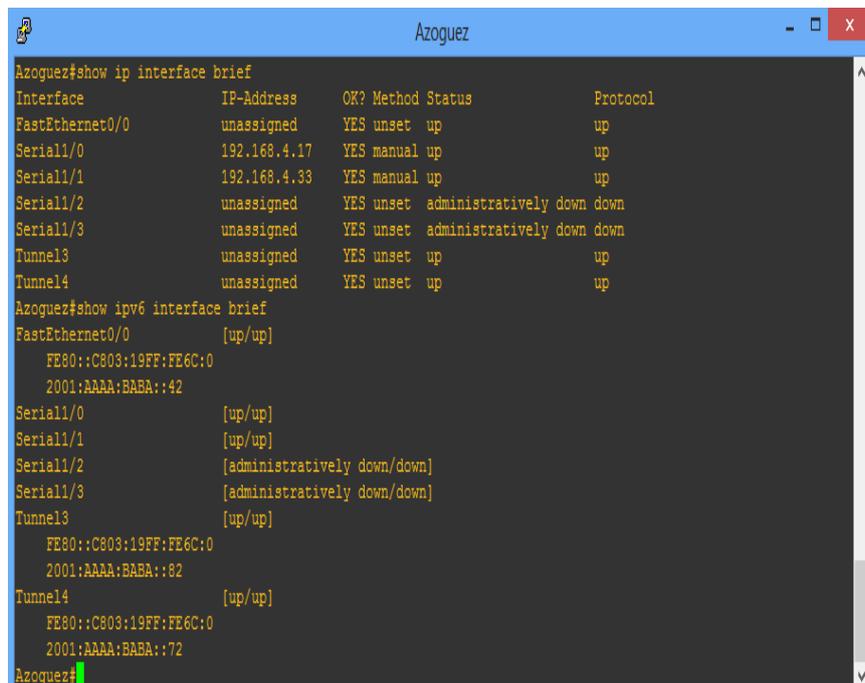
Figura 19 Comprobación (Túnel 0 Y 1) Router Cuenca



```
Cuenca#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0      [down/down]
  FE80::C801:3FF:FE58:0
  2001:AAAA:BABA::2
Serial1/0            [up/up]
Serial1/1            [up/up]
Serial1/2            [administratively down/down]
Serial1/3            [administratively down/down]
Tunnel0              [up/up]
  FE80::C801:3FF:FE58:0
  2001:AAAA:BABA::54
Tunnel1              [up/up]
  FE80::C801:3FF:FE58:0
  2001:AAAA:BABA::74
Cuenca#show ip interface brief
Interface            IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0     unassigned      YES unset  down        down
Serial1/0            192.168.4.4     YES manual  up          up
Serial1/1            192.168.4.18    YES manual  up          up
Serial1/2            unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/3            unassigned      YES unset  administratively down down
Tunnel0              unassigned      YES unset  up          up
Tunnel1              unassigned      YES unset  up          up
Cuenca#
```

*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

Figura 20 Comprobación (Túnel 3 Y 4) Router Azogues



```
Azoguez#show ip interface brief
Interface            IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0     unassigned      YES unset  up          up
Serial1/0            192.168.4.17    YES manual  up          up
Serial1/1            192.168.4.33    YES manual  up          up
Serial1/2            unassigned      YES unset  administratively down down
Serial1/3            unassigned      YES unset  administratively down down
Tunnel3              unassigned      YES unset  up          up
Tunnel4              unassigned      YES unset  up          up
Azoguez#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0     [up/up]
  FE80::C803:19FF:FE6C:0
  2001:AAAA:BABA::42
Serial1/0            [up/up]
Serial1/1            [up/up]
Serial1/2            [administratively down/down]
Serial1/3            [administratively down/down]
Tunnel3              [up/up]
  FE80::C803:19FF:FE6C:0
  2001:AAAA:BABA::82
Tunnel4              [up/up]
  FE80::C803:19FF:FE6C:0
  2001:AAAA:BABA::72
Azoguez#
```

*Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza*

Figura 21 Comprobación (Tunel 5 Y 6) Router Machala

```
Machala#
Machala#show ip interface brief
Interface          IP-Address      OK? Method Status      Protocol
FastEthernet0/0    unassigned      YES unset    up          up
Serial1/0           192.168.4.2     YES manual   up          up
Serial1/1           192.168.4.34    YES manual   up          up
Serial1/2           unassigned      YES unset    administratively down down
Serial1/3           unassigned      YES unset    administratively down down
Tunnel5            unassigned      YES unset    up          up
Tunnel6            unassigned      YES unset    up          up
Machala#show ipv6 interface brief
FastEthernet0/0    [up/up]
FE80::C802:1DFE:FE80:0
2001:AAAA:BARA::22
Serial1/0          [up/up]
Serial1/1          [up/up]
Serial1/2          [administratively down/down]
Serial1/3          [administratively down/down]
Tunnel5           [up/up]
FE80::C802:1DFE:FE80:0
2001:AAAA:BARA::84
Tunnel6           [up/up]
unassigned
Machala#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.3.- Protocolo de Enrutamiento RIPng.-

Para la visualización de la configuración del protocolo RIPng en los router de Cuenca, Azogues y Machala se debe ejecutar la línea de comando show ipv6 rip tal como se observar en las figuras 22, 23 y 24.

Figura 22 Identificador de RIPng redconrap en Router Cuenca

```
Cuenca#show ipv6 rip
RIP process "redconrap", port 521, multicast-group FF02::9, pid 185
Administrative distance is 120. Maximum paths is 16
Updates every 30 seconds, expire after 180
Holddown lasts 0 seconds, garbage collect after 120
Split horizon is on; poison reverse is off
Default routes are not generated
Periodic updates 26, trigger updates 3
Interfaces:
Tunnel1
Tunnel0
Serial1/1
Serial1/0
FastEthernet0/0
Redistribution:
None
Cuenca#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 23 Identificador de RIPng redconrap en Router Azogues

```
Azoguez#show ipv6 rip
RIP process "redconrap", port 521, multicast-group FF02::9, pid 185
Administrative distance is 120. Maximum paths is 16
Updates every 30 seconds, expire after 180
Holddown lasts 0 seconds, garbage collect after 120
Split horizon is on; poison reverse is off
Default routes are not generated
Periodic updates 29, trigger updates 3
Interfaces:
Tunnel4
Tunnel3
Serial1/1
Serial1/0
FastEthernet0/0
Redistribution:
None
Azoguez#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 24 Identificador de RIPng redconrap en Router Machala

```
Machala
Machala#show ipv6 rip
RIP process "redconrap", port 521, multicast-group FF02::9, pid 185
Administrative distance is 120. Maximum paths is 16
Updates every 30 seconds, expire after 180
Holddown lasts 0 seconds, garbage collect after 120
Split horizon is on; poison reverse is off
Default routes are not generated
Periodic updates 32, trigger updates 3
Interfaces:
Tunnel6
Tunnel5
Serial1/1
Serial1/0
FastEthernet0/0
Redistribution:
None
Machala#
```

Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.4.- Pruebas De Acceso.-

En las figuras 25, 26 y 27 se demuestra las pruebas de conexión a través de la ejecución del comando ping entre los Sitios Cuenca, Azogues y Machala.

Figura 25 Ping desde Sitio Azogues Hacia Cuenca

```
Azoguez
Azoguez#ping 2001:AAAA:BABA::2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:BABA::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 12/19/24 ms
Azoguez#
```

Fuente: Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 26 Ping desde Sitio Machala Hacia Cuenca

```
Machala
Machala#ping 2001:AAAA:BABA::2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:BABA::2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/14/20 ms
Machala#
```

Fuente: Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

Figura 27 Ping desde Sitio Cuenca Hacia Azogues y Machala

```
Cuenca
Cuenca#ping 2001:AAAA:BABA::22
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:BABA::22, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 16/20/24 ms
Cuenca#ping 2001:AAAA:BABA::42
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 2001:AAAA:BABA::42, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 8/10/12 ms
Cuenca#
```

Fuente: Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

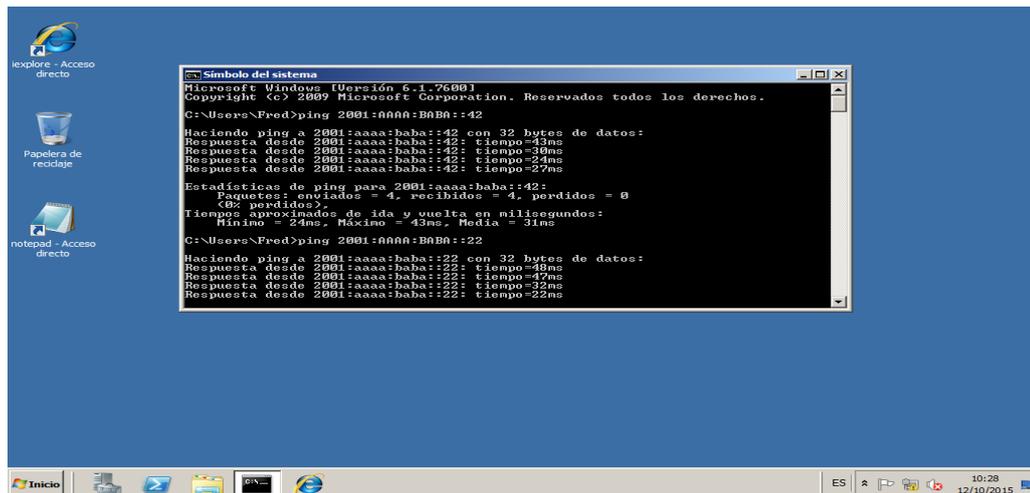
5.2.5.- Pruebas de Enlaces

5.2.5.1.- Enlace desde Servidor Cuenca hacia estación Azogues (Windows 7)

- IP del Servidor → 2001: AAAA: BABA::8 /124
- IP del Sitio Azogues → 2001: AAAA: BABA:: 44 /124

En la figura 28 se observa la conexión desde el Servidor sitio Cuenca hacia cliente (Windows 7) en sitio Azogues.

Figura 28 Ping Cuenca-Azogues



```
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Fred>ping 2001:AAAA:BABA::42

Haciendo ping a 2001:aaaa:baba::42 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::42: tiempo=43ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::42: tiempo=39ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::42: tiempo=24ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::42: tiempo=27ms

Estadísticas de ping para 2001:aaaa:baba::42:
Packets: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 24ms, Máximo = 43ms, Media = 31ms

C:\Users\Fred>ping 2001:AAAA:BABA::22

Haciendo ping a 2001:aaaa:baba::22 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=49ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=47ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=32ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=22ms
```

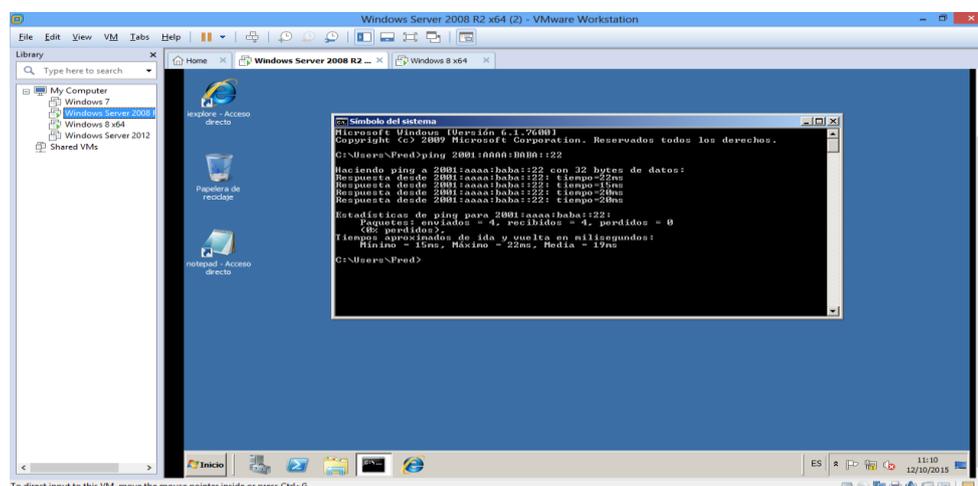
Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.5.2.- Enlace desde Servidor Sitio Cuenca Hacia estación Machala (Windows 8)

- IP del Servidor → 2001: AAAA: BABA:: 8 /124
- IP del Sitio Azogues → 2001: AAAA: BABA:: 24 /124

En la figura 29 se visualiza la conexión desde el Servidor sitio Cuenca hacia cliente (Windows 8) en sitio Machala.

Figura 29 Ping Cuenca-Machala



```
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\Fred>ping 2001:AAAA:BABA::22

Haciendo ping a 2001:aaaa:baba::22 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=22ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=15ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=26ms
Respuesta desde 2001:aaaa:baba::22: tiempo=26ms

Estadísticas de ping para 2001:aaaa:baba::22:
Packets: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempo aproximado de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 15ms, Máximo = 26ms, Media = 19ms

C:\Users\Fred>
```

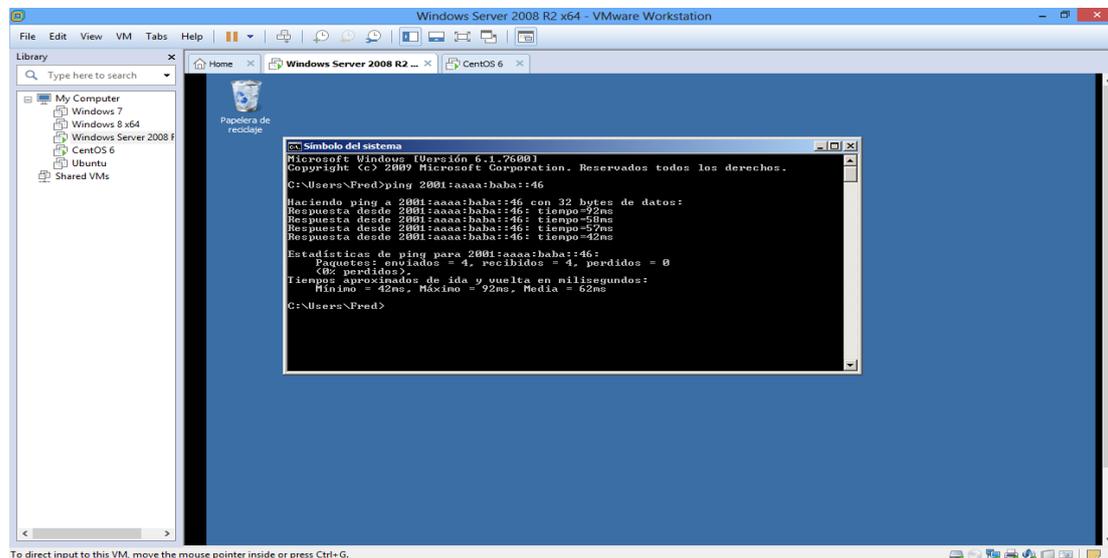
Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.5.3.-Enlace desde Servidor Cuenca hacia estación Azogues (Centos 6.3)

- IP del Servidor → 2001: AAAA: BABA:: 8 /124
- IP del Sitio Azogues → 2001: AAAA: BABA:: 46 /124

En la figura 30 se visualiza la conexión desde el Servidor sitio Cuenca hacia cliente (Centos 6.3) en sitio Azogues.

Figura 30 Ping Cuenca-Azogues (Pc-Centos)



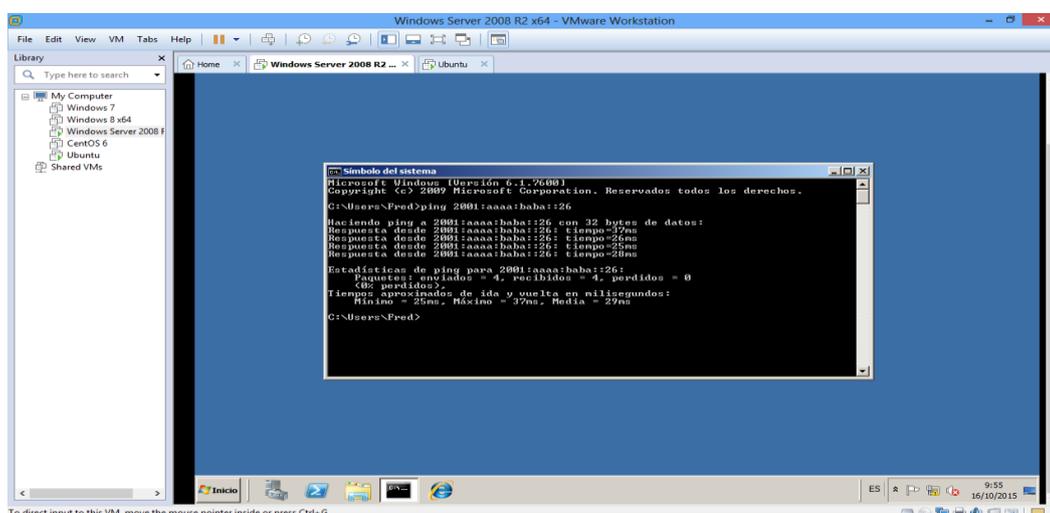
Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.5.4.- Enlace desde Servidor Cuenca Hacia estación Machala (Ubuntu)

- IP del Servidor → 2001: AAAA: BABA:: 8 /124
- IP del Sitio Azogues → 2001: AAAA: BABA:: 26 /124

En la figura 31 se demuestra la conexión desde el Servidor sitio Cuenca hacia cliente (Ubuntu) en sitio Machala.

Figura 31 Ping Cuenca-Machala (Pc Ubuntu)

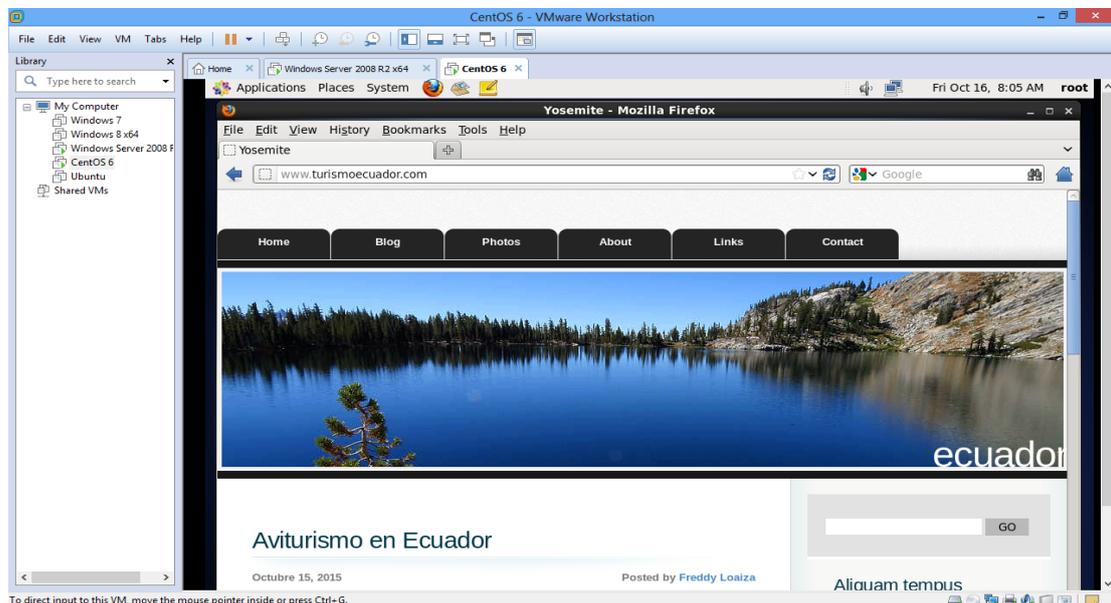


Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.5.5.- Petición de servicio Web desde Cliente Azoguez (Centos 6.3)

Se realiza la petición del servicio web configurado en el servidor ubicado en el sitio Cuenca desde el cliente (Centos 6.3) en Azogues.

Figura 32 Solicitud de servicio Web desde máquina Centos en estación Azogues

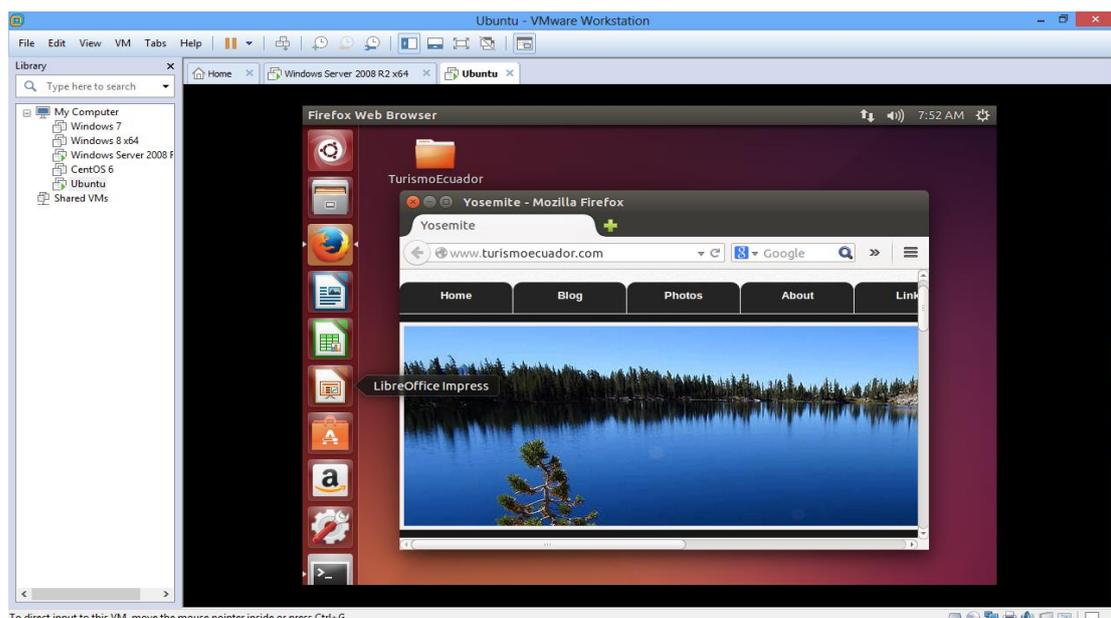


Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

5.2.5.6.- Petición de servicio Web desde Cliente Machala (Ubuntu)

Se realiza la petición del servicio web configurado en el servidor ubicado en el sitio Cuenca desde el cliente (Ubuntu) en Machala.

Figura 33 Solicitud de servicio Web desde máquina Centos en estación Azogues



Fuente Freddy Loaiza
Elaborado por: Freddy Loaiza

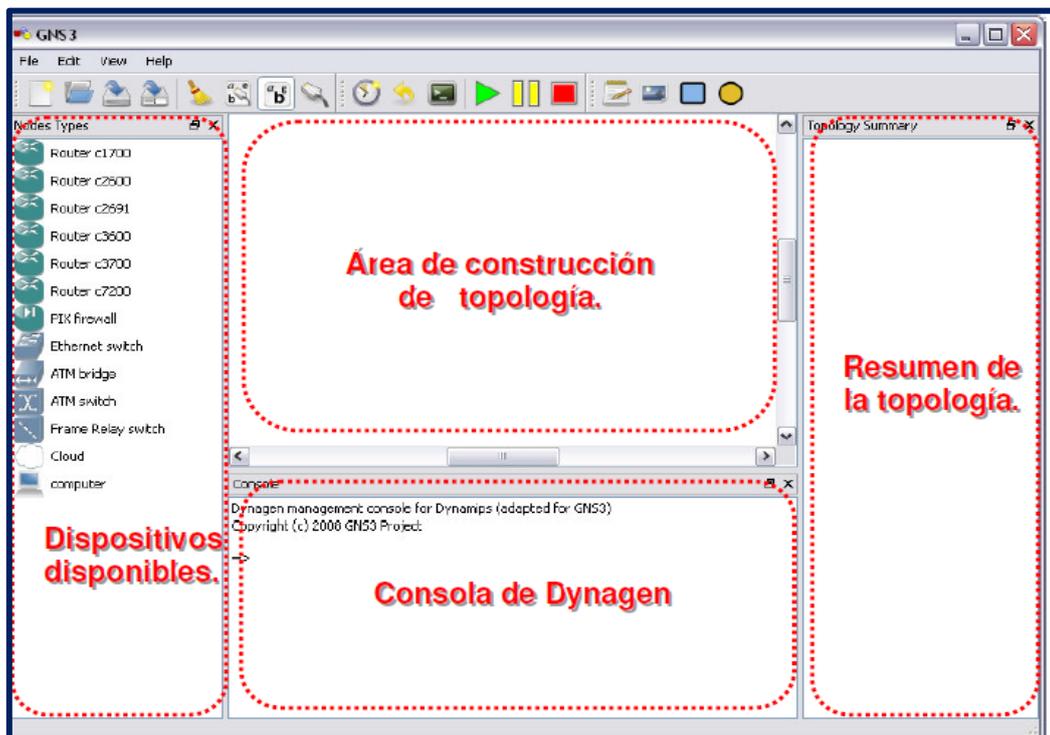
5.3.- Herramienta GNS3.-

Para Alejandro Valdés Jiménez (2013), GNS3 brinda la facilidad de simular en forma gráfica con más realismo enrutadores (routers) y conmutadores (switches), debido a que ejecución de las imágenes de ISO mantienen toda la funcionalidad de un dispositivo real.

Permite la facilidad de integración con VIRTUAL BOX, emulando servidores y clientes virtuales, ejecutando en cada uno un sistema operativo, desarrollando una simulación más cercana al mundo real.

5.3.1.- Elementos del Entorno GNS3.-

Figura 34 Interfaz GNS3



*Fuente: Díaz Cervantes, L. (2010)
Investigado por: Freddy Loaiza*

5.3.2. - Características.-

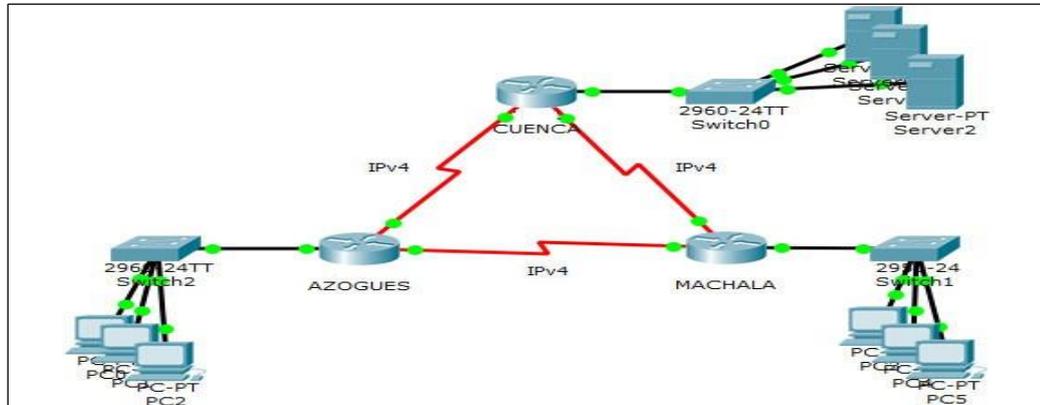
Según Alejandro Valdés Jiménez (2013), esta herramienta de simulación de redes presenta las siguientes características:

- Emulación de redes Ethernet, ATM y switches Frame Relay.
- Gran variedad de los IOS Cisco, JunOS, IPS y firewall CISCO de tipo Asa y PIX.
- Integración con Quemy y Virtual Box para la emulación de Servidores y host.
- Captura de paquetes integrada usando Wireshark.

5.4. Caso de estudio

La empresa de telecomunicaciones “CONRAP” requiere de una propuesta para la transición de IPv4 a IPv6.

Figura 35 Topología Conrap



Fuente Utmach

“CONRAP” cuenta con tres sitios: Cuenca, Azogues y Machala.

- ✓ La infraestructura de “CONRAP” en su totalidad es Cisco.
- ✓ Cada sitio tiene su red de área local funcionando con IPv6.
- ✓ Los routers de cada sitio utilizan Dual Stack (IPv4/IPv6)
- ✓ Los sitios se enlazan entre sí haciendo uso en la capa 1 y 2 de enlaces seriales punto a punto con protocolo PPP y en la capa 3 con protocolo IPv4.
- ✓ El protocolo de enrutamiento es RIPng.

“CONRAP” le solicita una propuesta que utilice el mecanismo de transición “Túnel IPv6 de configuración manual”; la propuesta debe describir de forma detallada el mecanismo solicitado, características, sus ventajas, desventajas y todos los aspectos que usted como profesional pueda identificar.

“CONRAP” también requiere que la funcionalidad del mecanismo sea presentado en el emulador de red GNS3, esta prueba es importante para la decisión de la empresa por tanto se le pide que en el sitio Cuenca se emule al menos un servicio (HTTP/FTP/TFTP) para que los hosts de Azogues y Machala puedan utilizarlos. Al ser un ambiente de pruebas, “CONRAP” deja a su elección el direccionamiento IPv4 e IPv6, sin embargo solicita el uso de subredes IPv4 e IPv6 para no más de 20 hosts por cada subred.

Enlaces de interés:

<http://ipv4to6.blogspot.com/>
<http://www.gns3.com/>

Los enlaces propuestos de ninguna manera deben limitar la resolución del caso.

5.5. Reporte de similitud de URKUND



Urkund Analysis Result

Analysed Document: DISEÑO DE LA TRANSICIÓN DE IPV4 A IPV6 UTILIZANDO EL MECANISMO DE CONFIGURACIÓN MANUAL TÚNEL IPV6..pdf (D16311891)
Submitted: 2015-11-21 00:50:00
Submitted By: pel_dl1992@hotmail.es
Significance: 4 %

Sources included in the report:

http://www.cu.ipv6tf.org/pdf/carlos_ralli_transitiontutorial.pdf
<https://prezi.com/j0mi-ryfnren/tunnelling-isatap/>
<http://www.networkworld.es/archive/de-ipv4-a-ipv6-asegurando-la-coexistencia>
<http://docplayer.es/825714-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-informatica-y-electronica-escuela-de-ingenieria-electronica.html>
<https://bibliovirtualujap.files.wordpress.com/2013/05/informe-de-pasantias3.pdf>
<http://ipv4to6.blogspot.com/p/tunelizacion-ipv6.html>
<http://www.slideshare.net/bramstoker/ipv6-modulo3>

Instances where selected sources appear:

10

NOMBRE: FREDDY ENRIQUE LOAIZA GONZAGA

Ing. Rodrigo F. Morocho Román
Docente de la UAIC