

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA RED WAN UTILIZANDO EL PROTOCOLO
ATM, PARA LA CADENA DE TIENDAS GLAMUR.**

SHIRLY OSPINO NAVARRRO

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELECTRICA, ELECTRONICA,
TELECOMUNICACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
CIENFUEGOS, CUBA
2015**

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA RED WAN UTILIZANDO EL PROTOCOLO
ATM, PARA LA CADENA DE TIENDAS GLAMUR.**

SHIRLY OSPINO NAVARRO CÓDIGO 1082473669

Shirly0315@hotmail.com

Director

M. Sc. **DENIS MOREJÓN LÓPEZ**

denis.morejon@etecsa.cu

Co-Director

M. Sc. **HERNANDO VELANDIA.**

materiashernandovelandia@gmail.com

**Informe final de trabajo de grado presentado como requisito para optar el
título de**

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELECTRICA, ELECTRONICA,
TELECOMUNICACIONES Y SISTEMAS**

PROGRAMA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CIENFUEGOS, CUBA

2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme estudiar esta maravillosa carrera, a mi familia por el apoyo incondicional en todo mi proceso educativo. Y para las personas que de una manera u otra, colaboraron en la realización de este proyecto, a los profesores y especialmente a mi director de tesis Msc. Denis Morejón López.

RESUMEN

Las **redes WAN** son un tipo de red que cubre distancias de 100 y unos 1.000 kilómetros, lo que le permite brindar conectividad a varias ciudades o incluso a un país entero. Estas **redes** pueden ser desarrolladas para una **empresa** o una **organización** para ofrecer su servicio a todos sus clientes, además brinda una gran versatilidad para hacer que establezcan conexiones con otras redes.

Con el desarrollo del proyecto se obtuvo como resultado el diseño de una red WAN, utilizando el protocolo ATM obteniendo como resultado la interconexión de las cuatro sucursales de la cadena de tienda GLAMUR, debido a que ella necesitaba tener un único sistema contable que les permita llevar el seguimiento de la contabilidad general de los productos vendidos.

PALABRAS CLAVES

Protocolo ATM, redes WAN, Simulador GNS3.

ABSTRACT

WANs are a type of network covering distances of 100 and 1,000 kilometers, enabling it to provide connectivity to multiple cities or even an entire country. These networks can be developed to a company or organization to provide service to all its customers, also it provides versatility to establish connections with other networks.

With the development of the project was obtained as a result the design of a WAN network using the ATM protocol resulting in the interconnection of the four branches of the chain store GLAMUR, because she needed to have a single accounting system that allows them to lead monitoring the general accounting of sales.

WORDS KEYS

Protocol ATM, network WAN, simulation GNS3.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
PALABRAS CLAVES	4
ABSTRACT	5
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABLAS	11
INTRODUCCIÓN	12
HIPÓTESIS	14
DESCRIPCION DEL PROBLEMA	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
DELIMITACION.....	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
ALCANCES Y LIMITACIONES.....	15
JUSTIFICACION	16
CAPITULO 1	17
1. MARCO TEORICO	17
1.1 RED DE COMUNICACIONES	17
1.2 TIPOS DE REDES.....	17
1.2.1 POR SU TOPOLOGÍA	17

1.2.2	POR SU CONEXIÓN FÍSICA.....	18
1.2.3	POR SU TÉCNICA DE TRANSMISIÓN DE DATOS.....	19
1.2.4	POR SU USO.....	19
1.2.5	POR SU EXTENSIÓN.....	19
1.4	CAPAS DEL MODELO OSI.....	23
1.5	PROTOCOLO ATM.....	25
1.5.1	CIRCUITOS VIRTUALES DE ATM.....	26
1.5.2	MODELO DE REFERENCIA ATM.....	28
1.6	PROTOCOLOS ENRUTABLES.....	31
1.6.1	PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO.....	31
1.7	SIMULADORES O HERRAMIENTAS DE REDES DE COMUNICACIÓN.....	37
1.7.1	SIMULADOR GNS3.....	38
1.8	REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL PROTOCOLO ATM.....	41
1.8.1	PROTOCOLOS DE RED.....	41
1.8.2	ESTUDIO DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DE INTERNET Y SU UTILIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE RED MPLS....	43
1.8.3	COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES.....	43
1.8.4	REDES DE COMPUTADORAS.....	44
CAPITULO 2.....		46
2.	METODOLOGIA.....	46
2.1	DISEÑOS PROPUESTOS.....	47
2.2	PLANIFICACIÓN DE LA RED.....	50
2.3	CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA RED WAN:	52

2.3.1 CONFIGURACIÓN QUE SE LE REALIZÓ A LOS ROUTERS.....	52
(ver.....	52
2.3.1.1 Física	52
2.3.1.2 Lógica	52
2.3.2 CONFIGURACIÓN QUE TIENEN LAS PC DE LAS REDES LAN. ...	60
(ver	60
2.3.3 CONFIGURACIÓN DE LOS SWICHES ATM.	61
2.4 SIMULACIÓN CON GNS3.....	62
2.5 COMPARACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTOS OSPF E ISIS.	64
2.5.1 PARA EL PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO OSPF:.....	65
2.5.2 PARA EL PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO ISIS:.....	67
RESULTADOS.....	72
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	76
ANEXO A: Configuración de los ROUTERS. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).	76
ANEXO B: Configuración de los PCs o CLOUD. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).....	85
ANEXO C: Configuración de los SWITCHES ATM. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).....	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de topologías.....	18
Figura 2. Redes LAN, WAN MAN.....	22
Figura 3 . Niveles del modelo OSI.....	24
Figura 4. Una celda ATM.	26
Figura 5. Trama ATM	28
Figura 6. Logo de GNS3.	40
Figura 7. Imagen de la interfaz del GNS3..	41
Figura 8. Esquema de la topología en estrella.	48
Figura 9. Esquema de la topología en anillo.	49
Figura 10. Esquema de topología en anillo.	51
Figura 11. Ping entre la sucursal de la Cen y Pasa Caballo.	63
Figura 12. Ping entre la sucursal de la Cen y Rancho Luna.	64
Figura 13. Ping entre la sucursal de la Cen y Caonao.	64
Figura 14. Comando traceroute.	65
Figura 15. Ping permanente.....	66
Figura 16. grafica del tiempo de convergencia vs número de muestras.	67
Figura 17. Comando traceroute.	68
Figura 18. Ping permanente.....	69
Figura 19. Tiempo convergencia vs número de muestra.	70
Figura 20. OSPF vs ISIS.....	71
Figura 21. Configuración del puerto ATM.....	76

Figura 22. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.	77
Figura 23. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.	78
Figura 24. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.	78
Figura 25. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.	79
Figura 26. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.	79
Figura 27. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.	80
Figura 28. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.	80
Figura 29. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.	81
Figura 30. Configuración del router.	81
Figura 31. Configuración del router.	83
Figura 32. Configuración del router de rancho luna.	83
Figura 33. Configuración del router.	84
Figura 34. Configuración del cloud.	85
Figura 35. Configuración del cloud.	86
Figura 36. Configuración del cloud.	86
Figura 37. Configuración del cloud.	87
Figura 38. Configuración de los puertos del switch.	88
Figura 39. Configuración de los puertos del switch.	88
Figura 40. Configuración de los puertos del switch.	88
Figura 41. Configuración de los puertos del switch.	89

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Las capas y subcapas de ATM Y sus funciones.....	31
Tabla 2. Configuración de los switches ATM.....	62
Tabla 3. Promedio del tiempo de convergencia para 5 muestras.....	67
Tabla 3. Promedio del tiempo de convergencia para 5 muestras.....	70

INTRODUCCIÓN

Actualmente las telecomunicaciones y, en particular, el campo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) constituyen uno de los sectores más atractivos tanto para las actividades económicas-empresariales como sociales. La capacidad de almacenamiento, gestión y difusión de la información que existe hoy gracias a Internet se debe a la evolución conjunta de la informática y las Telecomunicaciones. Donde la técnica que conjuga ambas áreas recibe el nombre de Telemática y se ocupa, principalmente, del tratamiento y transmisión de información a través de redes de Ordenadores.

Gracias al auge alcanzado por las comunicaciones hoy día, han llegado a ser útil e indispensable para múltiples áreas en los últimos años. Ha impuesto un ritmo acelerado en el crecimiento de las redes de datos. No sólo sigue aumentando el volumen de tráfico en la red sino que además se desea una cierta calidad de servicio, y aplicaciones de multimedia.

Para compartir datos por la red, es necesario una comunicación previa, y esta comunicación se rige a través de ciertos protocolos que, bajo su cumplimiento, permite la comunicación en este caso se trabajara con el ATM.

Las comunicaciones se están utilizando ampliamente en el área industrial y comercial en la actualidad, debido a que facilita y economiza ciertas actividades que las empresas deben realizar. Dependiendo del número de sucursales que tenga o que este proyectado de su crecimiento para otras localidades, en este caso es necesario expandir o rediseñar la red existente debido a que con una red LAN no será suficiente para satisfacer las necesidades de la empresa, por lo tanto el acceso a una red de área extensa (WAN) se ha vuelto esencial para las empresas grandes.

A medida que las empresas crecen, contratan más empleados, abren sucursales y se expanden a mercados globales. Estos cambios ejercen influencia sobre los requisitos de servicios integrados e impulsan los requisitos de red de la empresa.

Muchas empresas se concentran en aumentar su rentabilidad mediante la mejora de la eficacia de las operaciones existentes, el aumento de la productividad de los empleados y la reducción de los costos de operación, lo que a conllevado a el empleo de estas redes.

Teniendo presente que el establecimiento y la administración de redes pueden representar gastos importantes de operación e instalación por tal razón las empresas para justificar un gasto de esta envergadura, esperan que sus redes funcionen de manera óptima y que puedan brindar un conjunto de servicios y aplicaciones en constante crecimiento para respaldar la productividad y la rentabilidad. Para ello existe una variedad de tecnologías WAN que satisfacen las diferentes necesidades de las empresas y hay muchas maneras de agrandar la red. Al agregar el acceso WAN, se presentan otros aspectos a tomar en cuenta, la administración de las direcciones. Por lo tanto, el diseño de una WAN y la elección de los servicios de red adecuados de una portadora no es una cuestión simple.

Gracias al uso alcanzado en las tecnologías computacionales, actualmente es posible realizar experimentos de simulación de redes con el fin de analizar su comportamiento en diversas situaciones de funcionamiento, de manera que se obtenga el mejor arreglo y los mejores resultados en términos de eficiencia.

Las técnicas de simulación de redes se perfilan como una de los instrumentos para ayudar a los administradores en el proceso de toma de decisiones, relativas a la evaluación de alternativas de mejoramiento que en este diseño se realizara con GSN3.

HIPÓTESIS

Con la implementación de una red WAN para la cadena de tiendas GLAMOUR, se hará posible la interconexión de las 4 sucursales, empleando la tecnología ATM.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cadena de tienda GLAMUR, es una empresa mediana que tiene 4 sucursales que están separadas geográficamente a grandes distancias, no poseen un sistema de interconexión de cámaras de videos y busca diseñar una red que permita la contabilidad a través de una centralización, por tal motivo la persona encargada tiene que desplazarse hasta cada una de las tiendas, invirtiendo tiempo y dinero, para vigilar y llevar la contabilidad.

DELIMITACION

OBJETIVO GENERAL

Diseñar una red WAN utilizando el simulador GNS3, que emplee tecnología ATM para comunicar redes LAN en cuatro localidades distintas y que permita recuperarse ante la caída de un enlace.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Realizar una revisión de antecedentes de características y ventajas del protocolo ATM.
2. Elaborar el diseño de red WAN que enlace cuatro redes LAN situadas en localidades distintas.
3. Simular el diseño topológico de la red WAN empleando los protocolos de enrutamiento OSPF y EIGRP para determinar cuál converge más rápido ante la caída de un enlace.

ALCANCES Y LIMITACIONES

- ✓ El resultado que se espera es el diseño y los análisis de resultados de la simulación en GNS3, que permitirá decidir si está bien o no diseñada la red WAN, conformada por 4 redes LAN, para un centro comercial, que necesita que sus productos sean visualizados y vigilados en sus 4 dependencias, así como contar con un único sistema contable que les permita, llevar el seguimiento de la contabilidad general de los productos vendidos en las 4 sucursales.

JUSTIFICACION

Este proyecto se desarrolló con el fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión que brindan las redes WAN y el protocolo ATM, lo que soluciono la necesidad que tenía la cadena de tiendas GLAMUR la cual tiene 4 sucursales, que necesitaba que sus productos sean visualizados y vigilados en sus 4 dependencias, así como contar con un único sistema contable que les permita llevar el seguimiento de la contabilidad general de los productos vendidos.

CAPITULO 1

1. MARCO TEORICO

En este capítulo serán revisados los conceptos de redes de comunicación y sus tipos, además de esto también está plasmado el modelo OSI con sus ventajas, también se habla un poco sobre el protocolo ATM y los protocolos de enrutamiento y de la importancia de las herramientas de simulación en las redes de comunicación.

1.1 RED DE COMUNICACIONES

Una red de comunicaciones es un conjunto de medios técnicos que permiten la comunicación a distancia entre equipos autónomos. Normalmente se trata de transmitir datos, audio y video por ondas electromagnéticas a través de diversos medios (aire, vacío, cable de cobre, fibra óptica, etc.). La información se puede transmitir de forma analógica, digital o mixta, pero en cualquier caso las conversiones, si las hay, siempre se realizan de forma transparente al usuario, el cual maneja la información de forma analógica exclusivamente.

Las redes más habituales son las de ordenadores, las de teléfono, las de transmisión de audio (sistemas de megafonía o radio ambiental) y las de transmisión de video (televisión o video vigilancia). [1]

1.2 TIPOS DE REDES

Las redes se pueden clasificar de diferentes maneras. Las principales clasificaciones son:

1.2.1 POR SU TOPOLOGÍA

Estrella, bus, anillo, malla, mixta.

La topología de una red es el diseño de las comunicaciones entre los nodos de la red. Las topologías principales son tipo bus compartido (o simplemente bus), estrella, anillo aunque existen más topologías.

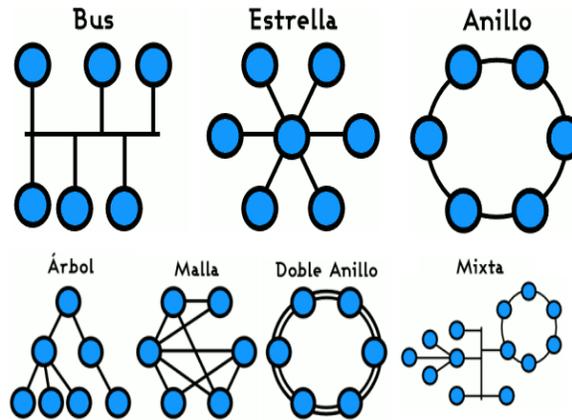


Figura 1. Tipos de topologías.

- En **estrella** todas las estaciones se comunican entre sí a través de un dispositivo central. Éste asume todas las transferencias de información que se realicen en la red, así como las tareas de control.
- En **anillo** los nodos de la red están conectados formando un anillo de forma que cada estación tiene conexiones con otras dos. Los mensajes viajan por el anillo de nodo en nodo y en una única dirección, de manera que todas las informaciones pasan por todos los módulos de comunicación de las estaciones.

1.2.2 POR SU CONEXIÓN FÍSICA

Se clasifican en redes punto a punto (*unicast*) y redes multipunto o de difusión (*broadcast*).

- **Redes punto a punto (*unicast*):** basadas principalmente en cable y en cada conexión intervienen solo dos equipos. Tienen problemas de tipología. Se subdividen en:
 - ✓ **Simplex:** inútil en redes de computadores (mono direccional).
 - ✓ **Semi-dúplex (*Half-duplex*):** envía datos cada vez en un sentido.

- ✓ **Dúplex (*Full-duplex*)**: envía datos en los dos sentidos a la vez.
- **Redes multipunto o redes de difusión (*broadcast*)**: basadas principalmente en bus compartido (cable bus y anillo) y redes inalámbricas (radio, satélites...); todos los equipos comparten el mismo medio de transmisión.

Tienen problemas de colisiones que se pueden afrontar con una gestión:

- ✓ **Estática**: (TDM): No emite si alguien lo está haciendo.
- ✓ **Dinámica**: (Centralizada o Distribuida).

1.2.3 POR SU TÉCNICA DE TRANSMISIÓN DE DATOS

Líneas dedicadas, circuito conmutado o paquetes conmutados.

- **Líneas dedicadas**. Enlace punto a punto permanente y siempre disponible. Se utilizan principalmente en redes WAN con velocidades prefijadas por el proveedor, generalmente simétricas y full-duplex. Otro caso habitual es el radioenlace.
- **Modelos de circuito conmutado (*Circuit Switching*)**. En ellos las comunicaciones no comparten los medios. Al iniciarse la comunicación se reserva los recursos intermedios necesarios para establecer y mantener el circuito. Si el canal se corta se corta la comunicación. Los dispositivos mantienen información sobre el estado de la comunicación.
- **Modelos de paquetes conmutados (*Packet Switching*)**. En ellos las comunicaciones se dividen en paquetes que comparten los medios. Se pueden utilizar varios enlaces en cada interfaz físico. Ofrece un medio físico de transmisión de datos para los equipos.

1.2.4 POR SU USO

Se clasifican en redes privadas o corporativas y redes públicas.

1.2.5 POR SU EXTENSIÓN

Redes de área personal (PAN), local (LAN), extensa (WAN). [2]

- **REDES LAN:** Local Area Network o Red de Área Local, es una red conectada en un área relativamente pequeña, conformadas por oficinas, departamentos de trabajo o un conjunto de dispositivos en un edificio o conjunto de edificios. Este tipo de tecnología permite que las empresas compartan localmente archivos y periféricos de manera eficiente, posibilitando comunicación interna de toda la red. Usualmente el cable utilizado para conectar todas las máquinas dentro de una red LAN es de tipo coaxial o UTP a velocidades de transmisión entre 10 y 100 Mbps (Ethernet y Fast Ethernet), mientras que dentro de las redes LAN de alta velocidad pueden encontrarse velocidades que alcanzan los 10 Gbps (Gigabit Ethernet).

Características:

- ✓ Los canales de transmisión son propios de los usuarios o empresas.
 - ✓ Los enlaces son líneas con transmisión de alta velocidad.
 - ✓ Incrementan la eficiencia y productividad de los trabajos al poder compartir recursos e información entre oficinas.
 - ✓ Las tasas de error son menores que en las redes WAN. [3]
- **REDES WAN** Wide Area Network o Red de Área Extensa, es una red punto a punto utilizada para interconectar redes LAN entre países y continentes. El diseño de una red WAN es mucho más complejo que el de una red LAN debido a que tiene que enrutar correctamente todos los paquetes de video, voz, datos e imágenes provenientes de todas las redes conectadas a ella. De igual manera la velocidad de transmisión es menor en la primera debido a que la distancia de recorrido es mayor.

A diferencia de las redes locales, cuya infraestructura es generalmente propiedad y responsabilidad del usuario, las redes de área extensa (WAN) normalmente utilizan redes de proveedores. Inicialmente estas redes eran únicamente las instaladas para la transmisión de voz por las compañías telefónicas, pero hoy en día se utilizan también redes creadas específicamente para datos por distintos proveedores (compañías de telecomunicaciones). Así las primeras redes se caracterizaban por su baja velocidad y su alta tasa de errores, además de por su alto costo. Hoy en día existen sin embargo redes de gran fiabilidad y velocidad, aunque el costo suele seguir siendo alto.

Casi siempre son redes punto a punto (excepto redes de satélites) sobre líneas E1/T1 o sobre la RTC dependientes de un proveedor de servicios. Por ello se utilizan servicios orientados a conexión: líneas dedicadas, circuitos conmutados y circuito virtuales.

Características:

- ✓ Cubren una región, país o continente siendo capaz de conectar varias redes LAN.
 - ✓ Dividen subredes intercomunicadas entre sí.
 - ✓ Conectan múltiples LAN.
 - ✓ Utilizan usualmente Routers en los extremos de las redes. [4]
- **REDES MAN:** Metropolitan Area Network o Red de Área Metropolitana, es una red que abarca un área metropolitana como: ciudad o municipio. Debido a que una MAN consta de una o más redes LAN dentro de un área geográficamente común, se puede decir que una red MAN es una red LAN de gran extensión, cubriendo de esta manera varios puntos de trabajo en una misma ciudad o región específica. [3]

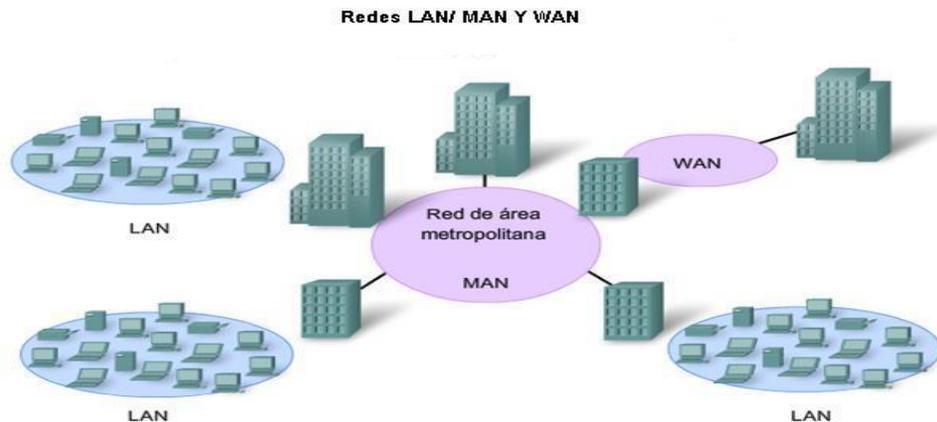


Figura 2. Redes LAN, WAN MAN.

➤ Equipamiento activo de una red WAN

- ✓ **ROUTER:** Es un dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red o nivel tres en el modelo OSI. Su función principal consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, es decir, interconectar subredes.

Los routers obtienen información sobre redes remotas ya sea de manera dinámica, utilizando protocolos de enrutamiento, o de manera manual, utilizando rutas estáticas. En muchos casos, los routers utilizan una combinación de protocolos de enrutamiento dinámico y rutas estáticas.

Las rutas estáticas son muy comunes y no requieren la misma cantidad de procesamiento y sobrecarga que, según veremos, requieren los protocolos de enrutamiento dinámico.

- ✓ **SWITCH:** Es un dispositivo digital lógico de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa de enlace de datos del

modelo OSI. Su función es interconectar dos o más segmentos de red.

1.3 MODELO OSI

El Modelo de Referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos, fue creado por la Organización Internacional de Normalización (ISO), debido a que a principios de la década del ochenta, se produjo un gran crecimiento de las redes de datos. Esto implicó que los equipos de distintos fabricantes no puedan intercambiar información dado a que utilizaban diferentes especificaciones.

En 1984, fue el modelo de red descriptivo creado por la ISO; esto es; un marco de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones. [1]

1.3.1 VENTAJAS DEL MODELO OSI

- El modelo OSI se utiliza por las siguientes razones:
Al dividir la comunicación de red permite un menor tiempo en el diagnóstico de fallas de las redes.
- Permite a los distintos tipos de hardware y software de red comunicarse entre sí.
- Previene que los cambios que se producen en un área afecten a las demás, para que cada área pueda evolucionar más rápidamente.
- Permite que los diseñadores de red elijan los dispositivos y las funciones de red adecuadas para esa capa.

1.4 CAPAS DEL MODELO OSI

Con la utilización del modelo OSI se puede comprender el proceso de viaje de la información a través de una red. Para realizar dicho proceso emplea siete capas como se puede observar en la figura 2, donde cada una de ellas tiene una función específica.



Figura 3 . Niveles del modelo OSI.

Las capas que se utilizaron son la capa física, la de enlaces de datos y la de red por tal razón serán las que mencionaremos a continuación.

- **De red** (Capa 3): Realiza la transferencia de información entre sistemas finales a través de algún tipo de red de comunicación. Libera a las capas superiores de la necesidad de tener conocimiento sobre la transmisión de datos subyacente y las tecnologías de conmutación utilizadas para conectar los sistemas. En esta capa, el computador establecerá un diálogo con la red para especificar la dirección destino y solicitar ciertos servicios, como por ejemplo, la gestión de prioridades.

Existe un amplio abanico de posibilidades para que los servicios de comunicación intermedios sean gestionados por la capa de red. En el extremo más sencillo están los enlaces punto-a-punto directos entre estaciones. En este caso no se necesita capa de red, ya que la capa de enlace de datos puede proporcionar las funciones de gestión del enlace necesarias

- **Enlace de datos** (Capa 2): Administra la notificación de errores, la topología y el control de flujo, además reconoce identificadores especiales

que son únicos para cada host, tales como las direcciones de control de acceso a medios (MAC), los paquetes de la Capa 3 se colocan en tramas que contienen estas direcciones físicas (MAC) de cada host origen y de destino.

- **Física** (Capa 1): Incluye los medios, como cable de par trenzado, cable coaxial y cable de fibra óptica para transmitir las tramas de datos. Además se define los medios eléctricos y mecánicos; el procedimiento y las funciones para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. [3]

1.5 PROTOCOLO ATM

Modo de Transferencia Asíncrona. La razón de tan extraño nombre se debe a que en el sistema telefónico la mayor parte de la transmisión es síncrona (lo más parecido a un reloj), y en ATM no sucede así.

ATM se diseñó a principios de la década de 1990 y se lanzó en medio de una increíble exageración (Ginsburg, 1996; Goralski, 1995; Ibe, 1997; Kimn y cols., 1994, y Stallings, 2000). ATM iba a resolver todos los problemas de conectividad y telecomunicaciones fusionando voz, datos, televisión por cable, télex, telégrafo, palomas mensajeras, botes conectados por cordón, tambores, señales de humo y todo lo demás, en un solo sistema integrado que pudiera proporcionar todos los servicios para todas las necesidades. Eso no sucedió. Es decir, una aparición inoportuna, junto con tecnología, implementación y políticas equivocadas. Habiendo noqueado a las compañías telefónicas en el primer asalto, los intransigentes fanáticos de los datagramas se dieron cuenta de que la calidad de servicio de Internet dejaba mucho que desear. Para no alargar la historia, ATM tuvo mucho más éxito que OSI y actualmente tiene un uso profundo dentro del sistema telefónico, con frecuencia en el transporte de los paquetes IP. Como en la actualidad las empresas portadoras la utilizan principalmente para su transporte interno, los usuarios no se percatan de su existencia.

1.5.1 CIRCUITOS VIRTUALES DE ATM

Las redes ATM están orientadas a la conexión, el envío de datos requiere que primero se envíe un paquete para establecer la conexión. Conforme el mensaje de establecimiento sigue su camino a través de la subred. Todos los conmutadores que se encuentran en la ruta crean una entrada en sus tablas internas tomando nota de la existencia de la conexión y reservando cualesquier recursos que necesite la conexión.

Con frecuencia a las conexiones se les conoce como circuitos virtuales, en analogía con los circuitos físicos utilizados en el sistema telefónico. La mayoría de las redes ATM soportan también circuitos virtuales permanentes, que son conexiones permanentes entre dos *hosts* (distantes). Son similares a las líneas alquiladas del mundo telefónico. Cada conexión, temporal o permanente, tiene un solo identificador de conexión.

Una vez establecida la conexión, cada lado puede empezar a transmitir datos.

La idea básica en que se fundamenta ATM es transmitir toda la información en paquetes pequeños, de tamaño fijo, llamados celdas. Las celdas tienen un tamaño de 53 bytes, de los cuales cinco son del encabezado y 48 de carga útil, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Una celda ATM.

Parte del encabezado es el identificador de la conexión, por lo que los *hosts* emisor y receptor y todos los conmutadores intermedios pueden saber qué celdas pertenecen a qué conexiones. Esta información permite que cada conmutador sepa cómo enviar cada celda entrante. La conmutación de celdas se hace en el hardware, a alta velocidad. De hecho, el principal argumento para tener celdas de

tamaño fijo es que así es fácil construir conmutadores de hardware para manejar celdas pequeñas, de longitud fija.

Los paquetes de longitud variable de IP se tienen que enrutar mediante software, que es un proceso más lento.

CARACTERISTICAS

- Otro punto a favor de ATM es que el hardware se puede configurar para enviar una celda entrante a múltiples líneas de salida, una propiedad necesaria para el manejo de un programa de televisión que se va a difundir a varios receptores. Por último, las celdas pequeñas no bloquean ninguna línea por mucho tiempo, lo que facilita la garantía en la calidad del servicio.
- Todas las celdas siguen la misma ruta al destino. La entrega de celdas no está garantizada, pero el orden sí. Si las celdas 1 y 2 se envían en ese orden, entonces deben arribar en el mismo orden, nunca primero la 2 y luego la 1. No obstante, una de las dos o ambas se pueden perder en el trayecto. A los niveles más altos de protocolos les corresponde la recuperación de celdas perdidas.
- Observe que aunque esta garantía no es perfecta, es mejor que la de Internet. Ahí los paquetes no sólo se pierden, sino que además se entregan en desorden. ATM, en contraste, garantiza que las celdas nunca se entregarán en desorden.

Las redes ATM se organizan como las WANs tradicionales, con líneas y conmutadores (enrutadores). Las velocidades más comunes para las redes ATM son de 155 y 622 Mbps, aunque también se soportan velocidades más altas. Se eligió la velocidad de 155 Mbps porque ésta es la que se requiere para transmitir televisión de alta definición. La elección exacta de 155.52 Mbps se hizo por compatibilidad con el sistema de transmisión SONET de AT&T. La velocidad de 622 Mbps se eligió para que se pudieran enviar cuatro canales de

155 Mbps.

1.5.2 MODELO DE REFERENCIA ATM

ATM tiene su propio modelo de referencia, el cual es diferente del OSI y también del TCP/IP. En la figura 5 se muestra el modelo de referencia ATM.

El cual consta de tres capas:

La física, la ATM y la de adaptación ATM, además de lo que el usuario desee poner arriba de ellas.

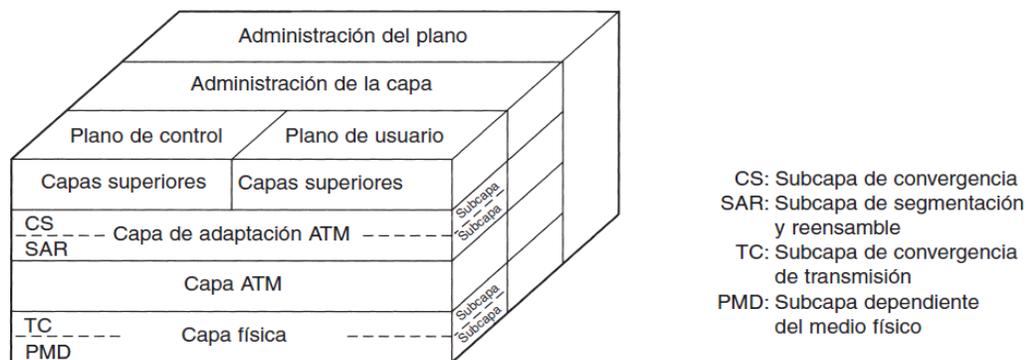


Figura 5. Trama ATM

Descripción de las capas.

- La **capa física** tiene que ver con el medio físico: voltajes, temporización de bits y otros aspectos más. ATM no prescribe un conjunto particular de reglas, tan sólo especifica que las celdas ATM se pueden enviar tal cual por cable o fibra, pero también se pueden empacar dentro de la carga útil de otros sistemas de transporte. En otras palabras, ATM se ha diseñado para ser independiente del medio de transmisión.
- La **capa ATM** se encarga de las celdas y su transporte. Define la disposición de una celda e indica qué significan los campos del encabezado. También tiene que ver con el establecimiento y la liberación de los circuitos virtuales. El control de congestión también se ubica aquí.

Puesto que la mayoría de las aplicaciones no necesita trabajar de manera directa con las celdas (aunque algunas podrían hacerlo).

- se ha definido una capa superior a la capa ATM para que los usuarios envíen paquetes más grandes que una celda. La interfaz de ATM segmenta estos paquetes, transmite de forma individual las celdas y las re ensambla en el otro extremo. Esta capa es la AAL (Capa de Adaptación ATM).

A diferencia de los primeros modelos de referencia bidimensionales, el modelo ATM se define como si fuera tridimensional, lo que se puede apreciar en la figura 5 El plano de usuario trata con el transporte de datos, control de flujo, corrección de errores y otras funciones de usuario.

- El plano de control se ocupa de la administración de la conexión. Las funciones de administración del plano y de la capa se relacionan con la administración de recursos y coordinación entre capas.
- Cada una de las **capas física y AAL** se dividen en dos subredes, una en la parte inferior que hace el trabajo y en la subcapa de convergencia en la parte superior que proporciona la interfaz propia de la capa superior inmediata.
- En la figura anterior se muestran las funciones de las capas y subcapas.
 - ✓ La **subcapa PMD** (Dependiente del Medio Físico): Interactúa con el cable real. Mueve los bits dentro, fuera y maneja la temporización de bits, es decir, el tiempo que existe entre cada bit al transmitirlos. Esta capa será diferente para diferentes transportadoras y cables.
 - ✓ La otra subcapa de la capa física es la **subcapa TC** (Convergencia de Transmisión). Cuando se transmiten las celdas, la capa TC las envía como una cadena de bits a la capa PMD. Esto es sencillo. En el otro extremo, la subcapa TC recibe una serie de bits de entrada de la subcapa PMD. Su trabajo es convertir este flujo de bits en un flujo de celdas para la capa ATM. Maneja todos los aspectos relacionados con las indicaciones de dónde empiezan y terminan las

celdas en el flujo de bits. En el modelo ATM, esta funcionalidad se da en la capa física. En el modelo OSI y en gran parte de las demás redes, el trabajo de entramado, es decir, convertir una serie de bits en bruto en una secuencia de tramas o celdas, es la tarea de la capa de enlace de datos.

- La **capa AAL** se divide en una subcapa SAR (Segmentación y Reensamble) y una CS (Subcapa de Convergencia).
 - ✓ La subcapa inferior fragmenta paquetes en celdas en el lado de transmisión y los une de nuevo en el destino.
 - ✓ La subcapa superior permite que los sistemas ATM ofrezcan diversos tipos de servicios a diferentes aplicaciones (por ejemplo, la transferencia de archivos y el vídeo bajo demanda tienen diferentes requerimientos respecto a manejo de errores, temporización, etcétera).

La capa ATM maneja celdas, incluyendo su generación y transporte. La mayoría de los aspectos interesantes de ATM se encuentra ubicada aquí. Es una combinación de las capas de enlace de datos.

Capas ATM	Subcapas ATM	Funcionalidad
AAL	CS	Provisión de la interfaz estándar (convergencia)
	SAR	Segmentación y re ensamblado.
ATM		<ul style="list-style-type: none"> • Control de flujo. • Generación/extracción de encabezado de celda. • Circuito virtual/Administración de rutas. • Multiplex ion/des-multiplex ion de celda.

FISICA	TC	<ul style="list-style-type: none"> • Desacoplamiento de proporción de celda. • Generación y comprobación de la suma de verificación de encabezados. • Generación de celdas. • Empaque/desempaque de celda a partir del sobre contenedor. • Generación de tramas.
	PMD	<ul style="list-style-type: none"> • Temporización de bits. • Acceso a la red física.

Tabla 1. Las capas y subcapas de ATM Y sus funciones.

1.6 PROTOCOLOS ENRUTABLES.

Los protocolos son el lenguaje o las normas de comunicación entre los dispositivos en una red. Los protocolos enrutables son aquellos que se pueden enrutar. La información de direccionamiento de Capa 3 (de red) se coloca en el encabezado del paquete de datos que permite que el paquete atraviese múltiples redes para llegar a su destino. Para que un protocolo se pueda enrutar, el método de direccionamiento debe tener por lo menos dos partes:

- Un número de red
- Un número de nodo.

Es la porción de red que corresponde a la dirección la que permite que un paquete se enrute desde una red a otra. Todos los dispositivos en una red generalmente ejecutan el mismo protocolo enrutado, que es similar a un lenguaje común, para poder comunicarse. La mayoría de los protocolos LAN son protocolos enrutados.

1.6.1 PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO

Los protocolos de enrutamiento son los protocolos que utilizan los routers para comunicarse entre sí a fin de intercambiar información de forma dinámica acerca

de las redes que pueden alcanzar y de la conveniencia de las rutas disponibles. Normalmente se denominan protocolos de enrutamiento dinámico y facilitan el proceso de enrutamiento. No son necesarios en una red pequeña si se utilizan solamente rutas estáticas.

Los paquetes de protocolo de enrutamiento ocupan ancho de banda y operan independientemente de los paquetes de datos enrutados que atraviesan la red. No hay ninguna información en un paquete IP que se relacione con el protocolo de enrutamiento que se utiliza. Los routers se envían entre sí periódicamente información acerca de las rutas (tablas de enrutamiento), de modo que cuando reciben un paquete de protocolo enrutado (como IP) saben a dónde deben enviarlo. Un ejemplo sería:

Si comparamos la dirección del protocolo enrutado con la dirección de una carta.

Se puede comparar el protocolo de enrutamiento con el mensajero que se traslada entre los routers para indicarles cuáles son las rutas que están abiertas y cuáles son las más rápidas.

Clasificación:

Los protocolos de enrutamiento se pueden clasificar en general según si son interiores o exteriores, y se subdividen por tipo: vector distancia o estado de enlace.

Algunos protocolos de enrutamiento son IP, EIGRP, OSPF e ISIS existen otros pero los que se utilizaron en este trabajo fueron OSPF y EIGRP que será en los que se profundizara.

- **Protocolo Internet o IP:** Que es un estándar internacional. IP a veces se denomina TCP/IP pero TCP en realidad es un protocolo de transporte (Capa 4) y no se involucra directamente con el protocolo IP enrutable que funciona en la Capa 3. Para que un dispositivo (estación de trabajo, servidor, router, etc.) se pueda comunicar en Internet, debe ejecutar el protocolo IP. Las direcciones IP son de 32 bits y contienen una porción de

red y una porción de nodo que asigna, típicamente, el administrador de la red. Otros protocolos de LAN enrutados son Novell IPX, AppleTalk y Decnet.

- **Protocolo EIGRP** es una versión avanzada de IGRP. Específicamente, EIGRP suministra una eficiencia de operación superior y combina las ventajas de los protocolos de estado de enlace con las de los protocolos de vector distancia.

Este protocolo es una versión mejorada del protocolo IGRP: IGRP es un protocolo de enrutamiento por vector-distancia desarrollado por Cisco. IGR envía actualizaciones de enrutamiento a intervalos de 90 segundos, publicando las redes en un sistema autónomo en particular. Algunas de las características de diseño claves de IGRP enfatizan lo siguiente:

- ✓ Versatilidad que permite manejar automáticamente topologías indefinidas y complejas.
- ✓ Flexibilidad para segmentos con distintas características de ancho de banda y de retardo.
- ✓ Escalabilidad para operar en redes de gran envergadura

El protocolo de enrutamiento IGRP utiliza por defecto dos métricas, ancho de banda y retardo. IGRP puede utilizar una combinación de variables para determinar una métrica compuesta. Estas variables incluyen:

- ✓ Ancho de banda.
- ✓ Retardo.
- ✓ Carga.
- ✓ Confiabilidad.

El protocolo EIGRP utiliza una métrica compuesta, la misma que el protocolo IGRP pero multiplicada por 256:

(1)

$$\mathbf{Métrica} = [\mathbf{BandW} + \mathbf{Delay}] * 256$$

- **Protocolo OSPF:** Es un protocolo de gateway interior soporta tres protocolos IGP distintos para la construcción de la tabla de routing IP. Estos protocolos son el I-BGP, OSPF, y el RIP.

El protocolo OSPF está basado en tecnología de link state (modificaciones de estado) o algoritmo SPF.

El protocolo RIP está basado en el algoritmo de vector de distancia o de Bellman-Ford. La información está organizada en las siguientes secciones:

- ✓ El protocolo de routing OSPF.
- ✓ Configuración del protocolo OSPF.
- ✓ Comandos de configuración del protocolo OSPF.
- ✓ Comandos de monitorización del protocolo OSPF.

OSPF es un protocolo de routing dinámico de link state (modificaciones de estado) que detecta y aprende las mejores rutas a destinos (accesibles). OSPF puede percibir rápidamente cambios en la topología de un Sistema Autónomo (SA), y después de un pequeño periodo de convergencia, calcular nuevas rutas. OSPF no encapsula los paquetes IP, sino que los hace progresar basándose solamente en la dirección de destino.

OSPF está diseñado para proporcionar servicios no disponibles con el protocolo RIP. Sus características avanzadas incluyen:

- **Routing** menos costoso. Permite configurar los costes de camino (path) basándose en cualquier combinación de parámetros de la red. Por ejemplo ancho de banda, retraso, y coste.
- **Sin limitaciones en la métrica de routing:** Mientras que RIP restringía la métrica de routing a 16 saltos, OSPF no tiene restricción alguna a este respecto.
- **Routing multica-mino:** Permite la utilización de múltiples caminos de igual coste que conectan a los mismos puntos. Se pueden utilizar estos caminos

para conseguir un equilibrio (balancear la carga) lo que resulta en un uso más eficiente del ancho de banda de la red.

- **Routing de área:** Disminuye los recursos (memoria y ancho de banda de la red) consumidos por el protocolo y proporciona un nivel adicional de protección al routing.
- **Máscaras de subred de longitud variable:** Permiten fraccionar una dirección IP en subredes de tamaño variable, conservando el espacio de dirección IP.
- **Autenticación de routing:** Proporciona seguridad adicional al routing.

El protocolo OSPF soporta los siguientes tipos de redes físicas:

- ✓ **Punto a Punto:** Son las redes que usan una línea de comunicación para unir un único par de routers. Un ejemplo de red punto a punto puede ser una línea serie a 56 Kbps que conecte dos routers.
- ✓ **Broadcast:** Son redes que soportan más de dos routers conectados y que son capaces de direccionar un único mensaje físico a todos los routers conectados. Un ejemplo de red broadcast puede ser una red Token Ring.
- ✓ **No Broadcast:** Son redes que soportan más de dos routers conectados pero no tienen capacidad de broadcast. Una red de datos pública X.25 es un ejemplo de red no broadcast. Para que OSPF funcione correctamente esta red necesita información de configuración adicional sobre otros routers OSPF conectados a la red no broadcast.

Antes de poder habilitar OSPF, se debe suministrar el número total de rutas externas y el número total de routers OSPF. Estos valores estiman el tamaño final del campo de routing OSPF y deben ser iguales en todos los routers OSPF. Cada router que ejecute OSPF tiene una base de datos que describe el mapa del campo de routing. Esta base de datos es idéntica en todos los routers participantes. Desde esta base de datos se prepara la tabla de routing IP a través de la construcción de un árbol de camino más corto “shortest-path”, con el mismo router

como raíz. El campo de routing hace referencia a un sistema autónomo que ejecuta el protocolo OSPF.

Define las áreas OSPF que están directamente conectadas al router. Si no se definen estas áreas el software del router presupone que todas las redes conectadas directamente al router pertenecen al área troncal (ID de área 0.0.0.0).

OSPF permite dividir el Sistema Autónomo (SA) en regiones denominadas áreas. Las áreas OSPF son una colección de redes contiguas. La topología de cualquiera de estas áreas permanece escondida para el resto de las mismas. La ocultación de información reduce significativamente el tráfico de routing, y protege dentro de una determinada área a dicho routing de cualquier influencia exterior.

Un router tiene una base de datos separada que contiene la topología de cada área a la cual esté conectado. Dos routers que pertenezcan a la misma área tienen topologías idénticas para esa área.

Las áreas OSPF se pueden definir como rangos de direcciones. Externamente al área se anuncia una única ruta para cada rango de dirección. Por ejemplo, si un área OSPF va a consistir en todas las subredes de la red clase B 128.185.0.0, se definirá como si consistiera en un único rango de dirección. [5]

➤ **Protocolo IS-IS (Protocolo entre Sistemas Intermedios):**

Es un protocolo de encaminamiento jerárquico de pasarela interior o IGP (Interior Gateway Protocol), que usa el estado de enlace para encontrar el camino más corto mediante el algoritmo SPF (Shortest Path First).

El protocolo está definido en el RFC 1142. Este protocolo también se puede usar bajo la arquitectura TCP/IP. De tal manera que es capaz de encaminar paquetes IP y CLNP (ConnectionLess Network Protocol). No emplea encapsulación para los paquetes, ni ninguna diferencia relevante entre ellos, excepto que en IP añade información adicional. El protocolo IS-IS tiene su propia terminología que la diferencia de OSPF. IS-IS se ejecuta directamente sobre la capa 2 de protocolos, a

diferencia de OSPF que se ejecuta sobre IP. Similar a OSPF, IS-IS también ha sido extendido para proporcionar capacidades de ingeniería de tráfico. Al igual que OSPF, IS-IS es un protocolo de estado de enlace que dispone de enrutamiento jerárquico, enrutamiento por tipo de servicio, división del tráfico por varias rutas y autenticación.

IS-IS tiene dos tipos de rutas:

- ✓ Enrutamiento de nivel 1 dentro de un área.
- ✓ Enrutamiento de nivel 2 para enrutamiento a destinos fuera del área.

El IS-IS hace uso de dos niveles de jerarquía en el enrutamiento. Un dominio de enrutamiento es dividido en áreas. Esto es, los enrutadores del nivel 1 conocen la topología de su área, incluyendo los demás enrutadores y sistemas en su área.

Sin embargo, los enrutadores de nivel 1 no conocen la identidad o los destinos de los enrutadores fuera de su área. Estos enrutadores de nivel 1 envían todo el tráfico con destinos fuera de su área a enrutadores de nivel 2 en su área. De manera similar, los enrutadores de nivel 2 conocen la topología de nivel 2, y saben cuáles direcciones están accesibles a través de un enrutador de nivel 2. Sin embargo, los enrutadores de nivel 2 no necesitan conocer la topología dentro de cualquier área de nivel 1, excepto aquellas en las que un enrutador de nivel 2 sea un enrutador de nivel 1 dentro de una sola área. [6]

1.7 SIMULADORES O HERRAMIENTAS DE REDES DE COMUNICACIÓN

Gracias al uso alcanzado en las tecnologías computacionales, actualmente es posible realizar experimentos de simulación de redes con el fin de analizar su comportamiento en diversas situaciones de funcionamiento. De manera que se obtenga el mejor arreglo y los mejores resultados en términos de eficiencia.

Las técnicas de simulación de redes se perfilan como una de los instrumentos para ayudar a los administradores en el proceso de toma de decisiones, relativas a la evaluación de alternativas de mejoramiento de los diseños.

Alguno de esos simuladores o herramienta son los siguientes:

- ✓ OPNET.
- ✓ GNS3
- ✓ PACKET TRACER.
- ✓ NS-2.

Estos simuladores son de gran ayuda para mejorar el funcionamiento de los diseños de redes. A continuación se profundizara en el simulador GNS3 debido a que permite emulación utilizando comandos Cisco. Además es un código abierto, y es un programa gratuito de libre utilización.

1.7.1 SIMULADOR GNS3

Es un simulador gráfico de red que te permite diseñar topologías de red complejas y poner en marcha simulaciones sobre ellos.

Para permitir completar simulaciones, GNS3 está estrechamente vinculada con:

- ✓ Dynamips, un emulador de IOS que permite a los usuarios ejecutar binarios imágenes IOS de Cisco Systems.
- ✓ Dynagen, un front-end basado en texto para Dynamips.
- ✓ Qemu, un emulador de PIX.GNS3 es una excelente herramienta complementaria a los verdaderos laboratorios para los administradores de redes de Cisco o las personas que quieren pasar sus CCNA, CCNP, CCIE DAC o certificaciones.

GNS3 es un simulador gráfico de red que permite la emulación de redes complejas. Usted puede estar familiarizado con VMWare o Virtual PC que se

utilizan para emular varios sistemas operativos en un entorno virtual. Estos programas le permiten ejecutar sistemas operativos como Windows XP Professional o Ubuntu Linux en un entorno virtual en el ordenador.

GNS3 permite que el mismo tipo de emulación utilizando Cisco Internetwork Operating Systems. Se le permite ejecutar un Cisco IOS en un entorno virtual en el ordenador. GNS3 es una interfaz gráfica para un producto llamado Dynagen. Dynamips es el programa básico que permite IOS emulación. Dynagen ejecuta sobre Dynamips para crear un entorno más fácil de usar, basado en texto. Un usuario puede crear topologías de red que utilizan los archivos de tipo INI de Windows simples con Dynagen se ejecuta en la parte superior de Dynamips. GNS3 lleva esto un paso más allá al ofrecer un entorno gráfico.

GNS3 permite la emulación de Cisco IOSs en su equipo basado en Windows o Linux. La emulación es posible que una larga lista de las plataformas de routers y firewalls PIX. Usando una tarjeta de EtherSwitch en un router, plataformas de conmutación también pueden ser emulados con el grado de funcionalidad soportada de la tarjeta. Esto significa que GNS3 es una herramienta invaluable para la preparación para las certificaciones de Cisco como CCNA y CCNP.

Hay una serie de simuladores de router en el mercado, pero se limitan a los comandos que el desarrollador opta por incluir. Casi siempre hay comandos o parámetros que no son compatibles cuando se trabaja en un laboratorio de la práctica. En estos simuladores solo está viendo una representación de la salida de un router simulado. La precisión de esta representación es sólo tan bueno como el desarrollador lo hace. Con GNS3 está ejecutando una real Cisco IOS, por lo que verá exactamente lo que produce el IOS y tendrás acceso a cualquier comando o parámetro con el apoyo del IOS.

GNS3 es un código abierto, es decir un programa gratuito para utilizar. Sin embargo, debido a restricciones de licencia, tendrá que proporcionar su propia Cisco IOSs de usar con GNS3. También, GNS3 proporcionará alrededor de 1.000 paquetes por segundo de rendimiento en un entorno virtual. Un router normal,

proporcionará un cien a mil veces mayor rendimiento. GNS3 no toma el lugar de un router real, pero está destinado a ser una herramienta para el aprendizaje y las pruebas en un entorno de laboratorio. Usando GNS3 de cualquier otra manera sería considerado inadecuado. [7]



Figura 6. Logo de GNS3.

GNS3 es un simulador que trabaja de forma gráfica, maneja dos barras de herramienta en la parte superior, en la parte lateral izquierda, contiene una barra de equipos como lo podemos observar en la figura, y dándole clic se despliega una barra con los tipos que maneja. Con clic sostenido se arrastran al área de trabajo.

- **Browse router:** El primer icono es el de los routers. Se pueden incluir más cargando los IOS de los que desee. En EDIT, PREFERENCES, IOS ROUTERS, NEW, IOS image BROWSE, se elige el que se dese cargar abrir, next, next, next, next, en idle –PC clic en idle-PC se esperan unos minutos a que se cargue y finish. Por ultimo apply y ok.
- **Browse swiches:** Es el de los que maneja por defecto.
- **Browse end devices:** Es donde se eligen los equipos terminales como los host y PCs.
- **Browse all devices:** Este contiene todos los equipos.
- **Add a link:** El último es el que con un clic realiza las uniones.

En la parte lateral derecha tiene una barra, donde se puede observar el estado de los equipos que estén en uso, si están encendidos, apagados o en espera.

Cada uno de los elementos se configurara tanto en la parte física como lógica.

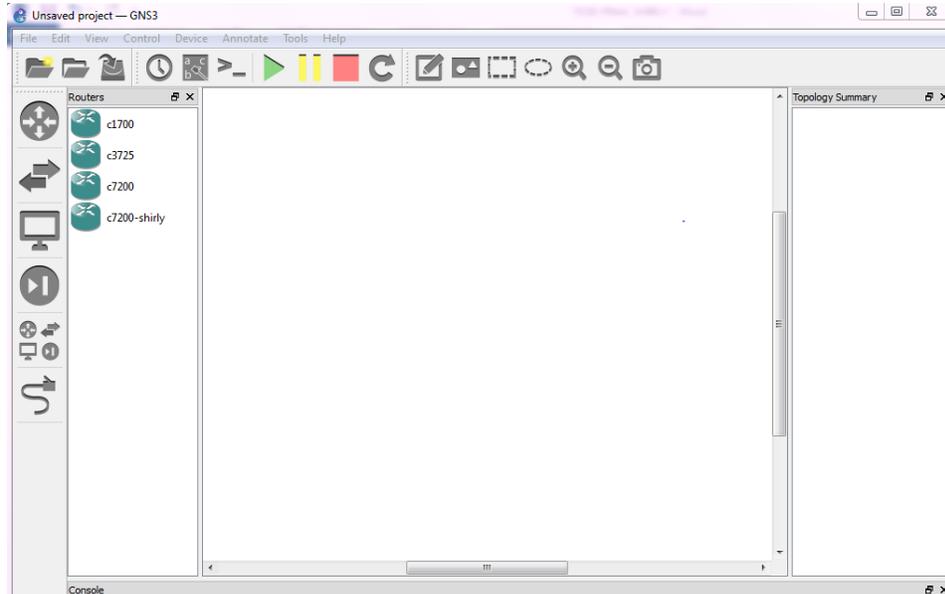


Figura 7. Imagen de la interfaz del GNS3..

1.8 REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE CARACTERÍSTICAS Y VENTAJAS DEL PROTOCOLO ATM

1.8.1 PROTOCOLOS DE RED

Este documento planteado por Alejandro Estrada, trata de los diferentes protocolos de la capa dos, algunos de ellos son frame relay, x.25, ATM, MPLS, entre otros. Plasma las siguientes ventajas y desventajas del protocolo ATM.

VENTAJAS

- ✓ En el momento de envío de paquetes son de longitud fija, 53 bytes, de los cuales 48 son de información (payload) y los 5 restantes son el encabezado (header) que es donde se lleva acabo el

direccionamiento. Esta característica permite diferentes tipos de tráfico en la misma red ya que la información es transportada de una manera segura y predecible gracias a la longitud física de sus paquetes.

- ✓ Está basado en conmutadores, lo cual le da ventajas en el bus de datos como son: Reservar ancho de banda, mayor ancho de banda, velocidades flexibles y procedimientos de conexión bien definidos.
- ✓ Los anchos de bandas soportados por ATM permiten el transporte de video, voz y datos.

DESVENTAJAS

- ✓ Hoy en día el tráfico de Internet es IP en un gran porcentaje, el manejo de redes ATM es diferente al de IP por lo que se tienen que duplicar dichos sistemas uno para cada uno, esto significa mayores problemas de operación y mantenimiento (añadidos al alto costo de implementar dicha Tecnología).
- ✓ El número de enlaces necesarios para conectar los nodos de la red, se utiliza la regla de $(N(N-1))/2$.
- ✓ ATM es radicalmente diferente a las demás tecnologías de red de área local (LAN). Por lo que muchos conceptos no están estandarizados los sistemas operativos y algunos protocolos necesitan de modificaciones significativas para poder trabajar junto con ATM. Todo esto genera pérdida de tiempo y dinero.
- ✓ Existen tecnologías de altas velocidad que proveen alto rendimiento a precios que los productos ATM no pueden competir.

[8]

1.8.2 ESTUDIO DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DE INTERNET Y SU UTILIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE RED MPLS.

En esta tesis elaborada por Franklin Planchart. Indica los protocolos de internet, entre ellos ATM, IP y MPLS, donde los describen a cada uno con sus respectivas características, ventajas y desventajas.

VENTAJAS

- ✓ El transporte de video streaming ya ha sido probado con éxito.
- ✓ Mezclar diferentes tipos de servicio es muy simple (voz, datos, video,...)
- ✓ Las velocidades de transmisión cumplen los estándares de tasa de transporte para telefonía (DS-3, STS-1).
- ✓ Ancho de banda dinámico para tráfico intenso y según el requerimiento de la aplicación permitiendo un alto aprovechamiento de los recursos de la red; la mayoría de las aplicaciones son o pueden ser vistas como de tipo a ráfagas.
- ✓ Las nuevas aplicaciones y drivers se están diseñando para soportar ATM.

DESVENTAJAS

- ✓ Los nodos que componen la red no tienen mecanismos para el control de errores de flujo.
- ✓ El "header" o cabecera, de las celdas tiene una funcionalidad limitada.
- ✓ Es una tecnología que esa camino al des uso. [6]

1.8.3 COMUNICACIONES Y REDES DE COMPUTADORES

Ese libro escrito por William Stallings, proporciona una visión unificada del amplio campo que comprenden las comunicaciones y redes de computadores. La organización del libro refleja un intento de estructurar este vasto campo en partes comprensibles y de construir, poco a poco, una visión panorámica de su estado

actual. El libro destaca principios básicos y temas de importancia fundamental que conciernen a la tecnología y arquitectura de esta área, proporcionando, además, una discusión detallada de temas de vanguardia.

VENTAJAS

- ✓ Al utilizar paquetes de longitud fija, el esfuerzo adicional de procesamiento se reduce incluso todavía más que en retransmisión de tramas.
- ✓ Permite la definición de múltiples canales virtuales con velocidades de transmisión que se definen dinámicamente en el instante en el que se crea el canal virtual. Al utilizar celdas de tamaño fijo.
- ✓ Es tan eficaz que puede ofrecer un canal a velocidad de transmisión constante aunque esté usando una técnica de conmutación de paquetes. Por tanto, en este sentido, ATM es una generalización de la conmutación de circuitos en la que se ofrecen varios canales, en los que la velocidad de transmisión se fija dinámicamente para cada canal según las necesidades.

DESVENTAJAS

- ✓ Introduce poca información adicional para el control de errores, confiando en la inherente robustez del medio de transmisión así como en la lógica adicional localizada en el sistema destino para detectar y corregir errores.

1.8.4 REDES DE COMPUTADORAS

En este libro escrito por Andrew s. tanenbaum, describe el uso de las redes de comunicación, hardware, software de redes, redes de ejemplo que fue donde se habló del protocolo ATM.

VENTAJAS

- ✓ Se diseñó para ser independiente del medio de transmisión. Se pueden enviar tal cual por cable o fibra, pero también se pueden empacar dentro de la carga útil de otros sistemas de transporte.
- ✓ Arquitectura común para LAN/WAN.

DESVENTAJAS

- ✓ Está en declive, aunque es probable que aún siga en uso durante algunos años.
- ✓ Los nodos que componen la red no tienen mecanismos para el control de errores de flujo. [9]

CAPITULO 2

2. METODOLOGIA

En este capítulo está plasmado como se desarrolló el trabajo. Se describe el equipamiento que se utilizó. Además de esto contiene los diseños seleccionados, los cuales fueron dos uno en estrella y otro en anillo, los cuales se compararon y se seleccionó el más adecuado para mantener la conexión de la red. Al que se le realizó la simulación en GNS3, empleando los protocolos de enrutamiento OSPF y EIGRP. En base a comparaciones entre ambas en condiciones normales y ante rupturas de enlaces, se seleccionó el mejor diseño.

Se trabajó con el protocolo ATM porque en donde están localizadas las 4 localidades hay solo proveedores de ATM.

➤ Equipos que se emplearon.

- ✓ **Cloud:** esta nube representa la red LAN de cada una de las sucursales. En los diseño no se ven plasmado los host ni los swiches. Pero se asume que están incorporados en la nube o cloud, debido a que este es quien interconecta los host a la red.
- ✓ **Router c7200:** Es el dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red, donde su función principal consiste en enviar o encaminar los paquetes de datos de una red a otra. En este caso para interconectar las 4 sucursales. se utilizaron 4 unidades.

- ✓ **ATM switch:** crea pvc (camino virtual privado) para lograr la interconexión. Se utilizaron 4 unidades una para cada sucursal.

2.1 DISEÑOS TOPOLÓGICOS PROPUESTOS

Inicialmente se propusieron dos diseños que cumplieran con la interconexión de las cuatro sucursales, el primero es el de estrella y el segundo el de anillo.

Donde tomamos como referencia la simulación para elegir el que cumpla con el objetivo de la interconexión de las cuatro sucursales que se encuentran ubicadas en las localidades: la Cen, Rancho Luna, Pasa Caballos y Caonao.

Se observó que en la topología en estrella en el momento de caerse la red entre el nodo central que se encuentra en la sucursal que está ubicada en la localidad Rancho Luna, y alguna de las localidades restantes, se pierde la conexión y es necesario enviar personal técnico a repararlo para restablecer la conexión invirtiendo tiempo y dinero. Mientras que la topología en anillo en el momento en que ocurra una falla en la red esta encuentra una ruta alternativa por donde establecer la interconexión. Por tal motivo la última mencionada se escogió como la más adecuada.

➤ DISEÑO 1

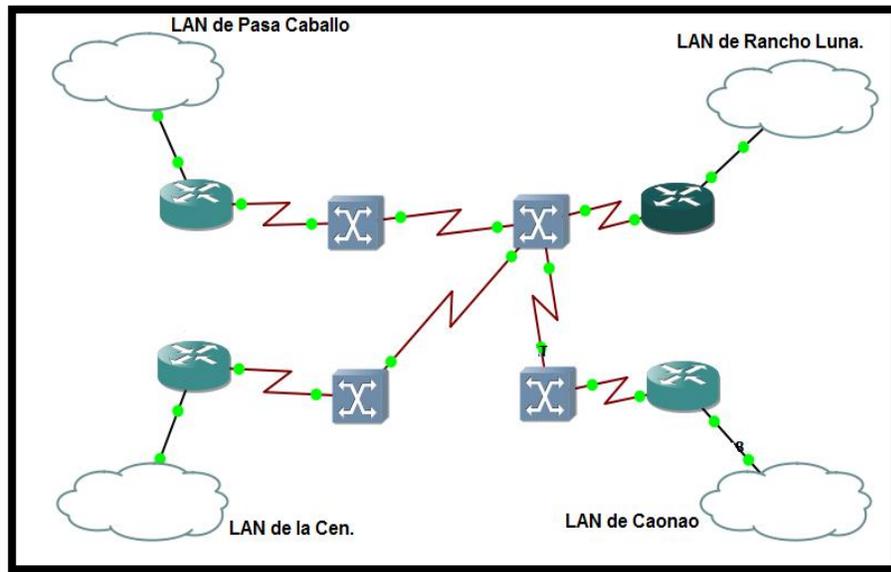


Figura 8. Esquema de la topología en estrella.

Se planteó la topología en estrella para la red WAN de la cadena de tienda GLAMUR, teniendo en cuenta que la sucursal de la localidad de Rancho Luna es la que tiene mayor número de equipos, con relación a las otras tres. Además de eso este diseño cumple con el requisito de conexión para las 4 sucursales. Aunque presento como inconveniente que en el momento en que ocurre la ruptura de alguna de la red que une las localidades con el nodo central, se pierde la conexión lo cual no es viable para la empresa. Como lo podemos observar en la siguiente figura.

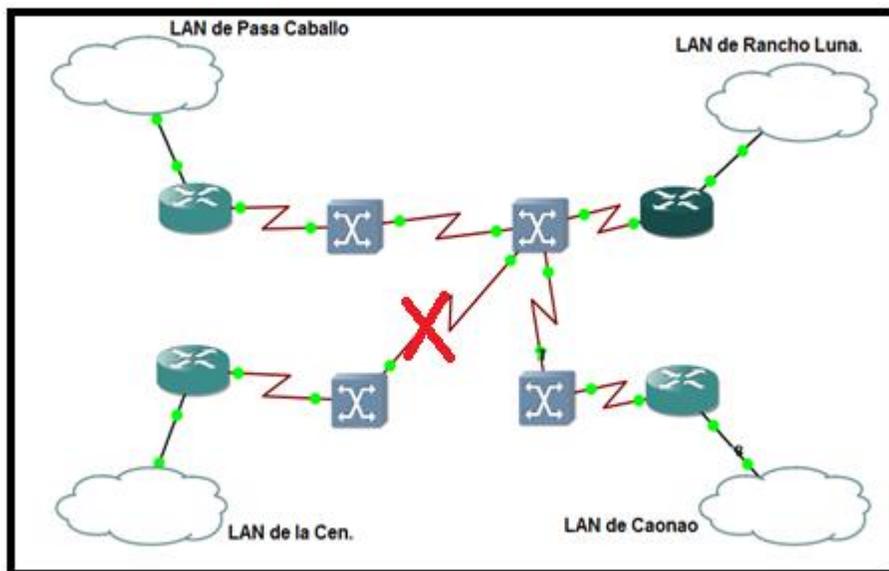
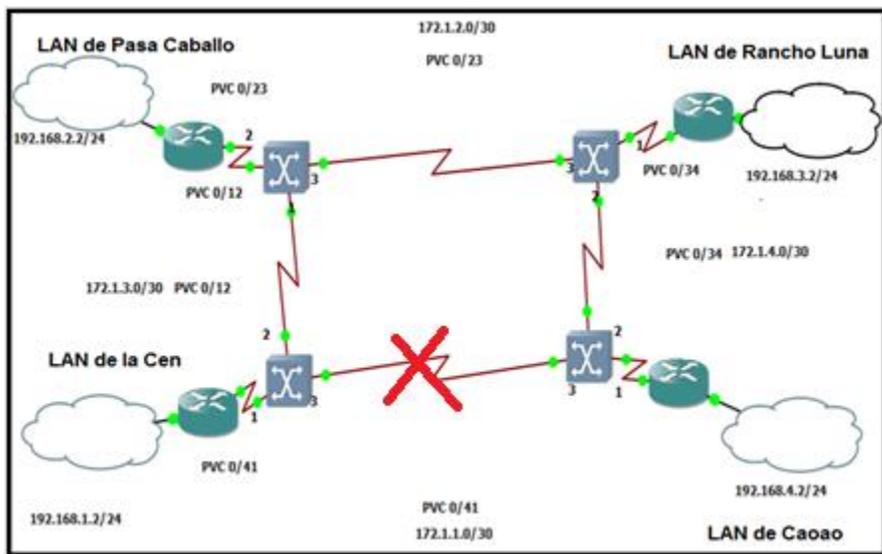


Figura 9. Ruptura en la red en la topología estrella.

➤ DISEÑO 2

Figura 10.
de la
en anillo.

Se



Esquema
topología

planteó

la topología en anillo para el diseño de la red WAN, para la cadena de tiendas GLAMUR, porque además de cumplir con el requisito de conexión, es una red que es redundante en todo el sector del proveedor, lo que la hace adecuada para la necesidad de la cadena de tiendas, debido a que esta necesita mantener la conexión. Observar en la siguiente figura.

Figura 11. Ruptura de la red en la topología anillo.

2.2 PLANIFICACIÓN DE LA RED

Para el diseño de la red WAN, se utilizaron 4 redes LAN. Donde las direcciones IP para cada sucursal son:

IP de las LAN:

- ✓ La Cen:192.168.1.2/24.
- ✓ Pasa Caballo: 192.168.2.2/24.
- ✓ Rancho Luna: 192.168.3.2/24.
- ✓ Caonao:192.168.4.2/24.

IPs de las puertas de enlaces para cada ROUTERS:

- ✓ IP para el router de la sucursal en Cen:192.168.1.1/24.
- ✓ IP para el router de la sucursal en Pasa Caballo:192.168.2.1/24.

- ✓ IP para el router de la sucursal en Rancho Luna: 192.168.3.1/24.
- ✓ IP para el router de la sucursal en Caonao:192.168.4.1/24.

IP para los enlaces entre ROUTERS:

- ✓ IP del Router de la localidad de Cen, con el de Pasa Caballo:172.1.3.0/30.
- ✓ IP del Router de la localidad de Pasa Caballos con el de Rancho Luna: 172.1.2.0/30.
- ✓ IP del Router de la localidad de Rancho Luna con el de Caonao: 172.1.4.0/30.
- ✓ IP del Router de la localidad de Caonao con el de La Cen: 172.1.1.0/30.

➤ **TOPOLOGIA EN ANILLO.**

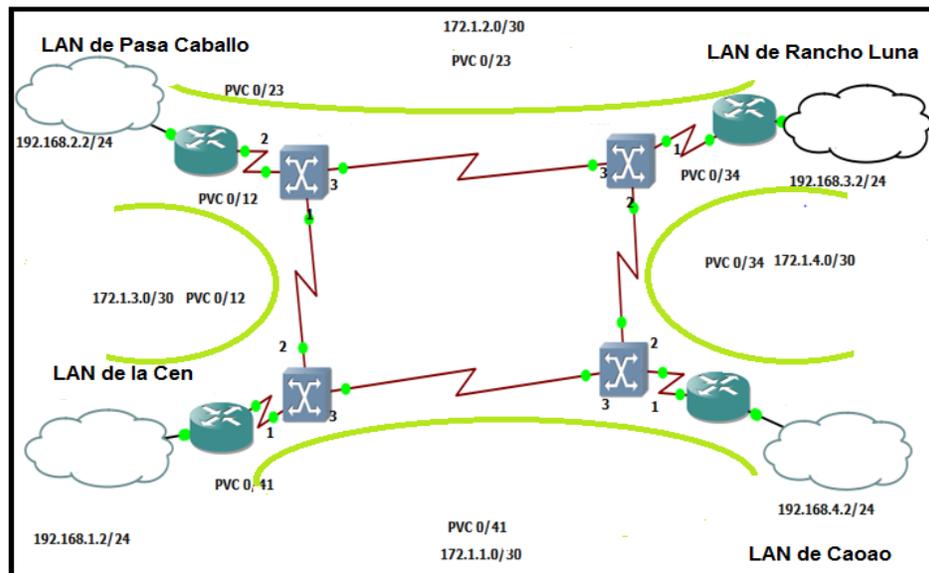


Figura 12. Esquema de topología en anillo.

En este diseño, es necesario utilizar protocolos de enrutamiento. Por tal motivo se trabajó con dos que son OSPF y EIGRP, porque el primero es un protocolo estándar que se pueden utilizar con diferentes tecnologías, debido a que la empresa tiene pensado a futuro, cambiar de equipos. Y el último que trabaja con una tecnología específica.

2.3 CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS EN LA RED WAN:

2.3.1 CONFIGURACIÓN QUE SE LE REALIZÓ A LOS ROUTERS.

(ver [ANEXOS A](#))

2.3.1.1 Física

R1: Con clic derecho en el icono del router 1 o de la sucursal de la Cen, luego clic en R1, después se selecciona slots y se escoge PA-A1 que es la selección del puerto ATM.

R2: Con clic derecho en el icono del router 2 o de la sucursal de Pasa Caballo, luego clic en R2, después se selecciona slots y se escoge PA-A1 que es la selección del puerto ATM.

R3: Con clic derecho en el icono del router 3 o de la sucursal de la Cen, luego clic en R3, después se selecciona slots y se escoge PA-A1 que es la selección del puerto ATM.

R4: Con clic derecho en el icono del router 4 o de la sucursal de la Cen, luego clic en R4, después se selecciona slots y se escoge PA-A1 que es la selección del puerto ATM.

2.3.1.2 Lógica

- **Utilizando el protocolo de enrutamiento OSPF.**
- **Router de la sucursal en Cen:192.168.1.1/24.**

Configuración de la Interfaz ATM.

```
R1>enable
R1# configure terminal
R1(config)# interface atm 1/0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# exit
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

Interface ATM 1/0.12

```
R1(config)# interface atm 1/0.12 point-to-point
R1(config-subif)# ip address 172.1.3.1 255.255.255.252
```

```
R1(config-subif)# pvc 0/12
R1(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R1(config-atm-vc)# exit
R1(config-subif)# exit
```

Interface ATM 1/0.41

```
R1(config)# interface atm 1/0.41 point-to-point
R1(config-subif)# ip address 172.1.1.2 255.255.255.252
R1(config-subif)# pvc 0/41
R1(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R1(config-atm-vc)# exit
R1(config-subif)# exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R1(config)# router ospf 1
R1(config-route)#network 172.1.1.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-route)#network 172.1.3.0 0.0.0.3 area 0
R1(config-route)#network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
R1(config-route)#exit
```

Configuración Interface FastEthernet

```
R1(config)# Interface FastEthernet 0/0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# duplex full
R1(config-if)# ctrl+z
R1# write
```

- **Router de la sucursal en Pasa Caballo: 192.168.2.1/24.**

Configuración de la Interfaz ATM.

```
R2>enable
R2# configure terminal
R2(config)# interface atm 1/0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# exit
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

Interface ATM 1/0.12

```
R2(config)# interface atm 1/0.12 point-to-point
R2(config-subif)# ip address 172.1.3.2 255.255.255.252
R2(config-subif)# pvc 0/12
R2(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R2(config-atm-vc)# exit
R2(config-subif)# exit
```

Interface ATM 1/0.23

```
R2(config)# interface atm 1/0.23 point-to-point
R2(config-subif)# ip address 172.1.2.1 255.255.255.252
R2(config-subif)# pvc 0/23
R2(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R2(config-atm-vc)# exit
R2(config-subif)# exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R2(config)# router ospf 1
R2(config-route)#network 172.1.2.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-route)#network 172.1.3.0 0.0.0.3 area 0
R2(config-route)#network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
R2(config-route)#exit
```

Configuración de la Interface FastEthernet

```
R2(config)# Interface FastEthernet 0/0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R2(config-if)# duplex full
R2(config-if)# ctrl+z
R2# write
```

- **Router de la sucursal en Rancho Luna: 192.168.3.1/24.**

Configuración de la Interfaz ATM.

```
R3>enable
R3# configure terminal
R3(config)# interface atm 1/0
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# exit
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

Interface ATM 1/0.23

```
R3(config)# interface atm 1/0.23 point-to-point
R3(config-subif)# ip address 172.1.2.2 255.255.255.252
R3(config-subif)# pvc 0/23
R3(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R3(config-atm-vc)# exit
R3(config-subif)# exit
```

Interface ATM 1/0.34

```
R3(config)# interface atm 1/0.34 point-to-point
R3(config-subif)# ip address 172.1.1.2 255.255.255.252
R3(config-subif)# pvc 0/34
R3(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R3(config-atm-vc)# exit
R3(config-subif)# exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R3(config)# router ospf 1
R3(config-route)#network 172.1.2.0 0.0.0.3 area 0
R3(config-route)#network 172.1.4.0 0.0.0.3 area 0
R3(config-route)#network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
R3(config-route)#exit
```

Interface FastEthernet

```
R3(config)# Interface FastEthernet 0/0
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R3(config-if)# duplex full
R3(config-if)# ctrl+z
R3# write
```

- **Router de la sucursal en Caonao:192.168.4.1/24.**

Configuración de la Interfaz ATM.

```
R4>enable
R4# configure terminal
R4(config)# interface atm 1/0
R4(config-if)# no shutdown
R4(config-if)# exit
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

Interface ATM 1/0.34

```
R4(config)# interface atm 1/0.34 point-to-point
R4(config-subif)# ip address 172.1.4.2 255.255.255.252
R4(config-subif)# pvc 0/34
R4(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R4(config-atm-vc)# exit
R4(config-subif)# exit
```

Interface ATM 1/0.41

```
R4(config)# interface atm 1/0.41 point-to-point
R4(config-subif)# ip address 172.1.1.1 255.255.255.252
R4(config-subif)# pvc 0/41
R4(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
R4(config-atm-vc)# exit
R4(config-subif)# exit
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R4(config)# router ospf 1
R4(config-route)#network 172.1.1.0 0.0.0.3 area 0
R4(config-route)#network 172.1.4.0 0.0.0.3 area 0
R4(config-route)#network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0
R4(config-route)#exit
```

Configuración de la Interface FastEthernet

```
R4(config)# Interface FastEthernet 0/0
R4(config-if)# no shutdown
R4(config-if)# ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
R4(config-if)# duplex full
R4(config-if)# ctrl+z
R4# write
```

➤ **Utilizando el protocolo de enrutamiento EIGRP**

- **Router de la sucursal en Cen:192.168.1.1/24.**

Configuración Interface FastEthernet

```
R1(config)# Interface FastEthernet 0/0
R1(config-if)# no shutdown
R1(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R1(config-if)# duplex full
R1(config-if)# ctrl+z
```

Configuración de la interfaz ATM.

```
R1(config)# interface ATM1/0
R1(config-if)# no shutdown
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

```
R1(config)# interface ATM1/0.12 point-to-point
R1(config-subif)# ip address 172.1.1.1 255.255.255.252
R1(config-subif)# pvc 0/12
R1(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

```
R1(config)# interface ATM1/0.41 point-to-point
R1(config-subif)# ip address 172.1.4.2 255.255.255.252
R1(config-subif # pvc 0/41
R1(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R1(config)# router eigrp1
R1(config-router)# network 172.1.1.0 0.0.0.3

R1(config-router)# network 172.1.3.0 0.0.0.30.3
R1(config-router)# network 192.168.1.0 0.0.0.255
R1# write.
```

- **Router de la sucursal en Pasa Caballo: 192.168.2.1/24**

Configuración de la Interface FastEthernet

```
R2(config)# Interface FastEthernet 0/0
R2(config-if)# no shutdown
R2(config-if)# ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
R2(config-if)# duplex full
R2(config-if)# ctrl+z
```

Configuración de la interfaz ATM.

```
R2(config)# interface ATM1/0
R2(config-if)# no shutdown
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

```
R2(config)# interface ATM1/0.23 point-to-point
R2(config-subif)# ip address 172.1.2.1 255.255.255.252
R2(config-subif)# ip router isis
R2(config-subif)# pvc 0/23
R2(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

```
R2(config)# interface ATM1/0.34 point-to-point
R2(config-subif)# ip address 172.1.3.1 255.255.255.252
R2(config-subif)# pvc 0/34
R2(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R2(config)# router eigrp 1
R2(config-router)# network 172.1.2.0 0.0.0.3
R2(config-router)# network 172.1.3.0 0.0.0.3
R2(config-router)# network 192.168.2.0 0.0.0.255
R2# write
```

- **Router de la sucursal en Rancho Luna: 192.168.3.1/24.**

Configuración de la Interface FastEthernet

```
R3(config)# Interface FastEthernet 0/0
R3(config-if)# no shutdown
R3(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R3(config-if)# duplex full
```

```
R3(config-if)# ctrl+z
```

Configuración de la interfaz ATM.

```
R3(config)# interface ATM1/0  
R3(config-if)# no shutdown
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

```
R3(config)# interface ATM1/0.23 point-to-point  
R3(config-subif)# ip address 172.1.2.1 255.255.255.252  
R3(config-subif)# ip router isis  
R3(config-subif)# pvc 0/23  
R3(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

```
R3(config)# interface ATM1/0.34 point-to-point  
R3(config-subif)# ip address 172.1.3.1 255.255.255.252  
R3(config-subif)# pvc 0/34  
R3(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R3(config)# router eigrp 1  
R3(config-router)# network 172.1.2.0 0.0.0.3  
R3(config-router)# network 172.1.4.0 0.0.0.3  
R3(config-router)# network 192.168.3.0 0.0.0.255  
R3# write
```

- **Router de la sucursal en Caonao:192.168.4.1/24.**

Configuración de la Interface FastEthernet

```
R4(config)# Interface FastEthernet 0/0  
R4(config-if)# no shutdown  
R4(config-if)# ip address 192.168.4.1 255.255.255.0  
R4(config-if)# duplex full  
R4(config-if)# ctrl+z
```

Configuración de la interfaz ATM.

```
R3(config)# interface ATM1/0  
R3(config-if)# no shutdown
```

Configuración de las sub-interfaz ATM.

```
R4(config)# interface ATM1/0.34 point-to-point
R4(config-subif)# ip address 172.1.3.2 255.255.255.252
R4(config-subif)# ip router isis
R4(config-subif)# pvc 0/34
R4(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

```
R4(config)# interface ATM1/0.41 point-to-point
R4(config-subif)# ip address 172.1.4.2 255.255.255.252
R4(config-subif)# pvc 0/41
R4(config-atm-vc)# encapsulation aal5snap
```

Configuración del protocolo de enrutamiento:

```
R4(config)# router eigrp1
R4(config-router)# network 172.1.1.0 0.0.0.3
R4(config-router)# network 172.1.4.0 0.0.0.3
R4(config-router)# network 192.168.4.0 0.0.0.255
R4# write
```

2.3.2 CONFIGURACIÓN QUE TIENEN LAS PC DE LAS REDES LAN.

(ver [ANEXOS B](#))

Pc1

Interface FastEthernet 0/0

```
PC1>enable
PC1# configure terminal
PC1(config)# Interface FastEthernet 0/0
PC1(config-if)# no shutdown
PC1(config-if)# ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
PC1(config-if)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.1
PC1(config-if)# ctrl+z
PC1# write
```

Pc2

Interface FastEthernet 0/0

```
PC1>enable
```

```
PC1# configure terminal
PC1(config)# Interface FastEthernet 0/0
PC1(config-if)# no shutdown
PC1(config-if)# ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
PC1(config-if)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.2.1
PC1(config-if)# ctrl+z
PC1# write
```

Pc3

Interface FastEthernet 0/0

```
PC1>enable
PC1# configure terminal
PC1(config)# Interface FastEthernet 0/0
PC1(config-if)# no shutdown
PC1(config-if)# ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
PC1(config-if)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.3.1
PC1(config-if)# ctrl+z
PC1# write
```

Pc4

Interface FastEthernet 0/0

```
PC1>enable
PC1# configure terminal
PC1(config)# Interface FastEthernet 0/0
PC1(config-if)# no shutdown
PC1(config-if)# ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
PC1(config-if)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.4.1
PC1(config-if)# ctrl+z
PC1# write
```

2.3.3 CONFIGURACIÓN DE LOS SWICHES ATM.

(Ver [ANEXOS C](#))

ATM 1 el del proveedor de la localidad de la <u>Cen</u>					
SOURCE			DESTINO		
PUERTO	VPI	VCI	PUERTO	VPI	VCI
1	0	12	2	0	12
1	0	41	3	0	41
ATM 2 el del proveedor de la localidad de Pasa Caballo					
PUERTO	VPI	VCI	PUERTO	VPI	VCI
1	0	12	2	0	12
2	0	23	3	0	23
ATM 3 el del proveedor de la localidad de Rancho Luna					
PUERTO	VPI	VCI	PUERTO	VPI	VCI
3	0	23	1	0	23
1	0	34	2	0	34
ATM 4 el del proveedor de la localidad de <u>Caonao</u> .					
PUERTO	VPI	VCI	PUERTO	VPI	VCI
2	0	34	1	0	34
1	0	41	3	0	41

Tabla 2. Configuración de los switches ATM.

En la tabla 2 se planteó como se distribuyó, la configuración para los switches ATM.

Después que se realizó la configuración de los equipos, se interconectaron:

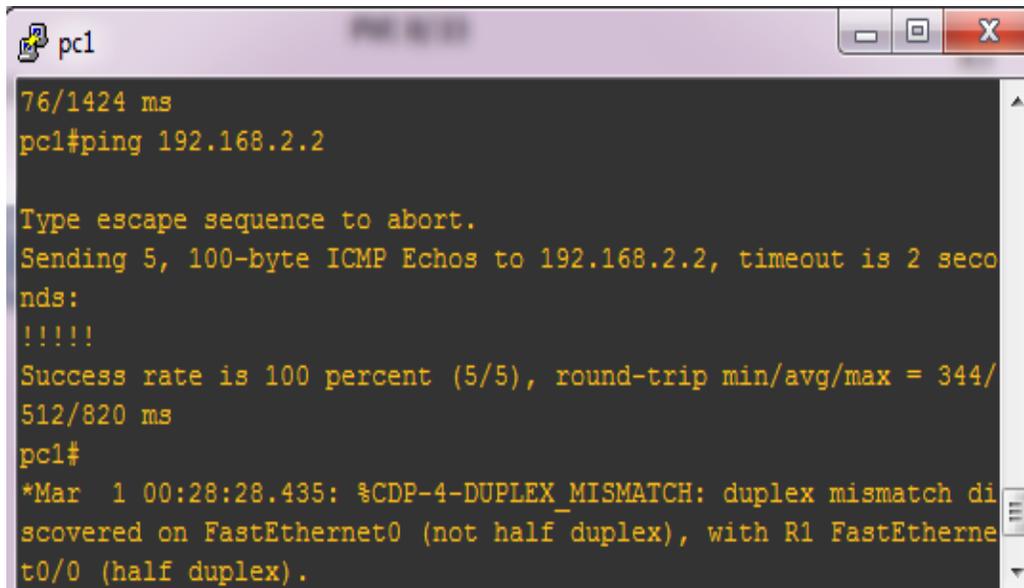
- Los PCs con los ROUTERS se hizo con puertos FastEthernet.
- Los ROUTERS con los SWITCHES se realizó con puertos ATM.

2.4 SIMULACIÓN CON GNS3

Por último se realizó la simulación, obteniendo como resultado PING entre las cuatros redes LAN de las sucursales. A continuación se podrá observar el ping que se realizó desde la sucursal de la Cen a las tres restantes.

- Ping desde la sucursal que se encuentra en la localidad de la Cen hasta la

sucursal que se encuentra en Pasa Caballo.



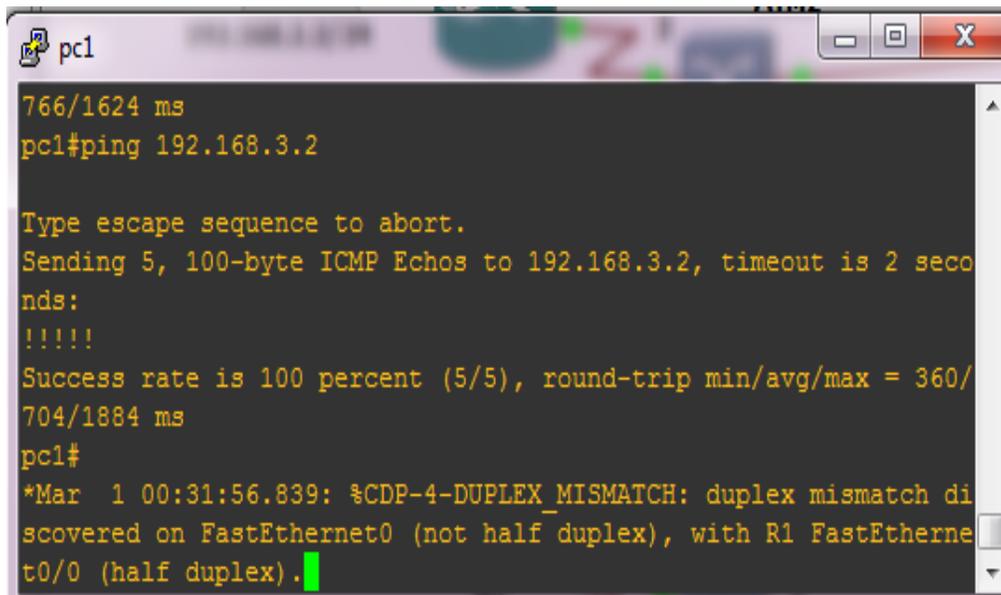
```
pc1
76/1424 ms
pc1#ping 192.168.2.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.2.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 344/512/820 ms
pc1#
*Mar 1 00:28:28.435: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex).
```

Figura

13. Ping entre la sucursal de la Cen y Pasa Caballo.

- Ping desde la sucursal que se encuentra en la localidad de la Cen hasta la

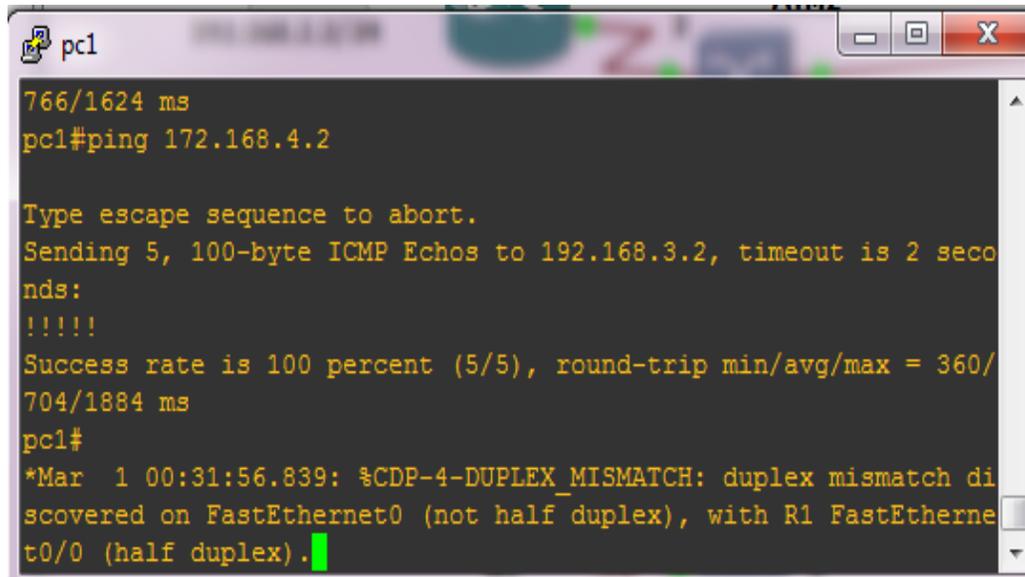
sucursal que se encuentra en Rancho Luna.



```
pc1
766/1624 ms
pc1#ping 192.168.3.2
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.3.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 360/704/1884 ms
pc1#
*Mar 1 00:31:56.839: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex).
```

Figura 14. Ping entre la sucursal de la Cen y Rancho Luna.

- Ping desde la sucursal que se encuentra en la localidad de la Cen hasta la sucursal que se encuentra en Caonao.



```
766/1624 ms
pcl#ping 172.168.4.2

Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 192.168.3.2, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 360/704/1884 ms
pcl#
*Mar 1 00:31:56.839: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex).
```

Figura 15. Ping entre la sucursal de la Cen y Caonao.

2.5 COMPARACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTOS OSPF Y EIGRP.

Comparación entre las dos simulaciones de la topología en anillo una con el protocolo OSPF y EIGRP. Ambos en condiciones normales y ante rupturas de enlaces. lo que se evaluó en la comparación es sólo la velocidad o tiempo de convergencia ante fallos de enlaces.

- Para realizar la comparación se realizó el siguiente experimento:
Se enviaron 20 paquetes desde una maquina hacia otra de un extremo a otro y se estableció un tiempo de espera para cada paquetes de 2 segundos.

Mientras se estaban enviando los 20 paquetes, se provocaba la ruptura de un enlace.

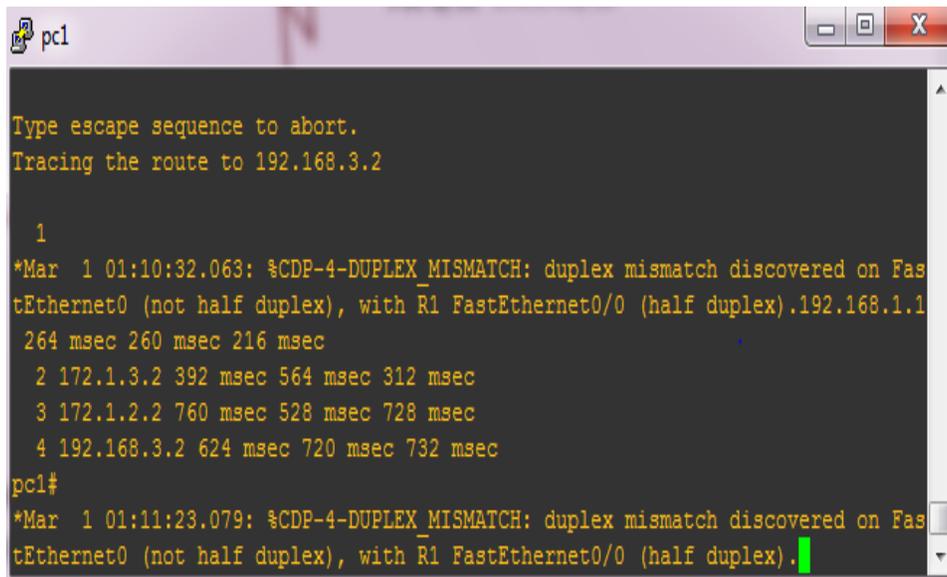
Este experimento se repitió diez veces para obtener el valor promedio del tiempo de convergencia para cada protocolo.

(2)

T.Converg = #PaquetesPerdidos x timeout.

2.5.1 PARA EL PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO OSPF:

Para realizar el experimento fue necesario saber cuál es la ruta que recorrían los paquetes para así provocar la ruptura en un tramo por donde estaban fluyendo y así poder observarlo. Esto se hizo utilizando el comando **traceroute**, como se puede observar en la figura 14, la cual es una de las muestras tomadas.



```
pcl
Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.3.2

 1
 *Mar 1 01:10:32.063: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch discovered on Fas
tEthernet0 (not half duplex), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex).192.168.1.1
 264 msec 260 msec 216 msec
 2 172.1.3.2 392 msec 564 msec 312 msec
 3 172.1.2.2 760 msec 528 msec 728 msec
 4 192.168.3.2 624 msec 720 msec 732 msec
pcl#
 *Mar 1 01:11:23.079: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch discovered on Fas
tEthernet0 (not half duplex), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex).
```

Figura 16. Comando traceroute.

Teniendo en cuenta la ruta que tomo se provoca la ruptura de un enlace. Posteriormente se realiza un ping permanente:

#Ping 192.168.3.2 repeat 20 timeout 2.

Se tuvo como resultado, de 20 paquetes enviados llegaron 11, y se perdieron 9, por tal motivo el tiempo de convergencia es 18 para esta muestra. Observar en la figura 15.

```

Type escape sequence to abort.
Sending 20, 100-byte ICMP Echos to 192.168.3.2, timeout is 2 seconds:
!!!!!!!!!!!!!!.....!!
*Mar  1 00:08:03.279: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex
mismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex
), with R1 FastEthernet0/0 (half duplex) !!
Success rate is 55 percent (11/20) round-trip min/av
g/max = 396/642/1352 ms
pc1#ping 192.168.3.2 repeat 50 timeout 2
  
```

Figura 17. Ping permanente.

Este proceso se repitió nueve veces más y se obtuvo un promedio de: 14 seg.

PROMEDIO DE TIEMPO DE CONVERGENCIA	
MUESTRAS	TIEMP. CONVERGENCIA.(Seg)
1	18
2	12
3	12
4	18
5	10
6	18

7	12
8	12
9	18
10	10
Promedio: 14seg	

Tabla 3. Promedio del tiempo de convergencia para 10 muestras.

Observar grafica en la siguiente figura.

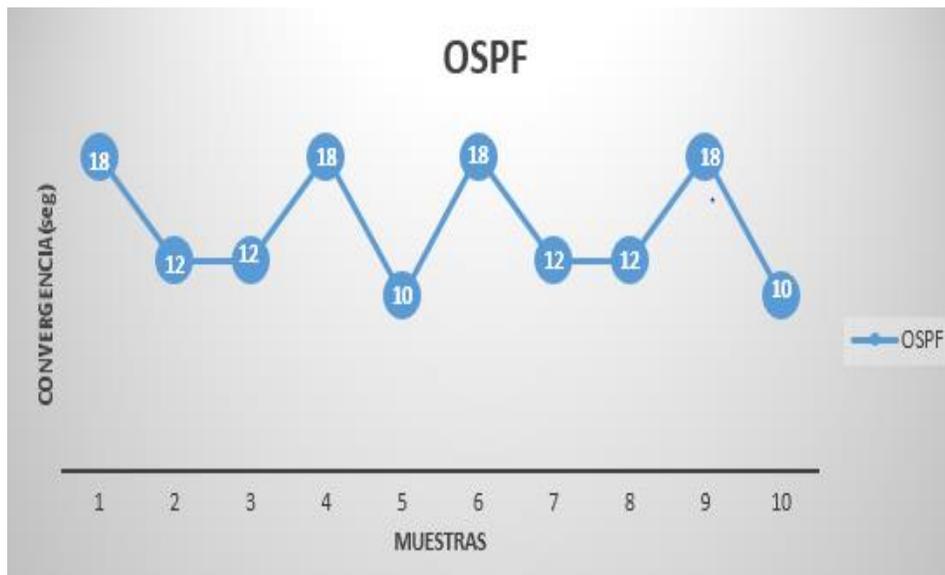


Figura 18. grafica del tiempo de convergencia vs número de muestras.

2.5.2 PARA EL PROTOCOLO DE ENRUTAMIENTO EIGRP:

Para realizar el experimento fue necesario saber cuál es la ruta que recorrían los paquetes para así provocar la ruptura en un tramo por donde estaban fluyendo y así poder observarlo. Esto se hizo utilizando el comando **traceroute**, como lo podemos observar en la figura 17, la cual es una de las muestras tomadas.

```
pc3
ith R3 FastEthernet0/0 (half duplex).!!!!!!!!!!!!
Success rate is 85 percent (17/20), round-trip min/avg
pc3#traceroute 192.168.1.2

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 192.168.1.2

 0 192.168.3.1 196 msec 236 msec 60 msec
 1
 2
*Mar 1 01:19:23.655: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch
ith R3 FastEthernet0/0 (half duplex).172.1.2.1 284 msec
 3 172.1.3.1 308 msec 588 msec 408 msec
 4 192.168.1.2 556 msec 632 msec 404 msec
pc3#
*Mar 1 01:20:18.151: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex mismatch
ith R3 FastEthernet0/0 (half duplex).
```

Figura 19. Comando traceroute.

Teniendo en cuenta la ruta que tomo se provoca la ruptura de un enlace. Posteriormente se realiza un ping permanente:

#Ping 192.168.1.2 repeat 20 timeout 2.

Se tuvo como resultado, de 20 paquetes enviados llegaron 16, y se perdieron 4(capas superiores los recuperan), por tal motivo el tiempo de convergencia es 8 para esta muestra. Observar en la figura 18.

```

pc3
*Mar  1 01:25:06.747: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex m
ismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex),
with R3 FastEthernet0/0 (half duplex).
pc3#
pc3#ping 192.168.1.2 repeat 20 timeout 2

Type escape sequence to abort.
Sending 20, 100-byte ICMP Echos to 192.168.1.2, timeou
t is 2 seconds:
..!!!!!!.....!!!!!!
Success rate is 80 percent (16/20), round-trip min/avg
/max = 264/469/1604 ms
pc3#
*Mar  1 01:26:10.355: %CDP-4-DUPLEX_MISMATCH: duplex m
ismatch discovered on FastEthernet0 (not half duplex),
with R3 FastEthernet0/0 (half duplex).

```

Figura 20. Ping permanente.

Este proceso se repitió nueve veces más y se obtuvo un promedio de: 12 seg.

PROMEDIO DE TIEMPO DE CONVERGENCIA	
MUESTRAS	TIEMP. CONVERGENCIA.(Seg)
1	8
2	16
3	8
4	16
5	12
6	12
7	16
8	8

9	8
10	16
Promedio: 12seg	

Tabla 4. Promedio del tiempo de convergencia para 10 muestras.

Observar grafica en la siguiente figura.



Figura 21. Tiempo convergencia vs número de muestra.

De los resultados obtenidos se dedujo que el protocolo EIGRP converge más rápido que el OSPF, debido a que tiene menor tiempo de convergencia. Ver en la figura 20.



Figura 22. OSPF vs EIGRP.

RESULTADOS

- Se logró seleccionar una topología adecuada, que permite recuperarse ante caídas de enlaces.
- A través del simulador GNS3 se logró la configuración de cada elemento activo, para establecer conexión entre las redes de los sucursales.
- Se comprobó que el protocolo de enrutamiento EIGRP converge más rápido que OSPF ante la caída de un enlace, por tanto es el recomendado.

CONCLUSIONES

- Se hizo una revisión de antecedentes de características y ventajas del protocolo ATM, para tener un mejor manejo del tema.
- Se realizó el diseño de la red WAN que enlazo cuatro redes LAN situadas en ciudades distintas, para lograr la interconexión entre ellas.
- Se realizó la selección del diseño topológico en anillo, porque este maneja enlaces redundantes en el proveedor, logrando con esto encontrar rutas alternativas en el momento de la ruptura de un enlace, logrando la interconexión permanente, en comparación con el de estrella que no posee esta característica.
- Se realizó la simulación del diseño topológico de la red WAN empleando los protocolos de enrutamiento OSPF y EIGRP, se obtuvo menor tiempo de convergencia utilizando EIGRP.

RECOMENDACIONES

- Profundizar en parámetros de configuración avanzada para los protocolos de enrutamiento EIGRP y OSPF, para obtener una mejor respuesta de tiempo.
- Realizar comparaciones con otros protocolos de enrutamiento, para comparar rendimientos.
- El uso de otros simuladores para comparar los resultados obtenidos en este trabajo.
- Se propone al proveedor que adquiera tecnologías de protocolos más avanzados como MPLS para que sean usadas en las sucursales.

BIBLIOGRAFÍA

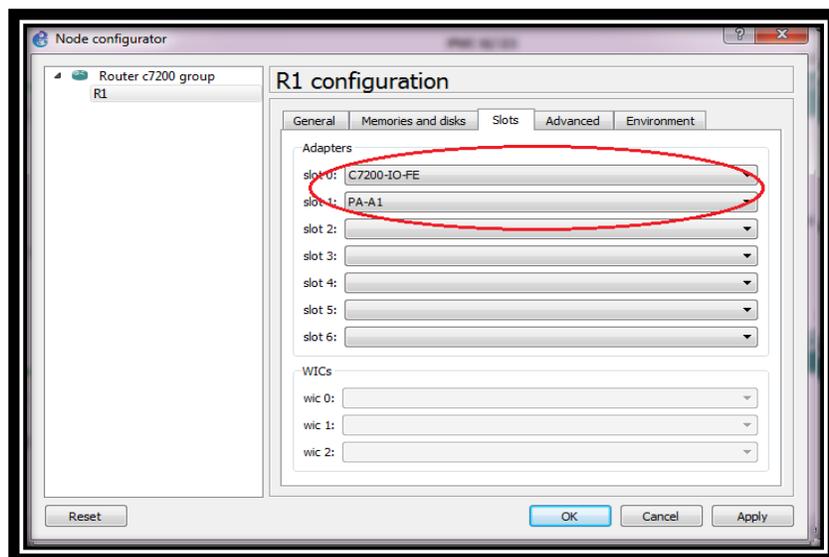
- [1] M. E. Zorrilla Pantaleón, «Redes de Datos y Conectividad,» 2003.
- [2] J. Postel, «REDES DE COMUNICACIONES,» Mexico., 2009.
- [3] M. Freire Medina, R. Muñoz Jaramillo y J. Rivero Guevara, «Simulador de Protocolos de Comunicaciones.,» GUAYAQUIL-ECUADOR, 2009.
- [4] C. «Capitulo 1. Introducción a las Redes WAN».
- [5] ROUTER TELDAT, 2005.
- [6] F. Plancharte, «ESTUDIO DE LOS PROTOCOLOS DE ENRUTAMIENTO DE INTERNET Y SU UTILIZACIÓN EN LA ARQUITECTURA DE RED MPLS,» 2004.
- [7] R. Garcia, «Enrutamiento,» http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/protocolos-de-interconexion-de-redes/practicas-1/PIR-Practica2_Switching.pdf, 2015.
- [8] A. Estrada, «protocolos,» Mexico, 2009.
- [9] A. S. TANENBAUM, REDES DE COMPUTADORAS., Mexico: Cámara Nacional de la Industria, 2003.

ANEXOS

CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS PARA SIMULAR EN GNS3 LA RED WAN.

ANEXO A: Configuración de los ROUTERS. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).

- La configuración física que se le realizó a los router fue la misma para todos, como se observa en la siguiente figura 16.



23. Configuración del puerto ATM.

Figura

- Configuración lógica.
 - Utilizando el protocolo de enrutamiento OSPF

- ✓ Configuración del Router de la sucursal en la Cen.

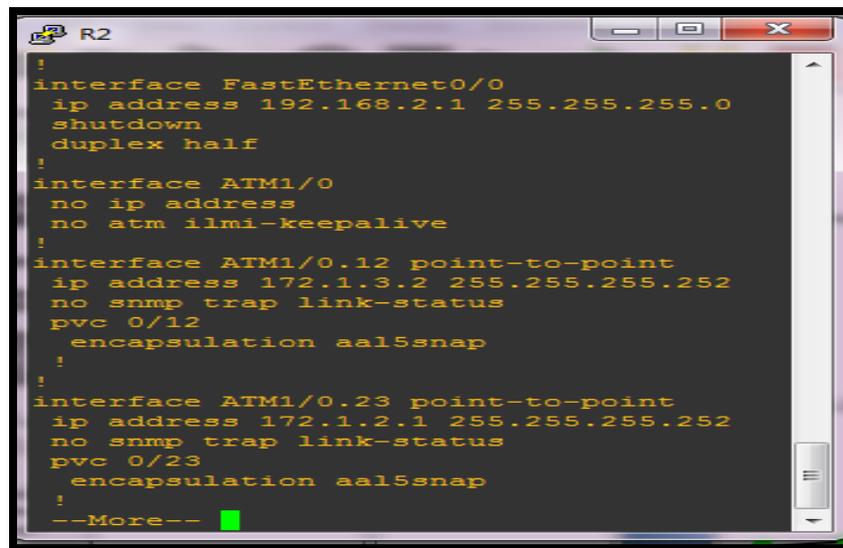
```
R1
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 duplex half
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.12 point-to-point
 ip address 172.1.3.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/12
 encapsulation aal5snap
!
interface ATM1/0.41 point-to-point
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/41
 encapsulation aal5snap
!
--More-- █
```

Figura 24. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.

```
R1
!
router ospf 1
 log-adjacency-changes
 network 172.1.1.0 0.0.0.3 area 0
 network 172.1.3.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 0
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
--More-- █
```

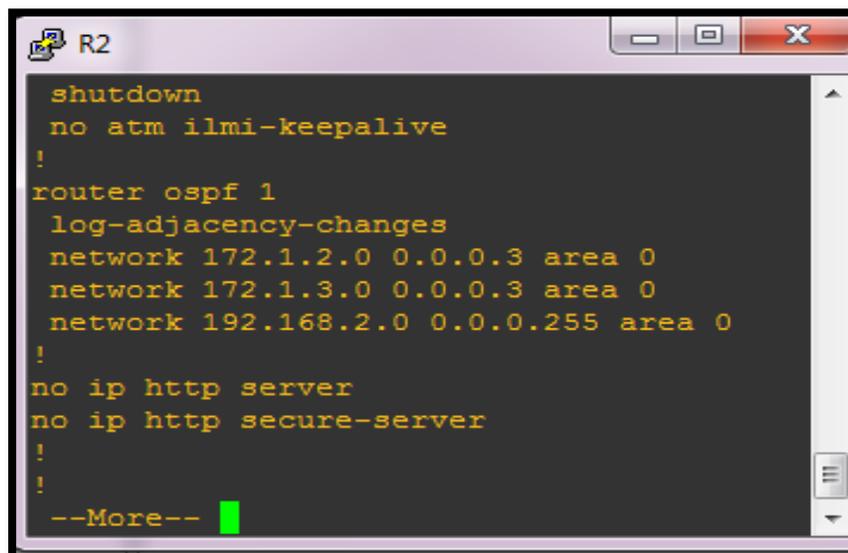
Figura 25. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.

✓ Configuración del Router de la sucursal en Pasa Caballo.



```
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 shutdown
 duplex half
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.12 point-to-point
 ip address 172.1.3.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/12
 encapsulation aal5snap
!
interface ATM1/0.23 point-to-point
 ip address 172.1.2.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/23
 encapsulation aal5snap
!
--More--
```

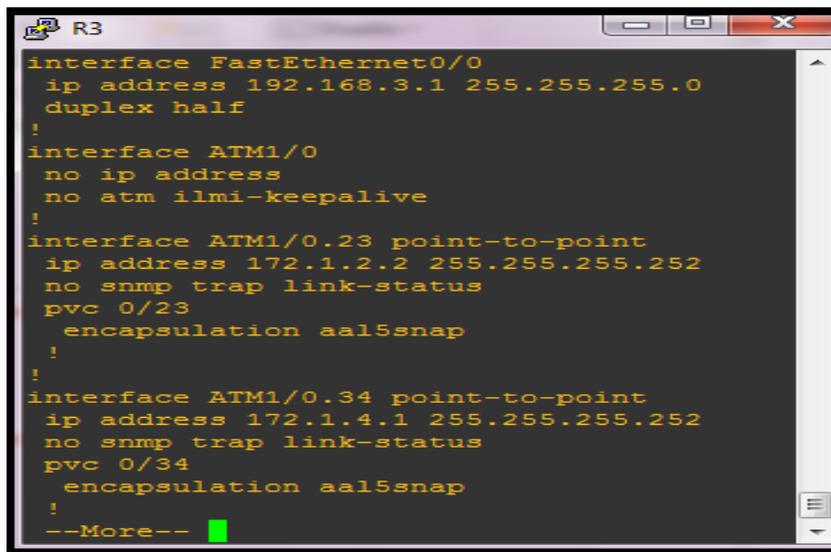
Figura 26. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.



```
shutdown
 no atm ilmi-keepalive
!
router ospf 1
 log-adjacency-changes
 network 172.1.2.0 0.0.0.3 area 0
 network 172.1.3.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.2.0 0.0.0.255 area 0
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
--More--
```

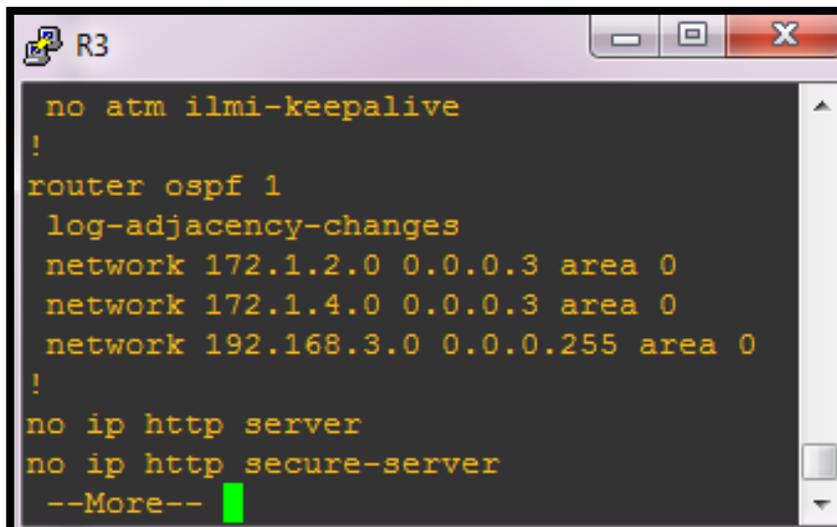
Figura 27. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.

✓ Configuración del Router de la sucursal en Rancho Luna.



```
R3
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 duplex half
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.23 point-to-point
 ip address 172.1.2.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/23
 encapsulation aal5snap
!
!
interface ATM1/0.34 point-to-point
 ip address 172.1.4.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/34
 encapsulation aal5snap
!
--More--
```

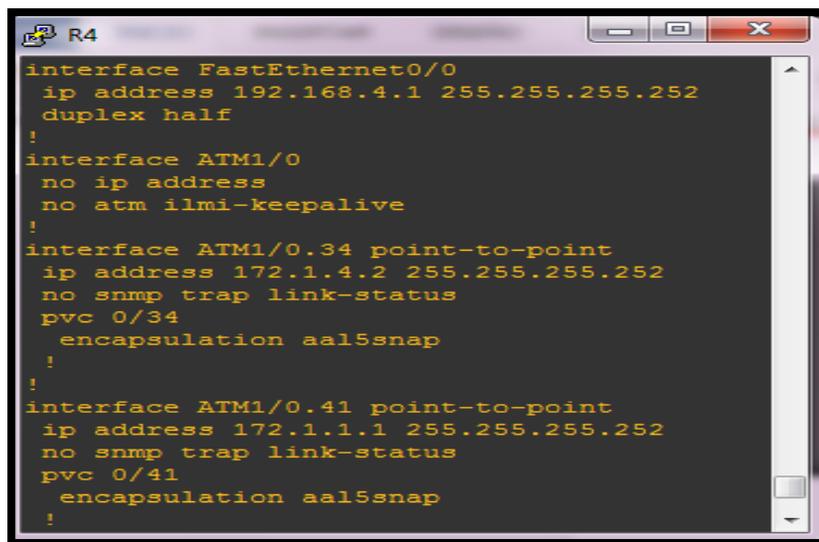
Figura 28. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.



```
R3
 no atm ilmi-keepalive
!
router ospf 1
 log-adjacency-changes
 network 172.1.2.0 0.0.0.3 area 0
 network 172.1.4.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.3.0 0.0.0.255 area 0
!
no ip http server
no ip http secure-server
--More--
```

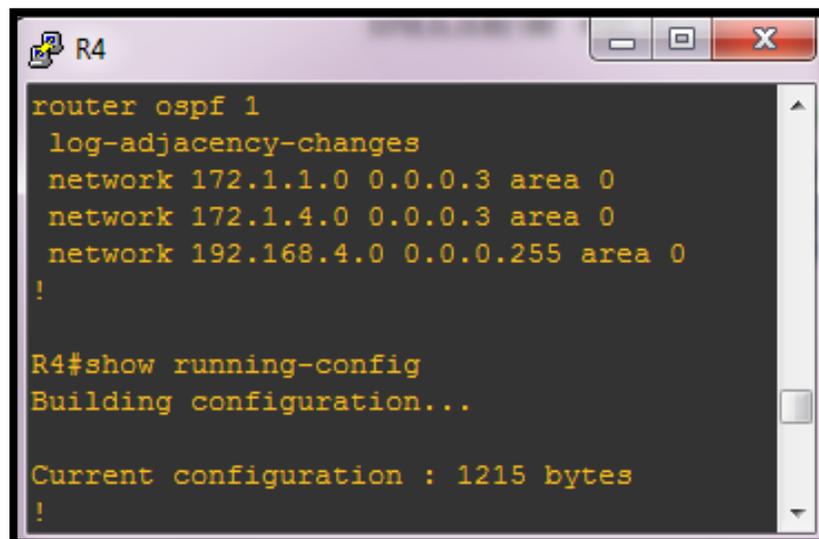
Figura 29. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.

✓ Configuración del Router de la sucursal en Caonao.



```
R4
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.252
 duplex half
 !
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
 !
interface ATM1/0.34 point-to-point
 ip address 172.1.4.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/34
 encapsulation aal5snap
 !
interface ATM1/0.41 point-to-point
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/41
 encapsulation aal5snap
 !
```

Figura 30. Configuración de la interfaces FastEthernet y ATM.



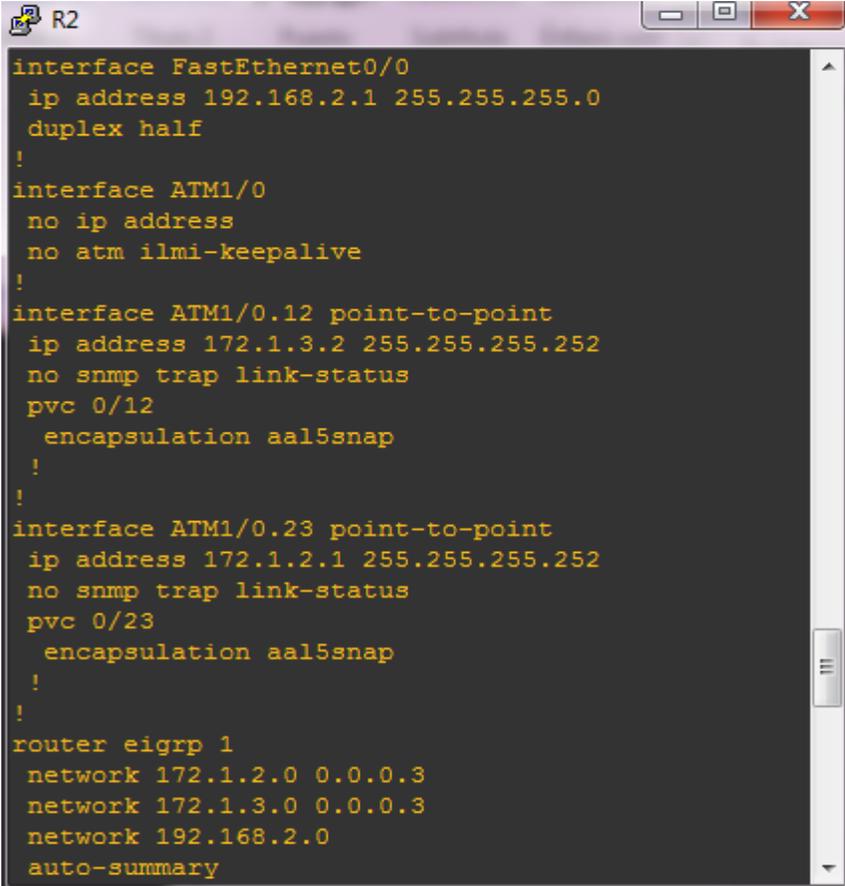
```
R4
router ospf 1
 log-adjacency-changes
 network 172.1.1.0 0.0.0.3 area 0
 network 172.1.4.0 0.0.0.3 area 0
 network 192.168.4.0 0.0.0.255 area 0
 !

R4#show running-config
Building configuration...

Current configuration : 1215 bytes
 !
```

Figura 31. Configuración del protocolo de enrutamiento OSPF.

- **Utilizando el protocolo de enrutamiento EIGRP**
 - ✓ Configuración del Router de la sucursal en Pasa Caballo.



```
R2
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
 duplex half
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.12 point-to-point
 ip address 172.1.3.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/12
 encapsulation aal5snap
!
!
interface ATM1/0.23 point-to-point
 ip address 172.1.2.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/23
 encapsulation aal5snap
!
!
router eigrp 1
 network 172.1.2.0 0.0.0.3
 network 172.1.3.0 0.0.0.3
 network 192.168.2.0
 auto-summary
```

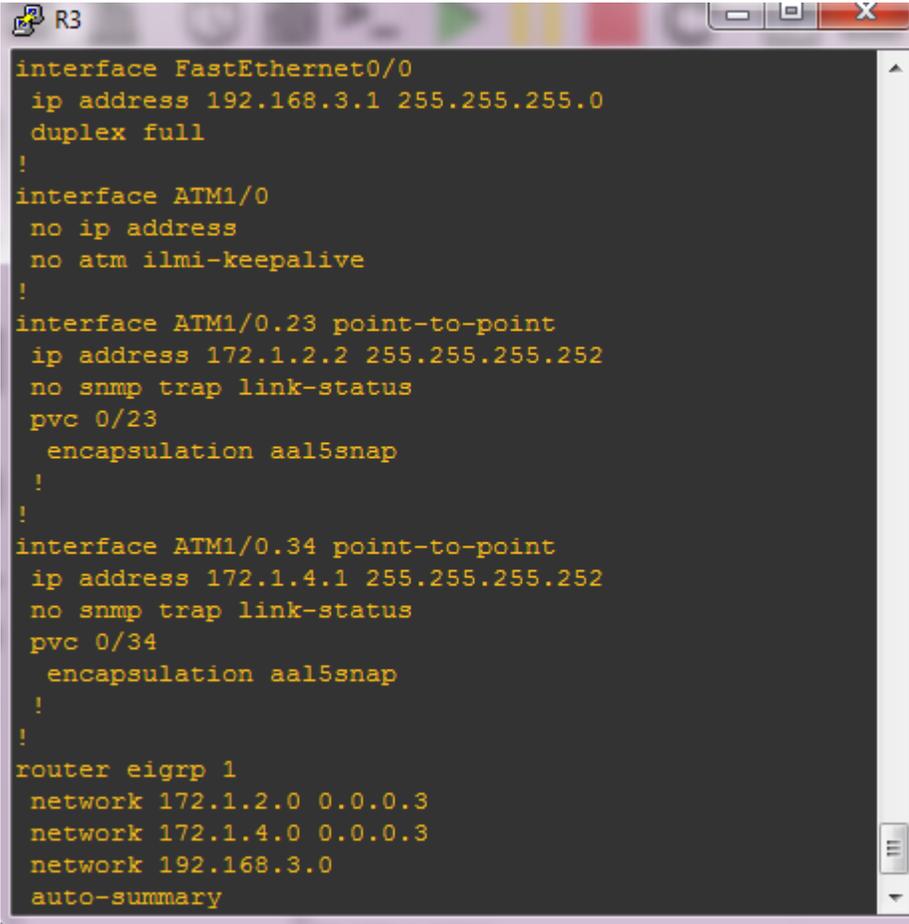
Figura 32. Configuración del router.

- ✓ Configuración del Router de la sucursal en la Cen.

```
R1
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 duplex full
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.12 point-to-point
 ip address 172.1.3.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/12
 encapsulation aal5snap
!
!
interface ATM1/0.41 point-to-point
 ip address 172.1.1.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/41
 encapsulation aal5snap
!
!
router eigrp 1
 network 172.1.1.0 0.0.0.3
 network 172.1.3.0 0.0.0.3
 network 192.168.1.0
```

Figura 33. Configuración del router

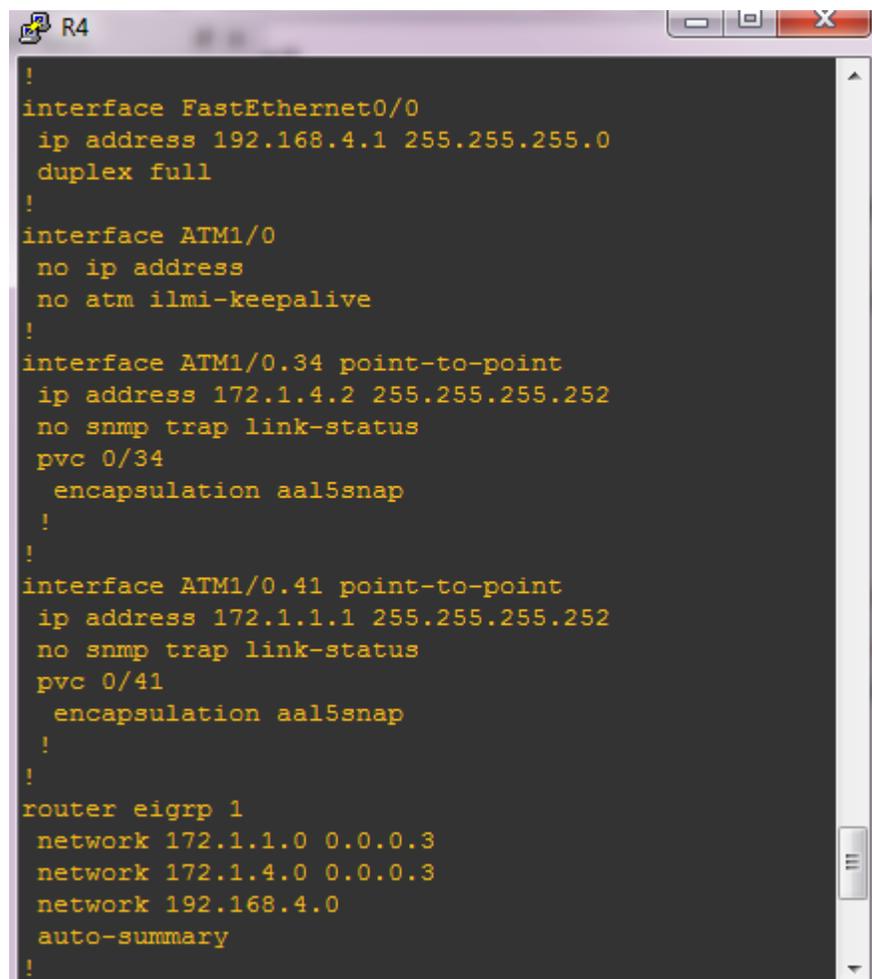
- ✓ Configuración del Router de la sucursal en Rancho Luna.



```
R3
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
 duplex full
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.23 point-to-point
 ip address 172.1.2.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/23
  encapsulation aal5snap
!
interface ATM1/0.34 point-to-point
 ip address 172.1.4.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/34
  encapsulation aal5snap
!
router eigrp 1
 network 172.1.2.0 0.0.0.3
 network 172.1.4.0 0.0.0.3
 network 192.168.3.0
 auto-summary
```

Figura 34. Configuración del router de rancho luna.

- ✓ Configuración del Router de la sucursal en Caonao.

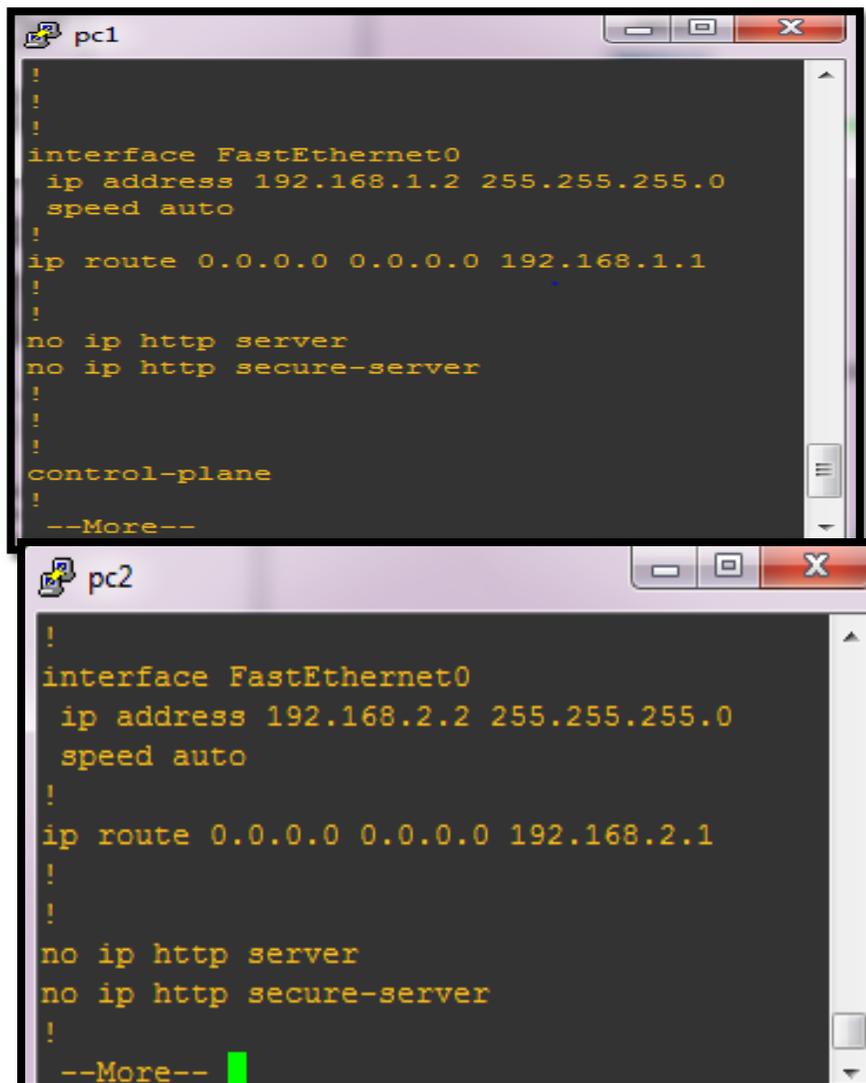


```
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
 duplex full
!
interface ATM1/0
 no ip address
 no atm ilmi-keepalive
!
interface ATM1/0.34 point-to-point
 ip address 172.1.4.2 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/34
  encapsulation aal5snap
!
interface ATM1/0.41 point-to-point
 ip address 172.1.1.1 255.255.255.252
 no snmp trap link-status
 pvc 0/41
  encapsulation aal5snap
!
router eigrp 1
 network 172.1.1.0 0.0.0.3
 network 172.1.4.0 0.0.0.3
 network 192.168.4.0
 auto-summary
!
```

Figura 35. Configuración del router.

ANEXO B: Configuración de los PCs o CLOUD. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).

- CLOUD de la sucursal en la localidad de La Cen.



```
pc1
!
!
interface FastEthernet0
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
 speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.1.1
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
control-plane
!
--More--

pc2
!
interface FastEthernet0
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
 speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.2.1
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
--More--
```

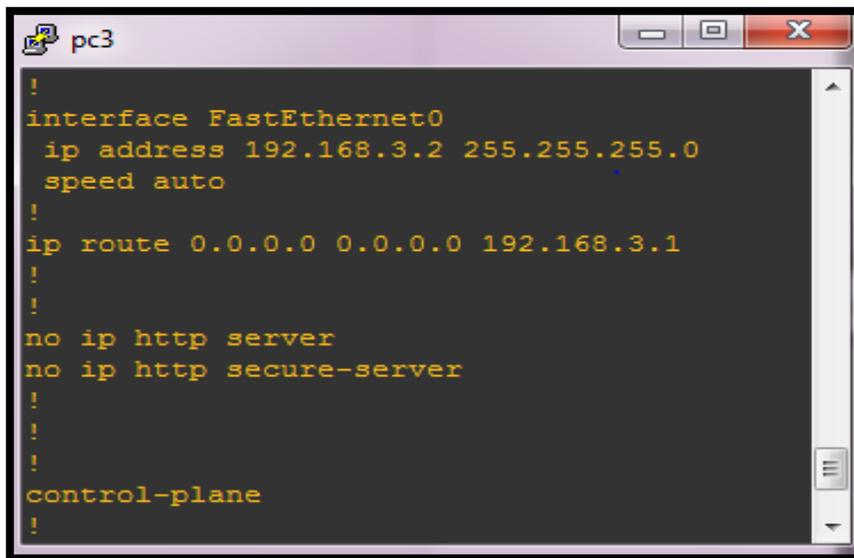
Figura 36.
Configuración del
cloud.

- CLOUD
de la sucursal
de la localidad

de Pasa Caballo.

Figura 37. Configuración del cloud.

- CLOUD de la sucursal de la localidad de Rancho Luna.



```
!
interface FastEthernet0
 ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
 speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.3.1
!!
no ip http server
no ip http secure-server
!
!
!
control-plane
!
```

Figura 38. Configuración del cloud.

- CLOUD de la sucursal de la localidad de Caonao.

```
pc4
!
!
interface FastEthernet0
 ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
 speed auto
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.4.1
!
!
no ip http server
no ip http secure-server
--More--
*Mar  1 02:06:13.723: %CDP-4-DUPLEX_MISMA
TCH: duplex mismatch discovered on FastEt
```

Figura 39. Configuración del cloud.

ANEXO C: Configuración de los SWITCHES ATM. De las cuatro sucursales (La Cen, Pasa Caballo, Rancho L una y Caonao).

- Configuración del swich ATM, de la sucursal en la Cen.

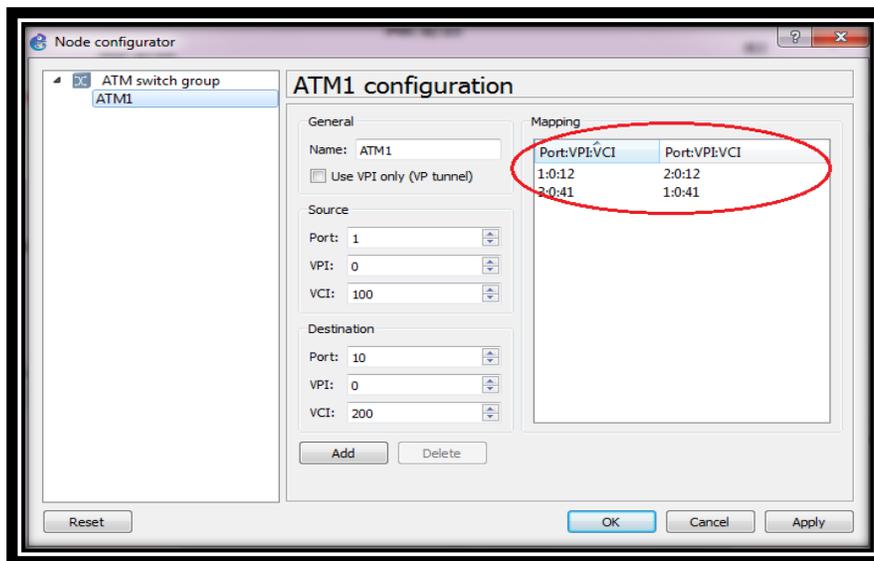


Figura 40. Configuración de los puertos del switch.

- Configuración del switch ATM, de la sucursal en Pasa Caballo.

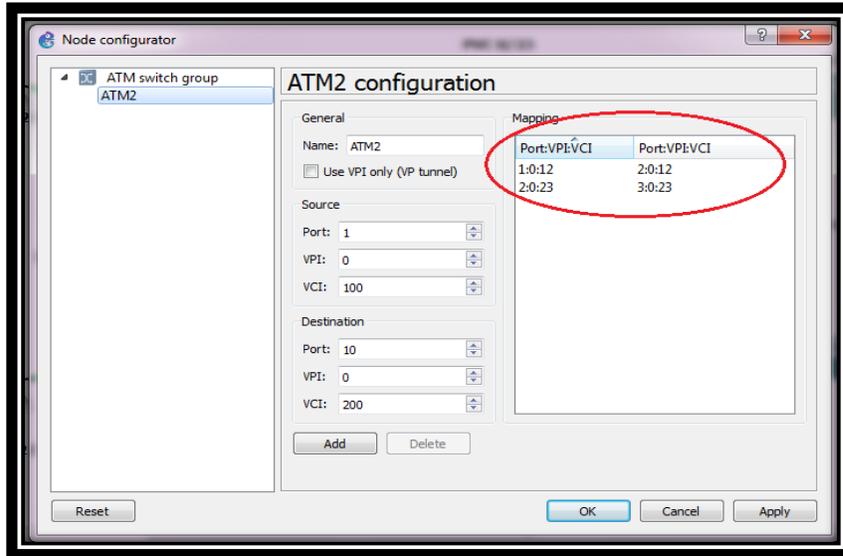


Figura 41. Configuración de los puertos del switch.

- Configuración del switch ATM, de la sucursal en Rancho Luna.

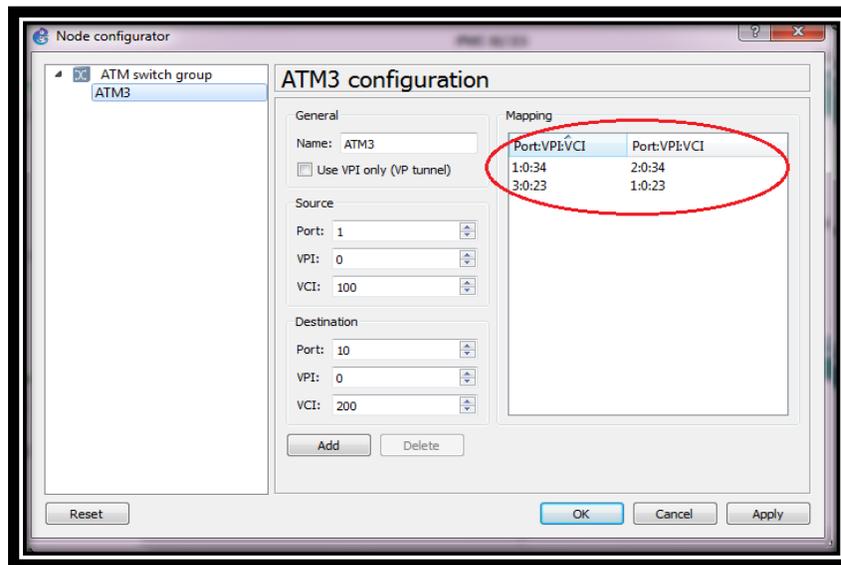


Figura 42. Configuración de los puertos del switch.

- Configuración del switch ATM, de la sucursal en Caonao.

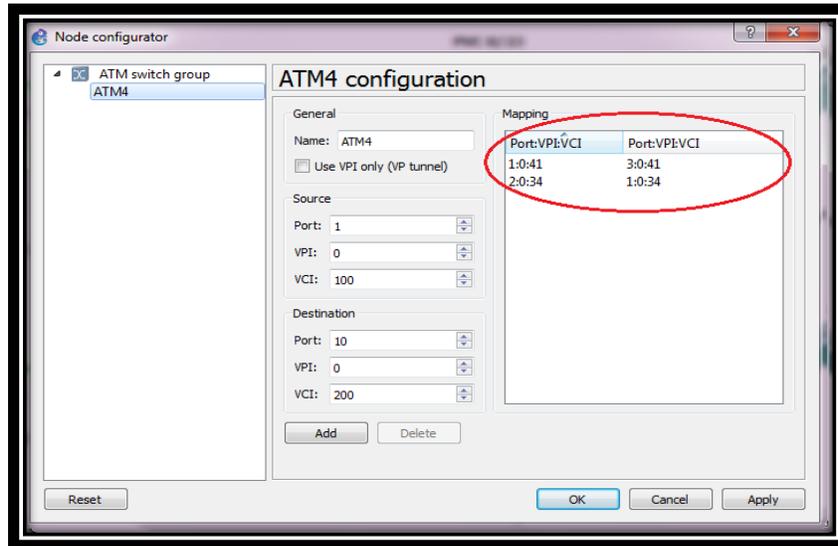


Figura 43. Configuración de los puertos del switch.

