



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LOS ENLACES  
WAN DE CADIVI PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES**

Presentado por:

**Hernández Ochoa, Angel Oswaldo**

Para optar al título de:

**Especialista en Ingeniería de Telecomunicaciones**

Asesor:

**Narváez, Mayra**

Caracas, diciembre de 2014

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LOS ENLACES  
WAN DE CADIVI PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES**

Presentado por:

**Hernández Ochoa, Angel Oswaldo**

Para optar al título de:

**Especialista en Ingeniería de Telecomunicaciones**

Asesor:

**Narváez, Mayra**

Caracas, diciembre de 2014

## **CARTA DE ACEPTACIÓN DEL ASESOR**

Por la presente hago constar que he leído el Trabajo Especial de Grado, presentado por el ciudadano Angel Oswaldo Hernández Ochoa, para optar al grado de Especialista en Ingeniería de Telecomunicaciones, cuyo título es “Implementación de Calidad de Servicio (QoS) en los enlaces WAN de CADIVI para optimizar los sistemas de comunicaciones” y manifiesto que cumple con los requisitos exigidos por la Dirección General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello: y que, por tanto, lo considero apto para ser evaluado por el jurado que se decida designar a tal fin.

En la ciudad de Caracas, a los 16 días del mes de diciembre de 2014.

---

Mayra Narváez

C.I.: 4.688.671



Caracas, 16 de diciembre de 2014

Sres.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO**

Especialización en Ingeniería de Telecomunicaciones

Caracas

Tengo el agrado de dirigirme a ustedes en la oportunidad de extenderles un cordial saludo y a su vez informarles que hemos autorizado mediante la presente carta de aceptación, al Ingeniero de Sistemas, Angel Oswaldo Hernández Ochoa: C.I.: 18.324.263, quien labora en ésta organización, en el área de Redes y Telecomunicaciones, a la realización del Trabajo Especial de Grado “IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LOS ENLACES WAN DE CADIVI PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES”, como requisito para optar al título de Especialista en Ingeniería de Telecomunicaciones, exigidos por la Dirección General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello.

Sin más a que hacer referencia, atentamente.

---

**Julio Villasmil**

Vicepresidente de Tecnología de la Información

*Valores Institucionales: Compromiso, Sentido de Pertenencia (Identidad), Ética (Profesionalidad y Honradez),*

*Eficiencia, Transparencia, Participación y Solidaridad*

## LISTA DE ACRONIMOS Y SIGLAS

**ADSL:** *Asymmetric Digital Subscriber Loop.* Bucle digital asimétrico de usuario.

**ANSI:** *American National Standards Institute.*

**ARP:** *Address Resolution Protocol.*

**ATM:** *Asynchronous Transfer Mode.* Modo asíncrono de transferencia.

**CADIVI:** Comisión de Administración de Divisas.

**CANTV:** Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela.

**CSU/DSU:** *Channel Service Unit/Data Service Unit.*

**FR:** *Frame Relay.*

**IOS:** *Internetwork Operating System.*

**KBPS:** kilobits por segundo.

**LAN:** *Local Area Network.*

**MAN:** *Metropolitan Area Network.*

**MBPS:** Megabits por segundo.

**MEN:** *Metro Ethernet Network.*

**P2P:** *Peer to Peer.*

**QoS:** *Quality of Service. Calidad de Servicio.*

**RDSI:** Red Digital de Servicios Integrados.

**RTC:** Red Telefónica Conmutada.

**SHDSL:** *Single pair High speed Digital Subscriber Line.*

**UIT:** Unión Internacional de Telecomunicaciones.

**WAN:** *Wide Area Network.* Red de Área Extensa.

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO  
VICERRECTORADO ACADÉMICO  
ESTUDIOS DE POSTGRADO  
ÁREA DE INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LOS ENLACES WAN  
DE CADIVI PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES

Autor: Hernández Ochoa, Angel Oswaldo

Asesor: Narváez, Mayra

AÑO: 2014

**RESUMEN**

La investigación sobre “IMPLEMENTACIÓN DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN LOS ENLACES WAN DE CADIVI PARA OPTIMIZAR LOS SISTEMAS DE COMUNICACIONES”, tiene como objetivo general determinar la influencia de las políticas de calidad de servicio en los problemas de congestión de enlaces de datos de la organización CADIVI. La congestión en los enlaces de datos hacia diferentes sucursales es muy común, ya que en sus aplicaciones se consumen todo el ancho de banda disponible, por lo cual hay que evaluar métodos de análisis de políticas de calidad de servicio con el objetivo de controlar el ancho de banda y optimizar la transmisión de datos. Con esta investigación de tipo aplicada se plantea implementar una solución a los problemas mencionados, para garantizar a los usuarios los procesos transaccionales en base a la política cambiaria, aplicando QoS (calidad de servicio) en los dispositivos que interconectan las dieciocho (18) localidades que conforman la red WAN de la organización. Lo cual produjo como resultado un consumo eficiente del canal de comunicación y aumento en la productividad de los trabajadores, ya que se controla el tráfico de extremo a extremo evitando la pérdida de información y fortaleciendo la plataforma tecnológica y los sistemas de otorgamiento de divisas.

**Palabras Clave:** calidad de servicio (QoS), congestión, ancho de banda, *Frame Relay, Metro Ethernet. Routers*

**Línea de Trabajo:** Redes y Telecomunicaciones.

# INDICE GENERAL

<b>ACEPTACIÓN DEL ASESOR</b>	iii
<b>ACEPTACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN</b>	iv
<b>LISTA DE ACRONIMOS O SIGLAS</b>	v
<b>RESUMEN</b>	vi
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	vii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema	4
1.1.1 Formulación del Problema	6
1.1.2 Sistematización del Problema	6
1.2 Objetivos de la Investigación	6
1.2.1 Objetivo General	7
1.2.2 Objetivos Específicos	7
1.3 Justificación de la Investigación	8
1.4 Alcances y Limitaciones de la Investigación	8
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación	10
2.2 Fundamentos Teóricos	14
2.2.1 Redes de Computadoras	14
2.2.2 Protocolos de Redes	23
2.2.3 <i>Frame Relay</i>	24
2.2.4 <i>Metro Ethernet</i>	31
2.2.5 QoS	42
2.2.6 Bases Legales	45
2.2.7 Definición de Términos	46
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Consideraciones Generales	49

3.2 Tipo de Investigación	50
3.3 Diseño de Investigación	50
3.4 Unidad de Análisis	51
3.5 Población y Muestra	52
3.6 Técnicas de Recolección de Datos	52
3.7 Fases de la Investigación	53
3.8 Procedimientos por Objetivos	55
3.9 Operacionalización de los Objetivos	57
3.10 Aspectos Éticos	59
3.11 Cronograma	59
3.12 Recursos	59
<b>CAPÍTULO IV: MARCO ORGANIZACIONAL</b>	
4.1 Antecedentes de la Organización	61
4.2 Misión de la Organización	62
4.3 Visión de la Organización	62
4.4 Valores Institucionales	62
4.5 Organigrama de la Organización	62
4.6 Coordinación de Redes y Telecomunicaciones	63
<b>CAPÍTULO V: DESARROLLO</b>	
5.1 Diagnóstico de la Situación Actual	67
5.2 Formulación de Alternativas	69
5.2.1 Primera Alternativa	69
5.2.2 Segunda Alternativa	70
5.2.3 Tercera Alternativa	72
5.3 Tabla comparativa de las alternativas a implementar	73
5.4 Requerimientos para implementar QoS	75
5.5 Fases de desarrollo para implementar la calidad de servicio QoS	76
5.5.1 Definición del Proyecto	76
5.5.2 Análisis de los Requerimientos	77
<b>CAPÍTULO VI: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	
6.1 Análisis de los Datos	78

6.2 Implementación	78
6.3 Prueba de la configuración técnica	80
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
7.1 Conclusiones	90
7.2 Recomendaciones	91
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	92
<b>ANEXOS</b>	94
<b>APÉNDICES</b>	97

## INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Dos redes de difusión. (a) Bus. (b) Anillo.	15
2. Topología de Anillo.	17
3. Topología de Bus.	17
4. Topología de árbol.	18
5. Topología de estrella.	19
6. Arquitectura de la Red de Área Metropolitana.	20
7. Relación entre las hosts y la subred.	20
8. Enlace FR.	25
9. Dispositivos FR.	26
10. Trama FR.	29
11. Atributos de Servicios LAN.	32
12. Red <i>Metro Ethernet</i> .	32
13. Modelo básico de la Red Ethernet.	33
14. Red <i>Metro Ethernet</i> (MEN).	34
15. Capas del modelo <i>Metro Ethernet</i> .	35
16. Servicio E-Line.	36
17. Servicio E-LAN.	37
18. Beneficios <i>Metro Ethernet</i> .	41
19. Estructura Organizativa de CADIVI.	63
20. Diagrama de Red WAN de CADIVI.	68
21. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Barquisimeto.	80
22. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Ciudad Guayana.	81
23. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Guamache.	81
24. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Guanta.	82
25. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de La Chinita.	82
26. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de La Guaira.	83
27. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Las Piedras.	83

28. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Maiquetía.	84
29. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Maracaibo.	84
30. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Mérida.	85
31. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Paraguachón.	85
32. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Puerto Cabello.	86
33. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de San Antonio.	86
34. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de Santa Elena.	87
35. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de UAU_Maracaibo.	87
36. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> en la localidad de UAU_Valencia.	88
37. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Ureña.	88
38. Tráfico de la interfaz del <i>Router</i> de la localidad de Valencia.	89

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Pág.</b>
1. Operacionalización de los Objetivos.	58
2. Recursos Utilizados en el Proyecto.	60
3. Alternativas de modelos para Calidad de Servicio (QoS).	74
4. Localidades pertenecientes a la organización.	77

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación es importante ya que existen dieciocho (18) localidades de la organización CADIVI que se encuentran distribuidas a nivel nacional que presentan problemas de congestión en los enlaces de datos WAN hacia la sede principal, con un consumo de 80% del enlace debido a la limitación de ancho de banda y la alta demanda del mismo por las aplicaciones web, voz y video.

Los enlaces que poseen actualmente son con las tecnologías *Frame Relay* que ofrecen velocidades de transmisión de 256 Kbps y 512 Kbps y *Metro Ethernet* que ofrecen una velocidad de transmisión de 1 Mbps.

A continuación, se detallan brevemente el contenido de cada capítulo según la estructura de esta investigación:

EL CAPÍTULO I EL PROBLEMA contiene:

El análisis del problema que se presenta muy a menudo en los enlaces de datos de diversas organizaciones y de cómo esto afecta a su negocio y a sus procesos diarios. Además se expone la formulación del problema y las interrogantes que construirán los objetivos que persigue la investigación, con el fin de cumplir el objetivo principal enmarcado en los alcances y limitaciones presentes en el desarrollo de la investigación.

EL CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO contiene:

Los antecedentes de investigaciones relacionadas con el trabajo de investigación, las cuales aportan conocimientos y recomendaciones para la consecución del objetivo general. Además de los fundamentos teóricos en los cuales se forja el trabajo de investigación, las bases legales que la enmarcan y la definición de términos que permiten al lector un mejor entendimiento sobre conceptos que se desarrollan en la investigación.

EL CAPÍTULO III METODOLOGÍA contiene:

Descripción del tipo de investigación en el cual se ubica el estudio, el diseño donde se expone la estrategia o plan general que determina las operaciones generales de la investigación, la unidad de análisis, población y muestra en la cual se enfoca el proyecto de investigación, las técnicas de recolección de datos utilizadas y las fases de la investigación.

Adicionalmente se exponen las actividades de cada objetivo específico que persigue la investigación, además del cronograma de ejecución de actividades y recursos utilizados en el proyecto de investigación.

EL CAPÍTULO IV ORGANIZACIÓN contiene:

La organización y su origen, misión y visión, breve reseña histórica, valores institucionales y funciones del departamento en el cual se basará el proyecto de investigación.

EL CAPÍTULO V DESARROLLO contiene:

El diagnóstico de la situación para luego formular las alternativas que cumplen con la aplicación de calidad de servicio QoS y poder comenzar a desarrollar las fases del proyecto.

EL CAPÍTULO VI ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS contiene:

La identificación de los requerimientos de la Organización para poder proceder con la implementación de las mejores prácticas en materia de calidad de servicio QoS en los enlaces de comunicaciones, cumpliendo con los estándares de seguridad. También se muestran las gráficas del comportamiento del tráfico obtenidas del aplicativo de monitoreo de la Organización.

EL CAPÍTULO VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES contiene:

Las resoluciones obtenidas de los objetivos del proyecto de investigación y así mismo las recomendaciones acerca de la ejecución del proyecto.

Finalmente se presentan las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración de este proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

En el siguiente capítulo se relata la problemática global y particular que se presenta actualmente en los enlaces de datos a nivel corporativo. Así como también las diversas interrogantes que surgen con el fin de ofrecer una solución al problema y definen el objetivo de la presente investigación.

### 1.1 Planteamiento del Problema

Durante los últimos años el acceso a Internet cada vez se está haciendo más demandado, es decir, más empresas, personas y entidades buscan la manera más eficiente de acceder a esta gran herramienta tanto de trabajo e investigación, así como para entretenimiento. A nivel mundial y latinoamericano el acceso a la gran red se ha convertido en una gran competencia ya que quien mayor ancho de banda tiene, mayor información puede obtener en menor tiempo. Claro está que en países más desarrollados el acceso a Internet es mucho más eficiente y a menor costo, debido a que los enlaces de datos de los proveedores de servicios en otros países son por lo general de fibra óptica.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT (2011) basada en un estudio estadístico, sostiene en su sitio web que en la actualidad se puede notar a nivel de Latinoamérica, que el acceso a la gran red de la información ha tenido un desarrollo más pausado, lo cual ha llevado a un crecimiento pobre, lento y cuyos costos han sido elevados lo cual genera un gran problema para países como Venezuela donde el desarrollo de tecnologías es mínimo por no decir nulo. En Venezuela, el acceso a Internet, hace varios años atrás era muy limitado, costoso y con un nivel muy bajo de eficiencia, pero en los últimos años se han incrementado las posibilidades de acceder a este recurso que ya por si solo se ha convertido en un recurso invaluable. Adicionalmente las empresas han empezado

a utilizar recursos informáticos a nivel empresarial sobre todo en entidades que poseen varias sucursales, lo que implica no sólo acceso a Internet sino también acceder a los servicios de transmisión de datos ofertados por diferentes proveedores de servicios de comunicaciones y redes con enlaces de datos de diversas tecnologías, unas no muy eficientes y otras no muy confiables.

Según Antonetti (2012), expone en su sitio web un estudio estadístico donde explica que todo este crecimiento paulatino de demanda de servicios en organizaciones ha generado la necesidad de contratar más ancho de banda, ya que ciertos servicios sobre todo los de tiempo real necesitan una transmisión rápida, fiable y totalmente segura. Sin embargo los enlaces de datos no son de calidad por lo que se genera un problema para las empresas del país, ya que esto genera pérdidas tanto de tiempo, dinero y recursos. Por esta razón se vuelve una necesidad contar con enlaces de datos que aseguren estas características de transmisión y mejorar la calidad de estos servicios ayudando a la privacidad y seguridad de los datos que se transmiten.

Dentro de la organización CADIVI se encuentran dieciocho (18) enlaces hacia las localidades a nivel nacional, los cuales actualmente se encuentran congestionados a un 80% por el alto consumo que derivan las aplicaciones y servicios que se ofrecen desde la sede principal. Esto origina retrasos en los tiempos de respuesta en los trámites y transacciones de la organización, tales como: verificaciones de mercancía, aprobaciones de importaciones y autorizaciones de divisas.

Por lo antes expuesto, es de vital importancia ejecutar acciones con el fin de contrarrestar la congestión en el tráfico de los enlaces de comunicaciones en la organización CADIVI y así proporcionar una alta disponibilidad de los servicios. Es así como surge la presente investigación con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta:

### **1.1.1 Formulación del Problema**

¿Qué incidencia tendrán las políticas de calidad de servicio en la optimización de los enlaces de comunicaciones de la red WAN en la organización CADIVI?

### **1.1.2 Sistematización del Problema**

¿Qué clase de topología de red utiliza CADIVI en los enlaces de la red WAN?

¿Cuáles políticas de calidad de servicio pueden ser aplicadas en los enlaces de comunicación de la red WAN de CADIVI?

¿Cuáles son los problemas más comunes que saturan los enlaces de comunicación de la red WAN de CADIVI?

¿Cómo sería la plantilla de configuración de las políticas de calidad de servicio a ser ejecutada en los enlaces de comunicación de la red WAN de CADIVI?

¿Qué acción debe ejecutarse para ofrecer calidad de servicio en los enlaces de comunicaciones de la red WAN de CADIVI?

¿Qué se debe hacer para documentar la configuración de calidad de servicio a los administradores de los enlaces de comunicación de la red WAN de CADIVI?

## **1.2. Objetivos**

En este apartado se presenta el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

### **1.2.1 Objetivo General**

Implementar calidad de servicio (QoS) en los enlaces WAN de CADIVI para optimizar los sistemas de comunicaciones.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diagnosticar la configuración de la topología de red WAN actual en la organización CADIVI y los tipos de enlaces de comunicación que utiliza.
- Identificar las políticas de calidad de servicio que pueden ser aplicadas en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
- Determinar los problemas más comunes en la saturación de los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
- Diseñar la plantilla de configuración para ejecutar las políticas de calidad de servicio en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
- Configurar los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI para cumplir con las políticas de calidad de servicio establecidas.
- Realizar un informe técnico donde se explique la solución de calidad de servicio implementada en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.

### **1.3. Justificación de la Investigación**

Es importante realizar esta investigación ya que el uso adecuado de los recursos informáticos y tecnológicos permitirá a los administradores de redes conocer los beneficios de aplicar calidad de servicio a sus enlaces y mejorar la transmisión de datos; con esto se verán beneficiados los diferentes usuarios de la organización CADIVI.

Las políticas de calidad de servicio para los enlaces de datos es un tema de gran importancia puesto que el estudio de éstas, involucra un análisis de la implementación de tecnologías de punta que actualmente ya se están utilizando en el mundo entero.

Se sabe que el desarrollo de esta investigación es factible y posible de realizar ya que se cuenta con la información necesaria referente al problema, conjuntamente con todos los conocimientos obtenidos durante la escolaridad del postgrado; así mismo existe suficiente información en Internet como en libros acerca de las políticas de calidad de servicio que pueden aplicarse a los equipos de telecomunicaciones que conectan los enlaces de datos.

### **1.4. Alcance y Limitaciones de la Investigación**

El presente Trabajo Especial de Grado incluye:

- Diagnóstico de la topología de red WAN actual en la organización CADIVI.
- Determinación de políticas a implementar para cada tipo de enlace presente en la red WAN de la organización CADIVI.
- Configuración en los equipos que prestan servicio de interconexión a los enlaces de la red WAN de la organización CADIVI.
- Delimitación Temporal: esta investigación se desarrollará durante el primer semestre del año 2014.

La investigación tiene las siguientes limitantes:

- La investigación pudiera verse afectada con la disponibilidad de los enlaces, ya que pueden sufrir averías tanto físicas como lógicas. También por daños ocurridos en los equipos que interconectan las localidades de la organización CADIVI.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se exponen las Bases Teóricas que aportan conocimientos técnicos para la elaboración de este proyecto; adicionalmente se expone el material teórico que soporta la investigación a realizar, la misma abarca los puntos más importantes considerados al momento de implementar políticas de calidad de servicio en enlaces de comunicaciones, entre estos está; las Redes de Computadoras que dictan los protocolos y pautas que hacen posible la interconexión de redes, Topologías de Redes que enmarcan la infraestructura tecnológica, Saturación o Congestionamiento en los enlaces WAN ocasionados por la alta demanda de aplicaciones indispensables para la organización, Políticas de Calidad de Servicio existentes adaptables a las necesidades actuales de optimización de recursos y los Tipos de Enlaces WAN que ofrecen los proveedores de servicios actualmente, los cuales garantizan la comunicación efectiva de las diferentes localidades dentro de la organización.

Otro aspecto importante a detallar en este capítulo son las Bases Legales en las cuales se enmarca la ejecución de la investigación, ya que el proyecto se ejecutará dentro de una organización donde existen normativas aplicables interna y externamente.

Adicionalmente se definen brevemente los términos utilizados en la realización de la investigación, con el fin de otorgar mejor entendimiento técnico al lector.

#### **2.1 Antecedentes**

En este apartado se exponen algunos trabajos especiales de grado, los cuales aportan ideas y recomendaciones para el desarrollo de esta investigación.

- Ruiz & Hermenegildo (2013) en su Trabajo Especial de Grado: **Aplicación de los Sistemas VSAT a Regiones Remotas del Territorio Nacional**, para optar al título de Magíster en Telecomunicaciones, propusieron la adquisición e implementación de un sistema basado en VSAT para satisfacer las necesidades de comunicación a zonas remotas del territorio ecuatoriano.

En la investigación realizada validaron la factibilidad del uso del sistema VSAT para comunicar a las Fuerzas Armadas de Ecuador, además de las bondades y facilidad de uso del sistema que se traducen en beneficios para el personal que labora en las zonas remotas.

La investigación descrita aporta las bondades que posee un enlace de comunicación satelital hacia localidades remotas, ya que existen sectores que los proveedores de servicios no presentan factibilidad técnica para otorgar un enlace datos terrestre.

Palabras clave: VSAT, zonas remotas, bondades, comunicaciones satelitales.

- Llerena (2011) en su Trabajo Especial de Grado: **Algoritmos de Calidad de Servicio (QoS) y la congestión en los Enlaces de Comunicación de los usuarios de la empresa UNIPLEX SYSTEMS de la ciudad de Quito**, para optar al título de Magíster en Redes y Telecomunicaciones, determinó la influencia de los algoritmos de calidad de servicio en los problemas de congestión en los enlaces de datos.

En la investigación realizada se propuso monitorear de manera continua el tráfico de los enlaces para ir determinando las configuraciones y políticas a implementar con el fin de mejorar el rendimiento de las aplicaciones.

La investigación aporta la aplicación de técnicas para el monitoreo del tráfico que se transmite por los enlaces de comunicaciones con el fin de detectar el origen de los mismos y poder ejecutar acciones para garantizar la disponibilidad de los servicios.

Palabras clave: Algoritmos, congestión, tráfico, transmisión, QoS.

- Velurtas (2009) en su Trabajo Especial de Grado: **Optimización de Enlaces en Redes IP. Control de Tráfico**, para optar al título de Master en Redes de Datos, estudió la necesidad de establecer prioridades en el tráfico de información que recorren los enlaces de datos en una organización. Demostrando luego de su análisis del flujo de datos que no es práctico ni sostenible el uso de un capturador de tráfico. Sin embargo, la mejor práctica es implementar políticas que definan las prioridades de cada tipo de tráfico que se genere en la red.

La investigación aporta en la lógica de cómo abordar las limitaciones existentes en los enlaces de datos WAN, ayudando a implementar políticas de manera adecuada con el fin de ofrecer servicios de aplicaciones a los usuarios de manera eficiente.

Palabras Clave: Optimización, enlaces, control de tráfico, sniffer, analizador de protocolos.

- Robles (2008) en su Trabajo Especial de Grado: **QoS en Redes Wireless con IPv6**, para optar al título de Magíster en Redes de Datos, analizó la importancia de las redes de datos y que cada vez se convierten en redes multimedia, ya que transportan voz y video además de los datos tradicionales, lo que permite brindar más servicios a los usuarios. Adicionalmente se introducen las redes inalámbricas en la prestación de los mismos servicios pero su capacidad es reducida en comparación con las

redes cableadas, por tal motivo implementó calidad de servicio bajo las normas de la IEEE con el estándar 802.11e.

En la investigación realizada se propuso la utilización del protocolo IPv6 mediante la redefinición del campo *Flow Label*, que se encuentra en la cabecera de dicho protocolo, para que las aplicaciones puedan indicar sus requerimientos de Calidad de Servicio a la red.

Esta investigación aporta elementos de interés para la implementación de calidad de servicio en enlaces de comunicación, donde se resalta que cada tráfico de red lleva una calidad de servicio diferente y demostrando que es una práctica que debe usarse más en redes corporativas por el alto consumo de usuarios que éstas presentan.

Palabras clave: Calidad de Servicio, *Wireless*, IPv4, IPv6 cabecera, IEEE.

- Bustamante (2007) en su Trabajo Especial de Grado: **Contribución en el Análisis y Simulación de una Red MPLS con la Internet de Servicios Diferenciados DIFFSERV**, para optar al título de Magíster en telecomunicaciones, analizó y simuló el comportamiento de una red MPLS con Servicios Diferenciados con L-LSPs con múltiples rutas en una red. También se propone un algoritmo predictivo para la determinación del ancho de banda disponible para cada enlace en cada nodo de una red MPLS-DiffServ y establecer la mejor ruta de extremo a extremo, durante el período de actualización de datos de ancho de banda disponible usando el protocolo OSPF lo que permite mejorar el re-enrutamiento y finalmente se realiza un análisis de la red MPLS-DiffServ para el re-enrutamiento en caso de pérdida de un enlace.

Esta investigación aporta conocimientos funcionales acerca de las redes MPLS, las cuales son las bases para el servicio *Metro Ethernet* que ofrece el proveedor

de servicios CANTV y son enlaces usados en la red de CADIVI, organización en la cual se fundamenta el presente Trabajo Especial de Grado.

Palabras Clave: MPLS, DiffServ, algoritmo, ancho de banda, re-enrutamiento.

- Ortiz (2006) en su Trabajo de Maestría: **Análisis y Diseño de Técnicas de Calidad de Servicio en Redes Inalámbricas de Banda Ancha**, para optar al título de Maestro en Ingeniería, diseño y analizó el desempeño de una técnica de asignación de slots para la transmisión de datos estudió las ventajas y desventajas de implementar telefonía IP para los diferentes departamentos de cada sede de la Universidad. Dando como resultado un diseño de red adaptado a las necesidades y servicios actuales.

La investigación aporta una visión general acerca del uso de algoritmos para aplicar la calidad de servicios, ya que combinan diferentes técnicas para satisfacer las diferentes demandas de tráfico que tienen tanto una tasa de bits constante como variable.

Palabras clave: Banda Ancha, modulación, algoritmo, simulaciones.

## **2.2. Fundamentos Teóricos**

### **2.2.1. Redes de Computadoras**

Según Stallings (2004) una red de computadoras consiste en una o más computadoras conectadas por un medio físico y que ejecutan un software que permite a las computadoras comunicarse unas con las otras. Cada dispositivo activo conectado a la red se denomina nodo. Un dispositivo activo es aquel que interviene en la comunicación de forma autónoma, sin estar controlado por otro dispositivo. Por ejemplo, determinadas impresoras son autónomas y pueden dar

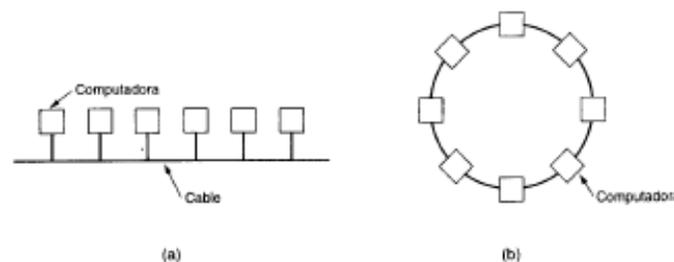
servicio en una red sin conectarse a un computador que las maneje; estas impresoras son nodos de la red.

Las redes de computadoras están conformadas con enlaces de comunicaciones que transportan datos (sistema de comunicación), entre dispositivos conectados a la red. Los enlaces (canales de comunicación) se pueden realizar con cables, fibras ópticas o cualquier otro medio de comunicación.

Según Tanenbaum (2003) establece que existen tres tipos principales de redes de computadoras:

**2.2.1.1. Redes de Área Local (LAN, siglas en inglés):** Son redes de propiedad privada dentro de un solo edificio o campus de hasta unos cuantos kilómetros de extensión. Se usan ampliamente para conectar computadoras personales y estaciones de trabajo en oficinas de compañías y fábricas con objeto de compartir recursos e intercambiar información. Las LAN se distinguen de otro tipo de redes por tres características:

- Su tamaño.
- Su tecnología de transmisión.
- Su topología.



**Figura 1.** Dos redes de difusión. (a) Bus. (b) Anillo.

**Fuente.** Tanenbaum (2003).

### **2.2.1.1.1 Topologías de Redes Locales (LAN)**

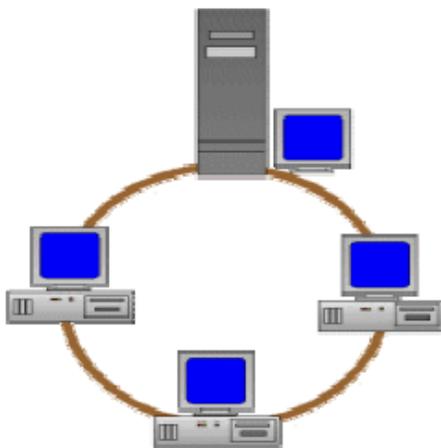
Según Tanenbaum (2003) la forma como se construye la red que soporte la comunicación entre los dispositivos de comunicación de datos, está representada por la topología de la red local. Las topologías comúnmente usadas en la construcción de redes de área local son:

- ✓ Topología de Anillo.
- ✓ Topología de Bus.
- ✓ Topología de Árbol.
- ✓ Topología de Estrella.

#### **2.2.1.1.1.1 Topología de Anillo.**

En esta topología la red consiste en un conjunto de repetidores unidos por líneas de comunicación punto a punto, que forman un ciclo cerrado. Cada repetidor participa en dos enlaces, recibe datos de uno y los transmite al otro; su capacidad de almacenamiento, si tiene, es de sólo unos cuantos bits y la velocidad de recepción y de transmisión es igual en todos los repetidores. Los enlaces (líneas de comunicación) son simples, por lo tanto la información fluye en un solo sentido en el anillo. Las estaciones se conectan a la red por medio de los repetidores.

Una red con topología de anillo se organiza conectando nodos de la red en un ciclo cerrado con cada nodo enlazado a los nodos contiguos a la derecha y a la izquierda. La ventaja de esta red es que se puede operar a grandes velocidades, y los mecanismos para evitar colisiones son sencillos. Algunas veces, estas redes utilizan esquemas de transmisión de señales para determinar que nodo puede tener acceso al sistema de comunicaciones.

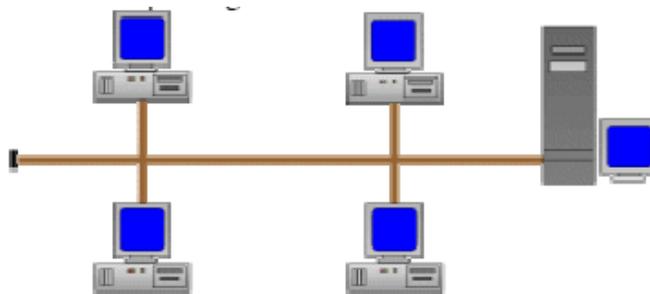


**Figura 2.** Topología de Anillo.

**Fuente.** Tanenbaum ( 2003)

#### **2.2.1.1.1.2 Topología de Bus.**

En esta topología, las estaciones comparten una misma línea de comunicación (medio). Cuando una estación quiere transmitir, simplemente envía sus tramas al bus (medio de comunicación). Cuando una señal atraviesa el bus (normalmente un cable coaxial), todas y cada una de las estaciones escucha la señal que lleva consigo una designación de dirección. Los sistemas de bus, como Ethernet o la mayoría de los sistemas de banda ancha, emplean un cable bidireccional con trayectorias de avance y regreso sobre el mismo medio, o bien emplean un sistema de cable doble o dual para lograr la bidireccionalidad.



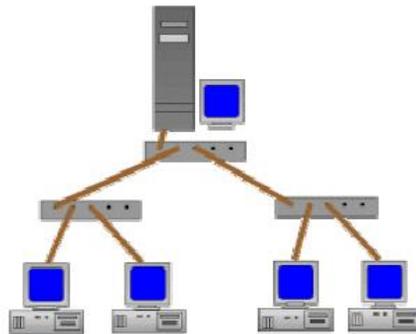
**Figura 3.** Topología de Bus.

**Fuente.** Tanenbaum (2003)

### 2.2.1.1.1.3 Topología de Árbol.

La topología de Árbol es una generalización de la topología de bus. Esta topología comienza en un punto denominado cabezal o raíz. Uno o más cables pueden salir de este punto y cada uno de ellos puede tener ramificaciones en cualquier otro punto. Una ramificación puede volver a ramificarse. En una topología en árbol no se deben formar ciclos.

Una red como ésta representa una red completamente distribuida en la que las computadoras alimentan de información a otras computadoras, que a su vez alimentan a otras. Las computadoras que se utilizan como dispositivos remotos pueden tener recursos de procesamientos independientes y recurren a los recursos en niveles superiores o inferiores conforme se requiera.



**Figura 4.** Topología de árbol.

**Fuente.** Tanenbaum (2003)

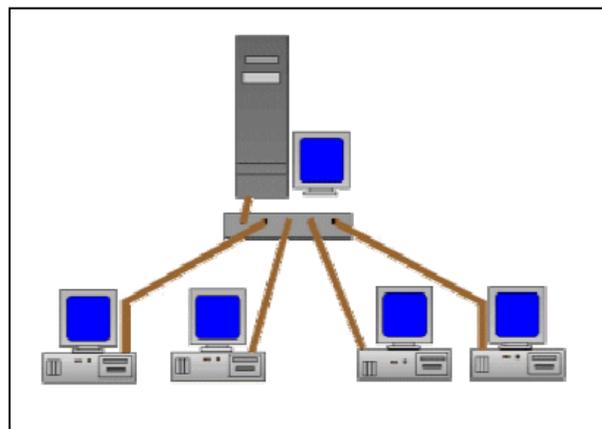
### 2.2.1.1.1.4 Topología de Estrella.

En la topología en Estrella, cada estación tiene una conexión directa a un conmutador central. Una manera de construir esta topología es con conmutadores telefónicos que usan la técnica de conmutación de circuitos. Otra forma de esta topología es una estación que tiene dos conexiones directas al acoplador de la

estrella (nodo central), una de entrada y otra de salida (la cual lógicamente opera como un bus). Cuando una transmisión llega al nodo central, este la retransmite por todas las líneas de salida.

Según su función, los acopladores se catalogan en:

- **Acoplador pasivo:** Cualquier transmisión en una línea de entrada al acoplador es físicamente trasladada a todas las líneas de salida.
- **Acoplador activo:** Existe una lógica digital en el acoplador que lo hace actuar como repetidor. Si llegan bits en cualquier línea de entrada, son automáticamente regenerados y repetidos en todas las líneas de salida. Si llegan simultáneamente varias señales de entrada, una señal de colisión es transmitida en todas las líneas de salida.

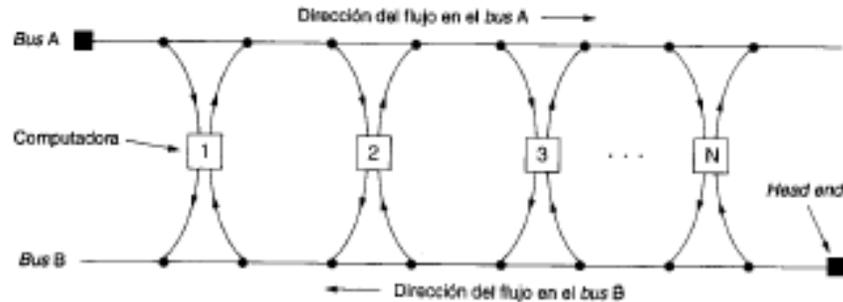


**Figura 5.** Topología de estrella.

**Fuente.** Tanenbaum (2003)

**2.2.1.2 Redes de Área Metropolitana (MAN, siglas en inglés):** Una red de área metropolitana es básicamente una versión más grande de una LAN y normalmente se basa en una tecnología similar. Podría abarcar un grupo de oficinas corporativas cercanas o una ciudad y podría ser privada o pública. Una MAN solo tiene uno o dos cables y no contiene elementos de conmutación, los cuales

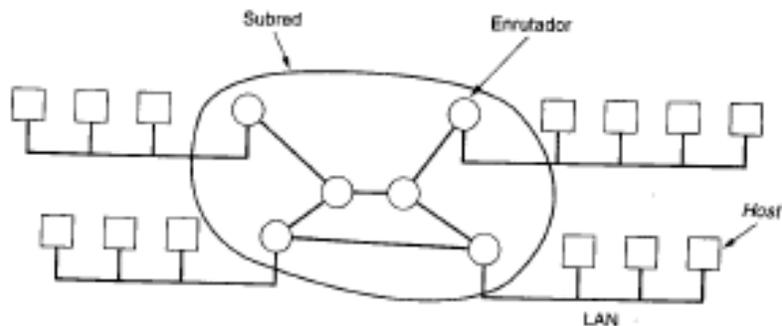
desvían los paquetes por una de varias líneas de salidas potenciales. Al no tener que conmutar, se simplifica el diseño.



**Figura 6.** Arquitectura de la Red de Área Metropolitana.

**Fuente.** Tanenbaum (2003).

**2.2.1.3. Redes de Área amplia (WAN, siglas en inglés):** Una red de área amplia se extiende sobre un área geográfica extensa, a veces un país o un continente; contiene una colección de máquinas dedicadas a ejecutar programas de usuario (es decir, de aplicación). Estas máquinas son las *hosts*; estos *hosts* están conectados por una subred de comunicación, o simplemente subred. El trabajo de la subred es conducir mensajes de una host a otra. La separación entre los aspectos exclusivamente de comunicación de la red (la subred) y los aspectos de comunicación (las hosts), simplifica enormemente el diseño total de la red.



**Figura 7.** Relación entre las hosts y la subred.

**Fuente.** Tanenbaum (2003).

### **2.2.1.3.1. Topologías de Redes Amplias (WAN).**

Existen diversas formas en las que podrían organizarse las redes, y la mayoría de las redes se encuentran en un constante estado de transición y desarrollo. Si la red de computadoras tiene sólo una ubicación central o computadora anfitriona que realiza todas las tareas de procesamiento de datos desde uno o más lugares distantes o remotos, se trata de una red centralizada. Si hay computadoras distantes procesando trabajos para usuarios finales, y también una computadora ubicada en un sitio central (es decir, opcional), entonces se pueden tener los inicios de una red distribuida. Una red distribuida puede ser centralizada o dispersa; pero una red en la que no se realiza procesamiento distribuido sólo puede ser centralizada ya que todas las tareas de procesamientos de datos se efectúan en una computadora ubicada en un sitio central. Es posible que un solo sistema de comunicaciones genere comunicaciones para dos o más redes de computadoras en operación concurrente.

Las topologías de red describen la distribución física de la red. Una inter-red consta de LANs departamentales o de estaciones de trabajo que se interconectan con puentes o encaminadores. En un entorno local, tal como edificio, frecuentemente se utiliza un cable soporte, pero para construir redes de área metropolitana o extensa se utilizan los servicios públicos, como los que ofrecen las compañías telefónicas.

Las tres topologías principales en las WANs son:

#### **2.2.1.3.1.1. Red Soporte.**

Típicamente encontrada en entornos de oficina o campus en los que los departamentos de los edificios se encuentran interconectados a través de los cables soportes. Los puentes o encaminadores gobiernan el flujo de tráfico entre las subredes unidas y el soporte.

#### **2.2.1.3.1.2. Red de Malla.**

Los encaminadores se interconectan con otros encaminadores. La topología se puede configurar localmente, pero frecuentemente se encuentra en redes de área metropolitana o extensa que conectan oficinas remotas mediante enlaces de telecomunicaciones. Se utilizan los encaminadores para elegir el trayecto mejor y más eficiente de la fuente al destino a través de la malla. Los enlaces que fallan se evitan con el uso de otros trayectos de malla.

#### **2.2.1.3.1.3. Redes Centralizadas (Estrella).**

Una red centralizada es aquella en la cual las operaciones de cómputo primarias se realizan en un solo lugar, donde todas las estaciones distantes alimentan de información a la central. A menudo un sistema de este tipo es concebido como una red en estrella donde cada sitio remoto ingresa al sistema central a través de unas líneas de comunicación, aunque los sistemas punto a punto y multipuntos clásicos eran también redes centralizadas.

Sin embargo, en términos generales una red multipuntos no tenía recursos de procesamiento distribuido, aunque una red en estrella puede tener otras computadoras en el otro extremo de sus líneas de comunicaciones. La computadora que soporta una red de multipuntos tradicional podría haber sido enlazada a una red estrella.

Para la investigación, los autores anteriormente descritos aportan conocimientos resaltantes sobre los tipos de redes de computadores y sus diferentes topologías de red asociadas. Para la organización CADIVI, destaca el uso de una red LAN para su sede principal y una red WAN para la interconexión de las localidades remotas a la principal. Donde en su red LAN se observa una topología de árbol y para su red WAN una topología de estrella.

A continuación se habla sobre los diferentes protocolos de la red, es decir, las normas que regulan la comunicación entre los distintos tipos de componentes en una red, para permitir que dicha comunicación sea más efectiva. (Tanenbaum, 2003)

### **2.2.2. Protocolos de Redes.**

Según Kurose & Ross (2010) un protocolo de red es como un lenguaje para la comunicación de información. Son las reglas y procedimientos que se utilizan en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cable. Los protocolos gobiernan dos niveles de comunicaciones:

- **Los protocolos de alto nivel:** Estos definen la forma en que se comunican las aplicaciones.
- **Los protocolos de bajo nivel:** Estos definen la forma en que se transmiten las señales por cable.

Los principales parámetros que caracterizan a los protocolos de acceso al medio son: el dónde y el cómo se lleva a cabo el control. Los protocolos que han tenido mayor aceptación son aquellos que realizan el control en una forma distribuida. La forma como se lleva a cabo la administración se puede dividir en tres grandes filosofías:

- “Round – Robin”, en la que bajo un determinado orden se da a cada estación una oportunidad para transmitir.
- Reservaciones, donde cada estación reserva un tiempo para transmitir.
- Contienda, en la que todas las estaciones luchan entre sí, para transmitir.

De todas las topologías de redes locales, la topología en bus/árbol es la que presenta el mayor reto y las mayores opciones para el control de acceso al medio.

Como es frecuente en el caso de las computadoras el constante cambio, también los protocolos están en continuo cambio. Actualmente, los protocolos comúnmente utilizados en las redes son Ethernet, Token Ring y ARCNET. Cada uno de estos está diseñado para cierta clase de topología de red y tienen ciertas características estándar.

- **Ethernet:** Actualmente es el protocolo más sencillo y es de bajo costo. Utiliza topología de bus lineal.
- **Token Ring:** El protocolo de red IBM es el Token Ring, el cual se basa en la topología de anillo.
- **ARCNET:** Se basa en la topología de estrella o estrella distribuida, pero tiene una topología y protocolo propio.

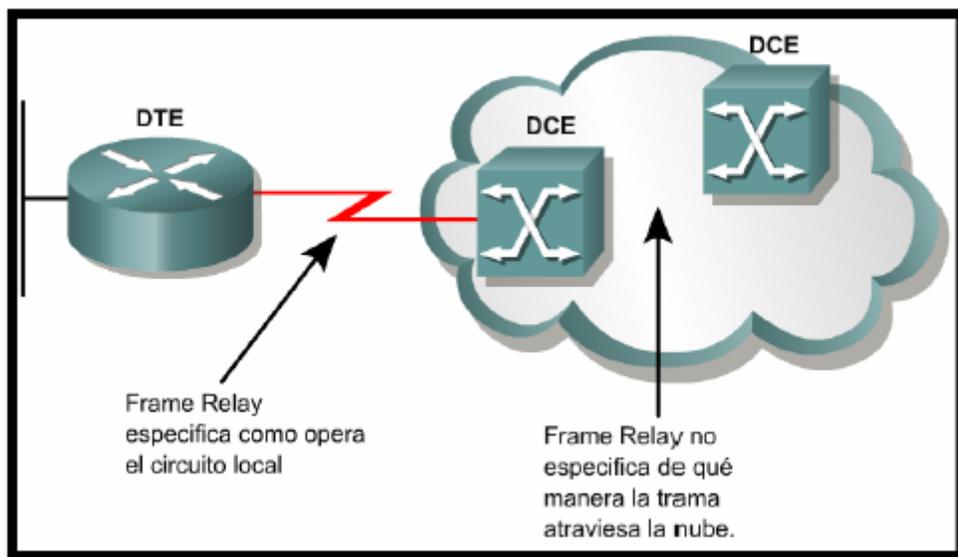
El protocolo que se utilice para controlar el acceso al medio en gran parte define el desempeño de una red local.

La base teórica antes mencionada, aporta a la investigación la identificación del protocolo Ethernet, el cual es el implementado en todas las redes de la organización CADIVI.

### **2.2.3. *Frame Relay.***

En su Tesis de Grado, Bayas Moposita & Cunalata Pilla (2013) describen a *Frame Relay* (FR), como una tecnología de conmutación rápida de tramas, basada en estándares internacionales, que puede utilizarse como un protocolo de transporte y como un protocolo de acceso en redes públicas o privadas proporcionando servicios de comunicaciones. Este, usa circuitos virtuales para conexión de ancho de banda por demanda.

Dichos circuitos son conocidos como identificadores de enlaces de conexión (DLCI) y proveen una ruta virtual a cada sitio remoto.



**Figura 8.** Enlace FR.

**Fuente:** Bayas Moposita & Cunalata Pilla (2013)

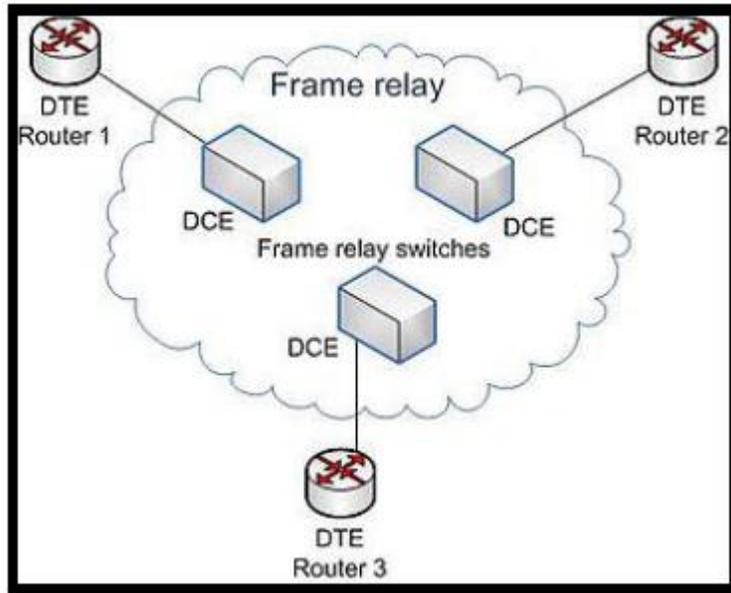
Según De Ghein (2006) *Frame Relay* es un sub conjunto del protocolo LAPD para proveer multiplexación estática a la velocidad de 50 Mbps manejando tráfico de ráfagas. El alto grado de performance de FR se debe a la calidad de las líneas, que permitieron eliminar la necesidad de recuperar errores y las funciones de control que tenían muchos protocolos anteriores.

Las redes FR se construyen partiendo de un equipamiento de usuario que se encarga de empaquetar todas las tramas de los protocolos existentes en una única trama FR.

Los dispositivos FR se dividen en dos grupos:

- **DTE**, Data Terminal Equipment: Equipo del cliente que finaliza la conexión FR.
- **DCE**, Data Circuit-Terminating Equipment: son los dispositivos de red propiedad del proveedor.

Sus enlaces seriales deben ser conectados adecuadamente. Típicamente la tarea se reduce a identificar la terminal DCE que posibilita la señal de sincronización.



**Figura 9.** Dispositivos FR.

**Fuente:** De Ghein (2006)

### 2.2.3.1. Terminología *Frame Relay*.

Los siguientes términos son especialmente distinguibles en los sistemas FR, y pueda que tengan un significado único en estos, entonces es necesario conocer y entender su significado. Según De Ghein (2006) se describen los siguientes términos:

- **PVC.**- Circuito virtual permanente. Circuito virtual que se establece de forma permanente. Los PVC permiten ahorrar ancho de banda asociado con el establecimiento y corte de circuitos si determinados circuitos virtuales deben existir en todo momento.
- **SVC.**- Circuito virtual conmutado. Circuito virtual que se establece de forma dinámica por pedido y que se interrumpe cuando la transmisión se

completa. Los SVC se utilizan cuando la transmisión de datos es esporádica.

- **DLCI.**- Identificador de conexión de enlace de datos. Valor que especifica un PVC o SVC en una red FR. En la especificación FR básica, los DLCI son significativos a nivel local (los dispositivos conectados pueden usar distintos valores para especificar la misma conexión). En la especificación LMI extendida, los DLCI son significativos a nivel global (los DLCI especifican dispositivos finales individuales).
- **CIR.**- Velocidad de información suscrita. Velocidad a la cual una red FR acepta transferir información en condiciones normales, con un promedio sobre un incremento de tiempo mínimo. La CIR, que se mide en bits por segundo, es una de las métricas clave del tráfico negociado.
- **IARP.**- Protocolo de resolución de direcciones inverso. Método para crear rutas dinámicas en una red. Permite que un dispositivo detecte la dirección de red de otro asociado a través de un circuito virtual.
- **LMI.**- Interfaz de administración local. Conjunto de mejoras para la especificación FR básica. La LMI3 incluye soporte para un mecanismo de mensajes de actividad, que verifica que los datos fluyan; un mecanismo de multicast, que proporciona al servidor de red su DLCI local y el DLCI multicast; direccionamiento global, que proporciona a los DLCI significado global en lugar de simplemente significado local en la red FR.
- **FECN.**- Notificación explícita de congestión. Bit establecido por una red FR para informar al DTE que recibe la trama que se ha experimentado congestión en la ruta desde el origen hacia el destino. Los DTE que reciben tramas con el bit FECN establecido pueden solicitar que los protocolos de mayor nivel tomen las acciones de control de flujo que sean necesarias.

- **BECN.-** Notificación retrospectiva de congestión en la red. Bit establecido por una red FR en las tramas que viajan en dirección opuesta a las tramas que encuentran una ruta congestionada. Los DTE que reciben tramas con el bit BECN ya establecido pueden solicitar que los protocolos de mayor nivel tomen las acciones de control de flujo que sean necesarias.

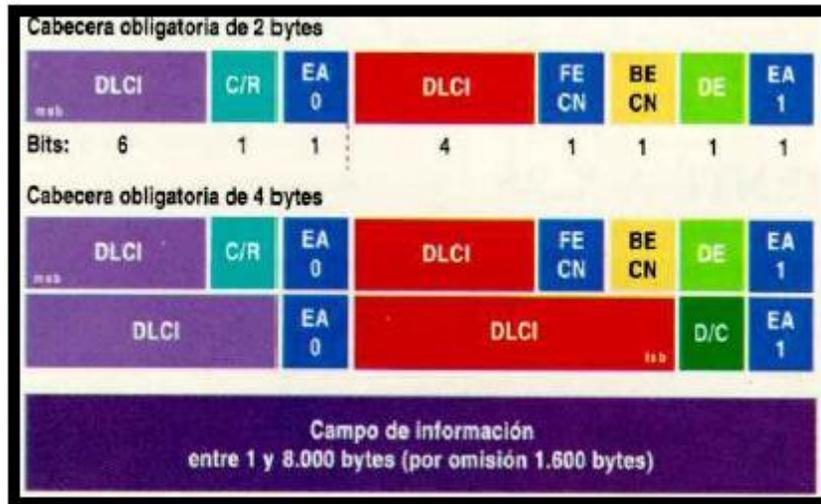
### 2.2.3.2. Topologías *Frame Relay*.

Una de las cuestiones más útiles que ofrece FR es la flexibilidad de conexión hacia la nube FR. El proveedor ofrece circuitos virtuales capaces de interconectar los sitios remotos con una topología particular. Para Alvez (2009) las topologías de *Frame Relay* las describe a continuación:

- **Topología de malla completa.-** Todos los enrutadores disponen de circuitos virtuales al resto de los destinos.
- **Topología de malla parcial.-** Es un tipo de malla completa pero no todos los sitios tienen acceso a los demás.
- **Topología en estrella.-** Los sitios remotos están conectados a un punto central que por lo general ofrece un servicio o una aplicación.

### 2.2.3.3. Trama *Frame Relay*.

Las tramas y cabeceras de FR pueden tener diferentes longitudes, ya que hay una gran variedad de opciones disponibles en la implementación, conocidos como anexos a las definiciones del estándar básico. La información transmitida en una trama FR puede oscilar entre 1 y 8.000 bytes, aunque por defecto es de 1.600 bytes. (De Ghein, 2006)



**Figura 10.** Trama FR.

**Fuente:** De Ghein (2006)

- **Señalador.-** Indica el principio y el final de la trama FR.
- **Dirección.-** Indica la longitud del campo de dirección. La Dirección contiene la siguiente información:
  - **Valor DLCI.-** Indica el valor de DLCI. Se compone de los 10 primeros bits del campo Dirección.
  - **Control de congestión.-** Los últimos 3 bits del campo de dirección, que controlan los mecanismos de notificación de congestión FR. Estos son FECN, BECN y bits posibles para descarte (DE).
- **Datos.-** Campo de longitud variable que contiene datos de capa superior encapsulados.
- **FCS.-** Secuencia de verificación de trama (FCS), utilizada para asegurar la integridad de los datos transmitidos

#### **2.2.3.4. Funcionamiento de *Frame Relay*.**

Bayas Moposita & Cunalata Pilla (2013) describen que cada circuito virtual está identificado de forma única por un DLCI local, lo que permite distinguir que enrutador está conectado a cada interfaz. Es posible configurar manualmente una asignación estática en la tabla de asignaciones del enrutador para poder describir la relación entre el Circuito Virtual y la dirección de capa tres del otro extremo. Las direcciones pueden asignarse también de forma dinámica mediante ARP inverso que asocia un DLCI con la dirección del siguiente salto. Las LMI son responsables de la administración y el mantenimiento del estado de enlace de los dispositivos. Los LMI son configurables, aunque las versiones actuales de IOS las detectan automáticamente.

Existen tres tipos de LMI:

- Cisco, definidas para equipos cisco.
- ANSI
- Q933a

Para iniciar el proceso de comunicación se deben producir los siguientes pasos:

- Cada enrutador es conectado al conmutador FR por medio de un CSU/DSU.
- El enrutador indaga el estado del circuito virtual.
- Cuando el conmutador FR recibe la petición responde informando los DLCI locales de los PVC a los enrutador remotos.
- Por cada DLCI activo los enrutadores envían un paquete ARP inverso que contiene la dirección IP correspondiente a cada Circuito Virtual.

- Los enrutadores remotos crean tablas que incluyen los DLCI locales y las direcciones IP.
- Cada 60 segundos se envían los mensajes ARP inverso.
- Cada 10 segundos se intercambia información LMI.

Dentro de la nube *Frame Relay* el conmutador crea tablas con la relación que tienen cada puerto/slot con los DLCI de los enrutadores remotos. FR utiliza Horizonte Dividido para evitar bucles de enrutamiento. (Bayas Moposita & Cunalata Pilla, 2013)

Las bases teóricas sobre la tecnología *Frame Relay* (FR) aportan a la investigación conocimientos acerca de las diferentes topologías de *Frame Relay* y su funcionamiento y despliegue. Permitiendo identificar que la organización CADIVI posee implementados enlaces *Frame Relay* con topología tipo estrella hacia sus localidades remotas.

#### **2.2.4. *Metro Ethernet.***

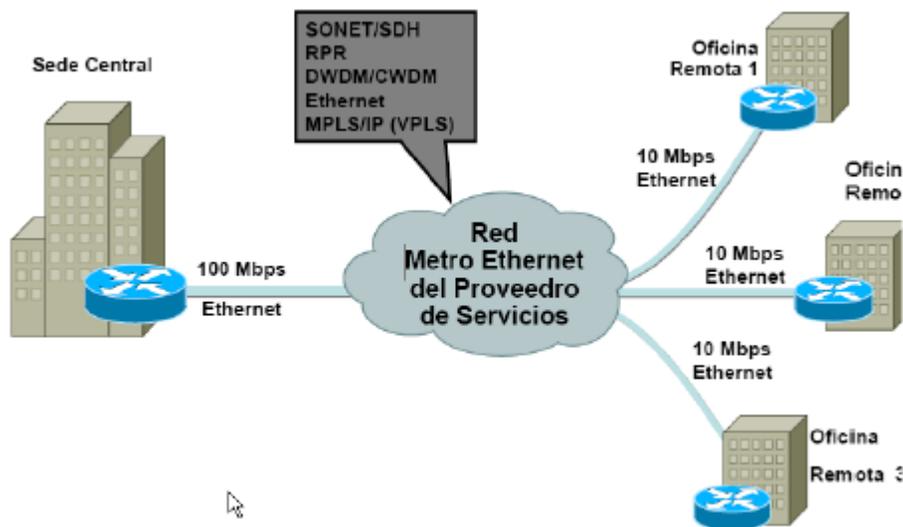
##### **2.2.4.1. Definición.**

Según la definición de (Halabi, 2003), una red *Metro Ethernet* es una arquitectura tecnológica para suministrar servicios de conectividad MAN/WAN de nivel 2 a través de Ethernet. Los servicios MAN/WAN se distinguen de los servicios LAN por 5 atributos.



**Figura 11.** Atributos de Servicios LAN

Una red *Metro Ethernet* puede ser operada por uno o múltiples operadores de servicio que provean cualquier transporte para la entrega de tramas Ethernet sin que aumente la complejidad, costos y retardos. Esta red puede ser utilizada para ofrecer conectividad a Internet y entre localidades separadas geográficamente. De esta manera, la red *Metro Ethernet* actúa como un gran conmutador entre las distintas LAN de los clientes. (Halabi, 2003)

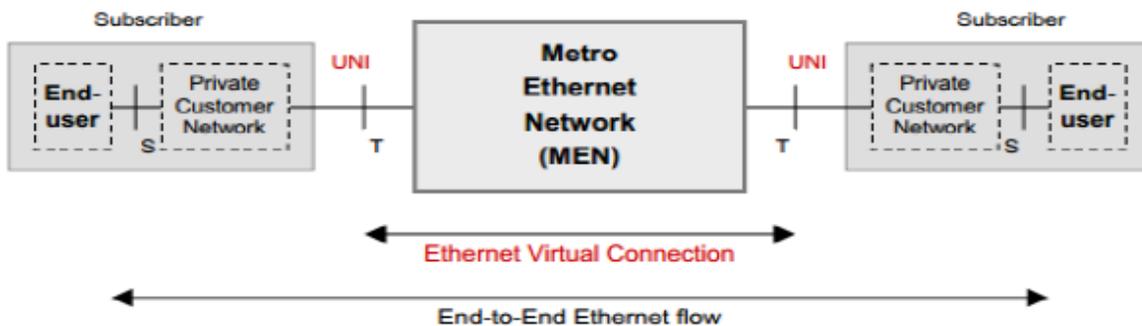


**Figura 12.** Red *Metro Ethernet*.

**Fuente:** Halabi (2003)

#### 2.2.4.2. Estructura de modelo de la Red *Metro Ethernet*.

Según (Halabi, 2003), una red está conformada por dos elementos funcionales: el equipo terminal del cliente o suscriptor y la infraestructura de la red MEN del proveedor de servicios, tal como se muestra en la figura 13. El punto T hace referencia a la frontera entre la interfaz del usuario (UNI) y la infraestructura pública de la red MEN y el punto S hace referencia a la frontera entre los equipos de la red privada, cuando existe, y al equipo terminal del usuario final. En caso de no existir una infraestructura privada de red entre el equipo terminal del suscriptor y el equipo de la red MEN, los puntos de referencia S y T serían uno solo.



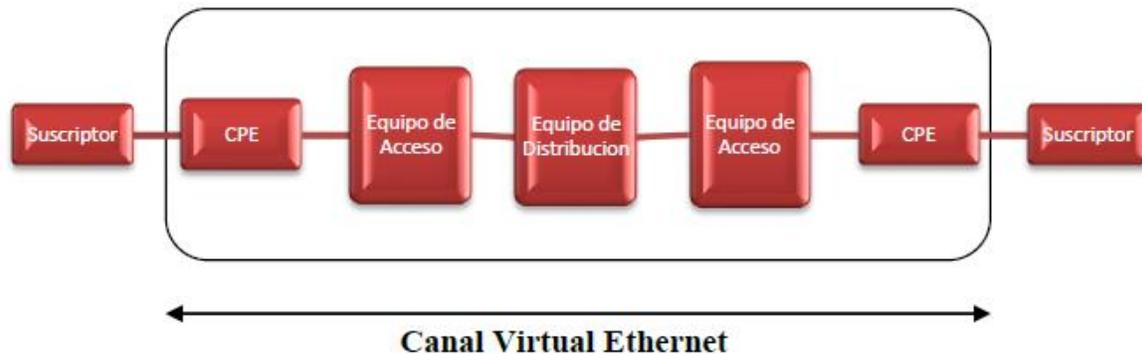
**Figura 13.** Modelo básico de la Red Ethernet.

**Fuente:** Cisco Networking Academy (2013)

Dentro de la red *Metro Ethernet* existen cuatro elementos funcionales, los cuales se muestran en la figura 14:

- a. **Equipo del cliente:** Llamado CPE (*Customer Premise Equipment*), es un elemento físico que representa la frontera entre la red del proveedor y la red interna del cliente.
- b. **Equipo de acceso:** Es un elemento físico encargado de interconectar el CPE con la red de distribución del proveedor.

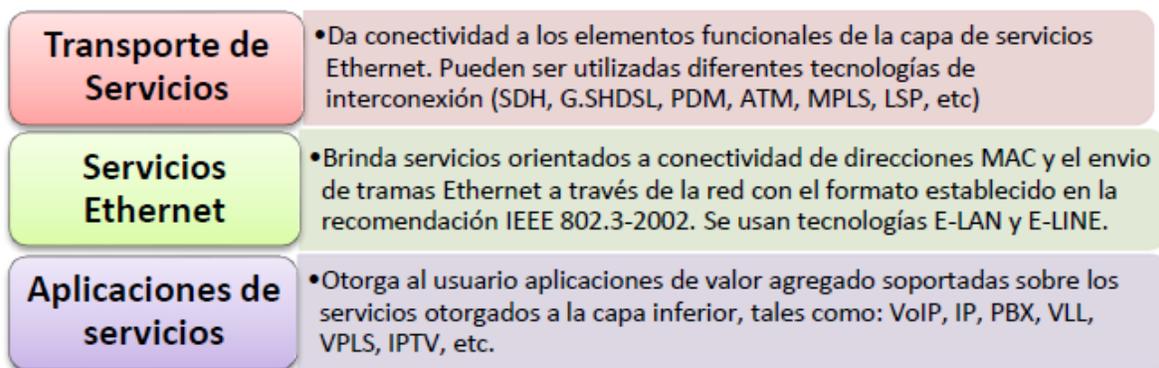
- c. **Equipo de distribución:** Son elementos físicos que se encargan de interconectar los equipos de acceso.
  
- d. **Canal Virtual Ethernet:** Llamado EVC (*Ethernet Virtual Channel*), es un elemento lógico que proporciona al usuario conectividad de extremo a extremo para que puedan establecerse servicios Ethernet entre ellas, y previene el trasvase de información hacia clientes que no forman parte de un mismo canal virtual Ethernet (EVC). La trama de la dirección MAC permanece intacta desde el origen hasta el destino.



**Figura 14.** Red *Metro Ethernet* (MEN)

#### 2.2.4.3. Modelo de referencia de una red *Metro Ethernet*.

Terán (2012) en su Trabajo Especial de Grado expone que este modelo integra medios de transmisión, datos y aplicaciones. El modelo de referencia tiene tres capas, los cuales se muestran en la figura 15:



**Figura 15.** Capas del modelo *Metro Ethernet*.

#### 2.2.4.3.1. Capa de transporte de servicios

##### Estándar de línea de abonado digital de alta velocidad

La recomendación G.991.2 de la UIT-T es la que define este estándar (G.SHDSL, Single-Pair High-Speed Digital Subscriber Line). Según la recomendación, lo plantea como el método de transmisión sobre cobre para el servicio de abonado digital de alta velocidad de un solo par y el G.SHDSL para transmisión con dos, tres y cuatro pares multiplicados en la misma magnitud la velocidad de transmisión.

Utilizando las consideraciones adecuadas, según el apéndice F de la recomendación, las velocidades de transmisión por cada par van desde 768 Kbps a 5696 Kbps en incrementos de 8 Kbps de carga útil para la modulación 32-TCPAM utilizando 4 bits por símbolo. Usando dos pares se puede alcanzar los 11392 Kbps simétricos.

El transporte de datos en este método de transmisión puede alinear las tramas a paquetes de datos para Ethernet (PTM, *ETHERNET Packet Transfer Mode*). Lo mismo para tramas ATM, ISDN, E1 y T1 lo que le brinda una gran adaptabilidad a las redes de los operadores.

## Multiplexación por Longitud de Onda

Es una tecnología que permite la transmisión simultánea de diferentes señales sobre una sola fibra óptica, logrando así aumentar la capacidad propia del medio de transmisión. Cada longitud de onda debe estar espaciada de las demás para evitar la interferencia entre canales.

La fibra óptica como medio de transmisión tiene como ventaja el bajo nivel de ruido radioeléctrico, así como también WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) nos ofrece el aumento del alcance y de la capacidad de ancho de banda de extremo a extremo juntamente con la posibilidad de transportar cualquier formato de transmisión síncrona, asíncrona, analógica o digital a través de la misma fibra.

### 2.2.4.3.2. Capa de servicios *Metro Ethernet*

Es la segunda capa del modelo, otorga servicios Ethernet mediante un canal virtual Ethernet. Los servicios definidos por Halabi (2003) son:

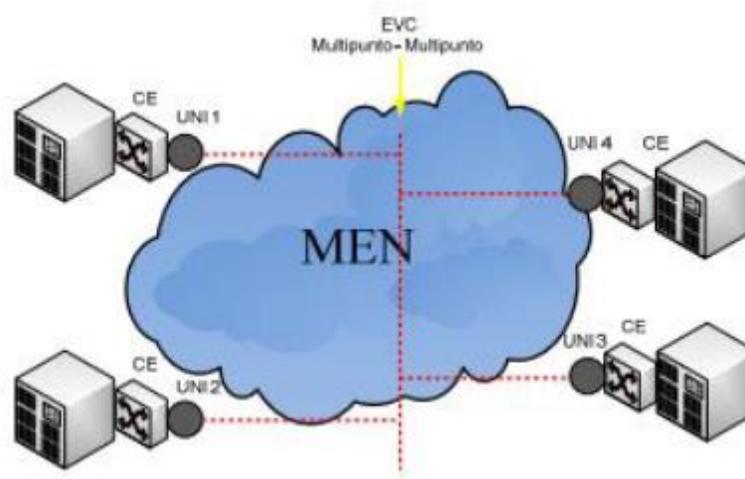
- a. **E-Line (*Ethernet Line Service*)**: provee un EVC punto a punto con ancho de banda simétrico para la transmisión bidireccional entre dos ubicaciones. Este servicio provee calidad de servicio (QoS) mediante un ancho de banda máximo garantizado (CIR), una tasa de exceso de información (EIR) y una tasa máxima no garantizada (PIR) que son configurables por el proveedor de servicio.



**Figura 16.** Servicio E-Line.

**Fuente:** Halabi (2003)

- b. **E-LAN (Ethernet LAN Service Type):** provee un EVC multipunto a multipunto con ancho de banda simétrico entre dos o más ubicaciones. Un usuario envía datos desde una localidad y puede recibir uno o más datos de varias localidades. Al agregar usuarios conectados a un mismo EVC multipunto, se simplifica el aprovisionamiento y la activación del servicio. La E-LAN se usa para interconectar varios usuarios y este servicio provee QoS con CIR, EIR y PIR. Los servicios E-LAN, desde el punto de vista del usuario, hacen ver a la red MEN como una simple red LAN.



**Figura 17.** Servicio E-LAN.

**Fuente:** Halabi (2003).

#### 2.2.4.3.3. Capa de aplicaciones de servicios.

- **MPLS (Multi Protocol Label Switching)**

La RFC 3031 de la IETF define el enrutamiento de etiquetas multiprotocolo. Este estándar se encarga del enrutamiento, envío y conmutación de tráfico mediante un proceso de etiquetado que es totalmente independiente de la tecnología de transporte utilizada.

Según el modelo OSI la trama y la cabecera MPLS están en una capa intermedia, entre Nivel de Enlace de Datos y Nivel de Red, esto brinda la posibilidad de integrar tráfico de voz, datos y video con calidad de servicio.

De igual forma las redes MPLS ofrecen alto rendimiento ya que las decisiones de enrutamiento que han de tomar los enrutadores MPLS en base a la LIB (*Label Information Base*) son más sencillas y rápidas con respecto a las que toma un enrutador IP ordinario.

MPLS permite integrar diferentes tecnologías de acceso como:

- Punto a punto.
- ADSL.
- SHDSL.
- RTC, RDSI, etc....

Con MPLS se reducen los costos en el equipamiento y acceso ya que los enrutadores de los clientes no necesitan implementar funcionalidades avanzadas, porque toda la inteligencia la aportan los enrutadores centrales, por lo tanto es más económico realizar el despliegue y mantenimiento de la red. MPLS soporta QoS y CoS para diferentes servicios.

- **Servicios sobre MPLS: VPLS, VLL, Internet**

El servicio LAN privado virtual (VPLS) y el servicio de línea rentada (VLL) son tecnologías de red privada de capa dos, utilizadas para ofrecer servicios Ethernet basados en comunicaciones punto a multipunto y punto a punto respectivamente sobre redes IP/MPLS.

Con VPLS, la red LAN llega a cada sede de una empresa a través de interfaces del proveedor de servicios, siendo esta la que emula el comportamiento de un

conmutador o puente, y de esta manera una LAN es compartida por todas las sedes bajo un mismo dominio broadcast.

Con VLL ocurre algo semejante a las VPLS pero con la diferencia de que los servicios son únicamente entre dos localidades, es decir, conexión punto a punto de esta manera se constituye las líneas dedicadas de los operadores.

Las ventajas que ofrecen estos servicios son:

- **Reducción de la curva de aprendizaje:** La tecnología de red es la misma para las LAN como para las WAN, por ende el cliente no tiene que aprender tecnologías complejas.
- **Reducción de costo de inversión y el gasto del cliente:** No es necesario colocar los enrutadores en las diferentes sedes del cliente, los mismos se pueden interconectar con los conmutadores de la red LAN.
- **Simplificación de los esquemas:** No es necesario pensar en topología de la red porque desde el primer momento existe conectividad entre todas las sedes, lo que simplifica el esquema de red del cliente.
- **Extensión de las redes LAN virtuales:** Las redes se pueden segmentar en distintos dominios de capa dos por motivos de seguridad y calidad de servicio.
- **Facilidad de acceso a servicios centralizados:** Se pueden extender servicios y aplicaciones de una determinada sede a todas las demás.
- **Flexibilidad y recuperación ante desastres:** Se puede trasladar equipos y servicios de una sede a otra sin modificar la configuración.

- **Disponibilidad de servicios:** Ya que VPLS es un servicio que funciona sobre MPLS, se puede configurar de manera que exista redundancia de caminos, lo cual garantiza conectividad ininterrumpida entre puntos.

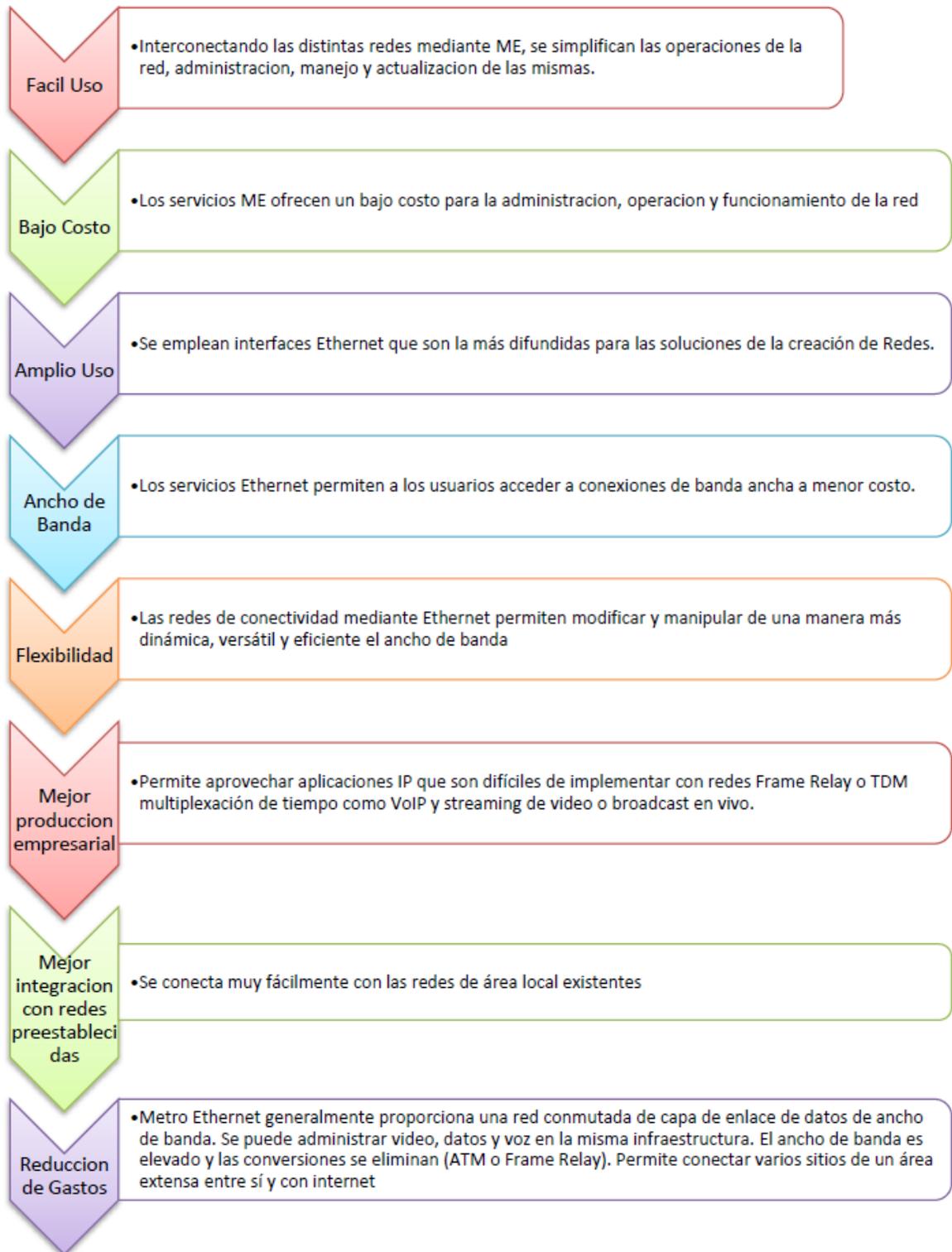
Las bases teóricas sobre la tecnología *Metro Ethernet* aportan a la investigación conocimientos acerca de su funcionamiento y despliegue. Permitiendo identificar que la organización CADIVI posee implementados enlaces *Metro Ethernet* con topología tipo estrella hacia sus localidades remotas.

#### **2.2.4.4. Ventajas y beneficios de una Red *Metro Ethernet*.**

Según Iglesias López (2010) expone en su sitio web que en los últimos años el mundo ha sido testigo de una migración hacia tecnologías basadas en Ethernet. Esta migración se debe a la simplicidad en cuanto a su implementación, las tecnologías basadas en Ethernet son mucho más económicas que las tecnologías *Frame Relay*, ATM, etc., por lo que a nivel de proveedores de servicio es mucho más rentable realizar una inversión en este tipo de tecnologías, además de que permiten una integración entre las plataformas tecnológicas ya existentes, lo que permite seguir prestando servicios sobre estas plataformas.

Otro de los puntos importantes, es la posibilidad de brindar CoS y QoS lo cual permite desarrollar servicios de VoIP e IPTV sobre este tipo de tecnologías aprovechando las ventajas de optimización del ancho de banda que Ethernet ofrece.

Algunas de las ventajas y beneficios que *Metro Ethernet* ofrece son las que se muestran a continuación en la figura 18:



**Figura 18.** Beneficios *Metro Ethernet*

### **2.2.5. ¿Qué es QoS (*Quality of Service*)?**

Según *Cisco Networking Academy* (2013), QoS se define como la habilidad de la red para proporcionar un mayor o especial servicio a un conjunto de usuarios o aplicaciones en detrimento de otros usuarios o aplicaciones.

Para implementar QoS hay que llevar a cabo tres pasos:

- Identificar tipos de tráfico y sus requerimientos.
- Clasificación del tráfico basándose en los requerimientos identificados.
- Definir las políticas para cada clase.

#### **2.2.5.1. Identificación del tráfico y sus requerimientos.**

Es el punto de partida para la implementación del QoS y conlleva los siguientes apartados:

- Llevar a cabo auditoría de red. Se aconseja tomar estos datos durante los momentos en que la red esté más ocupada así como durante otros períodos.
- Determinar la importancia de cada aplicación. El modelo de negocio determinará la importancia de cada aplicación. Se pueden definir clases de tráfico y requerimientos para cada clase.
- Definir niveles de servicio para cada clase de tráfico. Cada clase identificada previamente ha de tener un nivel de servicio que constará de características como ancho de banda, retraso, preferencia a la hora de descarte, etc.

### 2.2.5.2. Clasificación de Tráfico.

- **Clase VoIP**, como indica su nombre es todo el tráfico correspondiente a VoIP.
- **Clase de aplicaciones de misión crítica**, corresponde a aplicaciones de alta importancia.
- **Clase de tráfico de señalización**, pertenece al tráfico de señalización de VoIP, video, etc.
- **Clase de tráfico de aplicaciones de transacción**, son del tipo de bases de datos interactivas, etc.
- **Clase Best-effort**, engloba el tráfico no estipulado en las anteriores y se le proporciona el ancho de banda que sobre.
- **Clase sin importancia**, servicios o aplicaciones que se consideran inferiores a Best-effort. Pueden ser e-mail personal, aplicaciones P2P, juegos online, etc.

### 2.2.5.3. Definición de Políticas para cada clase

- Especificar un ancho de banda máximo.
- Especificar un ancho de banda mínimo garantizado.
- Asignar niveles de prioridad.
- Usar herramientas que sean adecuadas para la congestión gestionándola, eliminándola, etc.

### 2.2.5.4. Modelos de QoS

- **Modelo Best-effort**

Significa que no hay QoS aplicado, de manera que todos los paquetes dentro de la red son independientemente del tipo que sean reciben el mismo trato. Como beneficio de este sistema está la facilidad de implementación, ya que no hay que

hacer nada para ponerlo en funcionamiento, pero tiene como desventaja que no es posible garantizar ningún tipo de servicio a ninguna aplicación.

- **Modelo de servicios integrados**

Proporciona QoS de extremo a extremo, y es basado en la señalización explícita y reserva de recursos de red para aquellas aplicaciones que los necesitan. El protocolo de señalización empleado es el **RSVP** (*Resource Reservation Protocol*). Cuando una aplicación tiene un requerimiento de ancho de banda RSVP va salto por salto a lo largo del camino intentando hacer la reserva solicitada en cada uno de los *routers* que se encuentra en la ruta. Si la reserva se puede hacer la aplicación podrá operar, pero si algún elemento en el camino no tiene los recursos suficientes, la aplicación tendrá que esperar.

- **Modelo de servicios diferenciados**

Éste modelo es el más actual de los tres y ha sido desarrollado para suplir las deficiencias de los anteriores. El tráfico es en principio clasificado y marcado. A medida que fluye en la red va recibiendo distinto trato dependiendo de su marca.

Éste modelo usa **PHB**, (*Per-Hop Behavior*), que hace referencia al comportamiento por salto. Esto significa que cada salto en el camino está programado para proporcionar un nivel de servicio específico a cada clase de tráfico.

Hay que tener en cuenta que;

- El tráfico es clasificado
- Las políticas de QoS son aplicadas dependiendo de la clase.
- Se debe elegir el nivel de servicio para cada tipo de clase que corresponderá a unas necesidades determinadas.

Las ventajas principales son la escalabilidad y habilidad para soportar muchos tipos de niveles de servicio. Como desventaja, no es absolutamente garantizado y es más complejo de implementar. (*Cisco Networking Academy, 2013*)

Las bases teóricas de calidad de servicio (QoS) aportan a la investigación conceptos acertados sobre las características del tráfico a considerar para aplicar calidad de servicio, además de identificar las bondades que ofrecen y cómo adaptarlas a cada tipo de tráfico

#### **2.2.6. Bases Legales.**

Comprenden aquellos aspectos relacionados con leyes, reglamentos, acuerdos y disposiciones en las que debe apegarse una institución u organización en el ejercicio de sus funciones, desde que son constituidas. Se pretende establecer procedimientos y herramientas que permitirán a la sociedad, tanto personas natural como jurídica comprender y adquirir conocimientos de índole jurídica, ante entornos profesionales, personales, institucionales, entre otros.

En cuanto a la materia objeto de estudio de este proyecto de grado, se enmarca dentro de las siguientes legislaciones:

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.** Gaceta Oficial Extraordinaria N° 36.860 de fecha 30 de diciembre de 1999.
- **Ley Orgánica de Telecomunicaciones.**
- **Ley Especial contra los Delitos Informáticos:** tiene por objeto la protección integral, prevención y sanción que se haga a los sistemas que utilicen tecnologías de información.

### **2.2.7. Definición de Términos.**

Según Tamayo y Tamayo (2004), "...la definición de términos básicos es la aclaración del sentido en que se utilizan las palabras o conceptos empleados en la identificación y formulación del problema." (p.78).

De esta forma, se le da significado preciso según sea el caso de estudio, a los conceptos necesarios para el desarrollo y sustento del problema planteado, en conjunto con las variables y determinantes involucradas en el desarrollo del mismo. A continuación se presentan un conjunto de términos básicos necesarios para la comprensión del problema planteado en el presente trabajo de investigación.

#### **2.2.7.1. Ancho de Banda.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como "...en sistemas digitales indica la capacidad de caudal de tráfico en bits por segundo ofrecido por un medio o canal físico o por un protocolo de comunicaciones".

#### **2.2.7.2. Bit.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como "...Es la mínima unidad de información, representada por una alternativa entre unos valores de señal a los que se hace corresponder el "uno" o el "cero". También se denominaban a estos valores "marca" o "espacio" por analogía con la perforación o falta de ella en las cintas de papel empleadas en los antiguos sistemas de comunicaciones con teletipos".

### **2.2.7.3. Bits por segundo (bps).**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Se refiere al número de unidades elementales de información (bits) que pueden transmitirse en la unidad de tiempo (un segundo). Su valor solamente coincidirá con los baudios cuando cada estado del canal de transmisión esté representado por un bit”.

### **2.2.7.4. Enlace.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Conexión que se establece a través de las líneas físicas de comunicaciones mediante los protocolos adecuados. Dentro de la arquitectura OSI es el segundo nivel”.

### **2.2.7.5. Ethernet.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Conjunto de especificaciones que definen el funcionamiento de redes locales CSMA/CD. Desarrollado por XEROX a partir de una tesis doctoral de R. Metcalfe y D. Boggs en 1973 y normalizado por el IEEE (802.3) e ISO (8802-3) en 1980”.

### **2.2.7.6. Fibra Óptica.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Tipo de cable de vidrio o plástico que permite la transmisión de señales luminosas”.

### **2.2.7.7. Internet.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Conjunto de usuarios, aplicaciones y ordenadores unidos a nivel mundial a través de redes TCP/IP”.

#### **2.2.7.8. Trama.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Unidad de transmisión de nivel de enlace. Encapsula los datos y proporciona la información necesaria para transmitir la información a través del canal de comunicaciones”.

#### **2.2.7.9. Velocidad de Transferencia.**

Según Morales & Lázaro (2003) lo define como “Número medio de elementos binarios, caracteres o bloques transferidos por unidad de tiempo desde el emisor hasta el receptor”.

## **CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO**

### **3.1. Consideraciones Generales.**

El Consejo General de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, en la reforma parcial aprobada en la sesión del día 24 de Febrero de 2010 establece en el numeral dos (2) lo siguiente:

“El trabajo especial de grado se concibe dentro de la modalidad de investigación cuyo objetivo fundamental es el de aportar soluciones a problemas y satisfacer necesidades teóricas o prácticas, ya sean profesionales, de una institución o de un grupo social. Se pretende que el alumno demuestre el dominio instrumental de los conocimientos aprendidos en la especialización, para lo cual el tema elegido por el estudiante deberá insertarse en una de las materias del plan de estudios correspondiente.” (p.1)

Los elementos metodológicos son, en esencia, los procedimientos que permiten al investigador enmarcar la investigación en un tipo específico, asimismo determinar la población y muestra en la cual se desarrollará, para comprobar los objetivos planteados en el hecho investigativo. Según Sabino (2007):

“El marco metodológico está referido al momento que alude al proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de los conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados” (p. 73).

En esta parte se detallan minuciosamente cada uno de los aspectos relacionados con la metodología que se ha seleccionado para desarrollar la investigación.

### **3.2. Tipo de Investigación.**

En este aspecto se describe el tipo de investigación, en el cual se ubica el estudio. Cada investigador construye su método, de acuerdo al problema investigado, los métodos son diferentes en función del tipo de investigación y del objetivo que se pretende lograr. La investigación es de tipo aplicada, Valarino & Yáber (2010), afirman:

“...su trabajo final debe llamarse trabajo especial de grado y puede desarrollarse bajo dos modalidades: una actividad de adiestramiento o de investigación aplicada, que demuestre el manejo instrumental de los conocimientos obtenidos por el aspirante en el área respectiva, ya sea en lo tecnológico, en la adaptación o aplicación de procedimientos sistemáticos...” (p. 66).

Es aplicada porque este tipo de investigación se apoya en fundamentos basados en la investigación científica, informaciones que provienen, entre otras, de entrevistas, cuestionarios, encuestas y observaciones directas en la organización objeto de estudio, apoyándose en un marco teórico o referencial que sustenta los resultados a obtener, en este sentido, buscará sistematizar e interpretar la información que será directamente obtenida de la realidad, para dar soluciones aceptables a la necesidad identificada en el entorno. (Valarino & Yáber, 2010)

### **3.3. Diseño de la Investigación.**

Sabino (2007), lo explica de la siguiente manera: “...su objeto es proporcionar un modelo de verificación que permita contrastar los hechos con la teoría y su forma es la de una estrategia o plan general que determina las operaciones generales para hacerlo” (p.91), es descriptiva porque se detallará la situación actual de los enlaces y topología de la red WAN de la Comisión de Administración de DIVISAS (CADIVI) e implementar mejoras en los sistemas de comunicaciones.

Posee un carácter descriptivo porque se basa, principalmente, en la medición de los atributos del objeto que somete a estudio. Sabino (2007), afirma que “su preocupación primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos, fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma pueden obtenerse las notas que caracterizan a la realidad estudiada” (p.62).

El mismo autor (ídem) sostiene que esta es “La que utiliza criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otra fuente” (p.43). Este tipo de investigación permitirá observar de forma clara, todas las variables relacionadas en el estudio, sus detalles, relaciones, para elaborar proyecciones detalladas sobre el problema estudiado en esta investigación.

#### **3.4. Unidad de Análisis.**

De acuerdo con Sabino (2007), la unidad de análisis o población se refiere: “al conjunto para el cual serán válidas las conclusiones que se obtengan, a los elementos o unidades involucradas en la investigación” (p.34). Según (Tamayo y Tamayo (2004) la población es la totalidad de un fenómeno a estudiar, y a partir de ésta se obtienen datos para la investigación”. De acuerdo a lo dicho, la población puede estar conformada por personas, instituciones o cosas. Por lo tanto, el responsable de esta investigación, tomando en cuenta la definición anterior, considera, como unidad de análisis las Oficinas de Verificación Aduanal (OVAS) de la Comisión de Administración de Divisas (CADIVI); cuya población objeto de estudio, está conformada por las 18 localidades que conforman la organización.

### **3.5. Población y Muestra.**

Según Arias (2006), “La muestra es una parte representativa de un conjunto o población debidamente elegida, que se somete a observación científica en representación del conjunto, con el propósito de obtener resultados válidos, también para el universo total investigado” (p. 174). También es definida por Sabino (2007) como: “una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo” (p.122). De tal manera que, el investigador considera pertinente, utilizar el muestreo intencional, sobre el cual, Hernández, Fernández, & Baptista (2010) consideran que es totalmente válido, pues el investigador coloca en la selección su propia experiencia.

Igualmente, Hernández, Fernández, & Baptista (2010), señala que “Escoge sus unidades no en forma fortuita sino arbitraria, designando a cada unidad características que para el investigador resulten de relevancia y la muestra es aquella resultante de la selección que puedan servirle de base teórica a la investigación” (p.224).

Basado en lo expuesto anteriormente acerca del muestreo intencional, el investigador seleccionará el total de las Oficinas de Verificación Aduanal (OVAS) pertenecientes a CADIVI. Esta muestra quedará conformada por un total de 18 localidades que se interconectan con la sede principal.

### **3.6. Técnicas de Recolección de Datos.**

Según Arias (2006), las técnicas de recolección de datos, son las distintas formas o maneras de obtener la información. Son ejemplos de técnicas; la revisión bibliográfica, la observación directa, las encuestas, en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido, entre otras. En el presente estudio se utilizarán las técnicas que se describen a continuación:

- **Recopilación Bibliográfica:** La recolección de bibliografías, libros, manuales, leyes, material electrónico y digital, entre otros, necesaria para realizar una investigación de tipo documental, debido a que ésta centraliza, ubica y fundamenta los esfuerzos del investigador, logrando obtener toda la información teórica.
- **Observación Directa Simple:** según Sabino (2007), “es la que conecta al investigador con la realidad, es decir, al sujeto con el objeto del problema” (p. 150). Según Arias (2006) “es una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos” (p. 69).
- **Entrevistas No Estructuradas:** según Navarro (2009), “es la que se realiza sin disponer de una guía de entrevista elaborada con anticipación. Este tipo de técnica se utiliza en investigaciones exploratorias y recurriendo a expertos sobre el tema objeto de estudio o personas que puedan proporcionar información de interés en torno al problema por investigar” (p.72).

### 3.7. Fases de la Investigación.

A continuación se describen las fases que serán utilizadas para implementar Calidad de Servicio (QoS) en los enlaces WAN de CADIVI para optimizar los sistemas de comunicaciones, como consecuencia del logro de los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación y como un aporte al Área de Redes y Telecomunicaciones.

- **Fase I. Definición de Proyecto.** Contempla la selección del área de estudio, que permitirá la identificación del problema, en una relación causa-

efecto. Para determinar el alcance y la complejidad de la investigación a desarrollar.

- **Fase II. Análisis de Requerimientos.** Contemplará la identificación de los tipos de enlaces presentes en la organización CADIVI y cuál es su topología de red WAN, las políticas existentes de calidad de servicio y cuáles son compatibles con los dispositivos de red que interconectan las localidades. Mediante el análisis, revisión y la evaluación de la documentación facilitada por CADIVI del proyecto en cuestión, las técnicas de recopilación de información serán: a) Entrevistas al personal del área en investigación; b) Entrevistas no Estructuradas al personal del área en estudio; c) Observación Directa y participativa; d) Evaluación bibliográfica; se determinarán todos los requerimientos necesarios para implementar políticas de calidad de servicios (QoS) en los enlaces de comunicaciones de la red WAN.
  
- **Fase III. Análisis de Datos.** Comprenderá todas las descripciones inherentes al área de redes y telecomunicaciones a los cuales se someterán los datos recolectados, que permitirá mantener la alineación entre las políticas y estrategias actuales de la organización con los requerimientos planteados en la Implementación de calidad de servicio (QoS) en los enlaces WAN de CADIVI para optimizar los sistemas de comunicaciones.
  
- **Fase IV. Implementación.** Se implementará las políticas de calidad de servicio en los enlaces WAN de CADIVI, con base en lo descrito en las fases I, II, III; que permita una mejora sustancial en el rendimiento de las aplicaciones a través de la red, aumentando los niveles de productividad, en cuanto a efectividad y eficiencia se refiere, en el cumplimiento de las diversas funciones que ejecutan las Oficinas de Verificación Aduanal (OVAS), reduciendo tiempo y costos. Además la organización tendrá la

oportunidad de verificar que las aplicaciones mejoren en tiempos de respuesta. Permitiendo detectar los posibles errores y corregir a la brevedad posible, sin la necesidad de una interrupción de los servicios.

- **Fase V. Prueba de la configuración técnica.** Se determinarán las posibles causas de fallos de la implementación de calidad de servicio en la red WAN de CADIVI, mediante pruebas de generación tráfico y funcionamiento de las aplicaciones, que servirá como ayuda al Departamento de Redes y Telecomunicaciones de la organización.

### **3.8. Procedimiento por Objetivos.**

Son las diferentes actividades que realizara el investigador para concretar los objetivos planteados en la investigación, como dice (Hurtado, 2010):

“Un aspecto esencial en toda la investigación consiste en planificar el proceso determinando la duración en tiempo y las etapas a cumplir; el investigador debe especificar cada uno de los pasos, la secuencia, la prioridad y el momento en el cual los llevara a cabo.” (p.168).

De acuerdo a los objetivos de la Investigación los procedimientos por objetivos del proyecto serán las siguientes:

- 1.1. Realizar un diagnóstico de la configuración actual de la topología de red WAN de la organización CADIVI y los tipos de enlaces de comunicación que utiliza.
  - 1.1.1. Analizar la topología de interconexión WAN implementada por CADIVI actualmente.
  - 1.1.2. Describir los componentes que permiten la interconexión de la red WAN de CADIVI.

- 1.1.3. Analizar los tipos de enlaces presentes actualmente en la red WAN de CADIVI.
- 1.1.4. Describir el funcionamiento de los tipos de enlaces presentes en la red WAN de CADIVI.
- 1.1.5. Documentar la topología de red WAN de CADIVI.
  
- 1.2. Identificar las políticas de calidad de servicio que pueden ser aplicadas en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
  - 1.2.1. Analizar las políticas de calidad de servicio presentes en las diferentes tecnologías de redes y telecomunicaciones.
  - 1.2.2. Determinar las políticas de calidad de servicio aplicables a la topología de red WAN de CADIVI.
  - 1.2.3. Evaluar el impacto de adaptar calidad de servicio en la topología de red WAN de CADIVI.
  
- 1.3. Determinar los problemas más comunes en la saturación de los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
  - 1.3.1. Identificar las aplicaciones más utilizadas en las localidades de CADIVI y cuál es el desempeño de las mismas.
  - 1.3.2. Analizar las mejores prácticas de priorización de aplicaciones para redes WAN.
  - 1.3.3. Evaluar el impacto técnico que tendrá la implementación de mejores prácticas de priorización de aplicaciones en la red WAN de CADIVI.
  
- 1.4. Diseñar la plantilla de configuración para ejecutar las políticas de calidad de servicio en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
  - 1.4.1. Determinar la estructura de la configuración de calidad de servicio aplicable a los equipos que interconectan la red WAN de CADIVI.
  - 1.4.2. Planificar el despliegue de configuración en cada una de las localidades de la red WAN de CADIVI.

- 1.5. Configurar los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI para cumplir con las políticas de calidad de servicio establecidas
  - 1.5.1. Aplicar la plantilla de configuración de calidad de servicio previamente establecida en cada uno de los equipos que interconectan la red WAN de CADIVI.
  - 1.5.2. Evaluar el desempeño de las aplicaciones y del tráfico presente en los enlaces WAN de CADIVI.
- 1.6. Realizar un informe técnico donde se explique la solución de calidad de servicio implementada en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI.
  - 1.6.1. Documentar las configuraciones realizadas en cada uno de los equipos que interconectan la red WAN de CADIVI.

### **3.9. Operacionalización de los Objetivos.**

Para Sabino (2007) “la operacionalización de los objetivos, se manifiesta a través de un cuadro en donde se especifican sus dimensiones, indicadores y su nivel de medición” (p. 38). Hernández, Fernández, & Baptista, (2010) sostiene que la operacionalización, es el conjunto de procedimientos que un observador es capaz de percibir de un concepto teórico susceptible de ser medido.

La definición operacional representa el desglosamiento de los objetivos en aspectos cada vez más sencillos que permiten la máxima aproximación para medirla, estos aspectos se agrupan bajo las denominaciones de dimensiones e indicadores. De acuerdo a lo anterior y en relación con los objetivos y el marco teórico referencial, en la siguiente tabla se presenta el cuadro de la operacionalización de los objetivos.

**Tabla 1. Operacionalización de los Objetivos.**

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Implementar calidad de servicio (QoS) en los enlaces WAN de CADIVI para optimizar los sistemas de comunicaciones	Diagnosticar la configuración de la topología de red WAN actual en la organización CADIVI y los tipos de enlaces de comunicación que utiliza	Topología de la red WAN de CADIVI. Tipos de enlaces de comunicaciones actuales.	Observación Directa Simple	Revisión Documental	Configuraciones actuales de los dispositivos de red.
	Identificar las políticas de calidad de servicio que pueden ser aplicadas en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI	Políticas de calidad de servicios para enlaces WAN	Recopilación Bibliográfica	Revisión Documental. Formatos de Microsoft Office y archivos electrónicos.	Características y capacidades de los dispositivos de red.
	Determinar los problemas más comunes en la saturación de los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI	Consumo de ancho de banda de las aplicaciones.	Recopilación Bibliográfica. Técnicas de recopilación de información.	Entrevistas No Estructuradas. Formatos de Microsoft Office y archivos electrónicos.	Antecedentes. Necesidades tecnológicas de las OVAS.
	Diseñar la plantilla de configuración para ejecutar las políticas de calidad de servicio en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI	Formato de plantilla de configuraciones en dispositivos de red.	Recopilación Bibliográfica	Formatos de Microsoft Office y archivos electrónicos.	Estándares de configuración.
	Configurar los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI para cumplir con las políticas de calidad de servicio establecidas	Sistema Operativo de los dispositivos de red.	Recopilación Bibliográfica	Formatos de Microsoft Office y archivos electrónicos.	Configuraciones actuales de los dispositivos de red.
	Realizar un informe técnico donde se explique la solución de calidad de servicio implementada en los enlaces de comunicación de la red WAN en la organización CADIVI	Características del Informe Técnico.	Técnicas de recopilación de información.	Formatos de Microsoft Office y archivos electrónicos.	Formato de Informe Técnico.

### **3.10. Aspectos Éticos.**

Los aspectos éticos en este estudio se basaron en los lineamientos del código de ética del *Project Management Institute* (PMI) 2006; fundamentado en los valores: Responsabilidad, respeto, justicia y honestidad.

### **3.11. Cronograma.**

El cronograma de trabajo que se presenta a continuación tiene como fecha de inicio el trece (13) de enero de 2014, como inicio formal de clases en seminario, con un total de once (11) semanas para culminar con la entrega de los cuatro capítulos del presente trabajo de investigación. Para luego continuar con el desarrollo de los próximos capítulos en conjunto con la asesoría del tutor seleccionado. Véase Anexo N° 1.

### **3.12. Recursos.**

En esta sección se presentan los recursos necesarios para la ejecución del presente trabajo de investigación que contribuirán a dar respuesta al problema planteado en la misma, en conjunto con los objetivos descritos con anterioridad.

**Tabla 2. Recursos Utilizados en el Proyecto.**

Derechos de Secretaría	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Total (Bs.)
Inscripción del TEG	UC	4,8	525,00	2.520,00
Derecho de Grado	PU	1	280,00	280,00
Total Derechos de Secretaría				2.800,00
<b>Suministros</b>				
Uso de Laptop	Mes	3	500,00	1.500,00
Uso de Internet	Mes	3	300,00	900,00
Impresiones a color	Hoja	30	10,00	300,00
Impresiones en blanco y negro	Hoja	100	5,00	500,00
Encuadernación	Tomo	2	50,00	100,00
Total Suministros				3.300,00
<b>Tiempo</b>				
Estudiante	H/H	200	50,00	10.000,00
Asesor Académico	H/H	100	80,00	8000,00
Total Tiempo				18.000,00
Total General				24.100,00

**UC: Unidades Crédito****PU: Pago Único****H/H: Horas Hombre**

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO ORGANIZACIONAL**

#### **Comisión de Administración de Divisas (CADIVI)**

Es un órgano regulador adscrito al Ministerio del Poder Popular de Economía, Finanzas y Banca Pública. Su principal objetivo es la administración, coordinación y control de la política cambiaria del país. Se encuentra ubicada en la Avenida Leonardo Da Vinci, Sede UBV Los Chaguaramos, Anexo B1, piso 1, Caracas, Distrito Capital.

#### **4.1. Antecedentes de la Organización.**

##### **Reseña Histórica**

El 5 de Febrero del 2003 fue publicado en Gaceta Oficial N° 37. 625 un decreto de Convenio Cambiario a través del cual el Ejecutivo Nacional impone un control de cambios que sigue vigente hasta la actualidad. Se crea la Comisión de Administración de Divisas (CADIVI) según decreto N° 2032 en la misma Gaceta Oficial donde éste organismo coordinará, administrará, controlará y establecerá los requisitos para otorgar divisas autorizadas a los diversos agentes económicos. Los bancos y otras instituciones financieras, las casas de cambio y los demás operadores cambiarios para actuar en el mercado de divisas quedan sujetos al cumplimiento del Convenio Cambiario.

Finalmente, el Banco Central de Venezuela fijará de común acuerdo con el Ejecutivo Nacional el tipo de cambio para la compra y venta de divisas y las organizaciones internacionales con las cuales la República Bolivariana de Venezuela haya suscrito acuerdos o convenios internacionales, podrán efectuar

operaciones de cambio directamente ante el Banco Central de Venezuela sin necesidad de autorización ninguna.

#### **4.2 Misión de la Organización.**

Administrar, coordinar y controlar la ejecución de la política cambiaria del Estado venezolano, con el propósito de contribuir al desarrollo integral de la Nación y al fortalecimiento de nuestra soberanía.

#### **4.3 Visión de la Organización.**

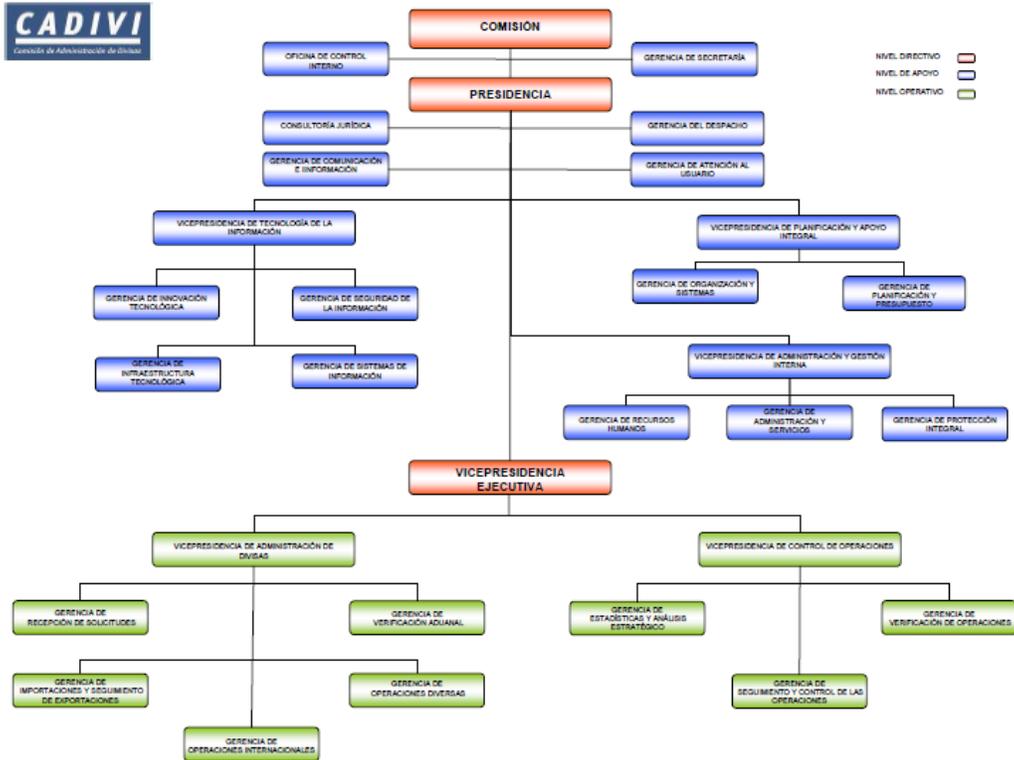
Ser una organización modelo de gestión en administración, coordinación y control de la política cambiaria del Estado venezolano, a partir de la integración del talento humano y el factor tecnológico.

#### **4.4 Valores Institucionales.**

- Compromiso
- Sentido de pertenencia (Identidad)
- Ética (Profesionalidad y Honradez)
- Eficiencia
- Eficacia
- Transparencia
- Participación
- Solidaridad

#### **4.5 Organigrama de la Organización.**

La Comisión de Administración de Divisas (CADIVI) presenta la siguiente estructura organizativa:



**Figura 19.** Estructura Organizativa de CADIVI.

**Fuente:** Recursos Humanos (2013)

#### 4.6 Coordinación de Redes y Telecomunicaciones.

##### Propósito General del Departamento

Planificar, dirigir, y coordinar las actividades relacionadas con el mantenimiento y preservación de la plataforma de Redes y Comunicaciones.

##### Funciones del Departamento

- Supervisar el desarrollo, administración e implementación de la infraestructura de las redes de comunicación de la Institución.

- Coordinar y controlar las actividades de orden técnico correspondientes a equipos de interconexión y telecomunicaciones.
- Coordinar y controlar la instalación, administración y mantenimiento de las redes locales y de amplio alcance.
- Apoyar a la Gerencia de Infraestructura Tecnológica en los procesos relacionados a la adquisición, actualización y mantenimiento de sistemas de tecnología de la información.
- Apoyar a la Gerencia de Infraestructura Tecnológica a definir las reglas de tecnología que fomenten la estandarización de la plataforma instalada y promover su implementación.
- Documentar y divulgar las normas técnicas y procedimientos de soporte en las redes y comunicaciones.
- Establecer coordinaciones de implementación, tecnologías y telecomunicaciones con instituciones públicas y privadas.
- Informar periódicamente acerca de las operaciones realizadas en el área de su competencia, a través del suministro de estadísticas de gestión.
- Mantener actualizada la información sobre los diferentes cambios en tecnología en redes y comunicaciones.
- Evaluar, certificar e implementar nuevas tecnologías en el área de redes y comunicaciones.
- Supervisar la integridad de la red de telecomunicaciones.

- Brindar servicios generales de red: acceso a Internet en la sede y Oficinas de Verificación Aduanal.
- Desarrollar propuestas de infraestructura tecnológica para fundamentar la interconexión en la Institución.
- Establecer programas de capacitación para el manejo de las redes y las comunicaciones.
- Establecer las necesidades específicas de capacitación y adiestramiento del personal bajo su cargo.
- Evaluar el desempeño del personal bajo su cargo.
- Garantizar al personal bajo su cargo, condiciones de seguridad, salud y bienestar, en un medio ambiente de trabajo adecuado para el ejercicio de sus funciones.
- Garantizar la confidencialidad de la información de la Institución.
- Rendir cuenta periódica de los resultados de su gestión a su superior jerárquico.
- Participar en la elaboración del Plan Operativo Anual Institucional (POAI).
- Asesorar en el ámbito de sus competencias a las unidades organizacionales.
- Proponer la actualización de los manuales de su unidad organizacional.

- Participar en los equipos de trabajos permanentes o temporales, para los cuales sea designado.
- Representar a la Comisión de Administración de Divisas (CADIVI), en las actividades que sea designado por sus superiores jerárquicos.
- Otras funciones que le sean asignadas por sus superiores jerárquicos.

## CAPÍTULO V

### DESARROLLO

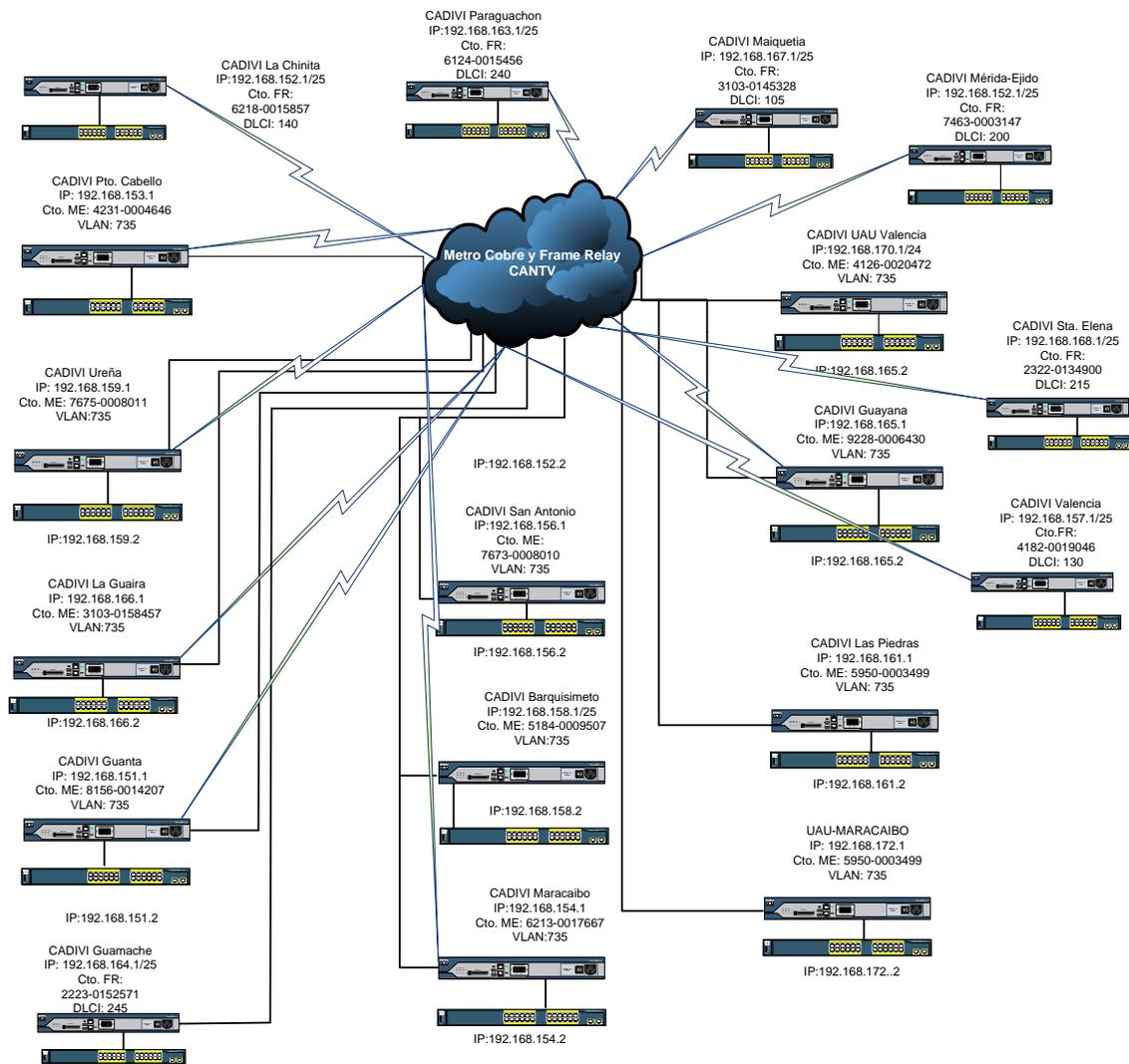
#### 5.1 Diagnóstico de la Situación Actual.

En la actualidad, la organización CADIVI cuenta con 18 localidades a nivel nacional, las cuales se interconectan a la sede central por medio de enlaces *Frame Relay* y *Metro Ethernet*, según la factibilidad técnica de la ubicación geográfica de la localidad.

Para dicha interconexión se contratan los servicios del proveedor nacional CANTV, con velocidades de transmisión que van de 128 kbps hasta 512 kbps en *Frame Relay* y enlaces de 1 MB de ancho de banda en *Metro Ethernet*.

Las diferentes localidades acceden a los sistemas, aplicativos, telefonía IP e Internet a través de la sede principal, lo que conlleva a un consumo excesivo de ancho de banda por cada uno de los trabajadores conectados. En localidades donde está presente el enlace *Frame Relay*, el ancho de banda en momentos críticos alcanza el 80% de la capacidad, limitando los tiempos de respuesta de las aplicaciones y degradando el servicio de VoIP.

En la figura 20 se muestra la topología de la Red WAN de CADIVI, con la especificación de características de cada enlace correspondientes a las diferentes localidades. Todos los enlaces utilizan la red de CANTV para la interconexión.



**Figura 20.** Diagrama de Red WAN de CADIVI.

La implementación de políticas de calidad de servicio en los enlaces WAN de la organización CADIVI se enfoca en la configuración de parámetros en los *Routers* que interconectan las localidades con la sede principal, con el fin de comprimir el tráfico de voz y datos para ofrecer un mejor servicio de comunicación a los diferentes usuarios de la organización.

A continuación, se evalúan varias alternativas disponibles y compatibles con el equipamiento tecnológico existente en la organización, con el fin de satisfacer la necesidad de mejorar la comunicación de los usuarios ubicados en las diversas localidades a nivel nacional hacia los sistemas y aplicaciones de la sede central.

## 5.2 Formulación de Alternativas.

Para la aplicación de Calidad de Servicio (QoS) en los enlaces de comunicaciones de la organización CADIVI, se deben evaluar los métodos, parámetros y políticas compatibles con los equipos *Routers* que conforman la topología de red WAN. Así mismo, identificar el modelo de implementación de calidad de servicio acorde a los objetivos de la organización.

A continuación se presentan las alternativas estudiadas.

### 5.2.1 Primera Alternativa.

**Modelo de Qos *Best-effort* (Entrega de Mejor Esfuerzo):** no se discrimina ningún tipo de tráfico y se brinda el mejor soporte posible desde la infraestructura.

Es el modelo aplicado en Internet y el que aplica por defecto toda red que no tiene políticas explícitamente definidas.

No garantiza ningún tratamiento o recurso específico a ningún flujo de información. Todo paquete es tratado de igual forma; no hay tratamiento preferencial.

Las principales características del modelo son:

- Altamente escalable.
- No requiere mecanismos o configuraciones especiales.
- No garantiza recursos ni diferencia ningún tipo de servicio.

### **Evaluación de la alternativa *Best-effort*:**

El modelo de QoS de Mejor Esfuerzo presenta complicaciones para la prestación de servicios que requieran la transmisión de datos en tiempo real, puesto que la llegada de datos desordenados o la pérdida de información pueden ser crítica.

En la práctica, los protocolos confirmados (como TCP) se utilizan para el envío de información estática en forma de páginas web o correo electrónico, mientras que UDP se emplea para transmisión de flujos (“*streams*”) de audio o video que no deben interrumpirse en caso de pérdida de paquetes de datos. Como la información a transmitir es en tiempo real (telefonía IP), entonces es necesario emplear protocolos de alto nivel como IntServ o DiffServ.

### 5.2.2 Segunda Alternativa.

**Modelo de Qos IntServ (Servicios Integrados):** las aplicaciones cuyo tráfico requieren tratamiento diferencial señalizan la red para requerir y garantizar los recursos necesarios para el adecuado funcionamiento de la aplicación. Garantiza las condiciones de operación de cada una de las sesiones que se establecen.

Modelo de implementación de servicio bajo demanda. Tiene como objetivo garantizar recursos disponibles a lo largo de una ruta para una aplicación específica.

Antes de iniciarse propiamente la sesión de la aplicación se señala la ruta para verificar la disponibilidad de los recursos necesarios para un adecuado desarrollo de la misma. Una vez que la aplicación realiza la reserva de recursos, la misma se mantiene aun cuando la aplicación no la esté utilizando, hasta tanto se levante la reserva de recursos. Permite garantizar las condiciones de operación de aplicaciones críticas.

Sus características más importantes son:

- Negocia condiciones específicas de calidad de servicio antes de que se inicie la comunicación propiamente dicha.
- Una vez hecha la reserva, la aplicación cuenta con los recursos reservados más allá de la situación de tráfico de la red.

- Puede adecuarse a demandas específicas y diferentes de cada tipo de tráfico o aplicación.
- La reserva de recursos se realiza para cada flujo de información en particular. No se reservan recursos en función de la aplicación genéricamente.
- Cuando se asocia a desarrollos de telefonía IP, da una aproximación orientada a la conexión para este tipo de servicios. Cada dispositivo a lo largo de la ruta configura y mantiene la operación de cada comunicación individualmente.
- Utiliza los servicios de RSVP (*Resource Reservation Protocol*).
- No es escalable en grandes redes o implementaciones muy complejas.

#### **Evaluación de la alternativa IntServ:**

En la arquitectura IntServ ocupa un papel fundamental el concepto de flujo, que significa un tráfico continuo de datagramas relacionados entre sí, que se produce como consecuencia de una acción del usuario y que requiere una misma calidad de servicio.

En la arquitectura IntServ se definen tres tipos de servicios:

- **Servicio Garantizado:** garantiza un caudal mínimo y retardo máximo. Cada *router* del trayecto debe ofrecer las garantías solicitadas, aunque a veces esto no es posible por las características del medio físico (por ejemplo en Ethernet compartida).
- **Servicio de Carga Controlada:** este servicio debe ofrecer una calidad comparable a la de una red de datagramas poco cargada, es decir, en general un buen tiempo de respuesta pero sin garantías estrictas. Eventualmente se pueden producir retardos grandes.
- **Servicio *Best Effort*:** este servicio no tiene ninguna garantía.

Para conseguir sus objetivos IntServ dispone del protocolo RSVP. EL protocolo RSVP (*Resource Reservation Protocol*) está pensado fundamentalmente para tráfico *multicast*, ya que este tipo de tráfico es especialmente adecuado para la distribución de flujos de audio y video en tiempo real que requieren unas condiciones estrictas de calidad de servicio. Sin embargo, nada impide la utilización de RSVP en tráfico *unicast*.

### 5.2.3 Tercera Alternativa.

**Modelo de Qos DiffServ (Servicios Diferenciados):** la infraestructura de la red es la que reconoce los diferentes tipos de tráfico y aplica políticas diferenciadas para cada clase de tráfico. Es más escalable y flexible en su implementación.

Modelo de implementación de recursos garantizados de modo genérico y no por flujos o sesiones. Permite garantizar diferentes condiciones de servicios para diferentes tipos de tráfico, de modo escalable y efectivo, a través de toda la red.

- No requiere señalización previa.
- No permite garantizar condiciones de tráfico extremo a extremo.
- Es muy flexible y escalable.
- Divide el tráfico en clases en función de los requerimientos de la organización.
- Cada paquete recibe el tratamiento que se ha definido para la clase a la cual ese paquete pertenece.
- A cada clase se le puede asignar un diferente nivel de servicio y con ello diferentes recursos.
- La asignación de recursos se hace salto por salto en cada dispositivo de la red y no para una ruta específica.
- El mecanismo de implementación es relativamente complejo.

## Evaluación de la alternativa DiffServ:

La arquitectura DiffServ se basa en la idea de que la información sobre calidad de servicio se escribe en los datagramas, no en los *routers*. Esta es la diferencia fundamental con IntServ y es la que permite implementar una calidad de servicio escalable a cualquier cantidad de flujos.

En DiffServ se definen tres tipos de servicios, que son los siguientes:

- **Servicio *Expedited Forwarding* o *Premium*:** este servicio es el de mayor calidad. Se supone que debe ofrecer un servicio equivalente a una línea dedicada virtual. Debe garantizar un caudal mínimo, una tasa máxima de pérdida de paquetes, un retardo medio máximo y un jitter máximo.
- **Servicio *Assured Forwarding*:** este servicio asegura un trato preferente, pero no garantiza caudales, retardos, etc. Se definen cuatro clases posibles pudiéndose asignar a cada clase una cantidad de recursos en los *routers* (ancho de banda, espacio en buffers, etc.).
- **Servicio *Best Effort*:** este servicio no ofrece ningún tipo de garantías.

### 5.3 Tabla comparativa de las alternativas a implementar.

En la Tabla 3, se resumen las diferentes alternativas de arquitecturas en que se basa el uso de la calidad de servicio (QoS) en las redes de comunicaciones, resumiendo a su vez las principales características evaluadas para seleccionar la que mejor se adapte a los requerimientos de la organización.

**Tabla 3.** Alternativas de modelos para Calidad de Servicio (QoS).

<b>Modelo</b>	<b>Best Effort</b>	<b>IntServ</b>	<b>DiffServ</b>
<b>Descripción</b>	Es un modelo simple de servicio.	Este modelo se basa en la idea de reserva de recursos en la red por flujos.	Este modelo permite distinguir diferentes clases de servicio marcando los paquetes.
<b>Características</b>	Envía información cuando ella lo desea, sin ningún permiso requerido y sin informar previamente a la red.	Un flujo es una cadena, los paquetes fluyen por la red, de origen a destino.	El campo DSCP y algunas sugerencias de cómo usar este campo.
<b>Es fácil su uso</b>	Es el más sencillo.	Sí.	Es difícil.
<b>Es confiable</b>	Sí pero no para redes congestionadas.	No, porque no es aplicable en situaciones con gran cantidad de flujos entre usuarios finales.	Sí, cada tipo de etiqueta representa un determinado tipo de QoS y el tráfico con la misma etiqueta se trata de la misma forma.
<b>Donde se aplica</b>	TCP/IP fue diseñado para dar un servicio best-effort.	En reserva de recursos.	Métodos toscos pero simples de proveer diferentes niveles de servicio para el tráfico de internet y en los dispositivos para reducir carga.
<b>Ventajas</b>	Utiliza el modelo de cola FIFO ( <i>First In First Out</i> ) para sus transmisiones.	Cada nodo en el camino indica si puede asegurar la reserva y mantiene una tabla con el estado de la reserva por flujo.	Permite a los <i>routers</i> modificar su comportamiento de envío, control del tráfico y reduce la carga de los dispositivos de red, escalable.
<b>Desventajas</b>	No asegura tasa de transferencia, retraso o fiabilidad, no funciona en videoconferencias.	Gran cantidad de información que debe almacenar cada nodo, no aplica en situaciones con gran cantidad de flujos.	Los servicios no están garantizados.
<b>Recursos</b>	Tasa de transferencia, retraso o fiabilidad.	Ancho de banda, retardo, etc.	Nodos, enrutadores, paquetes.

Después de evaluar las diferentes alternativas que ofrecen las arquitecturas de calidad de servicio (QoS), se seleccionó el modelo IntServ como el más apropiado para los requerimientos de la organización, ya que se adapta fácilmente a la topología de red y su uso permite reservar el ancho de banda del tráfico que se quiere priorizar a través de los *Routers* que interconectan las localidades de la organización.

#### **5.4 Requerimientos para implementar QoS.**

Los requisitos para la implementación de calidad de servicios QoS en los enlaces de comunicaciones de la red WAN de la organización CADIVI son los siguientes:

##### **1. Router Cisco 2801**

Son el modelo de los dispositivos que proporcionan conectividad a nivel de red, los cuales permiten el envío de paquetes de datos de una red a otra. Son los equipos utilizados en las diferentes localidades para conectarse hacia la sede principal. Poseen las interfaces adecuadas para la implementación, como lo son: interfaz serial para el enlace *Frame Relay* e interfaces *Ethernet* para conectar la LAN. Ver anexo A.

##### **2. Router Cisco 3845**

Es el modelo del dispositivo que proporciona conectividad a nivel de red, los cuales permiten el envío de paquetes de datos de una red a otra. Recibe todas las conexiones de las localidades a través de las tecnologías *Frame Relay* y *Metro Ethernet*. Poseen las interfaces adecuadas para la implementación, como lo son: interfaz serial para el enlace *Frame Relay* e interfaces *Ethernet* para conectar la LAN. Ver anexo B.

##### **3. Enlace de Comunicaciones**

Son los medios de comunicación que se utilizan para transmitir información

## **5.5 Fases de desarrollo para implementar la calidad de servicio QoS.**

El presente proyecto se desarrolla en cinco (5) fases, las cuales se describen a continuación:

**Fase 1. Definición del proyecto.** Contempla la selección del área de estudio para determinar el alcance y la complejidad de la investigación.

**Fase 2. Análisis de Requerimientos.** Contempla la identificación de los tipos de enlaces presentes en la organización, su topología de red, equipos disponibles y compatibles con la solución a implementar como objetivo general de la investigación.

**Fase 3. Análisis de datos.** Comprende las descripciones del área de Redes y Telecomunicaciones que permitieron mantener la alineación entre los requerimientos de QoS y las estrategias de la organización.

**Fase 4. Implementación.** Contempla la implementación de las políticas de calidad de servicio en los enlaces WAN, que permitan una mejora sustancial en el rendimiento de las aplicaciones a través de la red.

**Fase 5. Prueba de la configuración técnica.** Contempla las posibles causas de fallos en la implementación de QoS.

A continuación se describen las fases del proyecto:

### **5.5.1 Definición del Proyecto.**

La organización CADIVI cuenta con dieciocho (18) localidades conectadas a la sede principal a través de enlaces de comunicaciones WAN con el proveedor de servicios del estado, CANTV.

A continuación, en la tabla 4 se detallan los nombres de las localidades, así como las características principales de dichos enlaces:

**Tabla 4.** Localidades pertenecientes a la organización.

<b>Localidad</b>	<b>Tipo de Enlace</b>	<b>Ancho de Banda <i>Metro Ethernet</i></b>	<b>Ancho de Banda <i>Frame Relay</i></b>
<b>Barquisimeto</b>	<i>Metro Ethernet</i>	2 MB	N/A
<b>Ciudad Guayana</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>Guamache</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps
<b>Guanta</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>La Chinita</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps
<b>La Guaira</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>Las Piedras</b>	<i>Metro Ethernet</i>	2 MB	N/A
<b>Maiquetía</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps
<b>Maracaibo</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>Mérida</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	128 kbps
<b>Paraguachón</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps
<b>Puerto Cabello</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>San Antonio</b>	<i>Metro Ethernet</i>	2 MB	N/A
<b>Santa Elena</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps
<b>UAU_Maracaibo</b>	<i>Metro Ethernet</i>	2 MB	N/A
<b>UAU_Valencia</b>	<i>Metro Ethernet</i>	2 MB	N/A
<b>Ureña</b>	<i>Metro Ethernet y Frame Relay</i>	2 MB	256 kbps
<b>Valencia</b>	<i>Frame Relay</i>	N/A	256 kbps

### 5.5.2 Análisis de los Requerimientos.

Los enlaces de comunicaciones de la organización CADIVI son de tecnología *Frame Relay* y *Metro Ethernet*. Poseen equipamiento de *Routers* de la marca Cisco en todas las localidades, los cuales poseen la capacidad de implementar QoS a través de su sistema operativo. La topología actual es tipo estrella, todas las localidades remotas se conectan a la sede central.

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en las pruebas y configuraciones ejecutadas, dados los requerimientos y las fases en las cuales se desarrolló el proyecto.

#### 6.1 Análisis de Datos.

Los requerimientos de la organización para la implementación de calidad de servicio en los enlaces de la red WAN se basan en el uso de telefonía IP y de ciertos aplicativos propios del negocio de la organización. Adicionalmente se determinó el uso de políticas de seguridad para prevenir el congestionamiento del enlace de comunicaciones.

La plantilla de configuración para ejecutar la lista de acceso, fue creada de forma estándar para ser aplicada en cada Interfaz LAN de los *Routers* de cada localidad, con el fin de evitar el congestionamiento del enlace y cumplir con políticas de seguridad de la organización.

En el apéndice A se detallan los comandos ejecutados para la construcción de las listas de acceso.

#### 6.2 Implementación.

Luego del análisis de los datos se identificó el tipo de calidad de servicio a aplicar en cada uno de los *Routers* que interconectan las localidades.

Para ello, es necesario activar la capacidad del modo de conmutación más rápido en los dispositivos Cisco a través de CEF (*Cisco Express Forwarding*).

Para crear un *class-map* se debe realizar en el modo de configuración del *Router* y son las estructuras que contienen las condiciones que se deben cumplir para que ocurra algo.

Como un *class-map* puede tener varias condiciones adentro, se debe indicar si se tienen que dar todas a la vez, o bien cualquiera de ellas. Para ello se utilizaron los parámetros *match-all* ó *match-any* respectivamente. Si no se especifica ninguno de los dos, se tomará *match-all* por defecto.

En esta investigación se utilizó el parámetro *match-any* para establecer las condiciones *dscp cs3 (Call-Signaling)*, *af31 (Mission-Critical)* y *ef (Voice)*.

Los *Policy-Maps* designan el comportamiento o acción a implementar sobre el tráfico previamente identificado en los *class-maps*.

Luego de definir el *Policy-Map* a aplicar para cada tráfico, se procede a activarlo en la interfaz del *Router* por donde pasará dicho tráfico. Puede ser tanto de salida como de entrada en la Interfaz. Para el caso de la Organización CADIVI, se configuró para el tráfico saliente del *Router* principal hacia los *Routers* de las localidades.

Los parámetros para los enlaces *Frame Relay* varían según la capacidad del mismo hacia cada localidad de la Organización.

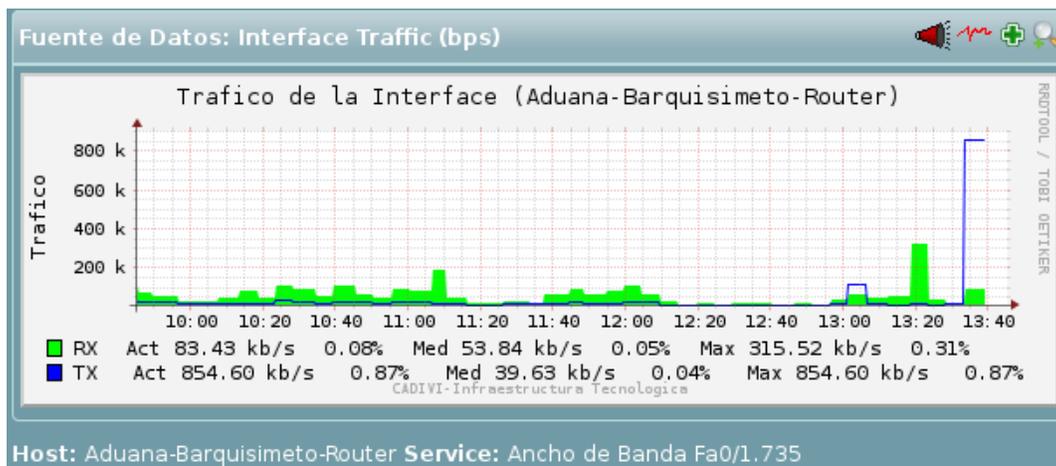
En el apéndice B se pueden identificar los comandos ejecutados para la implementación de QoS en los *Routers* que interconectan la red WAN de la Organización.

### 6.3 Prueba de la configuración técnica.

Para cumplir esta fase se realizaron diversas pruebas de tráfico hacia las aplicaciones y principalmente con el uso de telefonía IP, efectuando llamadas simultáneas entre las diferentes localidades de la organización.

Con la ayuda de la aplicación NAGIOS, la cual es la herramienta de Monitoreo utilizada por la Organización CADIVI, se presentan en forma gráfica el comportamiento del tráfico en cada uno de los enlaces de comunicaciones hacia las distintas localidades.

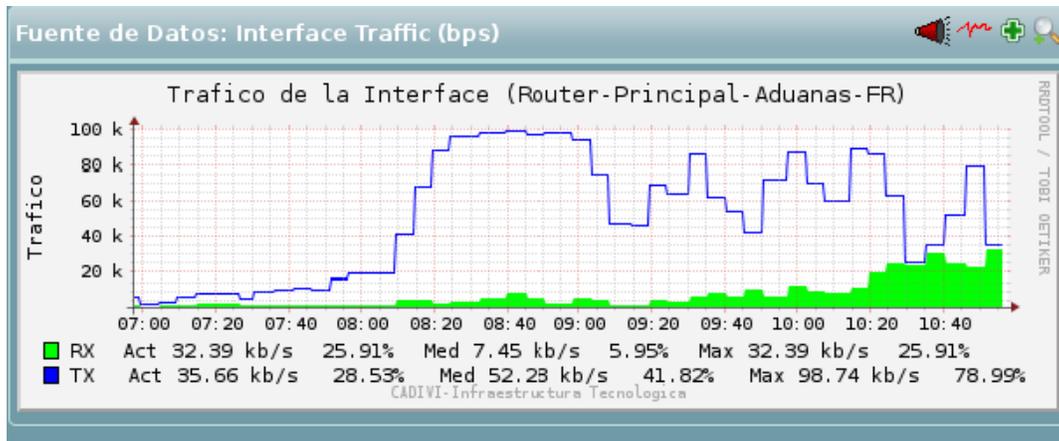
En la figura 21 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad Barquisimeto con capacidad de 2 MB:



**Figura 21.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Barquisimeto.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

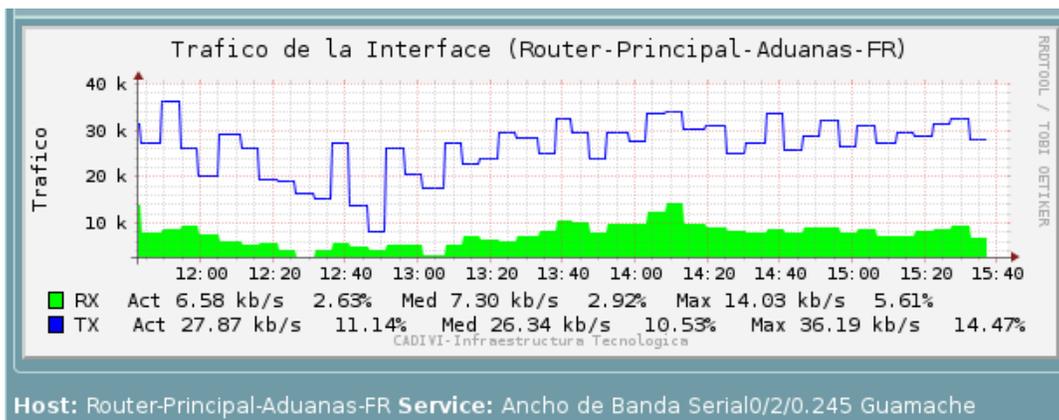
En la figura 22 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad Ciudad Guayana con capacidad de 256 kbps:



**Figura 22.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Ciudad Guayana.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

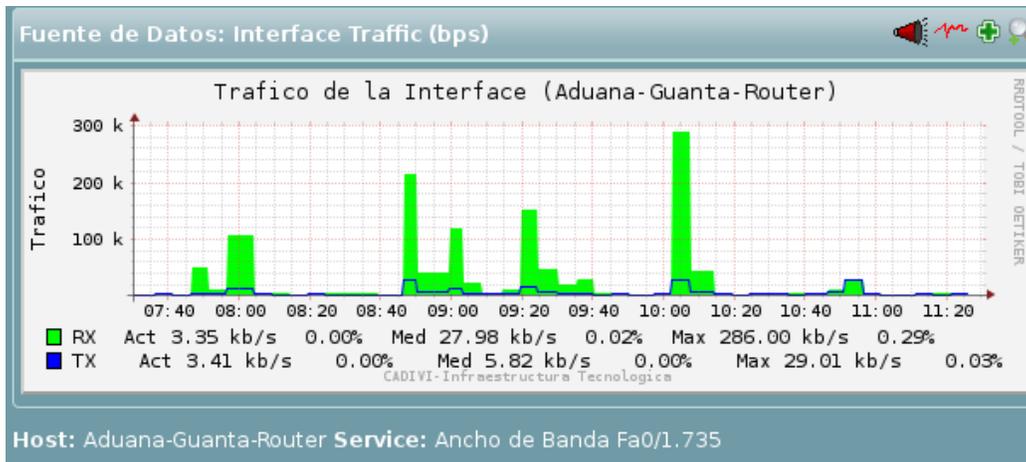
En la figura 23 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Guamache con capacidad de 256 kbps:



**Figura 23.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Guamache.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

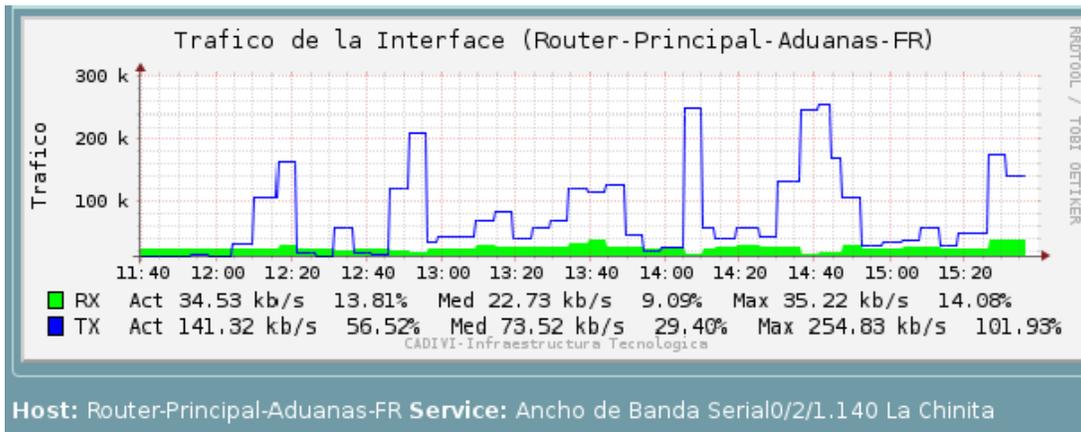
En la figura 24 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad Guanta con capacidad de 2 MB:



**Figura 24.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Guanta.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

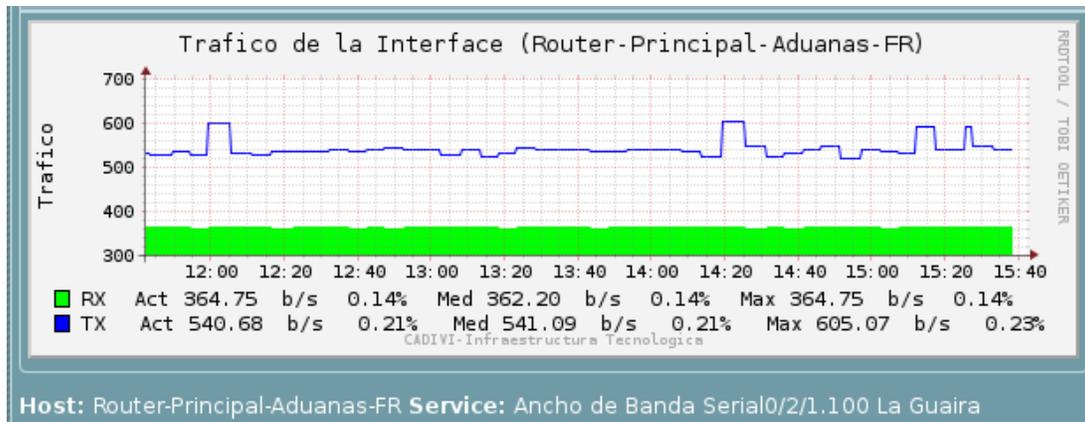
En la figura 25 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de La Chinita con capacidad de 256 kbps:



**Figura 25.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de La Chinita.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

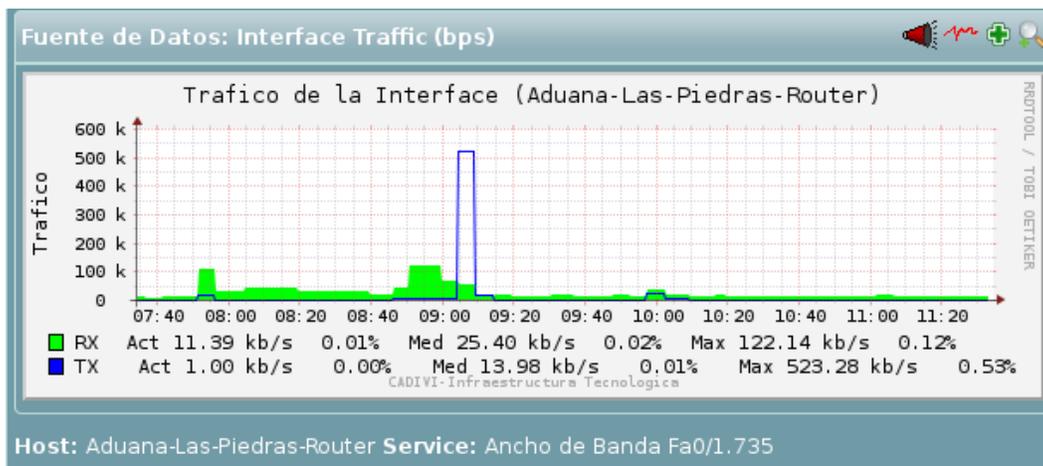
En la figura 26 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de La Guaira con capacidad de 256 kbps:



**Figura 26.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de La Guaira.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

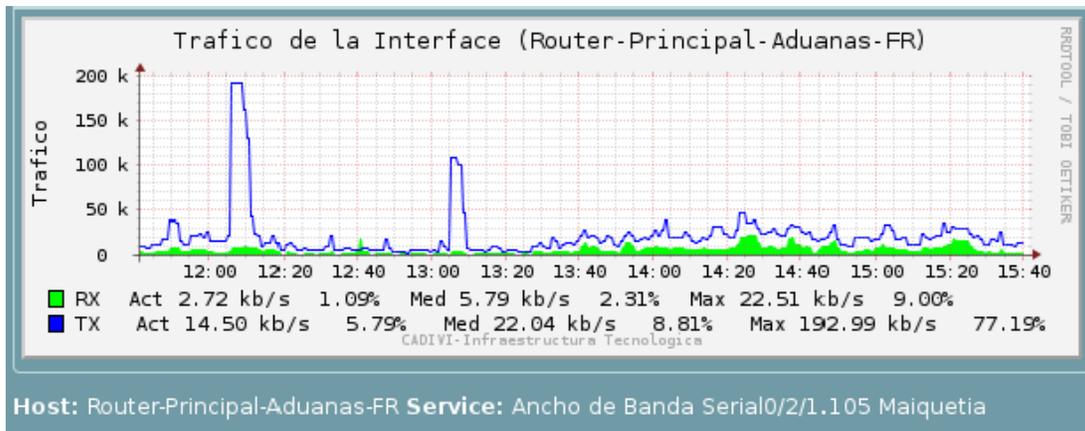
En la figura 27 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de Las Piedras con capacidad de 2 MB:



**Figura 27.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Las Piedras.

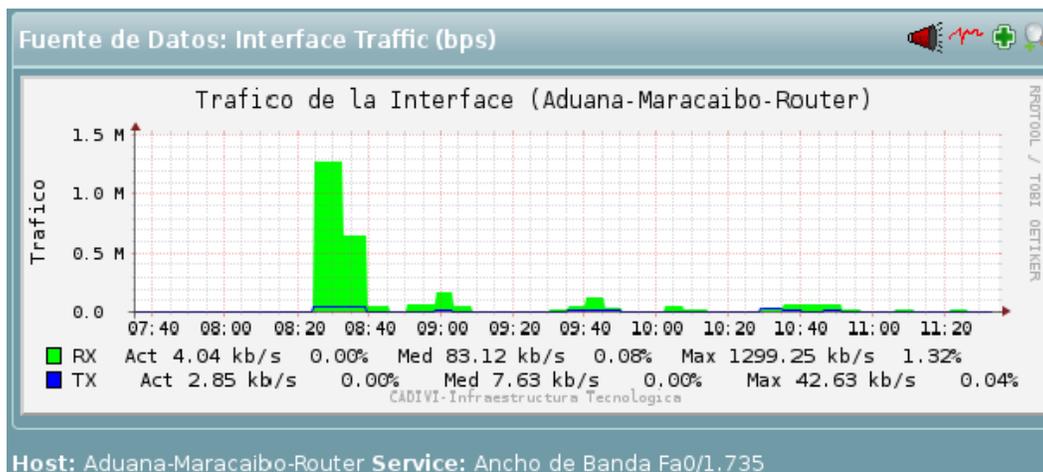
**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

En la figura 28 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Maiquetía con capacidad de 256 kbps:



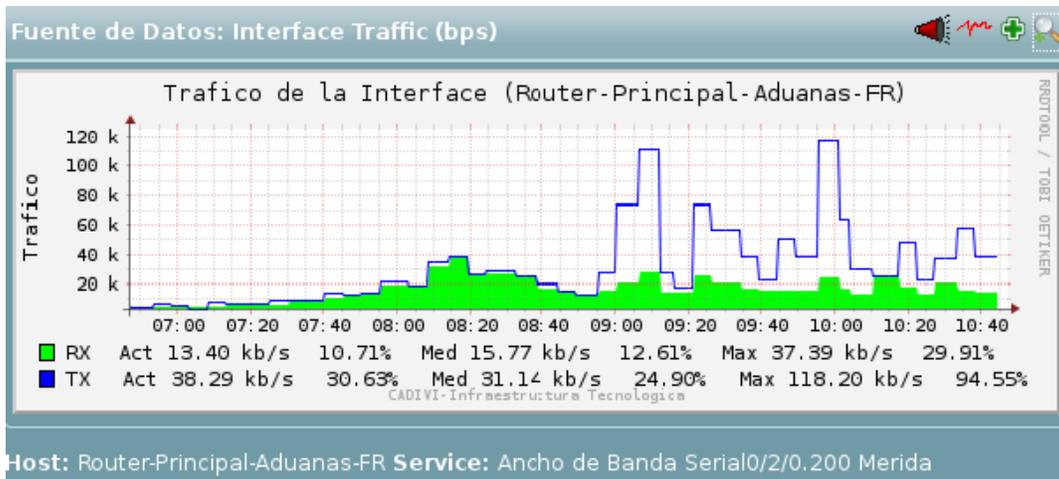
**Figura 28.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Maiquetía.  
**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

En la figura 29 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de Maracaibo con capacidad de 2 MB:



**Figura 29.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Maracaibo.  
**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

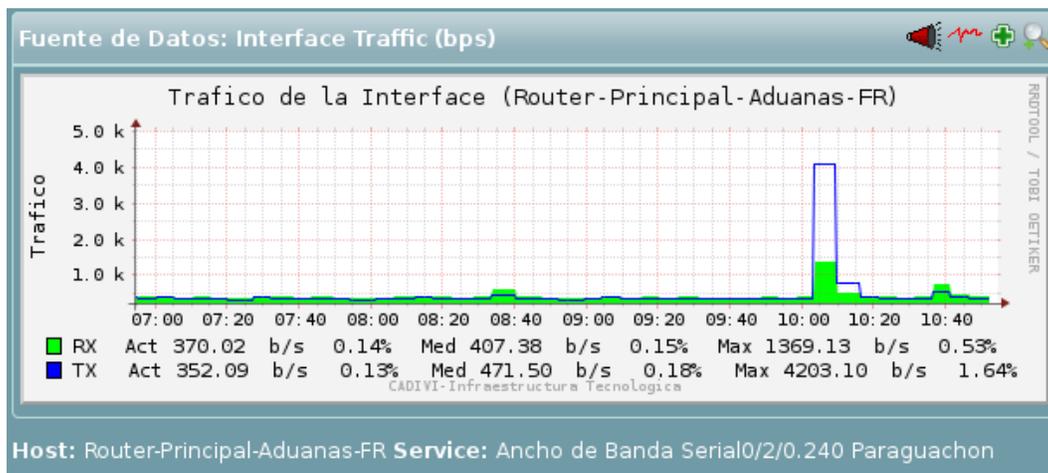
En la figura 30 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad Mérida con capacidad de 128 kbps:



**Figura 30.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Mérida.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

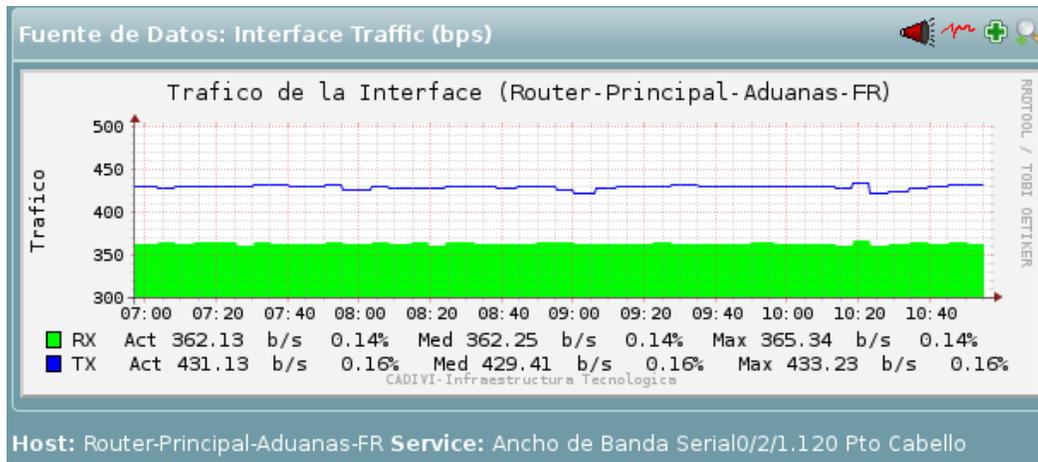
En la figura 31 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Paraguachón con capacidad de 256 kbps:



**Figura 31.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Paraguachón.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

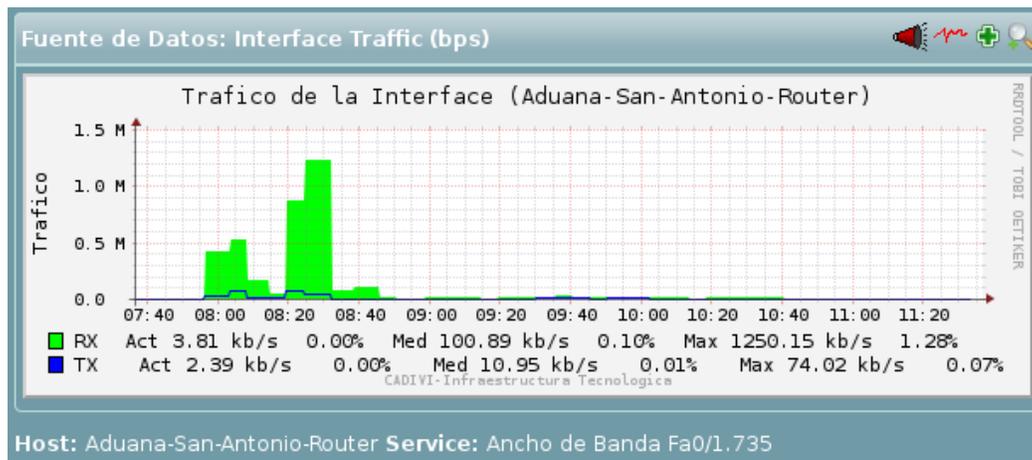
En la figura 32 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Puerto Cabello con capacidad de 256 kbps:



**Figura 32.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Puerto Cabello.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

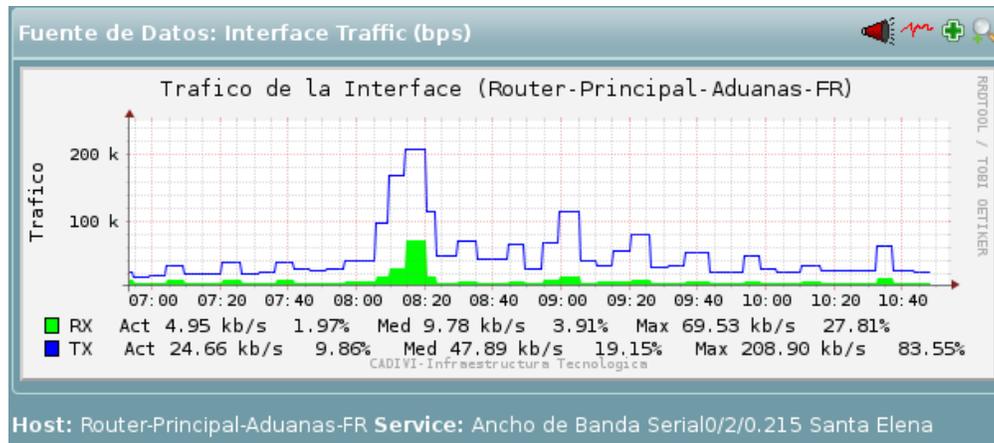
En la figura 33 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de San Antonio con capacidad de 2 MB:



**Figura 33.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de San Antonio.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

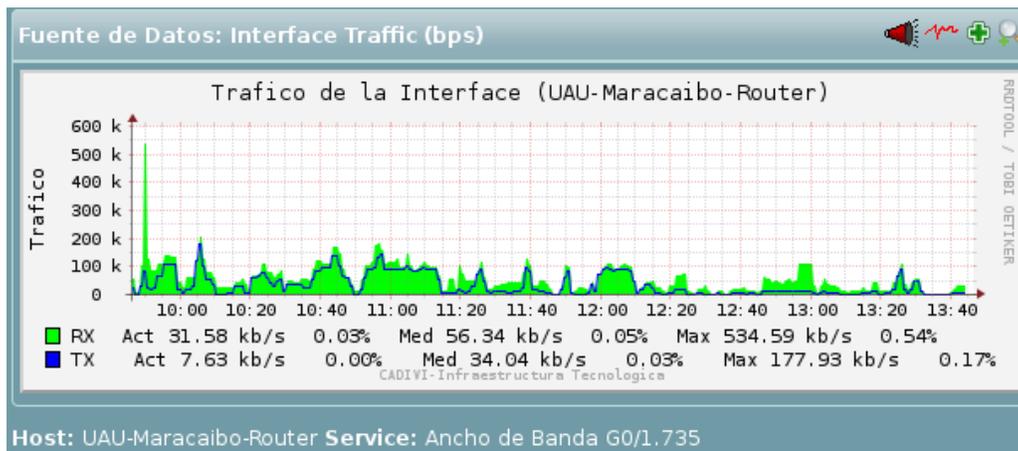
En la figura 34 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Santa Elena con capacidad de 256 kbps:



**Figura 34.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de Santa Elena.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

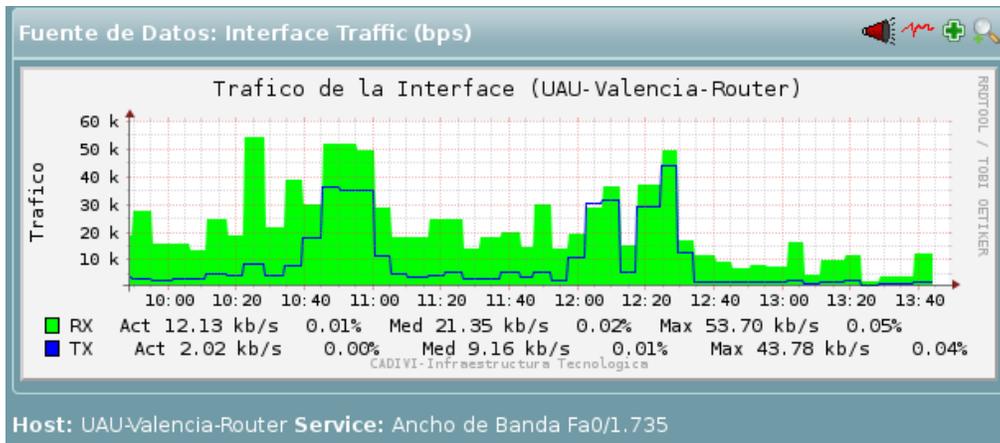
En la figura 35 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de UAU\_Maracaibo con capacidad de 2 MB:



**Figura 35.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de UAU\_Maracaibo.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

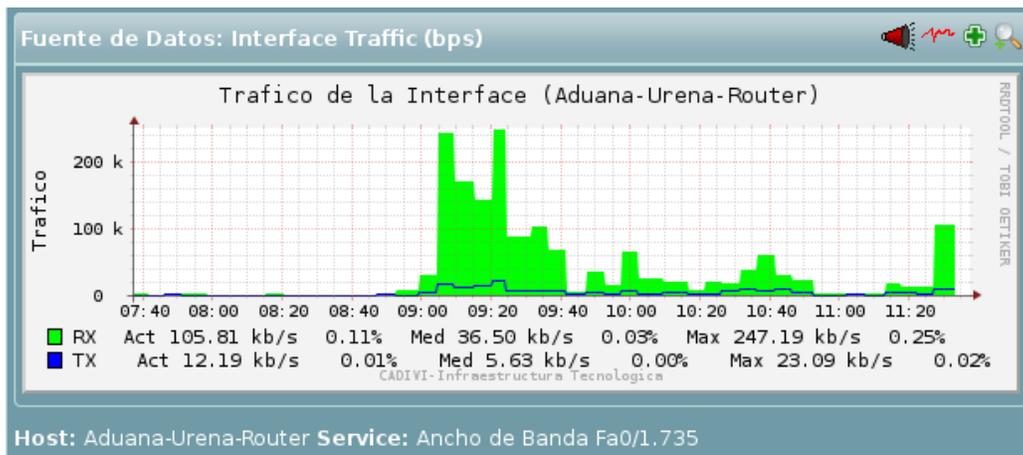
En la figura 36 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de UAU\_Valencia con capacidad de 2 MB:



**Figura 36.** Tráfico de la interfaz del *Router* en la localidad de UAU\_Valencia.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

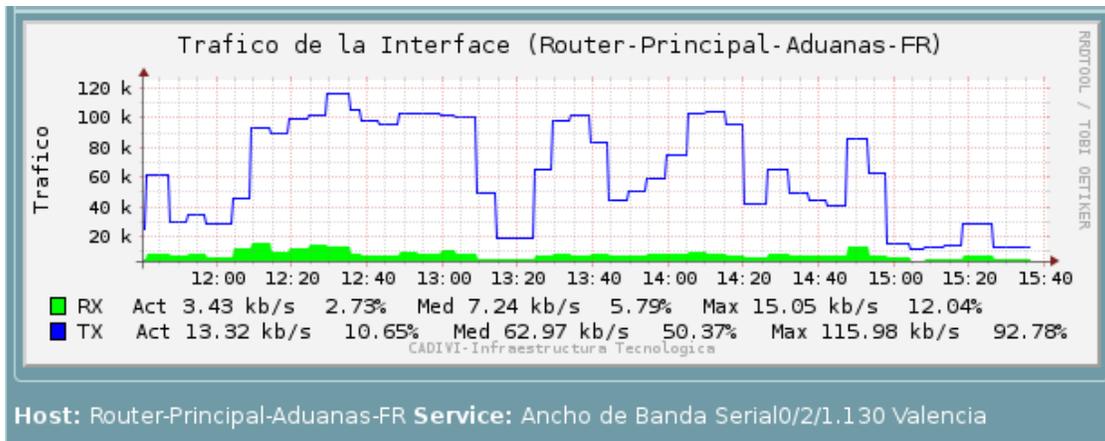
En la figura 37 se muestra el Tráfico del enlace *Metro Ethernet* de la localidad de Ureña con capacidad de 2 MB:



**Figura 37.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Ureña.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

En la figura 38 se muestra el Tráfico del enlace *Frame Relay* de la localidad de Valencia con capacidad de 256 kbps:



**Figura 38.** Tráfico de la interfaz del *Router* de la localidad de Valencia.

**Fuente:** Monitoreo Nagios CADIVI (2014)

En las figuras mostradas, se puede observar la traza del ancho de banda que se consume en cada una de las localidades y se demuestra que en ninguna de ellas se alcanzan los valores máximos disponibles en el enlace. Esto hace notar que existe una compresión del tráfico y permite que los enlaces no se vean congestionados, logrando que los sistemas se encuentren disponibles y funcionen correctamente.

## CAPÍTULO VII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 7.1 CONCLUSIONES

Cada día sigue tomando más fuerza el concepto del “Internet de las cosas”, que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos con Internet. Es por ello que las infraestructuras tecnológicas y en especial las de Telecomunicaciones generan una necesidad de ser cada vez más robustas y actualizadas, con el fin de soportar el alto tráfico que demandan las nuevas aplicaciones y dispositivos que interconectan las grandes redes de datos.

Para las Organizaciones es un reto el implementar plataformas de Redes y Telecomunicaciones que brinden una experiencia agradable al usuario al interactuar con las aplicaciones que prestan un servicio específico y más aún para Organizaciones Gubernamentales donde la prestación de un servicio abarca todo el territorio nacional.

Es por ello que la Implementación de Calidad de Servicio (QoS) en los Enlaces WAN de CADIVI para optimizar los Sistemas de Comunicaciones surge con la visión de ofrecer mayor rendimiento de los trabajadores en las diferentes localidades del país y garantizar el correcto funcionamiento de los sistemas para cumplir con los usuarios que hacen uso de ellos para la realización de actividades de comercio exterior.

Al implementar la solución de calidad de servicio en los enlaces WAN, se ha mejorado notablemente la utilización del canal de información, evitando congestión en los enlaces y facilitando la utilización tanto aplicaciones propias de la organización como llamadas por Telefonía IP simultáneamente, generando valor agregado al desempeño de los trabajadores.

Al poder realizar esta investigación, se otorgó a la organización CADIVI un mayor flujo de información desde las localidades a nivel nacional hacia la sede principal, así mismo, se implementaron restricciones de tráfico con el fin de evitar la generación de tráfico innecesario, garantizando la correcta funcionalidad de las transacciones en materia de políticas cambiarias y reflejándose en una mejor respuesta hacia los usuarios.

## **7.2 RECOMENDACIONES**

Para que la implementación de calidad de servicio en los enlaces WAN se mantenga óptima, se recomienda lo siguiente:

1. Establecer políticas para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos interconectados en la red WAN de la organización que permitan evaluar constantemente el buen funcionamiento de los equipos y los sistemas.
2. Trabajar en equipo al momento de implementar nuevas tecnologías, ya que de esa forma se garantiza la transferencia de conocimientos a todo el personal.
3. Estudiar la posibilidad de seguir afinando las configuraciones en los diversos *Routers* con el fin de mantener vigencia y operatividad de la calidad de servicio en la plataforma de Telefonía IP.
4. Estudiar las factibilidades técnicas a mediano y largo plazo para aumentar las capacidades de los enlaces que interconectan la red WAN.
5. Capacitar al personal administrador de redes para que configure futuras implementaciones de calidad de servicio o de otra tecnología suplementaria a la eficiencia de la red de datos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvez, R. (2009). Fundamentos de MPLS. Buenos Aires-Argentina: Tiagora.
- Antonetti, J. (07 de 08 de 2012). Negocios & Tecnología. Obtenido de [http://www.tecnologiahechapalabra.com/negocios/trafico\\_internet/articulo.asp?i=7088](http://www.tecnologiahechapalabra.com/negocios/trafico_internet/articulo.asp?i=7088)
- Arias, F. (2006). El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica. 5ta edición. Caracas: Episteme.
- Bayas, E., & Cunalata, M. (2013). Análisis del Rendimiento de Frame Relay Vs Ethernet sobre una arquitectura MPLS. Riobamba-Ecuador.
- Bustamante, R. (2007). Contribución en el Análisis y Simulación de una Red MPLS con la Internet de Servicios Diferenciados DIFFSERV. Lima.
- Cisco Networking Academy. (2013). Introduction to Networks Companion Guide. Cisco Press.
- Constitución de la Republica Bolivariana de Venezuela. Asamblea Nacional Constituyente Publicada en Gaceta Oficial Extraordinaria N° 5.453 de la República Bolivariana de Venezuela. (viernes 24 de marzo de 2000). Caracas.
- De Ghein, L. (2006). MPLS Fundamentals. Washington-USA: Cisco Press.
- Halabi, S. (2003). Metro Ethernet. Indianapolis, USA: Cisco Press.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 7ma edición. México: Mc Graw-Hill.
- Hurtado, J. (2010). Metodología de la Investigación: guía para una comprensión holística de la ciencia. 4ta edición. Caracas: Quirón Ediciones.
- Iglesias, H. (15 de junio de 2010). TIC (Tecnologías Información e Comunicaciones) e TAC (Tamén Amigos e Colegas). Obtenido de <http://tic-tac.teleco.uvigo.es/profiles/blogs/metro-ethernet>
- Kurose, J., & Ross, K. (2010). Redes de Computadoras, Un enfoque descendente. Madrid: Pearson Educación.
- Llerena, D. (2011). Algoritmos de Calidad de Servicio (QoS) y la congestión en los Enlaces de Comunicación de los usuarios de la empresa UNIPLEX SYSTEMS de la ciudad de Quito. Quito.

- Morales, J., & Lázaro, J. (Noviembre de 2003). Diccionario de Términos y Acrónimos de Comunicaciones de Datos. Madrid, España.
- Navarro, L. (2009). Desarrollo, Ejecución y Presentación del Proyecto de Investigación. Caracas: Melvin.
- Ortiz, J. (2006). Análisis y Diseño de Técnicas de Calidad de Servicio en Redes Inalámbricas de Banda Ancha. México.
- Robles, M. (2008). QoS en redes wireless con IPv6. La Plata.
- Ruiz, G., & Hermenegildo, J. (2013). Aplicación de los Sistemas VSAT a Regiones Remotas del Territorio Nacional. Guayaquil.
- Sabino, C. (2007). El Proyecto de Investigación. 3ª Edición. En C. Sabino, El Proyecto de Investigación. 3ª Edición (pág. 73). Panapo.
- Stallings, W. (2004). Comunicaciones y Redes de Computadoras, 7ma Edición. PRENTICE HALL.
- Tamayo y Tamayo, M. (2004). El Proceso de Investigación Científica. Mexico: Limusa.
- Tanenbaum, A. (2003). Redes de Computadoras, 4ta Edición. México: Pearson Educación.
- Terán, R. (2012). Implementación de una Red Metro Ethernet en la herramienta METASOLV de Oracle. Caracas.
- UIT. (03 de 04 de 2011). Actualidades de la UIT. Obtenido de <http://www.itu.int/net/itunews/issues/2011/03/04-es.aspx>
- Valarino, E., & Yáber. (2010). Metodología de la Investigación Paso a Paso. Caracas: Trillas.
- Velurtas, F. (2009). Optimización de Enlaces en Redes IP. Control de Tráfico. La Plata.

## **ANEXOS**

## ANEXO A

### *Router Cisco 2801 Series*

Los *Routers* Cisco de Servicios Integrados 2801 ofrecen un valor adicional importante en comparación con generaciones anteriores de los *Routers* Cisco con precios similares, ofreciendo una mejora de hasta cinco (5) veces el rendimiento de procesamiento y hasta diez (10) veces el rendimiento de seguridad y voz.



## ANEXO B

### *Router Cisco 3845 Series*

Los *Routers* Cisco de Servicios Integrados 3845 ofrecen una mejorada protección de la inversión por ser un equipo de mayor rendimiento y modularidad. Proporciona capacidades óptimas para el manejo de Redes Privadas Virtuales (VPN) y de servicios avanzados en voz y seguridad.



## **APÉNDICES**

## APÉNDICE A

### Plantilla de configuración de la lista de Acceso (ACL) aplicada en los *Routers* de las localidades

La lista de acceso es utilizada para controlar el flujo del tráfico en equipos de redes como lo son los *Routers*. Su principal función es filtrar tráfico, permitiendo o denegando de red de acuerdo a alguna condición.

La plantilla utilizada en la Interfaz LAN de cada una de las localidades de la Organización CADIVI es la siguiente:

```
interface FastEthernet0/0.2152
 ip access-group 103 in
 !
 !
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.200.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.201.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.202.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 host 10.1.203.8
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.204.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.47.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.49.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.51.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit tcp 192.168.152.0 0.0.0.255 any eq www
 access-list 103 permit tcp 192.168.152.0 0.0.0.255 any eq 443
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 10.1.207.0 0.0.0.255
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 host 172.30.215.106
 access-list 103 permit icmp 192.168.152.0 0.0.0.255 host 192.168.152.1
 access-list 103 permit ip 192.168.152.0 0.0.0.255 host 172.30.211.12
```

## APÉNDICE B

### Plantilla de configuración de las políticas de calidad de servicio QoS

La calidad de servicio QoS se aplicó en todos los *Routers* que interconectan la red WAN de la Organización CADIVI y para cada tipo y capacidad de los enlaces de comunicaciones.

La plantilla de configuración aplicada es la siguiente:

- **Configuración estándar aplicada para los *Routers* de las localidades con enlace de comunicaciones *Frame Relay* de 128 kbps:**

```
ip cef
!
!
class-map match-any QoS-VoIP-Control
  match dscp cs3
  match dscp af31
class-map match-any QoS-Voice
  match dscp ef
!
!
policy-map QoS-Policy-128
  class QoS-VoIP-Control
    bandwidth 8
  class QoS-Voice
    priority 40
  class class-default
    fair-queue
    random-detect
```

```
!  
!  
interface Serial0/3/0  
  no ip address  
  ip nbar protocol-discovery  
  encapsulation frame-relay IETF  
  frame-relay traffic-shaping  
  frame-relay lmi-type ansi  
!  
interface Serial0/3/0.200 point-to-point  
  ip address 172.41.0.30 255.255.255.252  
  no cdp enable  
  frame-relay interface-dlci 200 CISCO  
    class QoS-VoIP-128  
  frame-relay ip tcp header-compression  
  frame-relay ip rtp header-compression  
!  
!  
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.41.0.29  
!  
!  
map-class frame-relay QoS-VoIP-128  
  frame-relay cir 128000  
  frame-relay bc 1280  
  frame-relay be 0  
  frame-relay mincir 128000  
  frame-relay fragment 160  
  service-policy output QoS-Policy-128
```

- **Configuración estándar aplicada para los *Routers* de las localidades con enlace de comunicaciones *Frame Relay* de 256 kbps:**

```
ip cef
!
!
class-map match-any QoS-VoIP-Control
  match dscp cs3
  match dscp af31
class-map match-any QoS-Voice
  match dscp ef
!
!
policy-map QoS-Policy-256
  class QoS-VoIP-Control
    bandwidth 8
  class QoS-Voice
    priority 40
  class class-default
    fair-queue
    random-detect
!
!
interface Serial0/3/0
  no ip address
  ip nbar protocol-discovery
  encapsulation frame-relay IETF
  clock rate 2000000
  frame-relay traffic-shaping
  frame-relay lmi-type ansi
!
```

```
interface Serial0/3/0.220 point-to-point
ip address 172.41.0.46 255.255.255.252
snmp trap link-status
no cdp enable
frame-relay interface-dlci 220 CISCO
  class QoS-VoIP-256
frame-relay ip tcp header-compression
frame-relay ip rtp header-compression
!
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.42.0.1 name Metro_Cobre track 19
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.41.0.45 2 name FR track 20
!
!
map-class frame-relay QoS-VoIP-256
frame-relay cir 256000
frame-relay bc 2560
frame-relay be 0
frame-relay mincir 256000
frame-relay fragment 320
service-policy output QoS-Policy-256
```

- **Configuración estándar aplicada para los *Routers* de las localidades con enlace de comunicaciones *Metro Ethernet* de 2 MB:**

En la localidad:

```
class-map match-any dscp46
  match ip dscp 46
!
policy-map ME_2M
  class dscp46
    shape average 2000000
!
interface fa0/1.735
  service-policy output ME_2M
```

En la sede principal:

```
class-map match-any dscp46
  match ip dscp 46
!
policy-map ME_20M
  class dscp46
    shape average 20000000
!
interface fa0/1.735
  service-policy output ME_20M
```