

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LAS COMUNICACIONES A TRAVES DEL DATACENTER DEL BANCO AGRÍCOLA DE VENEZUELA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Sandoval R., Freddy A.
para optar al Título de
Ingeniero Electricista

Caracas, 2008

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

[SUSTITUIR AL PRESENTAR]

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darme las fuerzas y las energías necesarias en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis amados padres por darme todo su apoyo incondicional, por darme toda la ayuda posible sin compromisos y por estar siempre a mi lado para brindarme sus consejos.

A mí querida hija Nicole, por ser la más grande fuente de inspiración en los momentos más difíciles de la carrera. A mí querida esposa Verónica por entregarme tanta comprensión, solidaridad y apoyo moral a lo largo de la carrera, por siempre brindarme su ayuda sin pedírsela, no fue fácil pero lo logramos mi amor.

A mis hermanos por tener tanta consideración y paciencia para con mi persona, además de siempre estar dispuestos a brindar su ayuda.

A toda mi familia por ser tan considerados y estar tan atentos a cualquier detalle sobre mi carrera para brindar su ayuda. En especial a mi prima Ingrid por ayudarme a conseguir esta pasantía y estar tan pendiente de mi persona.

A mis compañeros de clases por siempre estar dispuestos a escucharme y darme sus consejos en los momentos difíciles de la pasantía y de la carrera. Cuanto le dedicamos a los estudios muchachos, sin ustedes habría sido imposible lograr esta meta, nos costo pero lo logramos y lo disfrutamos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Central de Venezuela, por abrirme sus puertas y ser mi segundo hogar.

A la Escuela de Eléctrica y todo el personal profesoral por brindarme todo el apoyo necesario para lograr una efectiva formación como profesional al servicio de la república.

A mi tutor académico PhD. Luis Fernández por siempre estar dispuesto y conseguir el tiempo necesario para revisar con paciencia todo este trabajo, le agradezco las buenas conversaciones que tuvimos.

A María Auxiliadora por brindarme incondicionalmente tanta ayuda siempre que la necesite, muchas gracias, en verdad que te debo mucho.

A mi tutor Jorge Gamboa, por toda la colaboración prestada para con mi persona.

A los señores Angel Lira y Oscar Pérez por toda la ayuda brindada durante la duración de las pasantías en el BAV.

A los compañeros del BAV Heramer Bastardo, Rafael, Danny Villaruel y José Rivas por los gratos momentos vividos durante la duración de la pasantía y por estar siempre dispuestos a prestarme su colaboración.

Sandoval R., Freddy A.

**PROPUESTA PARA LA MEJORA DE LAS
COMUNICACIONES A TRAVÉS DEL DATACENTER DEL BANCO
AGRÍCOLA DE VENEZUELA.**

Prof. Guía: PhD. Luis Fernández. Tutor Industrial: Ing. Jorge Gamboa. Tesis. Caracas. U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica. Ingeniero Electricista. Opción: Comunicaciones. Institución: Banco Agrícola de Venezuela. 2008. 98 h. + anexos.

Palabras Claves: Redes de Área Local (LAN); VoIP; Trafico de Datos; Frame Relay; Canal de Comunicación; Velocidad de Transmisión; Calidad de Servicio (QoS).

Resumen. Este trabajo tiene como finalidad definir el funcionamiento de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela para luego entregar una serie de recomendaciones tendientes a lograr la mejora de las comunicaciones a través de esta red. En función de esto se hizo un estudio de la conformación física y lógica de esta red para lograr un buen entendimiento de su funcionamiento actual. Esta información fue recabada por medio de entrevistas al personal especializado encargado del departamento de Telecomunicaciones del BAV. Una vez logrado el entendimiento del funcionamiento de la red de datos, se procedió a realizar un monitoreo del trafico de datos que circula a través de los distintos enlaces pertenecientes a la red para definir si se estaban cumpliendo con las necesidades mínimas de velocidad de transmisión y calidad de servicio necesarias para un buen funcionamiento de la red en condiciones normales. Luego de analizados los datos arrojados por este estudio de trafico y de la configuración de los equipos que permiten la conexión entre los distintos departamentos y grupos de trabajo del BAV, se procedió a realizar la propuesta de mejora de las comunicaciones, donde se enfatizó en los problemas encontrados en la red y se dio una serie de recomendaciones para lograr una mejora en cuanto a la velocidad de transmisión y a la calidad de servicio de la red.

ÍNDICE GENERAL

<u>CONSTANCIA DE APROBACIÓN.....</u>	<u>ii</u>
<u>DEDICATORIA.....</u>	<u>iii</u>
<u>AGRADECIMIENTOS.....</u>	<u>iv</u>
<u>Sandoval R., Freddy A.....</u>	<u>v</u>
<u>ÍNDICE GENERAL.....</u>	<u>vi</u>
<u>ÍNDICE DE TABLAS.....</u>	<u>ix</u>
<u>ÍNDICE DE FIGURAS.....</u>	<u>x</u>
<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>CAPÍTULO I.....</u>	<u>3</u>
<u>1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</u>	<u>3</u>
<u>1.1 Justificación.....</u>	<u>3</u>
<u>1.2 Planteamiento del problema.....</u>	<u>4</u>
<u>1.3 Objetivo General:.....</u>	<u>5</u>
<u>1.4 Objetivos específicos:.....</u>	<u>5</u>
<u>CAPÍTULO II.....</u>	<u>8</u>
<u>2 Marco Teórico.....</u>	<u>8</u>
<u>2.1 Redes de datos.....</u>	<u>8</u>
<u>2.1.1 Componentes físicos de una red de datos.....</u>	<u>8</u>
<u>2.1.2 Características de una red de datos.....</u>	<u>10</u>
<u>2.1.3 Topologías de una red de datos.....</u>	<u>11</u>
<u>2.1.4 Protocolos de red.....</u>	<u>13</u>
<u>2.1.5 Redes de área local (LAN).....</u>	<u>14</u>
<u>2.1.6 Redes de área amplia (WAN).....</u>	<u>14</u>
<u>2.2 Ethernet.....</u>	<u>15</u>
<u>2.3 VLAN`s.....</u>	<u>16</u>
<u>2.3.1 Implementación de VLAN`s.....</u>	<u>18</u>
<u>2.4 Frame Relay.....</u>	<u>19</u>
<u>2.4.1 Definición y Características Generales.....</u>	<u>20</u>
<u>2.4.2 Funcionamiento de Frame Relay.....</u>	<u>20</u>
<u>2.4.3 Formato de la trama Frame Relay.....</u>	<u>22</u>
<u>2.4.4 Principales parámetros de Frame Relay.....</u>	<u>23</u>
<u>2.4.5 Control de Congestión en Frame Relay.....</u>	<u>24</u>
<u>2.5 VoIP.....</u>	<u>25</u>
<u>2.5.1 Definición y Principales Características.....</u>	<u>25</u>

2.5.2	Arquitectura de VoIP.....	26
2.5.3	Funcionamiento de VoIP.....	28
2.5.4	Protocolos y estándares para VoIP.....	29
2.5.5	Calidad de servicio en VoIP.....	30
2.6	Recomendación H.323.....	38
2.6.1	Generalidades de H.323.....	38
2.6.2	Componentes principales en H.323.....	41
2.7	Protocolo SIP.....	43
2.7.1	Definición y principales características de SIP.....	43
2.7.2	Beneficios del SIP.....	45
2.8	Calidad de servicio QoS.....	45
2.8.1	Definición.....	45
2.8.2	Parámetros de calidad de servicio en redes.....	47
2.8.3	Métodos para asegurar calidad de servicio en una red.....	49
2.8.4	Modelos de QoS.....	50
2.9	Ingeniería de tráfico.....	52
	CAPITULO III.....	55
3	EL PROYECTO.....	55
3.1	Tipo de investigación.....	55
3.2	Fases del proyecto.....	55
3.3	Desarrollo del proyecto.....	56
3.3.1	Plataforma de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.....	56
3.3.2	Estructura de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.....	58
3.3.3	Determinación del tráfico en la red de datos del BAV.....	68
3.3.4	Determinación de la topología lógica y la configuración de los equipos de la red de datos del BAV.....	78
3.3.5	Análisis de las necesidades de velocidad de transmisión requerida por cada enlace de la red de datos del BAV.....	80
	CAPITULO IV.....	84
4	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	84
4.1	Análisis y discusión de los resultados obtenidos entre el nodo principal y la red de agencias del BAV.....	84
4.2	Análisis y discusión de los resultados obtenidos entre el nodo principal y la torre EASO.....	86
4.3	Análisis y discusión de los resultados obtenidos de las mediciones del tráfico en el enlace entre la torre CAVENDES y el nodo principal.....	87
4.4	Análisis y discusión de los resultados obtenidos de las mediciones del tráfico en el enlace entre la torre CAVENDES y Internet.....	87
	CAPITULO V.....	88
5	Propuestas para las mejoras de las comunicaciones del BAV.....	88
5.1	Propuesta para la mejora de las comunicaciones entre el nodo principal y la red de agencias.....	88

5.2 Propuesta para la mejora de la conexión a Internet desde la torre CAVENDES.
89

CONCLUSIONES.....90

RECOMENDACIONES.....92

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....93

BIBLIOGRAFÍA.....95

ENTREVISTAS REALIZADAS.....96

GLOSARIO.....97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # 1: Codificadores de voz.....	30
Tabla # 2: Valores de degradación de la voz según codificación utilizada.....	33
Tabla # 3: Valor de Ie según la perdida de paquetes.....	34
Tabla # 4: Retardo algorítmico por codificación.....	35
Tabla # 5: Retardo de paquetizacion según la codificación.....	35
Tabla # 6: Retardo para distintos tamaños de trama.....	36
Tabla # 7: Retardos recomendados según aplicaciones.....	37
Tabla # 8: Clases de servicio.....	46
Tabla # 9: Necesidades de calidad de servicio de algunas aplicaciones.....	48
Tabla # 10: Ventajas y desventajas de Intserv.....	51
Tabla # 11: Ventajas y desventajas de diffserv.....	52
Tabla # 12: Modelo de una tabla de tráfico.....	74
Tabla # 13: Tráfico de las agencias comerciales conectadas vía satélite.....	75
Tabla # 14: Tráfico medido de las agencias conectadas vía cable.....	76
Tabla # 15: Tráfico del segmento entre la torre EASO y el nodo principal de la red.....	76
Tabla # 16: Tráfico de datos entre CAVENDES e IBM.....	77
Tabla # 17: Tráfico de datos entre CAVENDES e Internet.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura # 1: Topologías físicas de las redes.....	12
Figura # 2: Red en forma de malla.....	12
Figura # 3: Ejemplo de implementación de varias VLAN.....	17
Figura # 4: Ejemplo de una VLAN de puerto central.....	18
Figura # 5: Ejemplo de una VLAN estática.....	19
Figura # 6: Ejemplo de una VLAN dinámica.....	19
Figura # 7: Esquema de una red Frame Relay.....	21
Figura # 8: Cabecera de una trama Frame Relay.....	23
Figura # 9: Grafico de comportamiento del canal en Frame Relay.....	24
Figura # 10: Congestión y actuación de los bits BECN y FECN en Frame Relay...	25
Figura # 11: Esquema de comunicación entre un teléfono analógico y un IP phone...	27
Figura # 12: Esquema de proceso de conversión de voz analógica a paquetes de voz.	29
Figura # 13: Grafica del índice R (aceptación de los usuarios) en función del retardo.	37
Figura # 14: Modelo general de conexión entre redes distintas por medio de H.323...	40
Figura # 15: Componentes fundamentales en una red que soporte VoIP.....	43

Figura # 16: Puntos de vista de la calidad de servicio.....	46
Figura # 17: Comportamiento de una red ante la congestión.....	49
Figura # 18: Utilización de las medidas de trafico para la planificación y operación de una red de datos.....	54
Figura # 19: Estructura de la red de datos del BAV.....	58
Figura # 20: Estructura de las oficinas comerciales del BAV.....	61
Figura # 21: Equipos conectados a la red de datos del BAV en la torre CAVENDES.....	64
Figura # 22: Equipos conectados a la red de datos del BAV EASO.....	65
Figura # 23: Equipos conectados a la red de datos del BAV ubicados en la torre IBM.....	68
Figura # 24: Interfaz grafica del Netflow Analyzer.....	70
Figura # 25: Interfaz de utilización del canal de comunicaciones vs tiempo.....	71
Figura # 26: Gráfico con las aplicaciones más utilizadas (El Socorro).....	71
Figura # 27: Muestra de tráfico de datos de una agencia (El Socorro).....	72
Figura # 28: Interfaz grafica del eIBS.....	73

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se basa más en realizar una serie de recomendaciones para la mejora de las comunicaciones del BAV que en el estudio de tráfico del datacenter del mismo. Por esta razón se hace mayor referencia a las características de esta red de datos como su topología, tecnología, equipos utilizados, etc.

En el Capítulo I se define el planteamiento del problema, motivaciones que llevaron al desarrollo de este trabajo, el objetivo general y los objetivos específicos del presente trabajo y la metodología utilizada para llevar a cabo con éxito este trabajo.

En el Capítulo II se muestran las bases teóricas necesarias para el buen entendimiento de las principales características de la red del BAV como lo son el estudio de redes de datos, redes LAN, WAN y VLAN, la tecnología Ethernet, funcionamiento y características principales del protocolo Frame Relay y VoIP, además de una breve descripción de calidad de servicio e ingeniería de tráfico.

En el Capítulo III se hace una breve descripción de la red del BAV, su topología física, equipos que permiten la interconexión con la red interna y con Internet, equipos terminales que hacen uso de la red y principales aplicaciones que hacen uso del canal de comunicación, descripción de los distintos grupos que conforman la red de datos del BAV y su modo de funcionamiento, protocolos utilizados y medios de transporte de la información. También se estudiaron las conexiones y configuraciones de los equipos principales como routers y switches que permiten la interconexión entre los distintos grupos de trabajo del BAV.

También se estudian las necesidades de velocidad de transmisión que requieren cada uno de los grupos pertenecientes a la red, además de dar una

explicación del método utilizado para obtener el tráfico de datos que se tiene en esta red de datos y los resultados arrojados por este método.

En el Capítulo IV se realiza el análisis de los resultados obtenidos en el capítulo III con respecto al tráfico de la red y la configuración de la misma basado en las recomendaciones de los principales organismos internacionales. También se define un criterio con el que se hace la comparación de los resultados obtenidos y en base a este criterio se determina el funcionamiento de la red.

En el Capítulo V se encuentran las propuestas realizadas al BAV para lograr una mejora en las comunicaciones de la red interna. Esta propuesta se fundamenta en los resultados obtenidos en el Capítulo III y el análisis de estos resultados hecho en el Capítulo IV.

Finalmente se encuentran las conclusiones obtenidas de la realización de este trabajo, así como una serie de recomendaciones pertinentes para lograr un mejor desempeño de la red de comunicaciones del BAV. En los anexos se encuentran detalles de los equipos utilizados en el banco.

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1 Justificación.

El Banco Agrícola de Venezuela es una institución que nace como una iniciativa del Gobierno para ayudar y promover el desarrollo del sector agrícola. Esta función se realiza por medio del financiamiento a este sector con tasas de interés solidarias, pocos requisitos y orientación para garantizar el éxito del proyecto.

Su misión es “crear, promover y consolidar un sistema de producción de bienes y servicios, combinando nuestras capacidades y recursos para contribuir de manera eficaz al desarrollo agrario, a través de la asistencia financiera y el acompañamiento integral; todo ello enmarcado en las políticas gubernamentales y la participación activa de las comunidades, con miras a alcanzar niveles de crecimiento sostenido que promuevan la seguridad y soberanía alimentaria de la población venezolana”. [1]

Como toda institución financiera, el BAV le brinda a sus clientes servicios varios como apertura de cuentas de ahorro y corriente, tarjetas de débito, banca electrónica, créditos y fideicomisos, etc. El BAV cuenta con un número de agencias distribuidas a nivel nacional, principalmente en las zonas agrícolas del país.

Para dar asistencia y mantener las comunicaciones entre la sede principal ubicada en Caracas y estas agencias, el BAV cuenta con una red de comunicaciones la cual les permite mantener las comunicaciones y así poder prestar todos sus servicios con total normalidad.

En estos momentos el centro de cómputo principal del BAV se encuentra en las instalaciones de la torre IBM en Chuao, Caracas. Sin embargo la sede principal del banco se encuentra en la torre CAVENDES de Altamira, Caracas. Por esta razón el BAV esta realizando los trámites necesarios para la mudanza de estos equipos hacia un espacio que actualmente se está acondicionando, el cual se encuentra ubicado en CAVENDES.

Esto es con la intención de lograr una reducción de costos, la mejora en la calidad de servicio en lo concerniente a las comunicaciones internas y externas, así como la adecuación de esta infraestructura con el fin de hacerle frente al crecimiento a corto y mediano plazo de las comunicaciones del banco.

Cabe acotar que en IBM se encuentran no solo el datacenter del BAV, sino también los principales equipos de comunicación de la red, además de todos los servidores del banco en los cuales están instaladas las aplicaciones que se corren en las agencias y demás sedes del banco.

Por todo lo anteriormente expuesto se hace necesario un estudio de tráfico de la red, de manera de localizar focos potenciales de problemas y hacer las recomendaciones orientadas a corregir estas fallas (en caso de existir), adecuar la red al crecimiento previsto del BAV como institución y así lograr una mejor calidad de servicio.

1.2 Planteamiento del problema.

El Banco Agrícola de Venezuela se encuentra en la necesidad de trasladar su datacenter desde la torre IBM, ubicada en Chuao, hacia la torre CAVENDES de Altamira, con el fin de mejorar las comunicaciones internas y externas del banco.

Con el traslado, instalación, configuración y puesta en funcionamiento de estos equipos en el sótano de la torre CAVENDES, el banco logrará una mejora sustancial en el control de las comunicaciones, así como mejoras en la calidad de servicio y una reducción del tiempo de respuesta en caso de alguna falla del centro de cómputo.

1.3 Objetivo General:

Realizar una propuesta para mejorar la calidad de las comunicaciones en la red WAN, a través del datacenter del Banco Agrícola de Venezuela

1.4 Objetivos específicos:

- Estudiar la estructura de la red de comunicaciones del BAV.
- Estudiar las características técnicas de los distintos equipos que conforman el datacenter del BAV.
- Determinar el tráfico de datos actual del datacenter del BAV.
- Analizar las necesidades de velocidad de transmisión y ancho de banda requeridas en cada enlace para garantizar el buen funcionamiento de las comunicaciones del datacenter hacia las oficinas y agencias bancarias del BAV
- Proponer una serie de recomendaciones orientadas hacia la mejora en las comunicaciones del datacenter del BAV.

1.5 Metodología

Fase 1: Investigación Documental

Antes de empezar a desarrollar el proyecto es necesario realizar un levantamiento de información teórica acerca de la arquitectura básica de la red del Banco Agrícola de Venezuela (BAV), los requerimientos generales de comunicaciones de cada una de las partes integradas en la red interna del BAV, así como con terceros que le presten algún tipo de servicio que requiera de un enlace de datos con el BAV. Además también se debe recopilar la información concerniente a los equipos utilizados para prestar estos servicios actualmente, sus capacidades y características, así como las recomendaciones de organismos como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Toda esta información va a ser recopilada mediante manuales, Internet, informes proporcionados por el BAV, además de entrevistas al personal especializado en el área de telecomunicaciones.

Fase 2: Diagnóstico de la Situación Actual

Al desarrollar esta fase, se evaluará la plataforma existente, así como las condiciones de operación del mismo y se tomarán las mediciones necesarias con respecto al tráfico existente en el datacenter del BAV, con el fin de poder evaluar su situación actual y poder determinar si el datacenter se encuentra operando en óptimas condiciones de cara a las necesidades actuales y futuras de comunicación del BAV.

Fase 3: Requerimientos Técnicos y Regulaciones

Esta fase consiste en hacer un estudio de las recomendaciones de organismos como la UIT, la IEEE y otros entes, a fin de poder determinar si las condiciones actuales del datacenter cumplen con los requerimientos mínimos de calidad de servicio y con las aspiraciones de crecimiento a corto plazo del BAV. Para

ello se realizarán consultas con las normas antes mencionadas, así como reuniones y entrevistas con el personal del banco encargado de gestionar y administrar las necesidades de crecimiento del BAV a corto plazo.

Fase 4: Informe Final

En esta fase se elaborará un informe basado en la información recopilada en las fases anteriores, el cual contendrá la propuesta final y las recomendaciones consideradas luego de realizado el estudio de las condiciones actuales del datacenter y las necesidades actuales y futuras de comunicaciones del BAV.

CAPÍTULO II

2 Marco Teórico

2.1 Redes de datos.

Una red de datos es un conjunto de equipos y dispositivos que se encuentran interconectados entre sí y pueden comunicarse entre ellos. Entre estos equipos se encuentran computadores, servidores, routers, etc. Todos los dispositivos conectados a una red de datos tienen la capacidad de intercambiar información entre sí.

Estos equipos están conectados por medio de un enlace físico que puede ser par de cobre, microondas, etc. Estos enlaces son conocidos como “canales de comunicación”. [2].

Estas redes permiten un mejor funcionamiento de pequeñas y grandes empresas, sobre todo para aquellas que por su naturaleza, tienen sedes y departamento que necesitan comunicarse entre sí, pero están separados por grandes distancias geográficas. Estas localidades remotas pueden ser, por ejemplo, extensiones o sucursales de una oficina principal, una oficina residencial, o un usuario móvil.

Las redes de comunicaciones modernas representan una solución a estos problemas y permiten las comunicaciones en tiempo record y con una gran confiabilidad.

2.1.1 Componentes físicos de una red de datos.

Existen cuatro categorías principales de componentes físicos en una red de datos.

La primera categoría corresponde a las estaciones de trabajo o *workstations*, las cuales son principalmente computadores personales o impresoras, estos funcionan como dispositivos finales de red para enviar y recibir información y pueden acceder a los recursos compartidos en la red.

La segunda categoría está formada por los componentes encargados de las interconexiones, es decir, aquellos componentes que permiten que la información se traslade de un punto a otro dentro de la red.

En esta categoría se encuentran las tarjetas de interfaz de red o NIC's (*Network Interface Cards*), las cuales traducen la información proveniente de la computadora a un formato que puede ser transmitido sobre la red de datos; se encuentran además todos los medios de transmisión, cableados o inalámbricos, que proveen la vía para que la información sea transmitida de un dispositivo a otro dentro de la red; por último se tienen los conectores, los cuales proveen los puntos de conexión dependiendo del tipo de medio que se esté utilizando.

La tercera categoría se refiere a los *switches*. Estos son dispositivos que permiten conectar a la red a los dispositivos finales o de usuario, actúan en la capa 2 o 3 del modelo OSI dependiendo del tipo. Funcionan como un concentrador pero a su vez proveen conmutación inteligente, ya que son capaces de direccionar los datos a su terminal de destino por medio de las tablas de *mac-address*. En ellos se crean y configuran las redes privadas virtuales (VLANs).

La cuarta categoría la conforman los *routers*. Estos dispositivos permiten conectar diferentes redes entre sí y son los encargados de escoger la mejor ruta a seguir por los paquetes de datos. Estos tienen acceso a las *direcciones de red* y con

ellas determinan cual debe ser el camino que deben seguir los paquetes de datos. Estos equipos actúan en las capas, 2 y 3 del modelo OSI.

2.1.2 Características de una red de datos.

Las redes de datos pueden ser descritas conforme a su desempeño o estructura. Algunos de los parámetros que caracterizan una red de datos son:

- Velocidad de transmisión: esta es una medida indicativa de que tan rápido se puede transmitir la información dentro de la red.
- Costo: esta relacionado con los costos de los componentes físicos, su instalación y mantenimiento en el tiempo.
- Seguridad: Toda red debe tener ciertos permisos y un nivel de seguridad, de modo de que solo puedan acceder a ella los terminales con el permiso correspondiente. Este tema es uno de los más importantes en las redes y siempre debe considerarse cualquier acción que afecte el desempeño de la misma.
- Disponibilidad: Este parámetro define la probabilidad de que la red se encuentre disponible para su uso cuando este es requerido.
- Escalabilidad: Toda red de datos debe ser capaz de adaptarse al incremento de usuarios y equipos sin que esto represente una desmejora en cuanto al rendimiento y la velocidad de la transmisión de datos.
- Confiabilidad: Indica la dependencia de los componentes de una red. Es la probabilidad de fallas en la red que afecten su funcionamiento.
- Topología: Se refiere a la disposición o forma de la red. Existen dos tipos de topologías, la topología lógica y la topología física.

2.1.3 Topologías de una red de datos.

2.1.3.1 Topologías físicas.

Se refiere a la forma física en que está dispuesta la red. El tipo de topología debe ser elegida de acuerdo al tipo de cableado que se va utilizar. Entre las más importantes tenemos las bus, anillo, estrella y malla.

La topología de bus se caracteriza porque todos los equipos terminales que tienen acceso a la red están conectados a una única línea o *backbone*. Por medio de esta línea viaja la información y la información esta disponible para todos los equipos conectados a la red.

Esta topología presenta la desventaja de que al desconectarse un cliente, el resto de los terminales conectados a la red pierden también la conexión. La ventaja de esta topología es su fácil implementación.

La topología en forma de anillo conecta a los computadores en forma circular, o sea, cada uno se conecta con dos equipos y así sucesivamente hasta que el último equipo se conecta al primero.

Para el paso de la información se utiliza una señal testigo llamada *token*, la cual se encarga de hacer llegar los paquetes a los demás clientes. Su desventaja es que al desconectarse un nodo de la red, los demás también pierden conexión.

La topología en estrella se diferencia porque todos los equipos están conectados a un dispositivo que hace la función de nodo central. Esta topología es muy utilizada principalmente porque presenta la ventaja de que se pueden conectar y

desconectar computadores y esto no repercute en el funcionamiento de las demás. Su desventaja es que si falla el nodo central sí se caen las comunicaciones en toda la red.

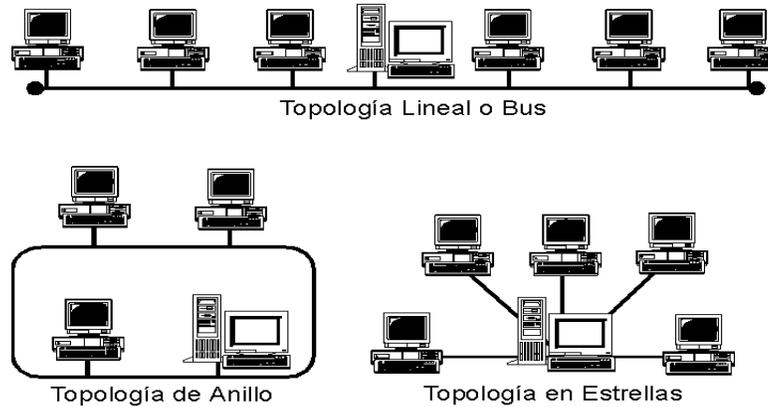


Figura # 1. Topologías físicas de las redes.

En la topología en forma de malla los equipos se conectan todos entre si. Esta topología es la más robusta en cuanto a su funcionamiento, ya que la comunicación tiene varios caminos por donde viajar y al cortarse uno de estos, los paquetes pueden tomar un camino alternativo. Su principal desventaja es que es la topología más costosa.

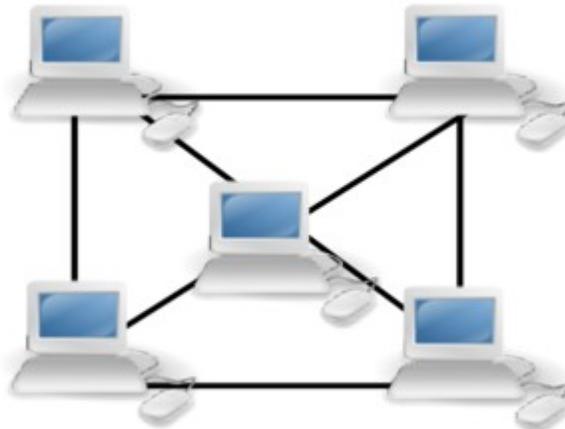


Figura # 2. Red en forma de malla.

2.1.3.2 Topologías lógicas.

“La topología lógica de una red es la forma en la que los *hosts* se comunican a través del medio. Los dos tipos más comunes de topologías lógicas son broadcast y transmisión de tokens. [3]”

La topología de *broadcast* se caracteriza porque cada terminal conectado a la red envía sus datos al resto de los equipos conectados a dicha red. Este envío se realiza sin ningún orden específico, por lo que se hace por orden de llegada.

En la topología de *token* el acceso a la red se controla por medio de la transmisión de un *token electrónico*. Este es un simple dispositivo que contiene una clave encriptada y que permite al usuario que lo tiene, conectarse a cierta red. La red envía de forma secuencial este *token* de forma que al llegar a un terminal, este puede enviar datos y si no tiene nada que enviar, el *token* va al siguiente equipo de la red y así sucesivamente. De esta manera se controla el acceso a la red.

Esta topología es muy utilizada en las redes con topologías físicas de bus y anillo.

2.1.4 Protocolos de red.

Los protocolos de red son un conjunto de reglas y normas que permiten que las computadoras se comuniquen entre si. “Los protocolos definen el formato, la sincronización, la secuenciación y el control de errores en la comunicación de datos” [4].

Estas normas son creadas por organismos como el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE), el Instituto Nacional Americano de Normalización (ANSI), la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), etc.

2.1.5 Redes de área local (LAN).

Una red LAN, o red de área local, es aquella que como indica su nombre, se expande en áreas relativamente pequeñas. Por lo general se encuentran en empresas y corporaciones para unir a sus empleados y departamentos. Se pueden tener LAN's de dos computadores en empresas pequeñas o LAN's de cientos de computadores en corporaciones y empresas grandes.

Estas redes nacen como el *Proyecto 802* de la IEEE, el cual se creó para lanzar los estándares que hicieran posible la interconexión entre equipos de distintos fabricantes.

Este tipo de redes permiten en las empresas que los empleados puedan compartir los recursos de la red, archivos locales, impresoras, correos electrónicos, etc.

Los principales protocolos presentes en las redes LAN son Ethernet, IP, ARP, DHCP, etc.

2.1.6 Redes de área amplia (WAN)

Las redes WAN son redes que operan en áreas extensas y se usan principalmente para conectar a distintas redes LAN's entre sí por medio de interfaces seriales.

De esta manera usuarios de diversas redes LAN's pueden conectarse entre sí y acceder a sus servidores de datos. Esto sin importar la separación geográfica que pueda existir entre ellas.

Estas redes tienen capacidad para transmitir información en tiempo real entre usuarios, brindar servicios de correo electrónico, *World Wide Web*, transferencia de archivos y comercio electrónico.

2.2 Ethernet

Ethernet es la familia de tecnologías LAN dominante en el mundo debido a su confiabilidad, facilidad de mantenimiento, fácil instalación y velocidades de transmisión.

Este protocolo fue desarrollado por la IEEE en el estándar 802.3, el cual surge de algunas modificaciones al estándar Ethernet original, el cual fue desarrollado por XEROX. Estas modificaciones se realizaron con la finalidad de que Ethernet fuera capaz de administrar medios con mayores velocidades de transmisión. La familia Ethernet incluye Legacy, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet, las cuales tienen velocidades nominales de 10, 100, 1000 y hasta 10000Mbps.

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

Esta tecnología opera a nivel de capas I y II del modelo OSI. En la capa I o capa física se encuentran las especificaciones del medio y las subcapas de señalización física. En la capa II está la subcapa de control de enlace lógico (LLC), la cual se encuentra desarrollada en el estándar 802.2 de la IEEE. También en esta capa está la subcapa de control de acceso al medio MAC.

El método de acceso al medio es *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection CSMA/CD*, el cual antes de dejar transmitir cualquier equipo de la red, verifica que el canal esté libre y entonces se le deja transmitir. Si el canal está ocupado los paquetes quedan en espera hasta que el canal quede libre. Cuando un dispositivo transmite, se verifica que ningún otro lo haga para evitar colisiones.

Todo lo anterior ocurre cuando la transmisión es half duplex, lo cual quiere decir que la transmisión se hace en forma serial y el canal es compartido por todos los equipos.

Si el canal es full duplex, el canal puede enviar y recibir datos simultáneamente, por lo que el protocolo CSMA/CD queda deshabilitado y entonces el control de flujo se basa en las direcciones MAC.

Para permitir el envío de tramas en Ethernet se utiliza un sistema de direccionamiento basado en las direcciones MAC, las cuales permiten a los switch identificar los equipos y las interfaces. Estas direcciones son de 48 bits y están expresadas por doce dígitos hexadecimales. Los primero seis dígitos indican el fabricante y los restantes identifican al equipo.

En la subcapa MAC de la capa de enlace se agrega esta información a los paquetes que vienen de las capas superiores. Esta información lleva la dirección MAC del equipo que envía los paquetes para ser analizada por esta misma capa pero en el equipo destino. Este equipo revisa la información y si concuerda se permite el acceso de estos datos a las capas superiores. Si no concuerda, estos paquetes se descartan.

La conexión entre los equipos se realiza por medio de cables de par trenzado.

2.3 VLAN's

“Una VLAN es un agrupamiento lógico de usuarios o dispositivos independiente de su ubicación física en un segmento”. [5]

Esta agrupación se realiza por medio de software en los switches y permite a las empresas conectar grupos de trabajo segmentados en una LAN específica. Las VLAN segmentan lógicamente la estructura física de una LAN en distintas subredes o dominio de difusión, de esta manera las tramas de una determinada VLAN solo son conmutadas por los puertos pertenecientes a esa VLAN.

En la actualidad estas redes son ampliamente utilizadas por sus bajos costos de implementación. También presentan la ventaja de que se puede tener confidencialidad en los datos que son enviados por medio de una VLAN, ya que esta información solo podrá ser vista por los miembros de esta red virtual.

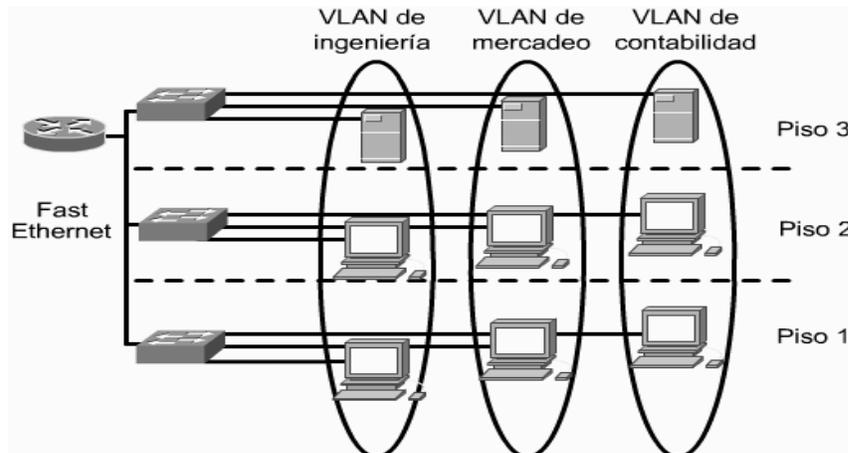


Figura # 3. Ejemplo de implementación de varias VLAN (Tomado de CCNA – CNAP Eduardo Collado)

Las VLAN mejoran el desempeño de las redes ya que los equipos conectados a una VLAN solo se pueden comunicar entre ellos, de modo que no afectan las comunicaciones de los demás usuarios de la LAN donde se encuentran conectados.

El tráfico en una VLAN está restringido a los equipos pertenecientes a esa VLAN, de esta manera se puede controlar los *broadcast* de la red y permite aumentar la seguridad en la red.

2.3.1 Implementación de VLAN's

Existen básicamente tres formas de implementar una red VLAN las cuales son:

- De puerto central
- Estática
- Dinámica

En las VLAN de puerto central, a todos los nodos conectados a puertos de la misma VLAN se les asigna el mismo identificador de VLAN. Esto facilita el trabajo del administrador de la red ya que los usuarios se asignan por puerto, son de fácil administración y los paquetes no se desvían a otros dominios de la red LAN.

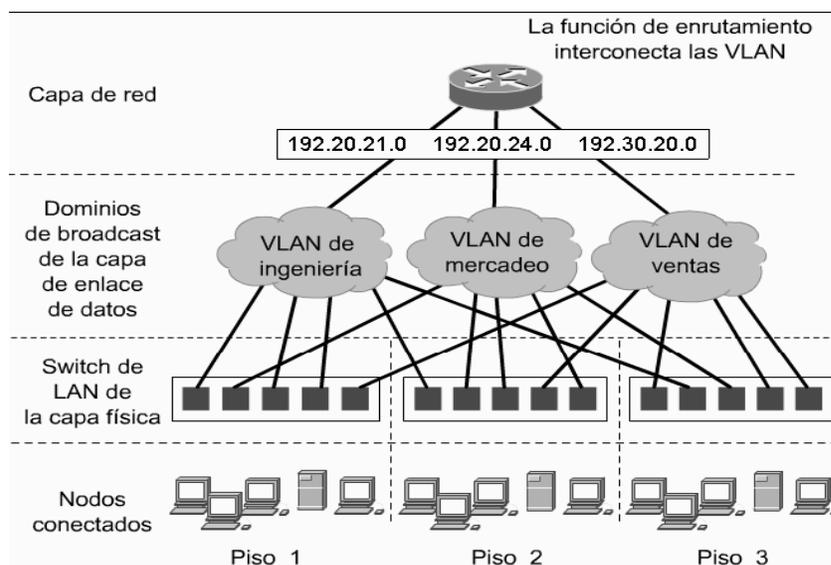


Figura # 4. Ejemplo de una VLAN de puerto central. (Tomado de CCNA – CNAP Eduardo Collado)

En la VLAN estática se le asignan puertos a un switch estáticamente y estos puertos mantienen esa configuración hasta que el administrador se la cambie. Funcionan muy bien en redes en las que el movimiento de datos es controlado y administrado.



Figura # 5. Ejemplo de una VLAN estática. (Tomado de CCNA – CNAP Eduardo Collado)

En la VLAN dinámica, los puertos del switch pueden determinar automáticamente sus tareas VLAN. Están basadas en direcciones lógicas o direcciones MAC.

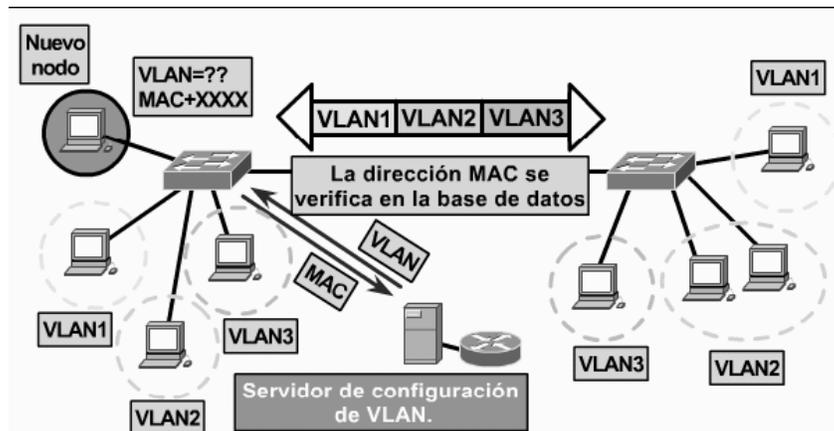


Figura # 6. Ejemplo de una VLAN dinámica. (Tomado de CCNA – CNAP Eduardo Collado)

2.4 Frame Relay

2.4.1 Definición y Características Generales.

Frame Relay es un protocolo de transmisión de paquetes de datos a alta velocidad en ráfagas, a través de una red digital y los paquetes son fragmentados en tramas o *frame*. Originalmente fue desarrollado por la UIT (antigua CCITT) para mejorar la utilización de los canales en RDSI de banda estrecha. Sin embargo con el tiempo se convirtió en un protocolo aparte y de gran utilización actual.

“Frame Relay define un servicio orientado a conexión mediante circuitos virtuales”. [6]

Entre sus principales características están su alta velocidad de transmisión y bajo retardo. Este protocolo permite que diferentes canales de transmisión compartan una misma línea física y tiene la capacidad de enviar por ciertos periodos de tiempo *ráfagas* de tráfico, aumentando así su eficiencia.

2.4.2 Funcionamiento de Frame Relay.

En Frame Relay se pueden implementar dos tipos de circuitos, los PVC (Permanent Virtual Circuit) o SVC (Switched Virtual Circuit). Los PVC son trayectos fijos por donde viajan las tramas, sin embargo, este trayecto puede tomar distintas formas de tiempo en tiempo debido al enrutamiento automático del circuito que cambia sin afectar el principio y el fin. Los PVC se pueden ver como un circuito dedicado punto a punto.

Los SVC establecen una conexión dinámica cuando ésta es solicitada y una vez transmitidas las tramas, la conexión se interrumpe. Son utilizados para transmisiones de datos esporádicas.

Cada trama tiene una cabecera dentro de la cual se encuentra el DLCI (Data Link Connection Identifier), éste determina el direccionamiento dentro de la red y es prefijado si la conexión es por medio de un PVC o se asigna dinámicamente si se trata de un SVC.

Estos DLCI representan el número del circuito virtual correspondiente a una conexión particular. La validez de los DLCI es local, solo dentro de la red por donde viaja la información. Estos DLCI pueden tener valores entre 0 y 1023, aunque existen algunos reservados como el 0, 1 – 15, etc.

Una vez transmitidós las tramas, éstas son conmutadas por los nodos de la red de acuerdo con unas tablas que asocian los DLCI con un puerto de entrada y de salida, así sucesivamente hasta que las tramas alcanzan su destino donde son reensambladas en los paquetes de datos originales y son desprovistas de las cabeceras.

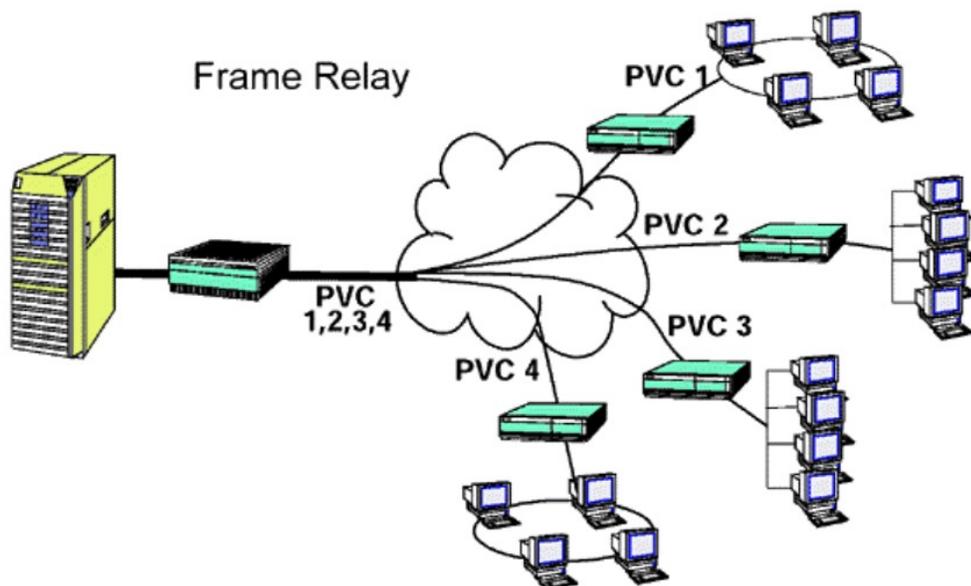


Figura # 7. Esquema de una red Frame Relay (Tomado de <http://pdf.rincondelvago.com/redes-frame-relay.html>)

Una red Frame Relay se puede dividir en dos planos que utilizan el mismo medio físico: El plano de control, el cual se encarga de realizar las conexiones a lo largo de la red por donde circularan las tramas. El protocolo utilizado es el Q.933 mientras que el nivel de enlace utiliza el Q.922 o Link Access Procedure for Frame (LAPF) con control de errores y flujo que permiten controlar los mensajes de señalización.

El otro plano es el de usuario; una vez establecida la conexión, se usa el protocolo Q.922 como enlace para transferir información entre usuarios conectados a la red.

2.4.3 Formato de la trama Frame Relay

El formato de la trama Frame Relay Está formado por los siguientes campos:

- FLAG: indica cuando comienza y cuando termina una trama.
- DLCI: Es una secuencia de 10 bits que, como se explicó anteriormente, representa a la conexión virtual entre el switch y el equipo terminal.
- C/R: Este bit no está definido hasta estos momentos.
- EA: Si este bit tiene un valor de 1, indica que es el ultimo campo de direccionamiento. Esto permitirá que en el futuro se utilicen DLCI más largos que los actuales.
- FECN (Forward Explicit Congestion Notification): Este bit de notificación explícita de congestión hacia delante cuando vale 1 indica que existe congestión hacia las capas superiores (Frame Relay trabaja en capa 1 y 2) a fin de que estas realicen las correcciones necesarias.

- BECN (Back Explicit Congestion Notification): Este bit también es de notificación de congestión pero hacia atrás. Cuando vale 1 indica que hay saturación en la red pero en dirección contraria a la que viajan las tramas.
- DE: Este bit es fijado con anterioridad e indica que esta trama es elegible para descarte. Esto indica que en caso de congestión, esta trama puede ser descartada.

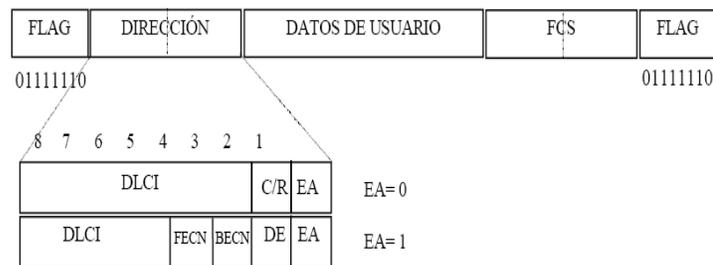


Figura # 8. Cabecera de una trama Frame Relay

2.4.4 Principales parámetros de Frame Relay.

Entre los principales parámetros de funcionamiento de una red Frame Relay están:

- Cir (Committed Information Rate): Es la velocidad de transmisión de datos negociada para cada circuito y que el operador se compromete a garantizar bajo condiciones normales de funcionamiento. Este puede ser distinto en cada sentido de la comunicación.
- Bc (Committed Burst): es la máxima cantidad de datos que se pueden enviar en condiciones normales durante un periodo de tiempo t_c . Este tiempo es un intervalo de referencia.

- Be (Excess Burst): este valor representa la cantidad de bits en exceso del Bc que la red intentará enviar en el mismo periodo t_c . A diferencia del Bc, estas tramas en caso de haber congestión serán descartadas por lo que se dice que no están garantizadas.

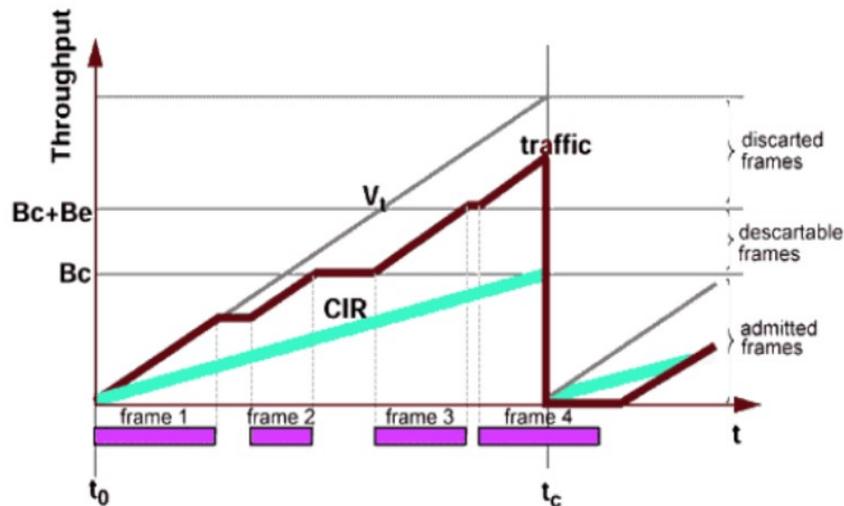


Figura # 9. Grafico de comportamiento del canal en Frame Relay (Tomado de <http://pdf.rincondelvago.com/redes-frame-relay.html>)

2.4.5 Control de Congestión en Frame Relay

Frame Relay por si mismo no tiene métodos de corrección de errores, él solo notifica la presencia de congestión y los errores esperando que las capas superiores tomen las acciones necesarias para la solución del problema.

Para esto Frame Relay utiliza los campos de FECN, BECN y DE. El campo FECN actúa como un indicador de que se está presentando congestión en la red hacia delante, de esta manera se informa a los switches superiores de que se está presentando la congestión.

El bit de BECN, cumple con la función de informar hacia atrás la congestión con el fin de avisar de la situación a los switches anteriores para que estos bajen la velocidad de transmisión de las tramas que están pasando y si se estaban enviando ráfagas (Be), estas tramas serán descartadas.

El bit DE indica que las tramas que lo tienen en 1, no son tan importantes y pueden ser descartadas. Al presentarse la congestión, los switches empiezan a descartar en primer lugar estas tramas.

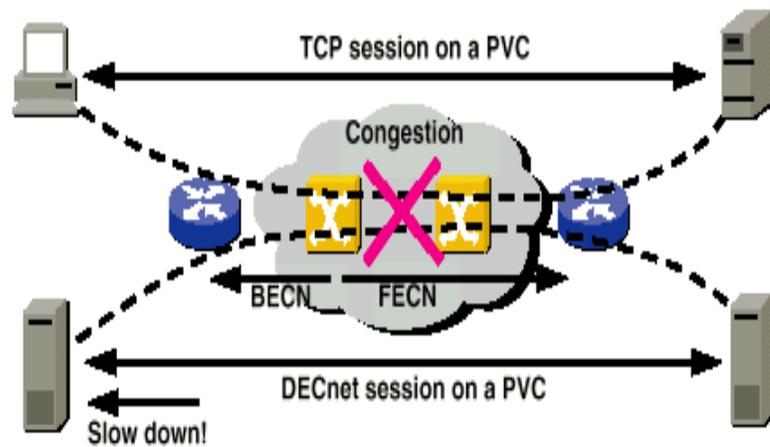


Figura # 10. Congestión y actuación de los bits BECN y FECN en Frame Relay
(Tomado de [4])

2.5 VoIP

2.5.1 Definición y Principales Características.

Es un protocolo de comunicación que permite hacer uso de las redes de datos de banda ancha y que trabajan con el protocolo IP para transmitir voz. En telefonía tradicional, la señal viaja por lo que se dice una red conmutada. La voz viaja entre un canal o camino previamente establecido. En VoIP la voz es previamente paquetizada y luego enviada a través de la red.

Como se puede prever, en la PSTN la conexión es punto a punto y se dice que la red es orientada a la conexión. En VoIP la red no es orientada a conexión y los paquetes viajan por separado por lo que se necesita algún tipo de control para no perder la calidad de la voz en una comunicación sobre VoIP.

La telefonía IP surge como una alternativa a la telefonía tradicional, principalmente para las grandes empresas ya que permite reducir los costos y brindar nuevos servicios como videoconferencias.

Sus principales ventajas son:

- Ahorro de costos: En el caso de una empresa, esta puede reducir los costos de las comunicaciones internas, ya que al viajar la voz dentro de la red de datos interna, no se generan gastos por el hecho de no usar la red PSTN.
- Interoperabilidad: adoptando estándares abiertos, tanto los negocios como los proveedores de servicios pueden adquirir equipos de múltiples fabricantes y así se pueden ahorrar la dependencia de soluciones propietarias.
- Redes integradas de voz y datos: Como la voz se trata como paquetes IP al igual que los paquetes de datos, se puede diseñar una única red que funcione como red de datos y de voz eliminando la necesidad de tener dos redes trabajando en paralelo.

2.5.2 Arquitectura de VoIP

En la red pública conmutada se dispone de una red de acceso que incluye el cableado desde donde está el abonado hasta la central local. También dispone de una red de transporte que incluye las centrales telefónicas. Esta comunicación se lleva a cabo por conmutación de circuitos, cuando el abonado hace la solicitud de una

llamada, se abre un circuito físico que se mantiene mientras dure la comunicación. Esto implica que este circuito no podrá ser usado por ningún otro abonado mientras se mantenga la conversación.

En VoIP, el principal cambio con respecto a la PSTN se lleva a cabo en la red de transporte: esta red no es conmutada sino no orientada a conexión, esto quiere decir que los paquetes de voz no viaja por un canal físico establecido para la comunicación sino que los paquetes pueden viajar por distintos caminos y una vez lleguen al Gateway, deben ser ensamblados en el orden correcto para no perder la voz.

Si la comunicación se realiza entre un teléfono tradicional y uno IP, los principales componentes de la red son el Gateway, el cual se encarga de transformar la señal de voz analógica a VoIP y viceversa.

También debe existir un servidor, el cual se encarga del manejo y señalización para el enrutamiento de los paquetes de voz en la red.

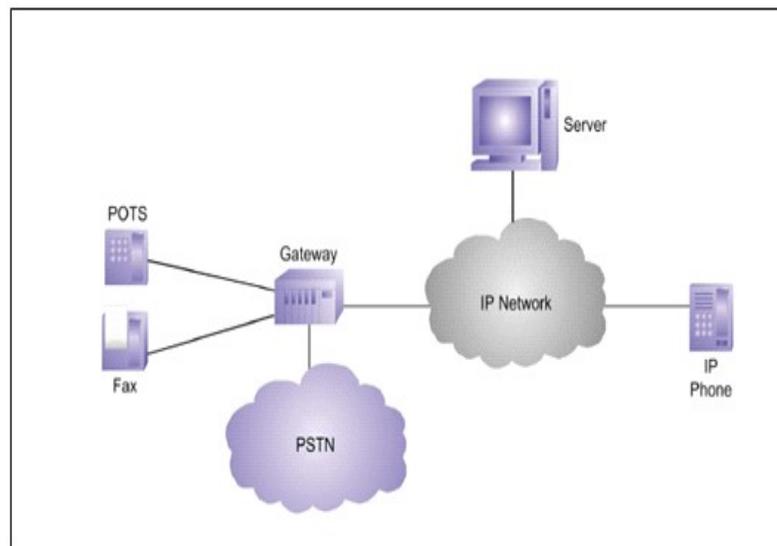


Figura # 11. Esquema de comunicación entre un teléfono analógico y un IP phone.

2.5.3 Funcionamiento de VoIP

Como se dijo anteriormente, en VoIP la voz viaja en forma de paquetes de datos. Para que esto sea posible primero se realizan los siguientes procesos:

Digitalización de la voz: La señal de voz es una señal analógica, esto implica que antes de paquetizarla, la voz debe ser digitalizada. Para esto, la voz debe pasar por un convertidor analógico – digital (muestreo y cuantificación).

En este proceso se muestrea la señal analógica de voz entrante a una tasa de 8000 muestras por segundo con 8 bits por muestra generalmente. Luego eso va a la entrada del codificador y ahí dependiendo del tipo de codificación que se utilice, se tendrán unos valores de Cr (factor de compresión), Tt (tamaño de la trama) y Lt (longitud de la trama). Estos valores definen el tamaño de los paquetes de voz que serán enviados por la red.

Finalmente, la voz digitalizada y codificada entra al paquetizador, el cual toma las tramas entrantes y las va paquetizando para enviarlas por la red. El encapsulamiento de las muestras de voz se realiza primero en RTP y luego en UDP antes de ser enviadas en una trama IP.

Esta voz debe tener una calidad parecida a la voz de la telefonía tradicional, donde los factores más importantes son la claridad, el eco y el retardo. La claridad se refiere a la cantidad de información que puede ser bien extraída de una conversación. El eco se trata de la reflexión de la señal de origen, la cual tiene suficiente potencia como para ser percibida por la persona y el retardo es el tiempo que tarda la voz en atravesar la red. [7]

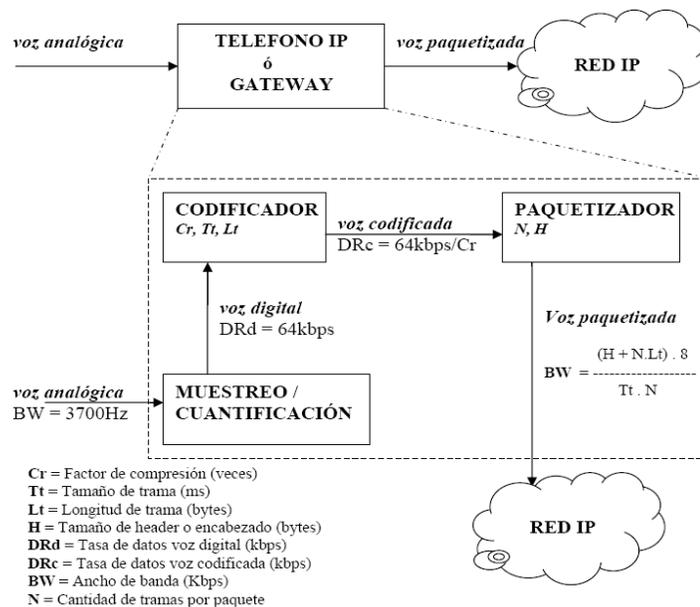


Figura # 12. Esquema de proceso de conversión de voz analógica a paquetes de voz (Tomado de Ancho de Banda VoIP, IDRIS).

2.5.4 Protocolos y estándares para VoIP.

VoIP comprende muchos estándares y protocolos. Entre los principales están:

- H.323: es una recomendación de la UIT que define los sistemas de comunicación multimedia basados en paquetes. Es decir, define una arquitectura distribuida para aplicaciones multimedia, incluyendo VoIP.
- H.248: También es una recomendación de la UIT la cual define el protocolo de control del Gateway. Esta recomendación es producto del trabajo conjunto de la UIT y la IETF.
- El protocolo de transporte en tiempo real (RTP), define un protocolo de transporte para aplicaciones en tiempo real. Provee el transporte para llevar la parte de audio/media de la comunicación VoIP.
- SIP: define una arquitectura para crear aplicaciones multimedia.

De estos protocolos, los más utilizados son H.323 y SIP.

2.5.5 Calidad de servicio en VoIP.

2.5.5.1 Codificación de la voz.

La codificación de la voz en VoIP es muy importante ya que determina la ocupación del ancho de banda del canal de comunicación cuando se está en presencia de llamadas telefónicas sobre VoIP. El tipo de codificación incide directamente en el tamaño de los paquetes de voz.

Este proceso comprende la digitalización y la compresión de la voz. Puede ser realizada mediante tres técnicas principales: por codificación de forma de onda, codificación basada en modelos matemáticos sobre la producción de la voz o con modelos híbridos que combinan las dos anteriores. El codificador mas utilizado en VoIP es el G.729, ya que es el que ocupa menos ancho de banda.

Tabla # 1. Codificadores de voz

Codec	Velocidad (Kbps)	Segmento (Bits)	Segmento/s	Duración (ms)	Retardo (ms)
G.711 (PCM)	64	8	8000	0.125	0.125
G.721 (ADPCM)	32	4	8000	0.125	0.125
G.723 (ADPCM)	24 - 40	3 - 5	8000	.0125	0.125
G.726 (ADPCM)	16 - 40	2 - 5	8000	0.125	0.125
G.727 (ADPCM)	16 - 64	2 - 8	8000	0.125	0.125
G.729 (CS-ACELP)	8	80	100	10	15
G.728(LD-CELP)	16	10	1600	0.625	0.625
G.723.1	6.3	189	33.33	30	37.5
G723.1	5.3	159	33.33	30	37.5

Como se puede ver en la tabla, aunque G.729 es la codificación más utilizada para VoIP por su menor ancho de banda, también sufre del retardo más grande debido a que los paquetes son comprimidos con un factor mayor al de G.711

por ejemplo. Además, mientras menor es la velocidad de transmisión, mayor es el retardo y menor es la calidad de la voz.

Una manera de disminuir la ocupación del canal de comunicaciones con paquetes de datos es aplicando una técnica llamada VAD. En una comunicación de voz tradicional, algo más de la mitad del tiempo es silencio, el cual no es necesario transmitir y ocupa el canal de comunicaciones sin utilidad.

VAD o detección de actividad de voz (Voice Activity Detection) es un algoritmo que detecta la presencia de voz humana. Cuando el VAD detecta silencios en la comunicación, suprime los paquetes de silencio, por lo que no se ocupa la red con paquetes que no son importantes para la comunicación. Sin embargo, en el extremo receptor se inyecta una cierta cantidad de ruido local para que el usuario no tenga la sensación de estar desconectado.

Aunque se asume que la voz cumple con los requisitos mínimos de calidad, esta codificación trae consigo el problema que los retardos en la red deben ser mínimos, ya que si se le suman al propio de esta codificación se podría no garantizar calidad de servicio.

2.5.5.2 Pérdida de tramas.

Las tramas VoIP tienen que viajar a través de una red IP. Esto trae consigo la posibilidad de que estas tramas se puedan perder debido a varios motivos como congestión, descarte en los equipos como routers, etc. El tráfico de voz debe ser en tiempo real, por esto aquí no funciona la retransmisión de tramas que hayan sido descartadas o que hayan llegado con errores ya que tendrían retardos inadmisibles para una comunicación de voz.

Por consiguiente, los equipos terminales de voz deben retransmitir con muestras de voz perdidas. El efecto de estas tramas perdidas depende de cómo los terminales manejen estas tramas perdidas. En el caso más sencillo, el Terminal deja un intervalo en el flujo de voz cuando una muestra se pierde. Pero si se pierden muchas tramas, la voz perderá calidad y se tendrán palabras perdidas.

Una estrategia es reproducir las muestras de voz previas a las que se han perdido. Sin embargo, esto trabaja bien si las muestras perdidas son pocas. Otra estrategia utilizada es la interpolación. Esta se basa en que el decodificador, basándose en las muestras previas, predecirá cuales son las tramas perdidas y las reproducirá. Esta técnica es conocida como Packet Loss Concealment (PLC).

La recomendación G.113 de la serie T de la UIT da valores de degradación de la voz en función de la codificación utilizada. Para valores de I_e iguales a 0, no hay degradación de la voz.

Tabla # 2. Valores de degradación de la voz según codificación utilizada (Tomado de la UIT G.113)

Codec type	Reference	Operating rate [kbit/s]	Ie value
PCM (see Note)	G.711	64	0
ADPCM	G.726, G.727	40	2
	G.721, G.726, G.727	32	7
	G.726, G.727	24	25
	G.726, G.727	16	50
LD-CELP	G.728	16	7
		12.8	20
CS-ACELP	G.729	8	10
	G.729-A + VAD	8	11
VSELP	IS-54	8	20
ACELP	IS-641	7.4	10
QCELP	IS-96a	8	21
RCELP	IS-127	8	6
VSELP	Japanese PDC	6.7	24
RPE-LTP	GSM 06.10, full-rate	13	20
VSELP	GSM 06.20, half-rate	5.6	23
ACELP	GSM 06.60, enhanced full rate	12.2	5
ACELP	G.723.1	5.3	19
MP-MLQ	G.723.1	6.3	15

Como se puede observar en la tabla anterior, para la codificación basada en G.711, el valor de Ie es 0, lo que dice que no hay pérdida de la calidad en la voz. Para la codificación basada en G.729, el valor de Ie es de 10 y si se le aplica la técnica VDA de supresión de silencios, el Ie sube a 11.

Otro factor influyente es la pérdida de los paquetes de voz. Dependiendo de la codificación utilizada, la pérdida de paquetes puede aumentar en gran medida la degradación de la voz.

Tabla # 3. Valor de Ie según la pérdida de paquetes (Tomado de la UIT G.113).

Codec	Ie (0% loss)	Ie (2% random frame loss)	Ie (5% random frame loss)
G.711 without PLC	0	35	55
G.711 with PLC	0	7	15
G.729A	11	19	26*
G.723.1 (6.3 kbps)	15	24	32†

* The values were for 4% random frame loss. The values for 5% were not provided in the Appendix.
 † The values were for 4% random frame loss. The values for 5% were not provided in the Appendix.

Cuando la tasa de pérdida de tramas es 2%, el factor Ie es 35 para el estándar G.711. Sin embargo, con PLC el factor Ie es reducido a 7. Note que con una velocidad baja los codec's tales como el G.729^a y G.723.1, tienen un factor Ie de 11 y 15 respectivamente aun cuando no existe pérdida de tramas. Un 2% de pérdida de tramas incrementará el factor Ie de 19 a 24 respectivamente.

2.5.5.3 Retardo de los paquetes.

Este factor es muy importante ya que en VoIP si el retardo es muy grande, las muestras se pierden y no son retransmitidas por tratarse de una aplicación en tiempo real.

Algunos factores que ocasionan retardo son:

- a) Fuentes de retardos:
 - Retardo algorítmico: este retardo es introducido por el Codec utilizado y depende de la codificación utilizada.

Tabla # 4 Retardo algorítmico por codificación (Tomado de UIT G.114).

Coding Standards	Algorithmic Delay (ms)
G.711	0.125*
G.726	1
G.728	3-5
G.729	15†
G.723.1	37.5‡

* The algorithmic delay can be 3.75ms if PLC is implemented.
 † Includes lookahead buffer.
 ‡ Includes lookahead buffer.

- Retardo de paquetización: es el tiempo en que se llena un paquete con información ya codificada y comprimida. Este retardo es función del tamaño de bloque requerido por el codificador de voz y el número de bloques de una trama. La RFC 1890 especifica que el retardo de paquetización debería ser de 20ms. Los retardos más comunes se muestran a continuación:

Tabla # 5. Retardo de paquetización según la codificación (Tomado de la UIT G.113).

Codificador	Rata	Carga útil (Bytes)	Retardo de paquetización (ms)	Carga útil (Bytes)	Retardo de Paquetización (ms)
PCM, G.711	64 Kbps	160	20	240	30
ADPCM, G.726	32 Kbps	80	20	120	30
CS-ACELP, G.729	8.0 Kbps	20	20	30	30
MP-MLQ, G.723.1	6.3 Kbps	24	24	60	48
MP-ACELP, G.723.1	5.3 Kbps	20	30	60	60

- Retardo de serialización: Este retardo está referido al tiempo necesario para la transmisión de un paquete IP. También depende del tamaño de la trama y de la capacidad del canal de comunicación.

Tabla # 6. Retardos para distintos tamaños de trama (Tomado de la UIT G.113).

Tamaño de trama (bytes)	Velocidad de línea (Kbps)										
	19.2	56	64	128	256	384	512	768	1024	1544	2048
38	15.83	5.43	4.75	2.38	1.19	0.79	0.59	0.40	0.30	0.20	0.15
48	20.00	6.86	6.00	3.00	1.50	1.00	0.75	0.50	0.38	0.25	0.19
64	26.67	9.14	8.00	4.00	2.00	1.33	1.00	0.67	0.50	0.33	0.25
128	53.33	18.29	16.00	8.00	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00	0.66	0.50
256	106.67	36.57	32.00	16.00	8.00	5.33	4.00	2.67	2.00	1.33	1.00
512	213.33	73.14	64.00	32.00	16.00	10.67	8.00	5.33	4.00	2.65	2.00
1024	426.67	149.29	128.00	64.00	32.00	21.33	16.00	10.67	8.00	5.31	4.00
1500	625.00	214.29	187.50	93.75	46.88	31.25	23.44	15.63	11.72	7.77	5.86
2048	853.33	292.57	256.00	128.00	64.00	42.67	32.00	21.33	16.00	10.61	8.00

- Retardo de propagación: es referente al tiempo requerido para que la señal (eléctrica u óptica) viaje a través del canal físico y es función de la distancia geográfica. En cable, estos tiempo varían entre 4 y 6 ms/km. Para transmisiones satelitales varia entre 110 y 260milisegundos.
- Retardo de componente: estos retardos son propios de los componentes internos del sistema de transmisión como los routers, switches, etc.

b) Cancelación del eco:

La primera señal de deterioro causada por el retardo es el eco. Este puede presentarse en las redes de voz debido a la falta de acoplamiento entre los dispositivos de habla y escucha en el microteléfono. Este eco es conocido por eco acústico. Otra causa es cuando parte de la energía eléctrica se refleja hacia el abonado por el circuito híbrido en la PSTN. Este eco es conocido como eco híbrido.

La cancelación del eco no es percibida si el retardo en una vía es menor a 25 milisegundos. Pero como se mostró anteriormente, el retardo por lo general es mayor a este valor, por esta razón se debe aplicar cancelación de eco.

c) Talker Overlap:

A pesar de la utilización de algún método de cancelación del eco, cuando las dos personas que tienen establecidas una comunicación hablan al mismo tiempo, se produce un solapamiento de la voz o *talker overlap*. Esto se origina por retardos grandes. La recomendación de la UIT G.114 da unos valores limites de retardo con respecto al tipo de aplicación.

Tabla # 7. Retardos recomendados según aplicaciones

Rango(ms)	Descripción
0 -150	Aceptable para muchas aplicaciones de usuarios.
150 - 400	Aceptable, con tal que el administrador de la red este atento del impacto del tiempo de transmisión en la calidad de transmisión.
Sobre 400	Inaceptable para propósitos de planeación de red en general.

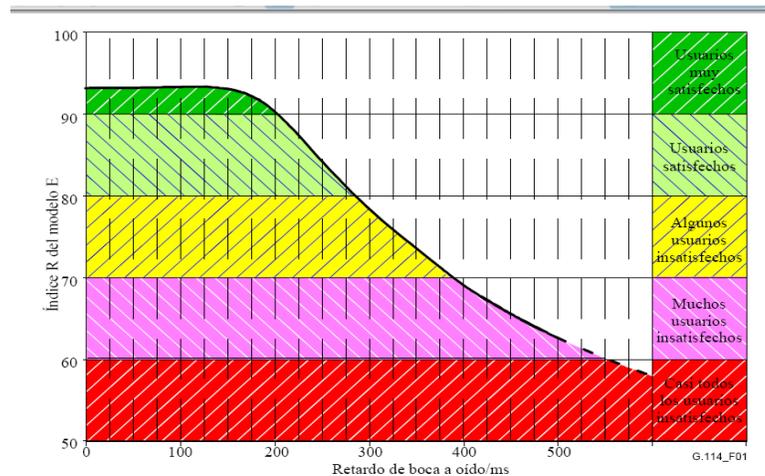


Figura # 13. Grafica del índice R (aceptación de los usuarios) en función del retardo (Tomado de la UIT G.114)

2.5.5.4 Variación del retardo o jitter:

Cuando las tramas son transmitidas a través de la red IP, el retardo que puede experimentar cada paquete es variable debido a que pueden seguir caminos distintos para llegar a su destino, además del encolamiento y el tiempo de procesamiento dependiendo de la carga que presente en ese momento la red.

La principal herramienta para combatir estas variaciones del retardo es almacenar los paquetes recibidos en un *buffer* lo suficientemente grande que permita a los paquetes que experimenten el mayor retardo, arribar a tiempo para que sean alineados en la secuencia correcta.

Sin embargo, las tramas más grandes generan retardo adicional. Esto se minimiza utilizando buffer con la capacidad de adaptarse al tamaño de los paquetes. Si el jitter en la red crece, el buffer también crecerá en función del tamaño del jitter.

Por ello se puede decir que el jitter desmejora a la red en función de la magnitud del retardo de extremo a extremo debido al buffer de destino.

2.6 Recomendación H.323

2.6.1 Generalidades de H.323

Este estándar de la UIT define como serán transportados en una red LAN basada en IP, el audio, los datos y el video. Esta norma está basada en el protocolo RTP y RCTP.

En un principio, las redes VoIP existentes eran propietarias, por lo que cada fabricante diseñaba sus equipos y protocolos, los cuales no eran compatibles con los

demás fabricantes. Estos protocolos controlaban la señalización, control y codificación de la voz.

En 1996, la UIT emitió esta recomendación titulada “Servicios Telefónicos Visuales y Equipos para Redes de Área Local que proporcionan una Calidad de Servicio no Garantizada”. Esta recomendación trata precisamente los protocolos necesarios para lograr la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes.

A finales de 1997, el VoIP forum decidió que como el estándar H.323 cubría casi todas las necesidades para la integración de la voz, se decidió que éste fuera la base de VoIP.

Este protocolo hace referencia a una gran cantidad de protocolos específicos para la codificación de la voz, establecimiento de llamadas, señalización, transporte de datos y otras áreas.

El principal objetivo de VoIP es asegurar la interoperabilidad entre equipos de distintos fabricantes, asegurando aspectos como la supresión del silencio, codificación de la voz y direccionamiento, el establecimiento de los elementos necesarios para la conectividad con la red PSTN tradicional.

H.323 hace referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. Esta recomendación no garantiza calidad de servicio y dependiendo del tipo de transporte, puede ser fiable o no en el transporte de datos y con voz y video no es fiable.

Esta recomendación es independiente de la topología de la red y acepta pasarelas, de este modo permite usar más de un canal de cada tipo (voz, datos o video) al mismo tiempo.

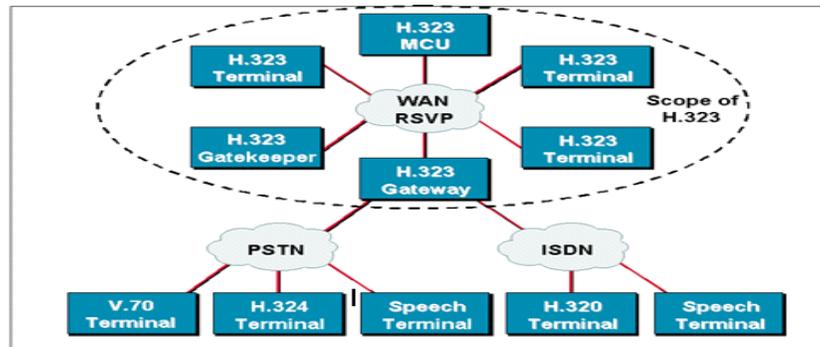


Figura # 14. Modelo general de conexión entre redes distintas por medio de H.323

El protocolo H.323 se basa principalmente en los siguientes estándares y protocolos:

Direccionamiento:

- RAS (Registration, Admisión and Status), protocolo de comunicaciones que permite a una estación H.323 localizar otra H.323 a través del Gatekeeper.
- DNS (Domain Name Service): Servicio de resolución de nombres en direcciones IP con el mismo fin que el protocolo RAS pero a través de un servidor DNS.

Señalización:

- Q.931: señalización inicial de llamada.
- H.225: control de llamada, señalización, registro, admisión y paquetización / sincronización del stream (flujo de voz).
- H.245: Protocolo de control para especificar mensajes de apertura y cierre de canales de streams de voz.

Compresión de voz:

- Requeridos: G.711 y G.723.
- Opcionales: G.722, G.728 y G.729.

Transmisión de voz:

- UDP: la transmisión se realiza sobre paquetes UDP porque a pesar de que UDP no ofrece integridad en los datos, se aprovecha mejor el ancho de banda que con TCP.
- RTP (Real Time Protocol): maneja la temporización, marcando los paquetes UDP con información necesaria para la correcta entrega de estos en el receptor.

Control de Transmisión:

- RTCP (Real Time Control Protocol): controla los canales RTP. Se usa para detectar situaciones de congestión en la red y tomar acciones correctoras en caso de existir congestión.

2.6.2 Componentes principales en H.323.

Terminal: es un punto terminal de una red LAN que esta en capacidad de realizar una comunicación con otro terminal, gateway o MCU. Esta comunicación consiste en flujos de datos de control, audio, video o aplicaciones.

Gateway: es un punto terminal que provee acceso permanente a la red IP. Los procesos de digitalización, codificación, compresión y paquetización de la voz se realiza en estos terminales, los cuales también tienen la capacidad de realizar el proceso inverso. Como se puede ver, estos son elementos esenciales en las redes VoIP ya que es el que permite enlazar dichas redes con las otras redes IP y con la PSTN o RDSI.

Sirven como una especie de puente entre la red telefónica básica y la red IP.

Los gateway se pueden considerar como una caja que posee interfaces LAN, Ethernet, ATM o Frame Relay de un lado y del otro lado posee alguna o varias de las siguientes interfaces:

- FXO (Foreign Exchange Office): Para la conexión a extensiones centralitas o a la red telefónica tradicional.
- FXS (Foreign Exchange Station): Para conexión a enlaces de centralitas o teléfonos analógicos.
- BRI (Básic Rate Interface): para conexiones a la red RDSI.
- PRI (Primary Rate Interface): Para acceso primario a RDSI.

El procesamiento que realiza el gateway es transparente para los usuarios. Esto implica que tanto la persona que llama como la que responde se sienten como en una llamada “típica”.

Existen dos tipos de gateway:

- H.323 / H.320: realiza la conversión entre estos dos formatos, de esta forma los terminales H.323 se pueden comunicar con equipos RDSI de videoconferencia que pueden pertenecer a una red corporativa o pueden estar situados en la red pública.
- H.323 / RTB: Permiten las comunicaciones de voz entre terminales H.323 y teléfonos convencionales que estén en la red corporativa o en la red pública.

Gatekeeper: Actúan como controladores del sistema y realizan las tareas de autenticación, enrutamiento del servidor de directorios, contabilidad de llamadas y determinación de tarifas, las cuales son esenciales en VoIP. Todos los elementos de una red VoIP usan en gatekeeper como punto intermedio para la señalización.

Estos equipos utilizan la interfaz ODBC-32 (Open Data Base Connectivity) para acceder a los servidores y así poder autenticar a las personas que llaman como

abonados validos al servicio, optimizar la selección del gateway de destino y sus alternativas.

También hacen un seguimiento y actualización de los registros de llamadas y la información de facturación y gestiona y controla los recursos de la red (ancho de banda).

MCU (Multipoint Control Unit): Es responsable de controlar las sesiones y efectuar el mezclado de los flujos de audio, datos y video en una conferencia que incluye más de dos partes.

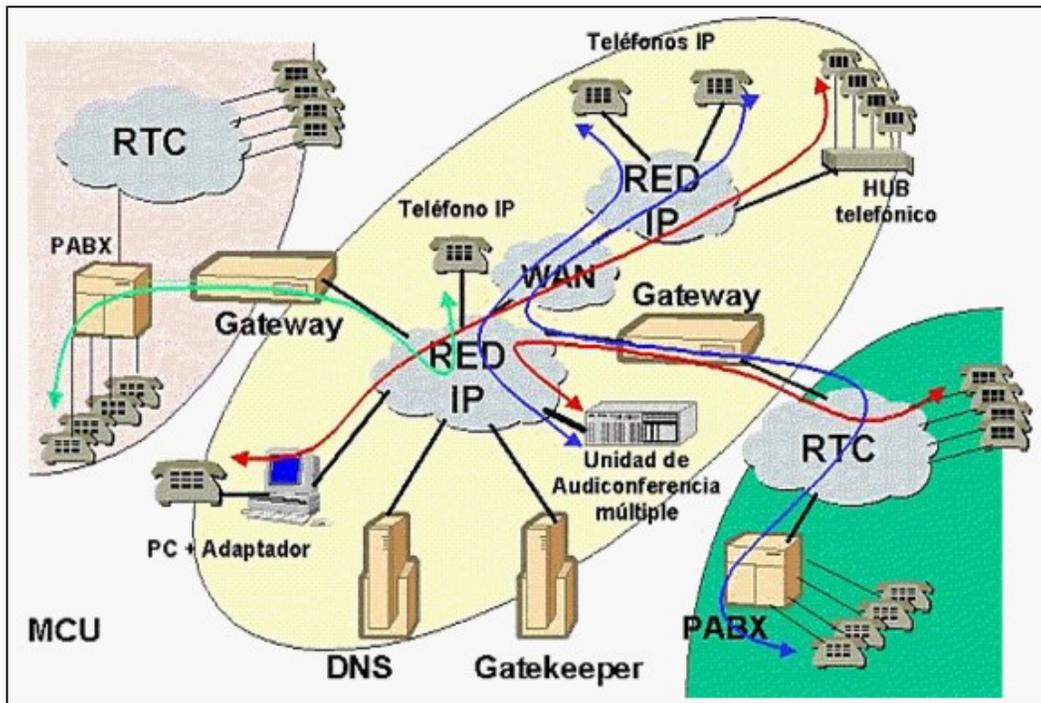


Figura # 15 Componentes fundamentales en una red que soporte VoIP.

2.7 Protocolo SIP.

2.7.1 Definición y principales características de SIP.

El SIP (Session Initiation Protocol) es un protocolo de señalización simple que es usado en telefonía VoIP y videoconferencias. Este se encuentra definido en la RFC-2543 y la RFC-3261 y se basa en el SMTP y el http.

Este protocolo es de capa de aplicación independiente de los protocolos de paquetes TCP, UDP, etc. Esta basado en una arquitectura cliente – servidor en la que los clientes inician las llamadas y los servidores responden a estas. Es un protocolo abierto basado en estándares, soportado ampliamente y por varios fabricantes de equipos.

El SIP fue creado mas recientemente que el H.323; sin embargo, gracias a su simplicidad, escalabilidad, modularidad y comodidad con la que se integra a otras aplicaciones, resulta muy atractivo para la voz paquetizada.

Este protocolo puede establecer sesiones de dos partes, múltiples partes o multidifusion. Estas sesiones pueden contener voz, datos o videos. El SIP solo maneja el establecimiento, manejo y terminación de las sesiones.

Una red SIP esta conformada por los agentes de usuario y los servidores de red. Los agentes de usuario son un sistema que simula el comportamiento de un usuario y esta formado por dos partes, el cliente y el servidor tomando en cuenta que el usuario debe querer poder realizar y recibir llamadas.

La parte de servidores de red se encargan de recibir las peticiones de los usuarios y enviar las respuestas. Existen cuatro tipos de servidores que son:

- Servidores de registro: reciben las actualizaciones de ubicación de los usuarios.
- Servidores Proxy: reenvían las peticiones al siguiente servidor una vez decide cual es este.
- Servidor de desvío: devuelve al cliente la dirección NHS.

- Servidor de localización: es utilizado por los Proxy y los de desvío para obtener información sobre la localización del usuario llamado.

2.7.2 Beneficios del SIP.

Entre los principales beneficios de este protocolo están:

- Simplicidad: Este protocolo tiene tiempos de desarrollo del software muy cortos y permite el reuso de código.
- Modularidad: Fue diseñado para un uso independiente del protocolo. Esto quiere decir que por ejemplo, puede hacer invitaciones a las partes de una llamada independientemente de la misma sesión.
- Escalabilidad: SIP ofrece dos servicios de escalabilidad, procesamiento de señales, donde puede ser Stateful o Stateless. El otro es el arreglo de conferencia, donde dado el hecho de que no hay requerimientos para un controlador central, la coordinación de la conferencia puede ser distribuida o centralizada.
- Integración: SIP tiene la capacidad para integrar con la Web, Email, aplicaciones de flujo multimedia y otros protocolos.
- Interoperabilidad: Por ser un estándar abierto, SIP ofrece interoperabilidad entre plataformas de diferentes fabricantes.

2.8 Calidad de servicio QoS.

2.8.1 Definición.

La calidad de servicio, según la UIT, se define como “efecto global de la calidad de funcionamiento de un servicio, que determina el grado de satisfacción de los usuarios”.

Este concepto tiene varias aristas como lo son la calidad de servicio ofrecida por el proveedor, la cual se refiere a la calidad que el proveedor espera entregar a sus clientes. También hay calidad de servicio percibida por el usuario, la cual se define como la percepción que tienen el cliente con respecto al servicio que se le esta entregando.

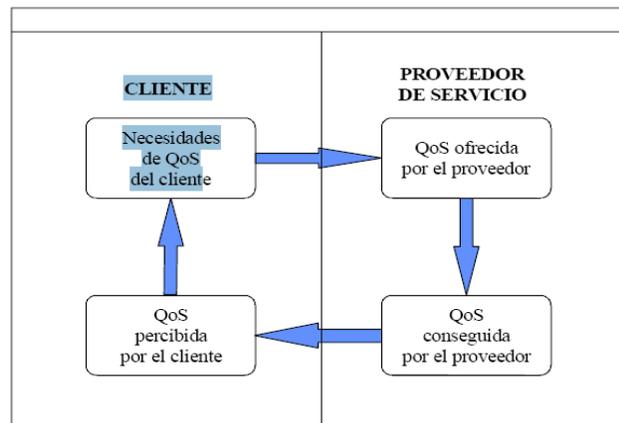


Figura # 16. Puntos de vista de la calidad de servicio (Tomado de la UIT G.1000).

Tabla # 8. Clases de servicio

Clases de servicio	Aplicación	Ejemplos
Bronce	Desarrollado para el transporte de aplicaciones estándares	Correo electrónico, navegación en Internet.
Plata	Desarrollado para el transporte de aplicaciones críticas, sensibles a la pérdida de paquetes.	Backup remoto de archivos.
Oro	Desarrollado para aplicaciones interactivas, sensibles a la latencia y a la pérdida de paquetes.	Videoconferencias.
Premium	Desarrollado para aplicaciones interactivas sensibles a la latencia, la pérdida de paquetes y al jitter.	Telefonía IP

2.8.2 Parámetros de calidad de servicio en redes.

Existen varios parámetros que dan un indicativo de la calidad de servicio en una red. Estos parámetros son:

- Ancho de banda mínimo.
- Retardo
- Variación del retardo
- Pérdida de paquetes.

Ancho de banda mínimo: se refiere a la mínima cantidad de ancho de banda requerida por la aplicación sobre la cual se desea ofrecer calidad de servicio.

El retardo como se estudió previamente en VoIP, tiene varias componentes. Este retardo, dependiendo de la aplicación, no debe superar ciertos valores para garantizar calidad de servicio ya que en aplicaciones que son en tiempo real como telefonía IP y videoconferencia, este retardo puede degradar considerablemente el correcto desenvolvimiento de estas aplicaciones

La variación del retardo o jitter. Este indica las variaciones de los tiempos de retardo y el peor caso es la diferencia entre el mayor y el menor retardo. El valor del jitter no debería ser mayor al peor caso de retardos de transmisión y cola.

La pérdida de paquetes: Este valor es la razón entre los paquetes perdidos y el total de paquetes transmitidos. Estas pérdidas son debidas principalmente a la presencia de congestión en la red.

Cuando hay pérdida de paquetes también se tiene pérdida de información, lo cual desmejora la calidad del servicio que se este utilizando.

Tabla # 9. Necesidades de calidad de servicio de algunas aplicaciones

Aplicación	Fiabilidad	Retardo	Jitter	Ancho de Banda
Correo electrónico	Alta (*)	Alto	Alto	Bajo
Transferencia de ficheros	Alta (*)	Alto	Alto	Medio
Acceso Web	Alta (*)	Medio	Alto	Medio
Login remoto	Alta (*)	Medio	Medio	Bajo
Audio bajo demanda	Media	Alto	Medio	Medio
Vídeo bajo demanda	Media	Alto	Medio	Alto
Telefonía	Media	Bajo	Bajo	Bajo
Videoconferencia	Media	Bajo	Bajo	Alto

* La alta fiabilidad en estas aplicaciones se consigue automáticamente al aplicar el protocolo TCP

Como se puede ver, la telefonía y la videoconferencia son las aplicaciones que requieren los menores tiempos de retardo y jitter. A su vez requieren de anchos de banda grandes debido a su naturaleza de aplicaciones en tiempo real.

Como se puede intuir, la principal degradación de los servicios y de la calidad de servicio viene dada por la congestión en las redes. Cuando una red presenta congestión fuerte, por lo general no se comporta de manera lineal, sino que su rendimiento decae exponencialmente, de aquí que sea muy importante evitar la congestión.

Esta viene dada por varias causas, una de ellas es cuando llegan datos por varios canales a una interfaz de entrada y solo hay un canal de salida, otra causa es la ocupación de la memoria en los routers, etc.

El comportamiento de un canal de comunicación ante la congestión no es de manera lineal, sino más bien exponencial. Esto quiere decir que una vez que la red cae en congestión fuerte, la pérdida de paquetes aumenta considerablemente.



Figura # 17. Comportamiento de una red ante la congestión (Tomado de la monografía en línea Redes de Computadoras, Control de la Congestión)

2.8.3 Métodos para asegurar calidad de servicio en una red.

Existen varias técnicas entre las que están:

Sobredimensionamiento: se trata realizar un estudio sobre el tráfico y las aplicaciones que va a manejar la red. Una vez que se tienen estos datos, se tiene una buena idea de las necesidades de la red, entonces la red se diseña para manejar un tráfico mucho mayor al que se determinó que iba a cursar. Esta técnica resulta muy costosa.

Buferización: esta técnica consiste en crear buffer en los terminales de entrada de los dispositivos con el fin de ir almacenando en ellos los paquetes que vayan llegando. Esta técnica se basa principalmente en el algoritmo de la cubeta o *leaky bucket*, el cual consiste en colocar una cola finita en la entrada de los

dispositivos. Cuando los paquetes van llegando, si hay espacio en la cola, el paquete se añade a esta cola. Si la cola esta llena, el paquete es descartado.

Este sistema cuenta con un reloj de sincronismo y a cada intervalo de este, se envía un paquete de la cola hasta que esta este vacía.

Otro de los algoritmos utilizados es el de la *cubeta de tokens*. Este algoritmo se basa en el uso de testigos y funciona de la siguiente manera: un token es almacenado en la cubeta por cada ciclo de reloj, si no hay paquetes que transmitir, se almacena este token hasta el tamaño de la cubeta (buffer). Luego, se pueden transmitir tantos paquetes como tokens tenga la cubeta. Este algoritmo no descarta paquetes sino tokens.

2.8.4 Modelos de QoS.

2.8.4.1 Integrated services model o Intserv.

Este modelo es llamado también de reserva, ya que su funcionamiento se basa en la reserva de cierto margen de ancho de banda del canal para ciertos paquetes o tipo de tráfico. Esta basado en el protocolo RSVP.

En este modelo el usuario debe saber de antemano los recursos que necesita, entonces a todos los routers que están en el camino de los paquetes, se programan para que efectúen esta reserva de ancho de banda.

Los tres parámetros que permiten caracterizar el flujo de datos que se va transmitir son:

- Tasa pico (peak rate): es la tasa máxima de datos que puede generar una fuente.

- Tasa promedio (Average rate): es la tasa promedio de transmisión en un intervalo de tiempo.
- Tamaño de la ráfaga (Burst size): es la cantidad máxima de datos que pueden ser inyectados a la red a la tasa pico.

Intserv presenta dos modelos de servicio básicos, el servicio garantizado y el servicio de carga controlada.

En el servicio garantizado, el prestador del servicio provee garantía de ancho de banda y límites estrictos con respecto a los tiempos de retardo y se usa principalmente para servicios de aplicaciones en tiempo real. Este servicio se puede ver como un circuito virtual con ancho de banda garantizado.

El servicio de carga controlada se caracteriza porque se debe asegurar el ancho de banda para el peor de los casos. Esto trae como consecuencia que el ancho de banda es sub-utilizado y además aumenta los costos de la reserva.

Tabla # 10. Ventajas y desventajas de Intserv

Ventajas	Desventajas
- Da una garantía casi total. - Los paquetes no necesitan estar marcados ya que la información sobre la reserva esta en los routers.	- Requiere que todos los routers por donde pasa la información estén continuamente informados de la reserva. - Se requiere un protocolo de señalización para efectuar la reserva en todo el trayecto.

2.8.4.2 Servicio diferenciado o Diffserv

El diffserv (differentiated services) se basa en la división del tráfico en diferentes clases y a cada una de estas clases se les asigna una prioridad. Para marcar

el tráfico se utilizan los campos DSCP (diffserv code point) para marcar a los paquetes de datos y así poder darles cierta prioridad.

A cada paquete se le agrega un campo DS (Differentiated Service) dentro del cual se le asignan las prioridades a los paquetes, mientras que el subcampo DSCP especifica la prioridad de cada paquete. Los routers tratan a cada paquete según su categoría, la cual viaja en la cabecera de los mismos.

Tabla # 11. Ventajas y desventajas de diffserv.

Ventajas	Desventajas
- Los routers no necesitan guardar información de estado. - Es de fácil escalabilidad ante crecimientos de la red.	- Los paquetes deben ir marcados con su respectiva prioridad. - La garantía se basa en factores estadísticos, por lo que no es tan segura como intserv.

Una de las técnicas para aplicar calidad de servicio por medio de diffserv es con el uso de los policy-map y los class-map.

Las class-map se utilizan y configuran para marcar y clasificar ciertos paquetes para de esta manera darle cierto nivel de prioridad.

Los policy-map agrupan ciertas class-map previamente definidas y es la que se encarga de darles la prioridad necesaria. Estos paquetes tendrán la prioridad que les fue asignada y los paquetes que no pertenezcan a ninguno de los class-map que están dentro del policy-map serán asignados a la clase de tráfico por defecto.

2.9 Ingeniería de tráfico.

“Ingeniería de tráfico es el proceso de organizar los flujos de tráfico de una red para prevenir que se produzca congestión debido al reparto desigual de la carga en la misma”. [8]

La aplicación de la ingeniería de tráfico en una red permite diseñar, planificar, dimensionar y supervisar una red de telecomunicaciones de acuerdo a la demanda de servicios, calidad de prestación y entornos regulatorios y comerciales.

Entre las formas de aplicar la ingeniería de tráfico a una red están el encaminamiento, la gestión de los recursos disponibles orientada a la calidad de servicio, la gestión de las tablas de encaminamiento y la gestión de capacidad. [6]

Entre las funciones de la ingeniería de tráfico esta la gestión de tráfico, cuya función es asegurar el funcionamiento óptimo de la red en cualquier condición, incluyendo fallas y variaciones de carga. También esta la gestión de capacidad que se encarga de que la red este bien diseñada para cumplir con los principios de QoS a un costo mínimo.

La aplicación de la ingeniería de tráfico se basa principalmente en la observación del comportamiento del tráfico en la red. Las recomendaciones E.490 y E.492, pertenecientes a la serie T de la UIT establecen los tiempos de observación en función del tipo de red.

La recomendación E.500 establece las condiciones de carga normal y de carga elevada para el tráfico en una red de datos y estas sirven de base para el dimensionamiento, monitoreo y prevención de errores y congestión en la red.

Las recomendaciones E.503 y E.504 de la UIT dan las recomendaciones para el análisis y la administración de los datos recogidos por la ingeniería de tráfico.

Dependiendo de por cuanto tiempo se estudie el tráfico en una red, se podrá planificar y estudiar la operatividad de dicha red. Por ejemplo, si se están tomando

CAPITULO III

3 EL PROYECTO

3.1 Tipo de investigación.

La investigación esta enmarcada dentro de la modalidad de proyecto factible, apoyado en investigaciones de tipo documental y de campo; utilizando estas herramientas, se desarrolló una propuesta para la mejora de las comunicaciones en la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

“El proyecto factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales, puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades”. [9]

3.2 Fases del proyecto

El proyecto fue realizado en fases con la siguiente estructura:

Fase 1: Documentación y adiestramiento.

- Se conoció de forma general la plataforma de red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.
- Se estudio y recibió información y adiestramiento en el área de redes de datos: dispositivos, protocolos, tipos de configuraciones físicas y lógicas.

- Se estudiaron las características técnicas de los diferentes equipos que conforman la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

Fase 2: Determinación de la situación actual de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

- Se levantó la información técnica respecto a la utilización del ancho de banda asignado para cada una de las agencias y departamentos del Banco Agrícola de Venezuela.
- Se recolectó información respecto a los servicios en línea prestados por el banco, los cuales hacen uso de recursos de la red.
- Se levantó la topología lógica de la plataforma de la red de datos utilizando técnicas de monitoreo de redes en los equipos.

Fase 3: Análisis de resultados.

- Se estudiaron los resultados obtenidos del trabajo de campo realizado sobre la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

Fase 4: Diseño de la propuesta.

- Se diseñó la propuesta para la adecuación y mejora de las comunicaciones en la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

Fase 5: Presentación de la propuesta.

- Se entregó el informe de la propuesta a la gerencia de tecnología, incluyendo las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado.

3.3 Desarrollo del proyecto.

3.3.1 Plataforma de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela.

Para la inicialización de este trabajo, se empezó por conocer y entender de manera general la plataforma de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela. A continuación se describe de forma general como está conformada dicha red.

La red de datos del Banco Agrícola de Venezuela está conformada por la red de agencias que se cuentan a nivel nacional (15). En cada una de estas localidades existe una LAN (Local Área Network), la cual está asociada a la LAN de las otras localidades mediante una WAN (Wide Área Network).

Estos enlaces WAN permiten la comunicación de datos y voz entre las localidades que conforman el banco. El BAV contrató a la CANTV 2 canales de comunicación E1, los cuales fueron segmentados en canales de 256Kbps por medio del uso del protocolo de transmisión Frame Relay.

Otros enlaces y puntos pertenecientes a la red son la sede principal que se encuentra en Caracas en la torre CAVENDES, los departamentos de recursos humanos y seguridad que se encuentran en Caracas en la torre EASO (Chacaito) y la torre IBM en Chuao, en la cual se encuentran los equipos que conforman el datacenter.

Estos son los que se encargan entre otras cosas de gestionar una serie de enlaces con terceras empresas que se encargan de brindar aplicaciones específicas para el banco; entre estas están el Banco Central de Venezuela, Datapro, Banfoandes, Credicard, SENIAT, Banco del Tesoro, Banco Industrial de Venezuela.

Dentro de estos equipos del datacenter también se encuentran los servidores que contienen las principales aplicaciones que maneja el BAV, el equipo que proporciona el firewall a la red y la base de datos de los clientes del BAV.

Esta red de datos tiene una topología en forma de estrella, con su nodo principal ubicado en el edificio IBM en Chuao.

La figura #19 muestra un esquema general de la topología de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela:

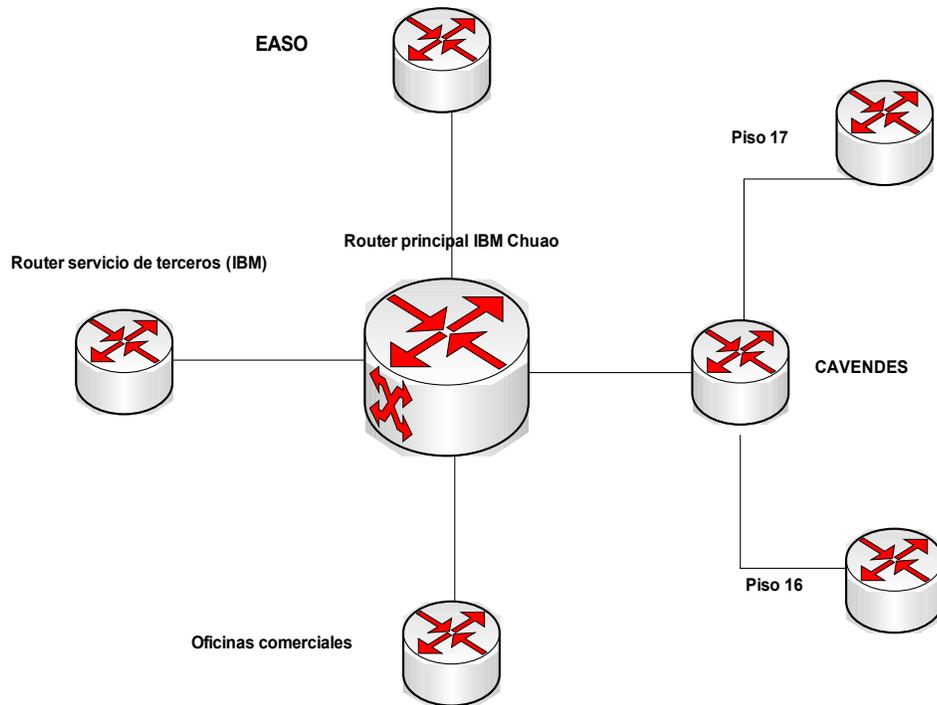


Figura #19. Estructura de la red de datos del BAV

El protocolo de acceso utilizado para todos los enlaces del banco es Frame Relay, el cual es un protocolo robusto que permite altas velocidades en la transmisión de datos.

3.3.2 Estructura de la red de datos del Banco Agrícola de Venezuela

Durante aproximadamente un mes se trabajó en el levantamiento de información de la plataforma de red de datos del Banco Agrícola de Venezuela. El

principal objetivo de esta parte del trabajo fue realizar un levantamiento completo de la topología de la red.

Esto se hizo utilizando el método de observación directa, por medio de entrevistas y consultas con el personal especializado del banco y consultando la documentación existente sobre los distintos equipos utilizados en la red se logró el levantamiento de la información a continuación descrito.

Para lograr un mejor entendimiento de la topología de la red, ésta se estudió en grupos formados de la siguiente manera:

- Oficinas comerciales (con excepción de la oficina de Caracas).
- Torre CAVENDES (incluye la oficina comercial de Caracas).
- Torre EASO
- Torre IBM.

3.3.2.1 Topología de la red de datos de las oficinas comerciales.

Las oficinas comerciales están conformadas por la red de agencias bancarias ubicadas a nivel nacional, con excepción de la oficina de Caracas, la cual esta incluida en la Torre CAVENDES. El protocolo de transmisión de datos utilizado en estos enlaces es Frame Relay, el cual brinda ventajas en cuanto a las velocidades y seguridad de los datos.

Cada una de estas oficinas, tienen el siguiente equipamiento:

- Telefonía VoIP: cada agencia cuenta con un promedio de 8 teléfonos IP para las comunicaciones de voz tanto internas como externas.
- 8 Pc's.

Los teléfonos IP funcionan con codificación G.729. Estos paquetes de voz corren sobre RTP y UDP a nivel de capa 4 y a su vez sobre IP que es capa 3. Esto trae consigo que aumente el tamaño de los paquetes, por esta razón sobre cada paquete se envían 2 tramas, con el fin de disminuir el jitter asociado.

Las Pc's que se encuentran en cada oficina comercial son 6, las cuales cuentan con conexión a Internet, por lo cual también consumen un cierto porcentaje de ancho de banda, el cual mas adelante va ser estudiado.

Los equipos que permiten la conexión de las agencias a la red de datos son un switch marca Cisco, modelo Catalyst 500. Entre sus características principales tenemos:

- 24 puertos 10/100 para la conexión de Pc's, teléfonos con tecnología VoIP, cámaras de TV para circuito cerrado y equipos inalámbricos.
- 2 puertos 10/100/1000base T para la conexión con el router encargado de dar la conexión a la red.
- Capacidad para soportar y configurar hasta 32 VLANs.
- Soportan DSCP para calidad de servicio QoS.

En este switch están conectados todos los equipos de la agencia que están conectados a la red como lo son los computadores, las impresoras en red, etc. Un puerto Fastethernet de estos equipos esta configurado para realizar la función de puente entre todos los equipos conectados a la red y el router que se encarga de la comunicación de esta agencia con el resto de la red del BAV.

Este router es de la misma marca, modelo 2811. Entre sus principales características tenemos:

- 2 puertos Ethernet 10/100.
- 1 puerto serial

- 2 puertos FXS, para la conexión de teléfonos analógicos.
- 2 puertos FXO para la conexión de 2 equipos digitales a la red PSTN.

En este equipo se encuentran la interfaz serial, por medio de la cual se realiza la conexión *frame relay* con la red WAN del banco, por medio de un canal de 256Kbps. Estos equipos también tienen una serie de interfaces FXS y FXO las cuales permiten las comunicaciones telefónicas de la agencia con la red PSTN.

A continuación se presenta un esquema de la conexión de las agencias con la red de datos del BAV:

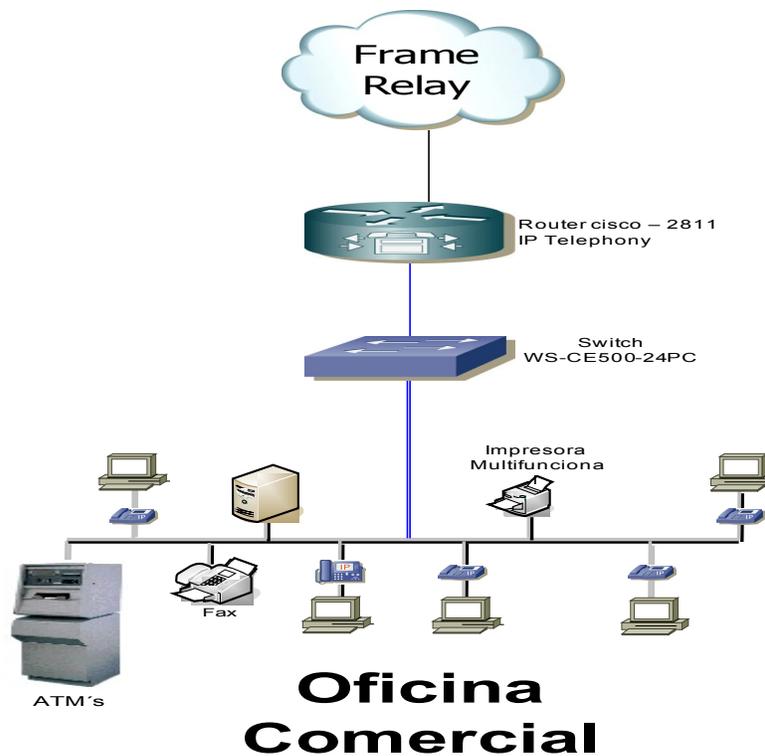


Figura # 20. Estructura de las oficinas comerciales del BAV

3.3.2.2 Topología de la red de datos de la torre CAVENDES.

En CAVENDES se encuentran la oficina comercial principal, la cual posee un equipamiento similar a las demás, también posee un switch Catalyst 500 de 24 puertos. Pero a diferencia de las demás oficinas, ésta no va conectada a un router directamente, sino que va a un switch Cisco, modelo Catalyst 3750, el cual es de 48 puertos y funciona como switch principal de CAVENDES que esta ubicado en el piso 16 de la torre.

En el piso 17 se encuentran la presidencia y vicepresidencia, además de otros departamentos como crédito, finanzas, planificación, seguridad de datos, soporte, etc. En este piso hay una gran cantidad de equipos conectados a la red, los cuales son los siguientes:

- 280 computadores con conexión a Internet.
- 80 teléfonos IP.
- 8 impresoras conectadas en red.

Para darle servicio de red a toda esta cantidad de equipos, se utilizaron 5 switches modelo Cisco Catalyst 3750, los cuales son de 48 puertos y estos a su vez estaban conectados al switch central de la misma marca y modelo pero que se encuentra en el piso 16.

Este switch central además de concentrar las comunicaciones del banco, también es donde se encuentran configuradas las VLAN de telefonía IP, las de los departamentos principales y demás dependencias del banco.

En el piso 16 se encuentran varios departamentos como lo son contabilidad, comunicaciones, call center, etc. Los equipos existentes en este piso son:

- 120 computadores con conexión a Internet.
- 30 teléfonos IP.

- 3 impresoras conectadas en red.

Además aquí se encuentran los principales equipos de comunicaciones como lo son:

- 1 Switch Catalyst 3750, el cual se encarga de concentrar las comunicaciones de la torre y llevarlas a un par de routers encargados de dar salida a la red.
- 1 router modelo 2801, este se encarga de dar salida hacia la red Internet.
- 1 router modelo 2811, el cual se encarga de direccionar las llamadas telefónicas desde y hacia la torre.
- 2 modem encargados de dar las troncales para gestionar las llamadas entrantes y salientes de la PSTN.

El equipo Cisco 3750 tiene configuradas dos interfaces Gigabitethernet para enlazar con el router encargado de salir hacia Internet y el router para el equipo que se encarga de las comunicaciones de voz entre los teléfonos del BAV y la PSTN.

Cabe mencionar que el banco alquiló un enlace E1 para dar lugar a las llamadas desde y hacia la PSTN, el cual da una capacidad de hasta 15 llamadas simultáneas. Estas 15 llamadas son provenientes de la torre CAVENDES, incluida la oficina comercial situada en la planta baja y permiten las comunicaciones telefónicas con la PSTN.

Una tercera interfaz Gigabitethernet se encarga de establecer la comunicación con el equipo de radio encargado de las comunicaciones con el nodo principal (IBM), este enlace se realiza por medio de un acoplador de esta interfaz con un puerto de fibra óptica, ya que la interfaz del equipo óptico de radio es de fibra óptica.

Para la conexión con la red, se cuenta con un enlace óptico de 1Gbps que utiliza como medio de propagación el aire (FSO), el cual va hacia la torre IBM y de ahí se conecta a la red por medio de los equipos allí existentes los cuales se mencionan mas adelante.

A continuación un esquema representativo de la red y las comunicaciones en la torre CAVENDES:

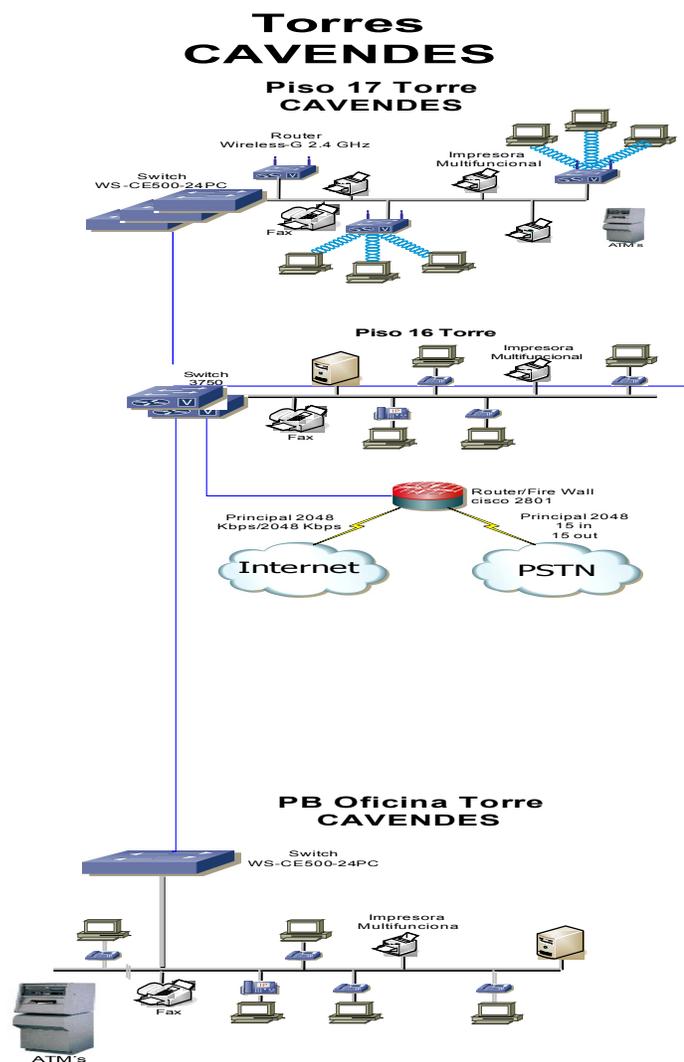


Figura # 21 Equipos conectados a la red de datos del BAV en la torre CAVENDES

3.3.2.3 Topología de la red de datos de la torre EASO.

En esta torre se encuentran los siguientes departamentos, Recursos humanos, auditoria, infraestructura, relaciones interinstitucionales, etc. El equipamiento de esta sede es el siguiente:

- 60 computadores con conexión a Internet.
- 4 impresoras conectadas en red.

En esta torre se encuentran los siguientes equipos:

- 1 switch Catalyst 500, similar al que se encuentra en las oficinas.
- 1 router 2811, el cual da la salida hacia el router principal ubicado en IBM. El enlace de salida hacia este router es de 2048 Kbps, (1 E1).

A continuación un esquema representativo de la red de comunicaciones de la torre EASO:

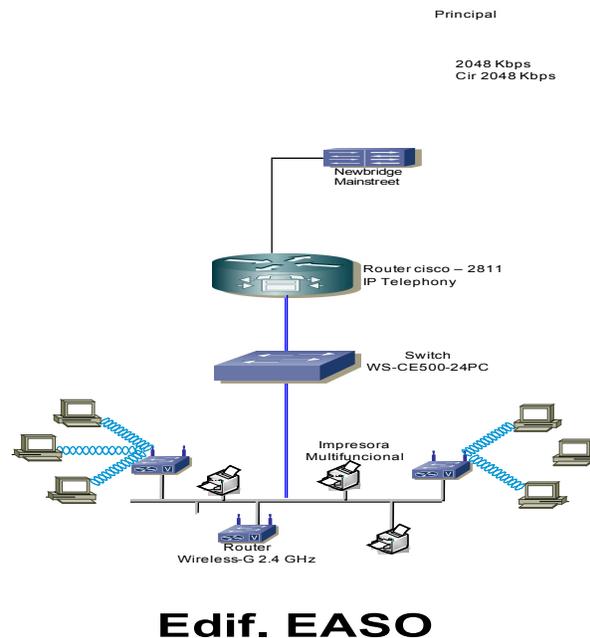


Figura # 22. Equipos conectados a la red de datos del BAV en la torre EASO

3.3.2.4 Topología de la red de datos de la torre IBM.

En esta torre se encuentran los principales equipos que permiten las comunicaciones del banco y son los siguientes:

Un router Cisco 2811 de servicios terceros. Se encarga de direccionar las comunicaciones del banco con otras empresas que le brindan algún servicio como lo son el Banco Central de Venezuela, Banco del Tesoro, Banfoandes, Azertia, Switch 7B, SENIAT, etc.

1 router Cisco 2811, encargado de dar las comunicaciones con la cámara de compensación electrónica (CCE). Las características de estos equipos ya fueron reseñadas anteriormente.

1 equipo Cisco modelo 7200, el cual tiene la función de direccionar las comunicaciones provenientes de todas las agencias y sedes del banco, es decir es el equipo principal. Entre las características principales de este equipo se tiene:

- Capacidades de capa 3
- Alta disponibilidad para manejar un gran tráfico de datos, voz y video.
- Ofrece alta calidad de servicio para VoIP.

Un equipo Cisco Catalyst 6500 E multilayer. Este equipo se encarga de las comunicaciones entre los distintos departamentos y agencias del banco con el datacenter, el cual es el lugar donde se guardan y se llevan los registros de todas las transacciones del banco.

Este equipo cuenta con características como:

- Altas características de seguridad como detección de intrusos, funciones de firewall, VPN y secure sockets layer

- Capacidades de protección y recuperación de paquetes perdidos.
- Capacidades escalables
- Soporte de MPLS para calidad de servicio.
- Manejo de una gran variedad de interfaces para aplicaciones triple play como T1/E1, Ethernet, FXS, PBX, etc.

Un equipo Cisco ASA 5500: Este va conectado entre el router principal y el router de servicios terceros. Este equipo es muy importante ya que se encarga de implementar las funciones de firewall para toda la red del BAV. Entre sus principales características se tiene:

- Defensa preactiva ante ataques en la red.
- Controla las actividades y el tráfico de la red.
- Control y flexibilización de VPN.

Ocho Servidores, donde se encuentran montadas las aplicaciones principales del BAV como lo son el correo electrónico, eIBS, Branchnet, etc.

A continuación una muestra de cómo está conformada la distribución de los equipos en la torre IBM:

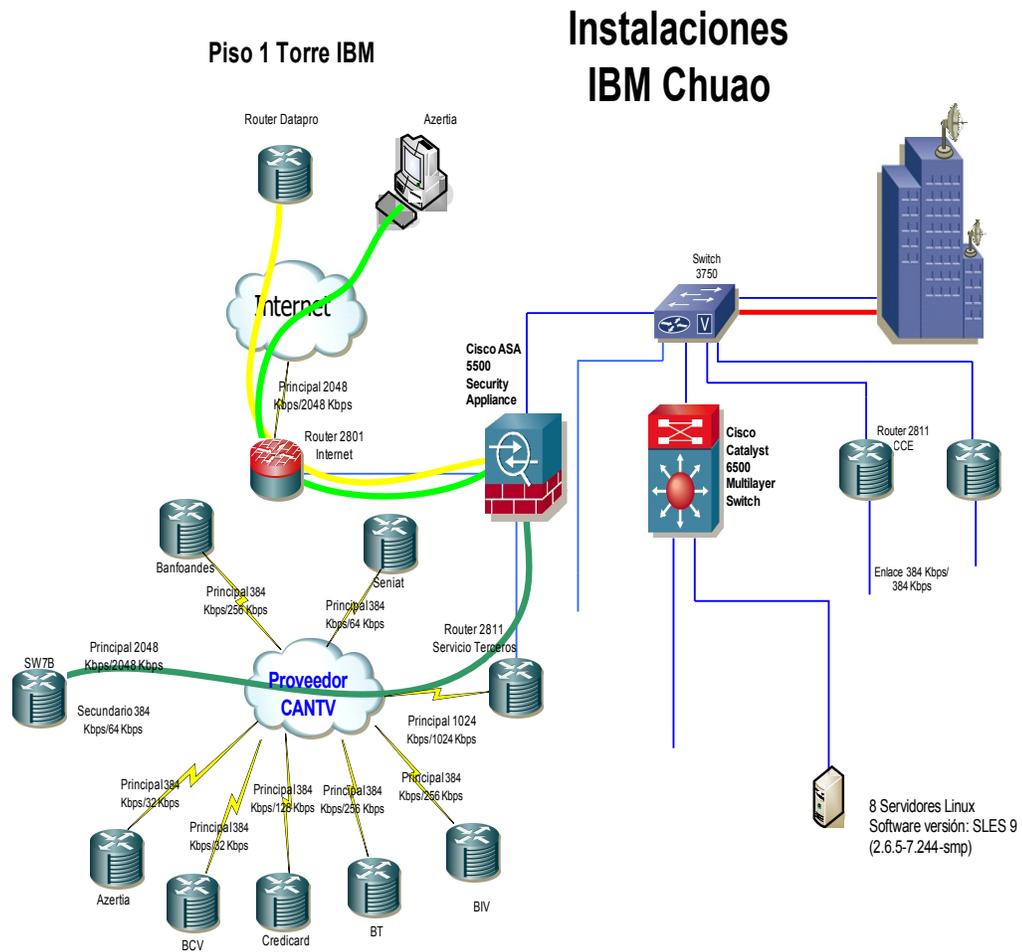


Figura # 23. Equipos conectados a la red de datos del BAV ubicados en la torre IBM

3.3.3 Determinación del tráfico en la red de datos del BAV.

En esta fase del proyecto se procedió a monitorear el tráfico de datos de la red de agencias y departamentos del Banco Agrícola de Venezuela, con el fin de determinar las condiciones actuales de funcionamiento de la red.

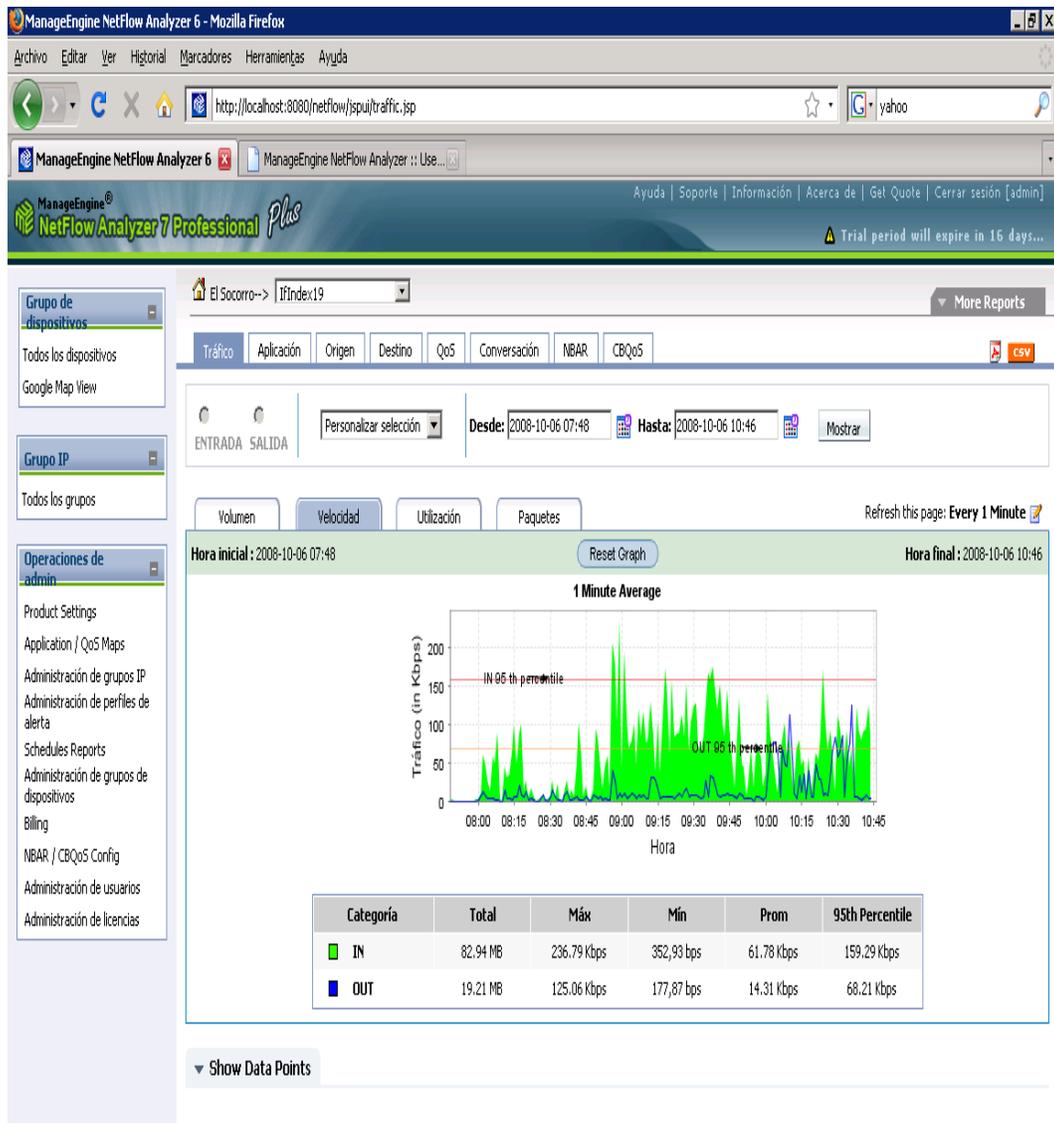
Para este fin se procedió a tomar lecturas del tráfico de datos en determinadas horas del día y por un tiempo de 15 minutos según lo recomendado por la UIT en su recomendación E.492 y E.500 pertenecientes a la serie T. Estas mediciones se hicieron durante un periodo de 30 días hábiles.

Esta recomendación sugiere que se tomen datos del tráfico punta presente en la red para determinar las condiciones de carga normal y de carga elevada que presenta la red de datos. En base a estas condiciones ellos sugieren realizar el dimensionamiento de la red para garantizar que ésta funcione de manera eficiente.

Estas mediciones se hicieron para cada agencia y cada enlace de la red por separado por medio del software Netflow Analyzer, versión 7, el cual tiene una licencia gratis de 30 días de duración. Este software nos da información como velocidad de transmisión de datos, porcentaje de utilización del canal de transmisión, número de paquetes procesados, aplicaciones con el mayor uso de este ancho de banda, etc.

Este programa funciona en base a los paquetes *Netflow*, los cuales son propietarios de Cisco y son paquetes diseñados para ayudar a llevar las estadísticas de tráfico de datos en los equipos. Para que el programa cumpla su función, primero se debió configurar los equipos por medio de consola para habilitar el envío de estos paquetes a una dirección Ip prefijada. Este software se instaló en un equipo dedicado únicamente a este propósito.

Se debe señalar que ciertos enlaces como los internos de los equipos localizados en IBM y el del BAV con las otras empresas, bancos u organismos públicos, no pudieron ser monitoreados por razones de seguridad.



Copyright © 2004 - 2006 AdventNet Inc.

Figura # 24. Interfaz grafica del Netflow Analyzer

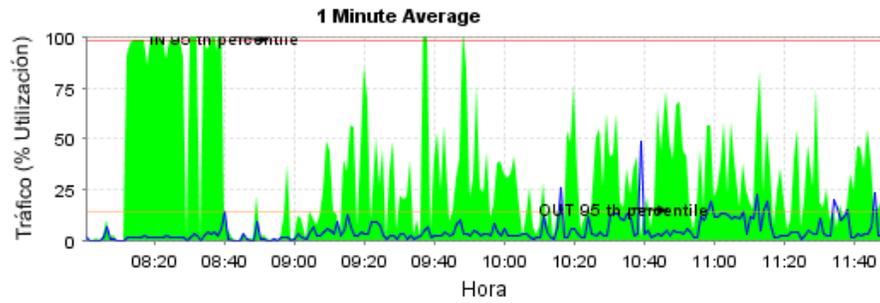


Figura # 25. Interfaz de utilización del canal de comunicaciones vs tiempo.

Todas estas características se fueron registrando diariamente durante el periodo de observación y se fueron almacenando para su posterior procesamiento.

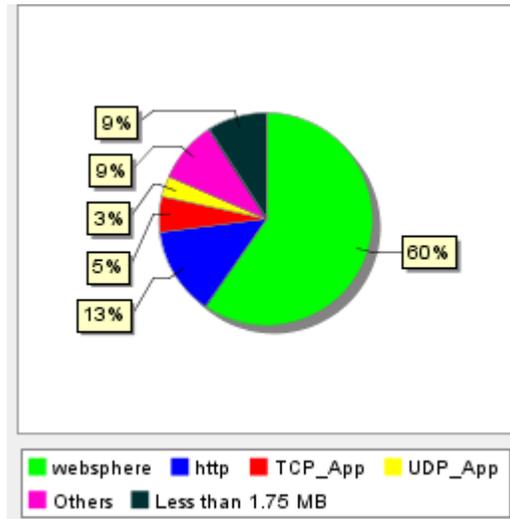


Figura # 26. Gráfico con las aplicaciones más utilizadas (El Socorro)

En base a los datos obtenidos del software y a la recomendación E.500 de la UIT, se procedió a calcular las condiciones de carga normal y de carga elevada. La carga normal equivale a las condiciones de carga frecuentes en las que se debe garantizar y dar respuesta a la demanda de los usuarios [2], mientras que la condición de carga elevada representa condiciones de operación poco frecuente en las que no es imprescindible garantizar la demanda de los usuarios [3].

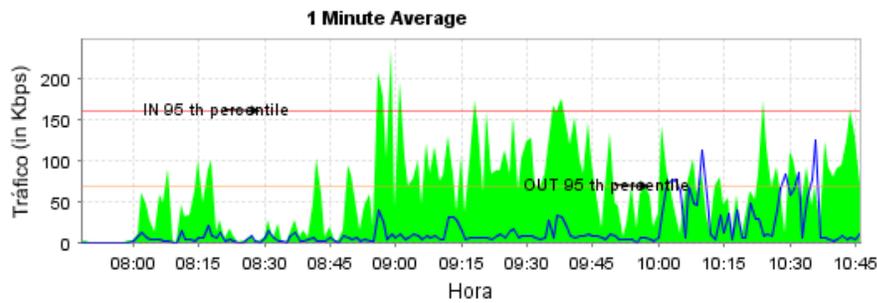


Figura # 27. Muestra de trafico de datos de una agencia (El Socorro)

Para obtener las condiciones de carga normal y elevada respectivamente, se procedió a determinar las cargas de tráfico punta diarias de cada enlace durante un mes. Esto se hizo durante un periodo de 30 días. Posteriormente se procedió a ordenar de mayor a menor los días de mayor trafico del mes durante el cual se realizó la medición y para el caso de carga normal, se tomó el valor obtenido en el cuarto día de mayor trafico, mientras que para obtener la condición de carga elevada se tomó el segundo día de carga o trafico mas elevado.

Para la toma de las muestras, se evaluaron por separado los enlaces de las oficinas y el resto de los enlaces, dado que estos enlaces oscilan entre 256Kbps y 512Kbps, mientras que los demás enlaces están entre 2048Kbps y 1Gbps.

Además los enlaces con las agencias fueron los que presentaron mayor cantidad de problemas y fallas.

Las muestras de tráfico fueron tomadas en las siguientes horas del día: 8:30am, 10:00am, 1:00pm, 2:30pm y 4:00pm por considerarse que son horas en las que se puede representar de alguna manera los momentos picos de tráfico en la red. El tráfico se recogió durante 15 minutos contados a partir de las horas antes indicadas.

Antes de observar la utilización del ancho de banda asignado de cada agencia, se dará una breve explicación del software que estas agencias manejan.

Uno de estos software es el eIBS, este software es proporcionado por *Datapro* y es manejado por los promotores, gerente y subgerentes de las agencias comerciales y les permite acceder a la base de datos del BAV. Este es utilizado para realizar operaciones como apertura de cuentas, procesar solicitudes de crédito, de tarjetas de debito y demás tareas propias de los promotores del banco.

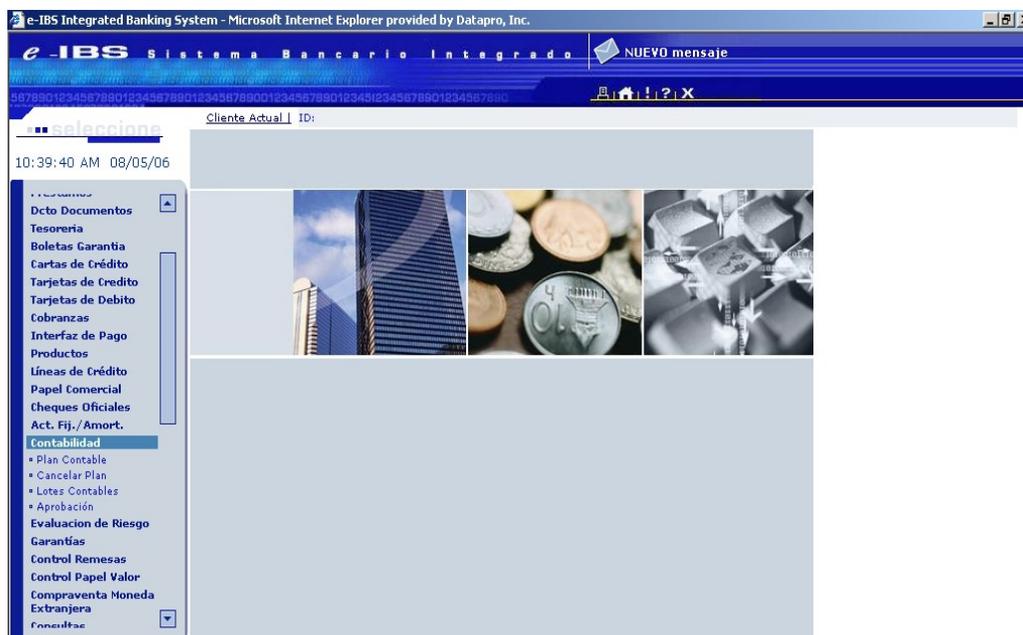


Figura # 28. Interfaz grafica del eIBS.

El otro software utilizado es el Branchnet, el cual sirve para procesar operaciones de taquilla como pago de cheques, retiros y depósitos bancarios, etc. Los cajeros son los principales usuarios de este programa, aunque los promotores y gerentes también tienen acceso al Branchnet. Estos dos software permiten el buen funcionamiento del banco, ya que son necesarios para que las agencias tengan un desenvolvimiento normal y puedan prestar un buen servicio a sus clientes.

3.3.3.1 Determinación del tráfico de datos entre el nodo principal y la red de agencias del BAV.

Como se explicó anteriormente, se levantó la información relacionada al tráfico de datos cursado en los canales de comunicación de las agencias y sedes del BAV para determinar sus condiciones de uso actuales en condiciones de operación normales.

A continuación se presenta una tabla representativa con los datos recogidos diariamente con respecto al tráfico de datos en cada una de las agencias:

Tabla # 12. Modelo de una tabla de tráfico.

Agencia Data del día 05/09/2008 8:30am	Rata promedio de datos de entrada/salida (Kbps)	Rata máxima de datos entrada/salida (Kbps)	Volumen de datos (Kbytes)	(%)Utilización máxima del canal
Calabozo	17.84/3.28	86.74/14.06	2369	40
Caucagua	5.94/2.78	29.57/12.24	1047	15
Elorza	3.1/1.87	24.04/12.25	597	8
El Socorro	9.1/0.66	41.63/2.15	952	18
Guanarito	3.55/2.39	24.04/12.25	537	12
Nueva Bolivia	7.45/4.09	47.45/17.68	1474	20
Obispos	ND			
Ospino	5.21/0	23.28	523	5
Pedraza	ND			
Sabaneta	ND			
Siquisique	29.11/4.75	161.75/15.92	3294	20
Socopo	214.48/6.92	378.47/17.47	28223	100
Tinaquillo	8.62/3.16	88.91/33.94	1410	28
Turen	8.18/0.756	17.33/1.35	1098	10

Durante 30 días, se fueron monitoreando todos los enlaces de las oficinas a determinadas horas del día y se observó su comportamiento y utilización del ancho de banda del canal asignado.

Las agencias se separaron en dos grupos, los cuales se diferencian por el tipo de conexión de la agencia con la red del BAV, ya que hay algunas que están conectadas vía satélite y otras por par de cobre. Las agencias conectadas por satélite son las siguientes: Arapuey, Calabozo, Caucagua, Elorza, El Socorro, Nueva Bolivia, Obispos, Ospino, Pedraza, Sabaneta, Siquisique y Turen.

Estas agencias presentaron un rendimiento similar con respecto a la utilización del ancho de banda asignado a cada una de ellas; también fueron las que más presentaron quejas sobre lentitud del sistema. A continuación se presenta una tabla con las principales características de tráfico de cada una de estas agencias:

Tabla # 13. Tráfico de las agencias comerciales conectadas vía satélite.

Agencia	Carga normal			Carga elevada		
	Trafico promedio (Kbps)	Trafico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)	Trafico promedio (Kbps)	Trafico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)
Arapuey	71.19	228.03	8.01	50.75	255.32	5.71
Calabozo	49.9	206.37	5.61	116.59	273.71	13.11
Caucagua	68.46	183.97	7.7	147.38	231.22	16.58
Elorza	152.6	249.52	17.16	173	270.29	19.46
El Socorro	105.3	208.7	12.63	121.43	214.8	14.56
Nueva Bolivia	58.73	228.4	7.03	88.68	260.75	10.635
Obispos	33.44	221.99	4.01	35.73	249.39	4.28
Ospino	61.8	232.38	7.41	116.79	269.95	14.89
Pedraza	65.48	213.66	7.85	67.67	237.69	7.1
Sabaneta	53.56	221.78	5.085	105.18	251.77	11.8
Siquisique	61.22	212.6	7.34	73.16	254.62	8.2
Turen	60.48	240.48	6.8	69.27	270.38	8.3

El segundo grupo de agencias esta formado por: Guanarito, Socopo Tinaquillo y el Tocuyo. De estas agencias, Socopo y el Tocuyo cuentan con enlaces de 384Kbps mientras que las otras dos cuentan con enlaces de 256Kbps, por ello se observan diferencias notables en las mediciones de trafico de estas agencias. Sus características de tráfico medido fueron las siguientes:

Tabla # 14. Tráfico medido de las agencias conectadas vía cable

Agencia	Carga normal	Carga elevada
---------	--------------	---------------

	Trafico promedio (Kbps)	Trafico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)	Trafico promedio (Kbps)	Trafico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)
Guanarito	78.57	249.28	9.32	88.04	261.53	9.9
Socopo	119.56	368.51	16.13	193.2	372.6	21.73
Tinaquillo	67.36	201.44	8.08	121.53	277.26	14.58
Tocuyo	150.3	341.67	16.9	202.95	360.73	25.87

3.3.3.2 Determinación del tráfico de datos entre la torre EASO y el nodo principal.

El enlace de datos entre esta torre y el nodo principal se lleva a cabo por medio de un E1 arrendado a la empresa CANTV, el cual tiene una velocidad de 2048Kbps. Al igual que con las agencias, estos enlaces fueron monitoreados en los mismos días y horas de las agencias y los datos arrojados por este estudio son los siguientes:

Tabla # 15. Tráfico del segmento entre la torre EASO y el nodo principal de la red

	Carga normal			Carga elevada		
	Trafico promedio (Kbps)	Trafico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)	Tráfico promedio (Kbps)	Tráfico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)
EASO	197.19	393.16	22.18	584.14	1630	65.71

3.3.3.3 Determinación del tráfico de datos entre la torre CAVENDES y el nodo principal.

Este segmento de la red esta constituido por un enlace óptico que va de la torre CAVENDES a la torre IBM, su velocidad de datos es de 1Gbps. El estudio de tráfico a este enlace arrojo los siguientes datos:

Tabla # 16. Tráfico de datos entre CAVENDES e IBM.

	Carga normal			Carga elevada		
	Tráfico promedio (Kbps)	Tráfico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)	Tráfico promedio (Kp-aps)	Tráfico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)
CAVENDES-IBM	4500	6780	506.25	5240	7890	589.5

3.3.3.4 Determinación del tráfico de datos de la torre CAVENDES hacia Internet.

Respecto al tráfico de datos en el enlace E1 que les da salida a los usuarios a la red Internet tenemos los siguientes datos:

Tabla # 17. Trafico de datos entre CAVENDES e Internet.

	Carga normal			Carga elevada		
	Tráfico promedio (Kbps)	Tráfico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)	Tráfico promedio (Kbps)	Tráfico pico (Kbps)	Volumen de datos (MB)
INTERNET-CAVENDES	587.02	1970	66.04	329.78	30.s0	37.1

3.3.4 Determinación de la topología lógica y la configuración de los equipos de la red de datos del BAV.

En esta fase se trabajó por medio de software y se entró a los modos de configuración de los equipos para observar de qué manera están trabajando y su configuración.

Por medio del uso de los comandos *show running-config* y *show CDP neighbors* pudimos verificar las principales características de configuración del equipo y los equipos vecinos a este dispositivo respectivamente.

De esta manera se confirmó la topología de estrella que presenta la red, ya que todas los routers de todas las agencias apuntan al router que funciona como nodo principal de la red. A su vez éste apunta hacia las agencias y las torres EASO y CAVENDES; igualmente va hacia los equipos que conforman el datacenter del BAV y que se encuentran en la torre IBM.

Entre los datos obtenidos de los equipos ubicados en las agencias están las características principales de Frame Relay como el CIR, Bc y Be. Se observó que el Be tiene un valor de cero (0), lo cual nos indica que los equipos no están configurados para enviar ráfagas por exceso a los 256Kbps que es el valor del Cir y que CANTV garantiza.

También se observó que las cabeceras de los paquetes TCP y RTP no tienen habilitada una opción que las comprime a fin de que estos paquetes ocupen menos en canal de comunicaciones. Sin embargo, consultando en los data sheets de estos equipos se verificó que cuando el protocolo de transmisión es Frame Relay, no se puede aplicar esta compresión.

Por medio de consola se entró a los switches Catalyst 3750 de Cisco ubicados en CAVENDES y se observó los puertos que se encuentran habilitados para la conexión de usuarios, además de los puertos configurados para manejar la data enviada de otros switches de la torre y un puerto el cual realiza la función de procesar la data transmitida y recibida hacia el enlace óptico con IBM. Estos switches tienen puertos que van de 10 a 1000Mbps y todos trabajan en modo full-duplex.

Se usó el comando *show ip route*, el cual da las tablas de encaminamiento de los paquetes IP. Este encaminamiento es muy útil para redes grandes y con ciertas topologías, sin embargo, para la topología de la red del BAV es poco útil ya que el encaminamiento de los paquetes es prácticamente directo por ser en forma de estrella. A pesar de ello se aplicó para corroborar que los paquetes están viajando de manera directa hacia su destino sin extravíos de ningún tipo.

Por medio del comando *show interface* se obtuvo datos referentes al funcionamiento de las interfaces de los switches, de esta manera se obtuvieron datos como tramas enviadas y recibidas, promedio de utilización del canal, paquetes con errores, paquetes descartados, etc. Esta información se utilizó para el análisis del funcionamiento de estos equipos en condiciones diarias.

Usando los comandos *show access-list* y *show policy-map* se pudo verificar que los routers de la red tenían configurada una sola de estas políticas y es utilizada por los paquetes de voz. Como se explicó anteriormente, estas opciones son utilizadas para brindar calidad de servicio (QoS) a la red. Esta configuración consiste en programar el router para que le asigne cierto ancho de banda exclusivo a cierta aplicación en particular, de manera que ese sector del canal de transmisión no podrá ser utilizado por ningún otro tipo de tráfico distinto al asignado.

Esto es muy conveniente ya que permite asignarle prioridad a las aplicaciones más importantes que se manejen. En este caso sería para los software

eIBS y Branchet, los cuales son los encargados de que las agencias realicen todas sus operaciones financieras cotidianas.

También pudimos observar el retardo y el delay y el jitter de los paquetes que salen de las agencias o demás localidades hasta el centro de cómputo en IBM. Estos datos son muy importantes a la hora de considerar el buen funcionamiento de una red, ya que si estos valores son muy altos, la red va presentar grandes retardos y las comunicaciones y la calidad de servicio se van a ver afectadas.

3.3.5 Análisis de las necesidades de velocidad de transmisión requerida por cada enlace de la red de datos del BAV.

Para realizar este análisis, se van a estudiar por separado los distintos grupos ya trabajados, debido a que las características y necesidades de tráfico de los enlaces pertenecientes a cada grupo son muy similares.

Sin embargo, en lo que respecta al delay y al jitter de los paquetes de datos y de voz, se puede decir que estos deben estar dentro de los valores recomendados, sobre todo los paquetes de voz, a fin de garantizar calidad de servicio. El retardo y el delay en los paquetes de voz debe ser de 150-200ms y < 30 ms respectivamente.

3.3.5.1 Análisis de las necesidades de velocidad de transmisión entre el nodo principal y las agencias del BAV.

Este grupo está conformado por todas las agencias del BAV a nivel nacional a excepción de la agencia de Caracas, la cual esta enmarcada y estudiada en el enlace de CAVENDES

Se debe acotar que dentro de este grupo existe un número determinado de agencias (El Tocuyo, Guanarito, Tinaquillo y Socopo) que están conectadas por medio de par de cobre, mientras que las restantes están conectadas vía satélite.

Además, las agencias del Tocuyo y Socopo están conectadas a un canal de 384Kbps y la agencia de Caucagua trabaja con un enlace a 512Kbps.

Las necesidades de estas agencias están basadas en el consumo de los computadores de los cajeros y la telefonía IP. En lo que respecta a la telefonía IP, ésta trabaja con codificación G.729, la cual ofrece buena calidad y consume poco ancho de banda (aproximadamente 10Kbps). En los routers que se encuentran ubicados en cada oficina, la telefonía se encuentra enmarcada dentro de una VLAN, de modo de tratar de garantizar su buen funcionamiento y disminuir el jitter y el retardo asociado.

Los routers de las agencias tienen configurado una policy-map para la telefonía IP, el cual funciona de la siguiente manera: cuando el canal esta siendo utilizado a un porcentaje lo suficientemente grande (80% o mas) y se detectan paquetes de voz que requieren hacer uso del canal de comunicación, esta policy-map permite degradar la utilización del canal por parte de paquetes que no sean de voz y les da prioridad a estos. En cada policy-map se debe configurar hasta que valor o porcentaje de ancho de banda se les va asignar a dicha aplicación.

En el caso en estudio este ancho de banda es de 64Kbps; esto de alguna manera garantiza el buen funcionamiento de la telefonía IP, ya que en caso de que los 6 teléfonos estén cursando llamadas simultáneamente, se estima que consumirían entre todos 62.4Kbps, de acuerdo a su codificación y a las distintas compresiones que sufren los paquetes de voz. Esto quiere decir que los paquetes de voz siempre van a tener prioridad de usar hasta 25% del canal de comunicación si este se encuentra saturado.

Con respecto a las recomendaciones de la IEEE, se tiene que la número 802.3 es sobre la Ethernet y si bien es cierto que sus velocidades nominales son de 10, 100 y 1000Mbps, estas velocidades en condiciones normales no son tan altas debido a una serie de factores que escapan del presente estudio. Por esto se

recomienda para las redes basadas en Ethernet no superar la utilización en más del 60%.

Ahora bien, estudiando el grupo de oficinas y agencias del BAV, que transmiten y reciben comunicaciones vía satélite, estas tienen un canal de comunicación disponible de 256Kbps a excepción de Caucagua, la cual cuenta con un canal de 512Kbps. Como se menciono anteriormente, la telefonía IP puede llegar a consumir teóricamente hasta 64Kbps, lo cual deja 192Kbps para el resto de las comunicaciones.

Estas agencias presentan la desventaja de que por la naturaleza de las comunicaciones vía satélite, presentan un retardo mayor (asociado a los tiempos de subida y bajada de los satélites) con respecto a los enlaces que van por otras vías.

3.3.5.2 Análisis de las necesidades de velocidad de datos de los enlaces entre la torre EASO y el nodo principal.

Con respecto a este enlace, como se explico anteriormente, ellos no manejan telefonía IP, por lo que sus necesidades de conexión serian con la red Internet y correo electrónico principalmente. Para este fin cuentan con un enlace E1 (2048Kbps).

Si se divide la capacidad del canal de comunicación entre el número de equipos conectados a la red se tiene algo más de 34Kbps por equipo. Teniendo en cuenta que sus mayores necesidades son el correo electrónico y otros programas, se podría suponer que este enlace es suficiente para satisfacer las necesidades de comunicación de las personas que laboran en esta torre.

3.3.5.3 Análisis de las necesidades de velocidad de datos de los enlaces entre la torre CAVENDES y el nodo principal.

En esta torre existe un gran consumo de ancho de banda ya que existe un gran número de teléfonos IP y computadores que tienen conexión a la red de datos del BAV y a Internet. Sin embargo esta torre tiene un enlace con el nodo principal de 1Gbps, el cual debería ser suficiente para manejar el posible gran volumen de carga que se puede generar en esta torre.

3.3.5.4 Análisis de las necesidades de velocidad de transmisión de datos de la torre CAVENDES hacia Internet.

Este enlace no va hacia el nodo principal y solo se ocupa de dar conexión a Internet, por esto se puede decir que no es tan importante para el desempeño del BAV. No obstante, se estudiara su trafico de datos y se harán recomendaciones con respecto a su trafico de datos.

Suponiendo que todos los computadores están conectados a la red, la capacidad para cada uno seria de aproximadamente 4Kbps, lo cual es muy poco para una conexión rápida y confiable a Internet.

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Análisis y discusión de los resultados obtenidos entre el nodo principal y la red de agencias del BAV.

Basándonos en los datos arrojados por el estudio de tráfico realizado a cada agencia, se determinaron los valores de carga normal y elevada para cada una de las agencias por separado.

La UIT recomienda que para las condiciones de carga normal deban ser completamente garantizadas las comunicaciones con calidad de servicio. (UIT, T-500).

Observando los resultados obtenidos del monitoreo del tráfico de datos entre las agencias y el nodo principal y tomando en cuenta las condiciones de carga normal y elevada, descritas por la UIT, se puede observar que los enlaces que funcionan a 256Kbps no están cumpliendo con las recomendaciones de la UIT, ya que estas recomiendan que bajo estas condiciones se les debe dar respuesta a las demandas de los usuarios.

Para que una red trabaje en optimas condiciones, el porcentaje de utilización del canal debe ser menor de la capacidad nominal del canal, ya que el canal no posee un comportamiento lineal y cuando a la entrada se van acumulando muchos paquetes y la memoria de los routers se agota, se empiezan a descartar paquetes lo cual desmejora la calidad de las comunicaciones.

Se tomo como criterio que la utilización del canal de datos no debería sobrepasar el 75% de la capacidad nominal del canal. De esta manera, se reducen las posibilidades de generarse cuellos de botella en la entrada del canal y se asegura una tasa de pérdidas de paquetes menor al 1%. También se espera un aumento de tráfico en la red debido al aumento a futuro de clientes del BAV y por consiguiente el aumento en el tráfico de datos.

El 75% para las agencias de 256Kbps es de 192Kbps y como se pudo determinar en los datos de tráfico recopilados, las condiciones de carga normal en todas estas agencias fue mayor a 200Kbps. Por esto se pudo decir que la red de datos se encuentra sobrecargada y presenta un flujo de datos superior al recomendado, esto puede ser una de las causas de que estas agencias presenten problemas de lentitud a la hora de utilizar los software de eIBS y Branchnet.

Además, cuando una red se encuentra trabajando en los límites de saturación del canal de comunicaciones, su rendimiento desmejora ya que las colas de paquetes se van llenando y estas colas van degradando aun más la transmisión porque ocupan espacio en la memoria interna de los routers y switches, trayendo como consecuencia un cuello de botella que degrada la calidad de las comunicaciones. Los valores del delay y el jitter de los paquetes de datos de este grupo de agencias están entre los 252 y los 256 milisegundos, los cuales son un poco altos pero eso es debido al enlace satelital.

La agencia de Caucagua, la cual cuenta con un enlace de 512Kbps, si cumple con las condiciones ya que su tráfico punta en condiciones de carga normal es menor al 50% de la capacidad del canal. De esta manera se dedujo que esta agencia si tiene holgura en la transmisión / recepción de datos, y posee capacidad para soportar cierto aumento de tráfico en el futuro.

En las agencias que van vía cable, aunque los tiempos de retardo fueron mucho menores, también reportaron bastantes problemas con respecto a la lentitud de la red. Se pudo observar que las dos agencias que tienen enlaces de 256Kbps (Guanarito y Tinaquillo), presentaron condiciones de carga normal mayores al 75% de la capacidad del canal.

Las otras dos agencias que van vía cable y cuentan con enlaces de 384Kbps también presentaron condiciones de carga muy superiores al 75% del canal, por lo que se dedujo que tampoco están en capacidad de ofrecer un servicio adecuado a sus clientes. Estos valores resultan muy altos como para garantizar calidad de servicio.

Con respecto a los paquetes de voz, estos presentaron un delay de aproximadamente 20 milisegundos y un jitter máximo de 12 milisegundos, por lo cual se puede determinar que en lo que respecta a la voz si se cumple con calidad de servicio.

4.2 Análisis y discusión de los resultados obtenidos entre el nodo principal y la torre EASO.

El tráfico cursado en este enlace bajo las condiciones de carga normal y elevada no representó mas del 50% de la capacidad del canal, por lo que se puede decir que este enlace es suficiente para las necesidades de comunicación de la torre EASO y cumple con calidad de servicio.

Este tráfico como es de suponerse es mayoritariamente de downlink, ya que principalmente son conexiones a Internet y correo electrónico las necesidades de ellos.

4.3 Análisis y discusión de los resultados obtenidos de las mediciones del tráfico en el enlace entre la torre CAVENDES y el nodo principal.

El enlace entre CAVENDES e IBM tiene un tráfico en condiciones de carga elevada menor a 10Mbps. Tomando en cuenta que el enlace tiene una capacidad de 1Gbps o 1000Mbps, podemos decir que se cumple con calidad de servicio y este enlace no presenta ningún tipo de problema con respecto a retardos o lentitud en la red debido a que cursa un tráfico menor al 1% de la capacidad del canal.

Se puede decir que este enlace es muy robusto con respecto a las necesidades de esta torre.

4.4 Análisis y discusión de los resultados obtenidos de las mediciones del tráfico en el enlace entre la torre CAVENDES y Internet.

Estudiando sus condiciones de carga normal y carga elevada de este enlace, se puede observar que no se cumple con las condiciones de calidad de servicio, ya que en carga normal se utiliza aproximadamente el 90% del canal de datos, esto indica que este canal es muy utilizado y se puede verificar que en las horas de trabajo la conexión a Internet es muy lenta.

Aunque este enlace no es tan importante como los demás para el buen desempeño del BAV, presenta un rendimiento bien deficiente y no garantiza una buena calidad de servicio.

CAPITULO V

5 Propuestas para las mejoras de las comunicaciones del BAV.

Las propuestas presentadas a continuación excluyen los segmentos de red de la torre EASO y la torre CAVENDES hacia el nodo principal, esto debido a que estos enlaces se encuentran trabajando en muy buenas condiciones y no utilizan en gran medida sus respectivos canales de comunicación.

5.1 Propuesta para la mejora de las comunicaciones entre el nodo principal y la red de agencias.

La propuesta hecha a continuación está basada principalmente en los datos arrojados por el estudio del tráfico de datos entre las agencias comerciales y el nodo principal. De acuerdo con estas estadísticas, la única agencia que cumple con el criterio del 75% es la de Caucaagua.

Esta agencia es la única que cuenta con un canal de 512Kbps, por lo que la primera propuesta es aumentar las capacidades de las agencias de 256Kbps y 384Kbps a 512Kbps. De esta manera se lograría reducir la posibilidad de que se produzca una congestión de datos en los extremos del canal que afecte la capacidad de respuesta de la red. También permitiría que las agencias cuenten con capacidad para futuras ampliaciones de sus operaciones y con ello un futuro aumento de tráfico de datos.

Se propone que se apliquen políticas de calidad de servicio en los routers y switches de la red del BAV, a fin de crear *access-list* que permitan darle prioridad a los paquetes de datos del eIBS y el Branchnet para de esta manera agilizar las operaciones de las agencias para con sus clientes.

También se propone la creación de *policy-map* que permitan tener reservado cierto porcentaje de ancho de banda a determinadas aplicaciones. De este modo, cuando se presente congestión, estos paquetes tendrán prioridad a la hora de ingresar al canal de comunicaciones.

Otra propuesta consiste en solicitar un estudio a manera de ver la factibilidad de sustituir los enlaces satelitales por enlaces de par de cobre. Esto con el fin de disminuir los retardos promedios de estas agencias que son altos por los tiempos de subida y bajada de los paquetes de datos hacia y desde el satélite.

5.2 Propuesta para la mejora de la conexión a Internet desde la torre CAVENDES.

Para esta conexión se propone aumentar la capacidad del canal en por lo menos el doble de la capacidad actual. Esto se basó en la gran cantidad de tráfico cursado por este canal y a los largos tiempos de respuesta registrados en la descarga de páginas como buscadores y otras.

También se propone la regulación de las paginas que puedan ser visitadas por los usuarios corrientes, ya que existe un grupo de paginas que permiten la descarga de contenidos de audio y video que no son beneficiosos para el funcionamiento del BAV. Estas páginas consumen grandes recursos de la red provocando congestionamiento y lentitud en el sistema.

CONCLUSIONES

Luego de haber recopilado toda la información necesaria para la realización de este proyecto y una vez analizados los resultados obtenidos, se logró tener un mayor conocimiento de la estructura física y lógica de la red de comunicaciones del BAV.

Una vez analizados los resultados obtenidos en el trabajo, se logró obtener un buen diagnóstico de la situación actual de las comunicaciones del banco.

De todo esto se concluyó que esta red presenta graves deficiencias en lo que respecta a las comunicaciones, sobre todo en las comunicaciones entre las agencias comerciales del interior del país y el centro de cómputo en IBM. Esto se debe principalmente a que el tráfico de datos es muy grande y las capacidades de los canales de comunicación no son capaces de manejar este tráfico a una velocidad adecuada.

Con respecto a los equipos, se concluyó que no presentan problemas, ya que son equipos robustos capaces de manejar la data actual y con grandes capacidades para futuros aumentos del tráfico de datos. Además estos equipos se encuentran trabajando en perfectas condiciones en los actuales momentos.

También se concluyó que las agencias conectadas vía satélite se ven perjudicadas por dichos enlaces, ya que estos introducen grandes retardos que son característicos de este tipo de comunicaciones, pero que afectan la velocidad de transmisión de datos y como las aplicaciones eIBS y Branchnet están montadas en servidores que se encuentran en IBM, las operaciones cotidianas de taquilla como retiros y depósitos, además de aperturas de cuentas entre otras, tienden a tardar en demasía lo que no es recomendable para la imagen del banco.

Con respecto a los otros segmentos estudiados, se concluyó que la conexión a Internet de las personas ubicadas en CAVENDES es muy deficiente. Esta conexión es muy lenta y deficiente debido a que el tráfico cursado satura al canal dedicado a prestar este servicio y produce retrasos y pérdida de paquetes.

El resto de los enlaces estudiados (CAVENDES-IBM y EASO-IBM) funciona de manera muy eficiente y rápida debido a que sus canales tienen capacidades muy altas con respecto al tráfico cursado por lo que no presentan ningún tipo de inconveniente.

RECOMENDACIONES

Después de realizado el estudio y el análisis de los resultados obtenidos en este estudio, se recomendó tomar en cuenta la propuesta hecha en este trabajo a fin de mejorar las comunicaciones en la red del BAV.

También se recomendó solicitarle al personal encargado del manejo de los equipos ubicados en el nodo principal (IBM) que realicen un estudio de tráfico en este nodo entre los routers, servidores y equipos que conforman el datacenter a fin de evaluar si los mismos están operando de forma adecuada para con los requerimientos actuales de tráfico. Este estudio se debe realizar principalmente en el router Cisco 7200, el cual recibe los datos provenientes de todas las agencias, a fin de observar y descartar cualquier posible cuello de botella que se pudiera estar formando en este punto de la red.

Se hizo una recomendación especial con respecto a las conexiones hacia la red Internet, ya que las mismas no presentan restricciones de ningún tipo y esto puede provocar el uso inadecuado al navegar en páginas que no resultan provechosas para el buen desempeño de las actividades del banco. Esto puede traer como consecuencia una mala distribución de los recursos de la red.

Finalmente se recomendó solicitarle al personal especializado (operadores y programadores) hacer un estudio para monitorear el funcionamiento y las rutinas de los programas y ambientes existentes en el banco, con la finalidad de descartar posibles retardos originados en la corrida de estos programas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] Banco Agrícola de Venezuela. *Misión* EN:
http://www.bav.com.ve/mision_vision.jsp - Presentación en línea, (2006)
[Consulta: 2008, Mayo]
- [2] Forouzan Behrouz A. *Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones*,
(2002) _ pag 4
- [3] Cisco Systems, CCNA 1: *Conceptos básicos sobre el networking, Topologías de red*. v3.1.1, modulo 2. [Consulta: 2008, Junio]
- [4] Cisco Systems, CCNA 1: *Conceptos básicos sobre el networking, Protocolos de red*. v3.1.1, modulo 2. d. [Consulta: 2008, Junio]
- [5] Carrasco E. *Teoría de Redes*, Universidad Andina Perú
EN:<http://www.uandina.edu.pe/dais/ecarrasco/asignaturas/redes/Teoria/VLAN.pdf>.
Monografía en línea [Consulta, Julio 2008]
- [6] Serra Hesselbach Xavier. *Análisis de Redes y Sistemas de Comunicaciones*.
EN: <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/TL02900C.pdf>. Pag 153.
- [7] Fuenmayor T. Carlos. *Sistemas de Banda Ancha*
- [8] Espana Boquera Maria C. *Servicios garantizados de telecomunicaciones*.
(2003)_ pag 270.

[9] FEDUPEL. *Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales*. (2003). Pág. 16

BIBLIOGRAFÍA

Forouzan Behrouz A. *Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones*. 2ª edición. España: McGraw-Hill, 2002.

Serra Hesselbach Xavier. *Análisis de Redes y Sistemas de Comunicaciones*. EN: <http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/TL02900C.pdf>.

Stallings William, *Comunicaciones y Redes de Computadoras*. Prentice Hall, 2000.

Cisco Systems, CCNA 1: *Conceptos básicos sobre el networking, Protocolos de red*. v3.1.1, modulo 2.

Fuenmayor T. Carlos, *Sistemas de Banda Ancha*.

Black Uyles, *Tecnologías Emergentes para Redes de Computadoras*. Prentice Hall, 2000.

Herrera Pérez Enrique, *Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos*. Editorial Limusa, 2003.

Carrasco E: *Teoría de Redes*.

EN:<http://www.uandina.edu.pe/dais/ecarrasco/asignaturas/redes/Teoria/VLAN>.

Monografía en línea.

ENTREVISTAS REALIZADAS

- [E1] Entrevista realizada al Esp. Angel Lira, en el Departamento de Telecomunicaciones, Banco Agrícola de Venezuela, Junio 2008.
- [E2] Entrevista realizada al Esp. Oscar Pérez, en el Departamento de Telecomunicaciones, Banco Agrícola de Venezuela, Junio 2008.

GLOSARIO

Broadcast: es un modo de transmisión de información donde un nodo emisor envía información a una multitud de nodos receptores de manera simultánea.

Fast Ethernet: es el nombre de una serie de estándares de IEEE de redes Ethernet de capacidad de transmisión de 100 Mbps.

Frame Relay: Protocolo de capa de enlace de datos con conmutación que maneja múltiples circuitos mediante una forma de encapsulamiento HDLC entre dispositivos conectados.

Full duplex: se refiere a la transmisión de datos entre dos puntos de una red en donde la información puede viajar en ambos sentidos al mismo tiempo.

Gigabit Ethernet: es una ampliación del estándar Ethernet que consigue una capacidad de transmisión de 1 *gigabit* por segundo, correspondientes a unos 1000 *megabits* por segundo de rendimiento.

Half duplex: se refiere a la transmisión de datos entre dos puntos de una red en donde la información puede viajar en ambos sentidos pero en un solo sentido al mismo tiempo.

MAC (Media Access Control address): es un identificador de 48 bits que corresponde de forma única a una tarjeta o interfaz de red. La mayoría de los protocolos que trabajan en la capa 2 del modelo OSI usan este identificador.

Networking: Término que se refiere a la conexión mediante redes de telecomunicaciones en general.

NIC's (Network Interface Cards): tarjetas de interfaz de redes que permiten pasar la información a un formato adecuado para viajar por la red.

Router: Dispositivo de capa de red que usa una o más métricas para determinar la ruta óptima a través de la cual se debe enviar el tráfico de red. Los *routers* envían paquetes desde una red a otra basándose en la información de la capa de red.

Switch: Es un dispositivo de red que filtra, reenvía o inunda tramas basándose en la dirección destino de cada trama. El switch opera en la capa de enlace de datos del modelo OSI.

Token: Es una serie especial de bits que viajan por las redes token-ring. Cuando los token circulan, las computadoras de la red pueden capturarlos permitiendo a estas enviar un mensaje por la red. Existe sólo un token por cada red, por lo tanto dos computadoras no pueden transferir mensajes al mismo tiempo.

UDP (User Datagram Protocol): Es un protocolo de transporte no orientado a conexión de la pila de protocolo TCP/IP. El UDP es un protocolo simple que intercambia datagramas sin acuse de recibo ni garantía de entrega.

VoIP: Es un protocolo que permite que la voz viaje en forma de paquetes de datos a través de una red de datos.

Workstations: Estaciones de trabajo que pueden ser una computadora, una impresora o cualquier otro equipo que se pueda conectar a una red.

