

# 72



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE  
MEXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERIA

MODERNIZACION DE LA RED DE  
DATOS DE LA SUBSECRETARIA DE  
EGRESOS DE LA SHCP.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
(AREA ELECTRICA ELECTRONICA)  
P R E S E N T A :  
RODOLFO SERRANO ROMERO

ASESOR: ING. JUAN MANUEL GOMEZ GONZALEZ



MEXICO D.F.

ABRIL 2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia y en especial a mis padres: Gabriel y Romana, por el gran apoyo y la confianza que siempre me han brindado.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ingeniería, por ser parte fundamental de mi formación académica y profesional.*

*A Juan Manuel Gómez González y David Rojas Flores, por su colaboración y apoyo para lograr este objetivo.*

*A todos mis compañeros y amigos, que con sus muestras de apoyo y sinceridad me motivaron a lo largo de este camino.*

## INDICE

Capítulo I Introducción.....	1
1.1. Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	6
1.3. Alcances y Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
Capítulo II Redes de Área Local.....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Redes de Área Local.....	9
2.3. Métodos de Acceso.....	9
2.4. Medios de Transmisión.....	9
2.4.1. Cable de cobre: Par Trenzado.....	10
2.4.2. Fibra Óptica.....	11
2.5. Topologías de Conexión.....	15
2.5.1. Topología Bus.....	16
2.5.2. Topología Estrella.....	17
2.5.3. Topología Anillo.....	18
2.6. Protocolos de Red de Área Local.....	19
2.6.1. Protocolo de Acceso al Medio.....	20
2.6.2. Protocolo de Transporte: TCP/IP.....	21

2.7. Servicios de Red.....	23
2.7.1. Acceso .....	23
2.7.2. Servidores de Archivos.....	23
2.7.3. Servicios de Impresión .....	24
2.7.4. Correo Electrónico.....	25
2.7.5. Bases de Datos .....	25
2.8. Equipos de Comunicaciones.....	26
2.8.1. Servidores .....	26
2.8.2. Tarjetas de Interfase ó Adaptadores de Red.....	27
2.8.3. Equipos que interconectan redes .....	27
2.8.3.1. Concentradores .....	27
2.8.3.2. Switches ó Conmutadores .....	28
2.8.3.3. Ruteadores .....	29
2.9. Sistemas Operativos de Red .....	30
2.10. Tecnologías de Redes de Área Local .....	31
2.10.1. Ethernet.....	32
2.10.2. Fast Ethernet.....	33
2.10.3. Gigabit Ethernet .....	35
2.10.4. ATM .....	37
2.10.4.1. Prioridad de Servicio en ATM.....	39
2.10.4.2. Globalidad de servicios en ATM.....	39
Capítulo III Plan de Reestructuración de la red de Datos de la Subsecretaría de Egresos.....	41
3.1. Antecedentes.....	41
3.2. Red Instalada .....	44
3.2.1. Principales Aplicaciones y Servicios .....	47

3.2.1.1. Servicio de Correo Electrónico.....	47
3.2.1.2. Servicio de Internet.....	47
3.2.1.3. Servicio de Acceso a Red y Servicio de Impresión.....	47
3.2.1.4. Sistemas de Información.....	48
3.2.2. Problemática Presentada .....	49
3.3. Alternativas de Solución .....	53
3.3.1. ATM .....	54
3.3.2. Gigabit Ethernet .....	55
3.4. Evaluación de la Solución.....	56
3.4.1. Análisis Costo-Beneficio.....	58
3.5. Propuesta de Reestructuración.....	60
3.5.1. Diseño.....	62
3.5.2. Implementación.....	68
3.6. Desarrollo de Pruebas .....	71
3.7. Puesta en marcha.....	73
Capítulo IV Discusión .....	75
Capítulo V Conclusiones.....	82
Bibliografía .....	86

## Capítulo I Introducción

### 1.1. Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación

La Subsecretaría de Egresos como parte de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, es una dependencia que pertenece al Gobierno Federal; sus principales funciones son: dirigir y emitir la normatividad de las acciones en materia de programación, presupuestación, seguimiento y control del gasto público.

Estas funciones involucran la elaboración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación; que es el documento que consolida las propuestas de gasto que las dependencias y entidades del Gobierno Federal requieren durante un ejercicio fiscal, para garantizar los resultados comprometidos y demandados por los diversos sectores de la sociedad.

El gobierno obtiene sus principales fuentes de ingreso por concepto del cobro de impuestos, de las contribuciones que la sociedad aporta, los ingresos por la venta de petróleo, la venta de bienes y servicios de empresas y organismos públicos, así como de los financiamientos que contrata, es decir, con deuda pública.

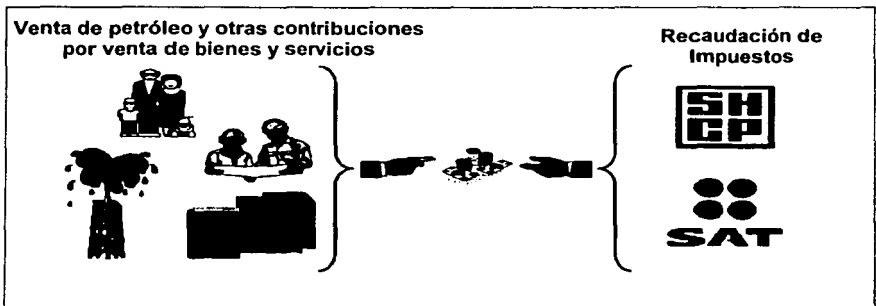


Figura 1. Principales fuentes de ingreso del Gobierno Federal.

El cobro y recaudación de estos ingresos son autorizados por el Congreso de la Unión, a través de la aprobación de la Ley de Ingresos de la Federación, en ella se establece el monto total de los ingresos que el Gobierno Federal recaudará durante el período fiscal correspondiente.

El monto y destino que el gobierno aplica a esos recursos se denomina gasto público y este es autorizado por la H. Cámara de Diputados a través del Presupuesto de Egresos de la Federación.

De esta forma, el Gobierno Federal genera los bienes y servicios en materia de salud, educación, construcción de carreteras y vivienda, desarrollo del campo, así como la generación y distribución de la energía eléctrica, conforme lo establece el marco jurídico vigente; también, le permite realizar acciones para garantizar la soberanía y seguridad nacional; procurar e impartir justicia; desarrollar actividades legislativas; transferir recursos a los estados y municipios; sostener relaciones con otros países y atender el costo de la deuda, entre otros.

La elaboración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación, se desarrolla durante dos etapas denominadas: Programación y Presupuestación.

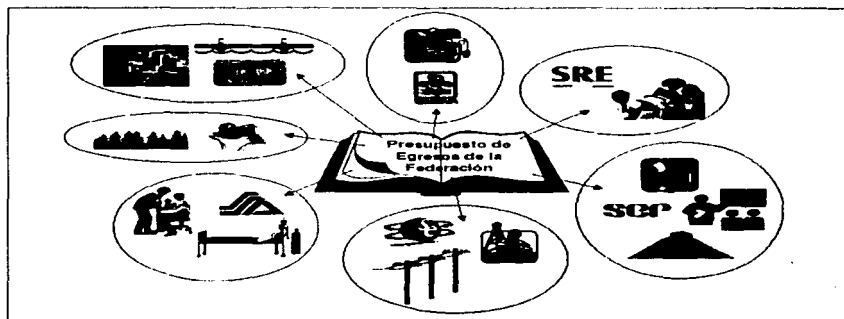
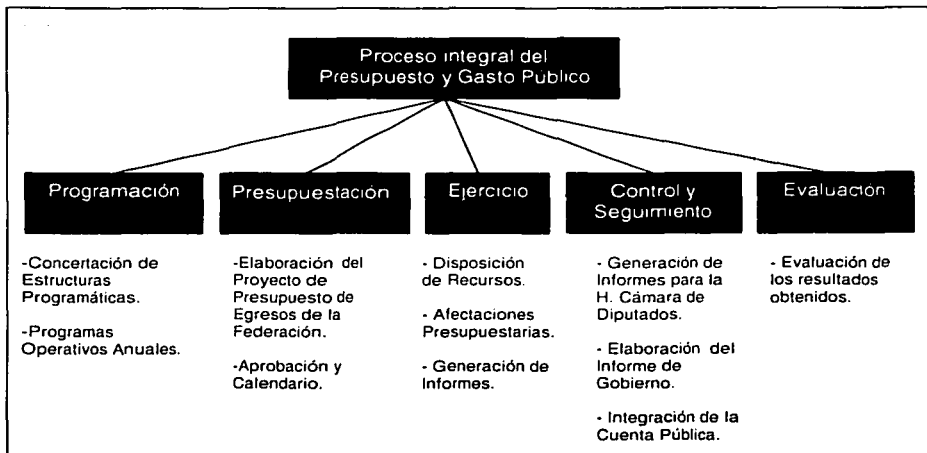


Figura 2. Distribución del Gasto Público.





**Figura 3. Etapas del Presupuesto de Egresos de la Federación y seguimiento del Gasto Público.**

En la etapa de programación, se elaboran y establecen los niveles de gasto estimados por las dependencias y entidades, la estructura programática dentro de la cual se asignarán los recursos, así como determinar las asignaciones correspondientes a dicha estructura.

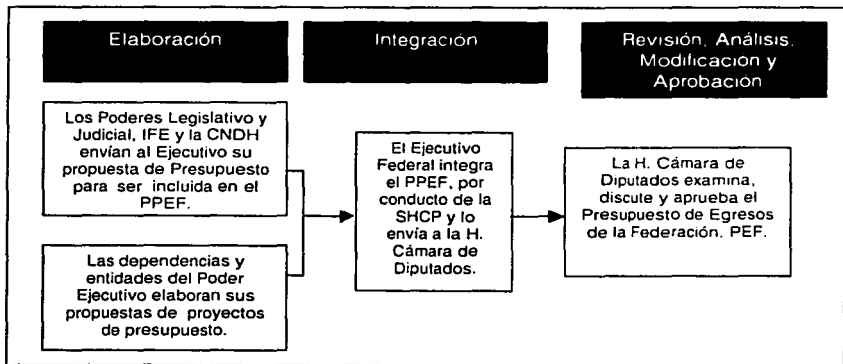
En la etapa de presupuestación, se integran las propuestas presentadas a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público por conducto de la Subsecretaría de Egresos, quien realiza un análisis de los niveles de ingresos, y con base en éstos se efectúa la distribución de los recursos de acuerdo a la prioridad establecida para cada una de las actividades, programas y proyectos a desempeñar para el año siguiente, según fueron acordadas en la etapa anterior.

En la presupuestación, todas las instituciones del Gobierno Federal participan generando un intercambio de información de gran volumen, para ser integrado en el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación, durante

este proceso, la información sufre diversas modificaciones al emplearse los sistemas de información que facilitan su manejo, interpretación y análisis. El intercambio de información se realiza a través de diversos medios, desde archivos de texto, hasta hojas de cálculo que involucran el uso de bases de datos.

Una vez integrado el Proyecto de Presupuesto, debe ser enviado a más tardar el 15 de noviembre de cada año a la H. Cámara de Diputados para ser sometido a su revisión, análisis, modificación y aprobación; la fecha límite para su aprobación es el 31 de diciembre de cada año, como lo establece la Constitución.

Una vez aprobado el presupuesto, éste es publicado en el Diario Oficial de la Federación a más tardar el 31 de diciembre, para dar a conocer el presupuesto autorizado a cada dependencia; posteriormente y durante el mes de enero, la Subsecretaría de Egresos elabora el calendario y establece los lineamientos que estipulan las fechas relativas a la recepción y trámite de documentos presupuestales, iniciando la etapa de ejercicio del gasto.



**Figura 4.** Proceso global para la elaboración del Presupuesto de Egresos de la Federación.

Los productos que se obtiene de esta etapa son los bienes y servicios públicos que generan las dependencias y entidades durante el año.

Conforme las dependencias van ejerciendo su gasto, es necesario realizar el control del presupuesto ejercido; esta etapa consiste en la aplicación de mecanismos de análisis que permitan conocer el avance y resultados parciales de la aplicación de los recursos humanos, materiales y financieros.

Las actividades que se desarrollan durante la etapa de control, permiten dar seguimiento a la producción de bienes y la prestación de servicios, todos ellos públicos a cargo del Gobierno Federal, en los cuales se espera se realice el gasto presupuestado de manera eficiente y eficaz. Estas actividades permiten la determinación de avances y desviaciones; en la detección de estas últimas, permiten la determinación de medidas correctivas que garanticen el cumplimiento adecuado de las metas programadas.

La etapa final del proceso de administración del gasto público, es la evaluación; y se define como el conjunto de actividades que tienen como finalidad determinar el grado de eficacia y eficiencia con que han sido empleados los recursos públicos, esta etapa la realiza la H. Cámara de Diputados.

En resumen, el Presupuesto de Egresos atraviesa por cada una de las etapas mencionadas, constituyendo un proceso continuo mediante el cual se rige la actividad financiera y presupuestal del sector público en nuestro país.

El proceso en su conjunto, requiere del apoyo de los recursos en materia informática, principalmente las etapas de presupuestación, ejecución y seguimiento del gasto.

## **1.2. Planteamiento del Problema**

Durante el año de 1999, la Unidad de Contraloría Interna de la SHCP, realizó una auditoría a las instalaciones de la red de cómputo, detectando algunas anomalías en las instalaciones de la red y dejando ver lo forzoso de realizar una modernización a la infraestructura de comunicación de datos.

Las aplicaciones y sistemas que se encontraban en operación, trabajaban de forma aislada y esto dificultaba el intercambio de información entre las áreas, por lo que era necesario realizar varias modificaciones a la información para poder integrarla o procesarla en una siguiente etapa.

Cada una de las nueve áreas que integran a la Subsecretaría de Egresos contaba con su propio centro de cómputo y estos no tenían las instalaciones apropiadas para el resguardo y operación del equipo informático, llegando a presentarse fallas en los equipos y provocando retraso en los tiempos de elaboración de los procedimientos, producto de errores o deficiencias en la integración de la información.

Adicionalmente, existía la necesidad de crecimiento en el número de usuarios de la red de cómputo y se encontraban en desarrollo aplicaciones que demandaban la utilización de mayores recursos, siendo una limitante el ancho de banda que se tenía en ese entonces de 10Mbps.

## **1.3. Alcances y Objetivos**

Este trabajo pretende ofrecer una solución a la situación prevaleciente en la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos, tomando en cuenta la importancia de cumplir en tiempo y fecha las actividades y compromisos derivados de las funciones de la Subsecretaría, cuyo propósito fundamental se centra en el proceso de elaboración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y el seguimiento del gasto público.

Para llevar a cabo esta modernización, fue necesario evaluar las tecnologías existentes que cumplieran con los requerimientos y necesidades de comunicación propias de la Subsecretaría de Egresos, tomando en cuenta los servicios, capacidades de expansión, facilidades de migración, administración y la interoperabilidad de los productos existentes en el mercado.

### **1.3.1. Objetivo General**

El objetivo general es implantar una red de cómputo homogénea que integre a todas las áreas de la Subsecretaría de Egresos, con la capacidad de soportar los sistemas y aplicaciones relacionados con la elaboración de Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación, el seguimiento del gasto público y los servicios de red necesarios para el desarrollo de las funciones de la Subsecretaría.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Renovar los elementos activos de la red de cómputo para conformar una infraestructura homogénea basada en estándares internacionales.

Organizar a los equipos de la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos en grupos definidos de trabajo, facilitando la administración y gestión de sus recursos.

Estructurar el esquema de comunicación entre la Subsecretaría de Egresos y demás áreas de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que permita el intercambio oportuno de información a través de la red de cómputo.

## **Capítulo II Redes de Área Local**

### **2.1. Antecedentes**

En los años comprendidos entre 1940 y hasta mediados de los años 70's, el procesamiento de datos de las empresas se basaba en computadoras centrales (mainframes) y éstos se comunicaban a través de conexiones punto a punto con las estaciones de trabajo.

La naturaleza de las conexiones punto a punto en donde cada usuario estaba conectado físicamente a la computadora vía terminal, descartaba la necesidad de una administración o manejo de los sistemas, debido a que el mainframe estaba localizado en un lugar central y constantemente supervisado por personal dedicado.

A principios de los años 80's, surgen los primeros sistemas de red de área local, que enlazaban estaciones de trabajo inteligentes con un sólo cable en forma de bus, así los beneficios de las primeras redes de área local fueron en parte desplazadas por el hecho de no poder ser administradas debido a que los usuarios de la red compartían un sólo enlace físico de datos y una falla en dicho enlace ocasionaba una falla generalizada.

De esta manera, se empezaron a buscar otras formas para manejar las redes eficientemente incorporando algunos de los aspectos centralizados de los mainframes.

Antes del desarrollo de la tecnología de redes, los diferentes equipos estaban aislados y sus aplicaciones eran limitadas.

## **2.2. Redes de Área Local**

Una red es un conjunto de computadoras independientes que se pueden comunicar entre sí, a través de un medio común, para compartir recursos y realizar un intercambio de información.

Las redes de área local, se conciben como una red que cubre un área geográfica de uno o varios edificios ó campus, de hasta unos cuantos kilómetros de extensión; son capaces de enlazar cientos de sistemas y proporcionar servicios a cientos o miles de usuarios; el desarrollo de estándares de protocolos de red y el empleo de diversos medios de transmisión han hecho posible la proliferación de las redes de área local para diversas aplicaciones en la industria, la educación y el sector público entre otros.

## **2.3. Métodos de Acceso**

Los métodos de acceso son los procedimientos que permiten utilizar el medio de transmisión para enviar información a todos los nodos de la red; los métodos de acceso se pueden clasificar como centralizados ó distribuidos.

El método de acceso centralizado, emplea una entidad central que garantiza el acceso al medio, mientras que en el acceso distribuido, el acceso se realiza dependiendo de la disponibilidad del medio y se emplean mecanismos de control para evitar una saturación.

## **2.4. Medios de Transmisión**

Los medios de transmisión son empleados para conectar los dispositivos en una red, proporcionando el medio para que las señales viajen de un dispositivo a otro.

Algunos medios de transmisión pueden soportar más tráfico que otros y la capacidad de transmisión de datos se mide no sólo por la cantidad de datos que se pueden mandar a través del medio, sino también por que tan rápido y que tan lejos pueden viajar los datos sin interferencia o pérdidas.

Los factores que influyen en la transmisión de datos son: Ancho de banda, interferencia eléctrica y atenuación.

Hoy en día, los principales medios físicos de transmisión que se utilizan en las redes de área local son: Cable de cobre par trenzado y Fibra óptica.

### 2.4.1. Cable de cobre: Par Trenzado

Es el tipo de cable más común y está compuesto por una serie de pares de cables trenzados, los pares se trenzan para reducir la interferencia entre pares adyacentes. Normalmente una serie de pares se agrupan en una única funda de color codificado para reducir el número de cables físicos que se introducen en un conducto.

Par trenzado sin blindaje (UTP): Es el cable de par trenzado normal y se le referencia por sus siglas en inglés UTP (Unshield Twisted Pair / Par Trenzado no Apantallado), su mayor ventaja es su bajo costo y su facilidad de manejo, su principal desventaja es una mayor tasa de error respecto a otros tipos de cable, así como sus limitaciones para trabajar a distancias elevadas sin repetidores.



Figura 5. Cable de cobre UTP y su codificación normalizada.



En la Figura 5, se muestra el código de colores de acuerdo con la norma EIA/TIA 568A y 568B. Para las distintas tecnologías de redes, este cable se ha convertido en el sistema de cableado más ampliamente utilizado, en su categoría 5 con capacidad de operar a frecuencias de hasta 100 Mhz.

#### **2.4.2. Fibra Óptica.**

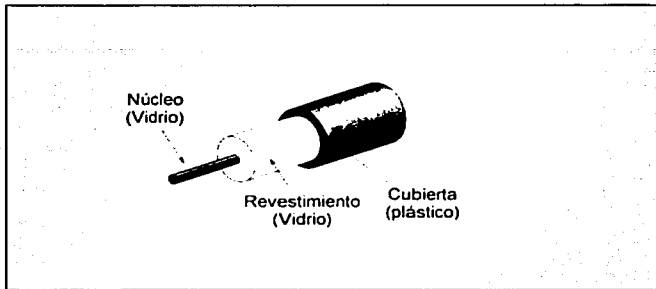
Este medio de transmisión está constituido por uno o más hilos de fibra de vidrio, cada fibra de vidrio formado por un núcleo central de fibra con un alto índice de refracción; una cubierta que rodea al núcleo, de material similar, con un índice de refracción ligeramente menor y una envoltura que aísla las fibras y evita que se produzcan interferencias entre fibras adyacentes, a la vez que proporciona protección al núcleo; cada una de ellas está rodeada por un revestimiento y reforzada para proteger a la fibra, la figura 6 muestra un diagrama de las partes que la constituyen.

La fuente de luz producida por diodos ó por láser, viaja a través del núcleo debido a la reflexión, la fibra óptica es el medio excelente para la transmisión de información debido a sus características:

- Gran ancho de banda
- Baja atenuación de la señal
- Integridad e inmunidad a interferencias electromagnéticas
- Alta seguridad y larga duración

Su mayor desventaja es su costo de producción, debido a la necesidad del empleo de vidrio de alta calidad y la fragilidad de su manejo en producción.

La terminación de la fibra óptica requiere un tratamiento especial que ocasiona un aumento de los costos de instalación.



**Figura 6.** Elementos que constituyen una fibra óptica.

Uno de los parámetros más característicos de las fibras es su relación entre los índices de refracción del núcleo y de la cubierta que depende también del radio del núcleo y que se denomina frecuencia fundamental ó normalizada; también se conoce como apertura numérica y es adimensional. De acuerdo con el valor de este parámetro se pueden clasificar las fibras ópticas en dos clases:

**Monomodo.** Cuando el valor de la apertura numérica es inferior a 2,405, un único modo electromagnético viaja a través de la línea y por tanto ésta se denomina monomodo. Sólo se propagan los rayos paralelos al eje de la fibra óptica, consiguiendo el rendimiento máximo, en concreto un ancho de banda de hasta 50 GHz.

Este tipo de fibras requiere de emisores láser para la inyección de la luz, lo que proporciona un gran ancho de banda y una baja atenuación con la distancia, por lo que son utilizadas en redes metropolitanas y redes de área extensa.

Resultan más elevado el costo de producción y el equipamiento es más sofisticado y puede operar con velocidades de hasta los 622 Mbps y tiene un alcance de transmisión de hasta 100 kilómetros.

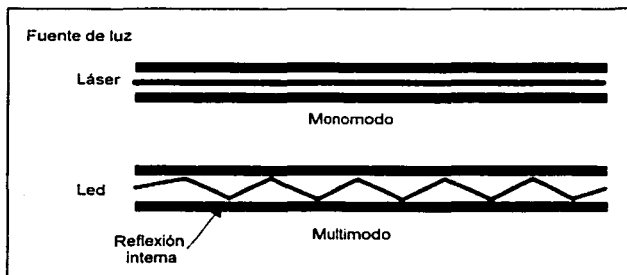
**Multimodo.** Cuando el valor de la apertura numérica es superior a 2,405, se transmiten varios modos electromagnéticos por la fibra, denominándose por este motivo fibra multimodo.

Las fibras multimodo son las más utilizadas en las redes locales por su bajo costo, los diámetros más frecuentes son: 62,5/125 y 100/140 micras, las distancias de transmisión de este tipo de fibras están alrededor de los 2,4 kms y se utilizan a diferentes velocidades: 10 Mbps, 16 Mbps, 100 Mbps y 155 Mbps.

En la figura 7 se ilustra la forma en que opera una fibra óptica de tipo monomodo y una multimodo.

#### Tipos de Fibra Multimodo

Con salto de índice. La fibra óptica está compuesta por dos estructuras que tienen índices de refracción distintos. La señal de longitud de onda no visible por el ojo humano se propaga por reflexión. Así se consigue un ancho de banda de hasta 100 MHz.



**Figura 7.** Operación de fibra óptica Monomodo y Multimodo.

Con índice gradual. El índice de refracción aumenta proporcionalmente a la distancia radial respecto al eje de la fibra óptica. Es la fibra más utilizada y proporciona un ancho de banda de hasta 1 GHz.

Las características generales de la fibra óptica son:

**Ancho de banda:** La fibra óptica proporciona un ancho de banda significativamente mayor que los cables de cobre UTP. Aunque en la actualidad se están utilizando velocidades de 1,7 Gbps en las redes públicas, la utilización de frecuencias más altas (luz visible) permitirá alcanzar los 39 Gbps. El ancho de banda de la fibra óptica permite transmitir datos, voz y vídeo.

**Distancia:** La baja atenuación de la señal óptica permite realizar tendidos de fibra sin necesidad de repetidores en distancias de hasta 2.4 kilómetros.

**Integridad de datos:** En condiciones normales, una transmisión de datos por fibra óptica tiene una tasa de errores o BER (Bit Error Rate) menor de  $10^{-11}$ .

Esta característica permite que los protocolos de comunicaciones de alto nivel, no necesiten implantar procedimientos de corrección de errores por lo que se acelera la velocidad de transferencia.

**Duración:** La fibra óptica es resistente a la corrosión y a las altas temperaturas. Gracias a la protección de la envoltura es capaz de soportar esfuerzos elevados de tensión en la instalación.

**Seguridad:** Debido a que la fibra óptica no produce radiación electromagnética, es resistente a las acciones de intrusos para escuchar. Para acceder a la señal que circula en la fibra es necesario partirla, con lo cual no hay transmisión durante este proceso, y puede por tanto detectarse.

La fibra también es inmune a los efectos electromagnéticos externos, por lo que se puede utilizar en ambientes industriales sin necesidad de protección especial.

Característica	UTP	Fibra Óptica
Ancho de Banda	Hasta 100Mhz con UTP nivel 5	1 Ghz multimodo 50 Ghz monomodo
Transmisión de video	No	Si
Full Duplex	Si	Si
Distancia media	100 m @ 65Mhz	2 Km. (Multimodo), 100 Km. (Monomodo)
Inmunidad al ruido e interferencia	Limitada	Alta
Seguridad	Baja	Alta
Costo	Bajo	Alto

**Tabla1.** Comparación entre cable UTP y Fibra Óptica.

### 2.5. Topologías de Conexión

La Topología de una red es la forma o disposición física en la que están interconectados los dispositivos que la constituyen.

Principalmente se tiene tres tipos de topología y cada una tiene características que las hacen destacar por su rápida implementación, velocidad, flexibilidad y tolerancia a fallas, se tienen básicamente las topologías de bus, estrella y anillo

### 2.5.1. Topología Bus

Consiste de una línea troncal o bus, a la que están conectados todos los nodos. La señal viaja en ambas direcciones del cableado y es terminada en los extremos por medio de una resistencia denominada terminador.

Sus principales ventajas son:

- No requiere de un controlador central
- Es sencilla la comunicación entre nodos
- Fácilmente expandible

Desventajas:

- Requiere del uso de repetidores para ampliar la señal sobre grandes distancias
- Una falla en un nodo puede afectar a todo el bus
- Presenta dificultad para detección de fallas

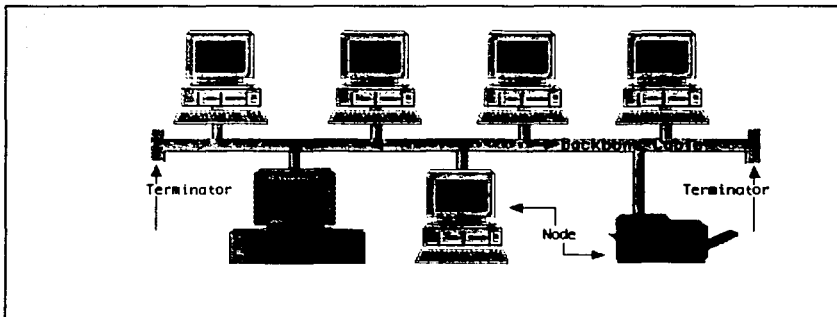


Figura 8. Topología de Bus.

### 2.5.2. Topología Estrella

Se caracteriza por la centralización de operaciones y comunicaciones a través de la conexión punto a punto entre el nodo central y las estaciones de trabajo.

Ventajas:

- Presenta buena comunicación entre nodos
- Manejo eficiente de una base de datos compartida
- Fácil expansión (en función del equipo central)
- Fácil Acceso a otras redes
- Fácil detección de fallas

Desventajas:

- Un tráfico excesivo en la red puede provocar una caída
- Cuando el equipo central falla, todos los nodos dejan de funcionar

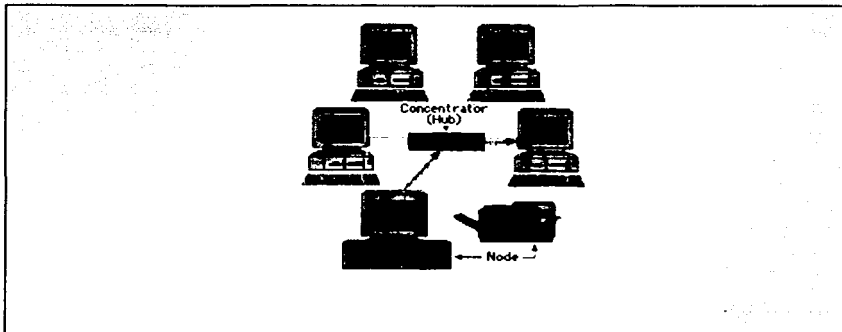


Figura 9. Topología Estrella.

### 2.5.3. Topología Anillo

Es una red base con topología funcional en anillo y con método de acceso por paso de testigo.

Ventajas:

- No se requiere de un equipo central
- Diseñada para redes que requieren de alta velocidad
- Fácil comunicación nodo a nodo
- Garantiza el tiempo máximo de acceso

Desventajas:

- La falla en un nodo puede causar que el sistema se caiga
- La expansión requiere un gasto adicional en el hardware

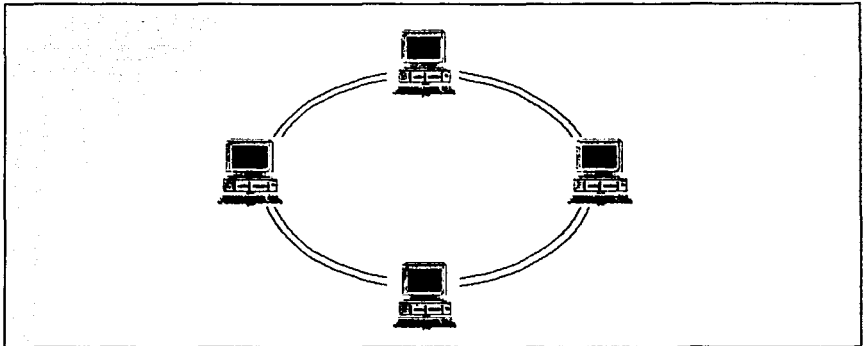


Figura 10. Topología Anillo.



## 2.6. Protocolos de Red de Área Local

Un protocolo es el lenguaje a través del cual se comunican dos dispositivos, cumpliendo con reglas establecidas tanto para el transmisor como para el receptor para poder establecer una comunicación.

El protocolo establece las reglas para la constitución de los paquetes de información que pretenden llegar a su destino y así establecer una comunicación; genéricamente un paquete de información se forma de campos de información que tiene un significado y función específica, como se indica en la figura 11.

El encabezado de un paquete contiene, información acerca de quién es el origen, cuál es el destino, el tipo de información que lleva, la longitud del paquete, la importancia del paquete, el tiempo de vida del paquete, banderas de control, campos de verificación entre otros.

La parte correspondiente a los datos constituye la información que debe llevarse de un punto a otro, dependiendo del protocolo, los paquetes de información pueden tener mayor o menor número de campos en el encabezado, esto de acuerdo al propósito con el que se diseña.

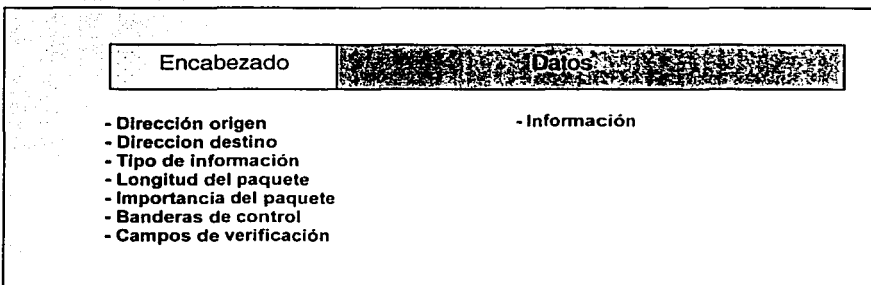


Figura 11. Componentes de un paquete de información.

Los protocolos de redes de área local se dividen en dos categorías fundamentales:

- Protocolo de Acceso al medio
- Protocolo de Transporte

### 2.6.1. Protocolo de Acceso al Medio

Los protocolos de acceso al medio trabajan en la capa 2 del modelo OSI, en redes de tecnología Ethernet el protocolo de acceso es CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access Collision Detect*), que es un control de acceso distribuido debido a que Ethernet no tiene una autoridad central para garantizar el acceso.

Cuando una estación tiene un paquete que transmitir, realiza la siguiente secuencia:

Verifica el medio para identificar la presencia de alguna señal transmitida por otra estación, si el medio esta libre, comienza a transmitir durante un tiempo limitado; en caso de que el medio se encuentre ocupado por la transmisión de otra estación, espera un momento antes de intentar nuevamente la transmisión.

#### Recuperación y Detección de Colisiones

Durante la transmisión de una estación, la señal no alcanza todas las partes del medio de manera simultanea, por lo que es posible que dos estaciones perciban que la red se encuentra desocupada y comienzan a transmitir en forma simultanea, provocando una perturbación y ninguna de las dos señales será significativa, este incidente se conoce como colisión.

Ethernet resuelve el problema de las colisiones de la siguiente manera:

Cada estación verifica el medio mientras está transmitiendo para explorar la existencia de una señal que interfiera con su transmisión; al detectarse una

colisión, la estación aborta la transmisión y espera que la actividad disminuya, para intentar la transmisión un tiempo después.

Podría caerse en el caso en que todas las estaciones se ocupen de intentar transmitir produciendo colisiones, Ethernet utiliza un procedimiento de retroceso exponencial binario mediante el cual el emisor espera un lapso de tiempo aleatorio, después de la primera colisión esperará el doble de tiempo para intentar transmitir de nuevo, si se llegara a producir una nueva colisión, esperaría cuatro veces el lapso de tiempo inicial antes de realizar un tercer intento y así sucesivamente.

El retroceso exponencial evita que se produzca un congestionamiento intenso cuando dos estaciones intentan transmitir en forma simultánea, en caso de que ocurrir una congestión del medio, hay una alta probabilidad de que dos estaciones seleccionen retrasos de tiempo aleatorio muy cercanos, de esta forma la probabilidad de que ocurra otra colisión es alta. Al duplicar los tiempos de retraso aleatorio, la estrategia de retraso exponencial disminuye con rapidez los intentos de las estaciones para retransmitir en un intervalo de tiempo razonablemente largo, haciendo que la probabilidad de que se produzcan nuevas colisiones sea muy baja.

### **2.6.2. Protocolo de Transporte: TCP/IP**

Este protocolo fue diseñado en los años setenta por la Agencia de Defensa de Proyectos de Investigación Avanzada de los Estados Unidos (DARPA, Defense Advanced Research Projects Agency). Su objetivo era lograr la comunicación entre varias computadoras sin importar su ubicación. Este fue un proyecto con fines militares denominado ARPANET.

TCP/IP (Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet) es el más popular de los protocolos y se ha constituido como estándar de las comunicaciones de red.

La familia de protocolos TCP/IP provee mecanismos de detección de errores y fallas, así como múltiples servicios de red. Esto lo sitúa como uno de los protocolos más usados para conexiones en redes de área local y redes de área amplia ya que facilitan la comunicación entre computadoras de múltiples arquitecturas, es una familia de protocolos donde cada uno cumple una función específica, entre ellos se destacan:

- ARP (Protocolo de Resolución de Direcciones)
- RIP (Protocolo de Información de Ruteo)
- ICMP (Protocolo de Control de Mensajes de Internet)
- TCP (Protocolo de Control de Transmisión)
- IP (Protocolo de Internet)
- SMTP (Protocolo de Transferencia de Correo Simple)
- FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos)
- SNMP (Protocolo de Administración de red simple)

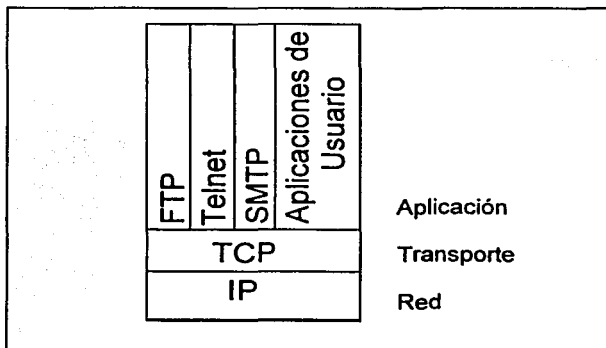


Figura 12. Conjunto de protocolos en el modelo TCP/IP.

## **2.7. Servicios de Red**

Son los servicios que se ofrecen a través de las redes de área local, entre los mas importantes se tienen:

### **2.7.1. Acceso**

Para permitir el acceso a la red de comunicaciones y a los dispositivos compartidos, es necesario establecer políticas para poder acceder a estos medios, y será de acuerdo a las políticas que establecen las organizaciones.

Los métodos que permiten la identificación de los usuarios dependerán básicamente de la plataforma instalada del sistema operativo de red; actualmente en el mercado se encuentran plataformas que realizan la autenticación mediante un nombre de usuario y una palabra secreta y se definen reglas que permiten o restringen el acceso a los recursos compartidos así como a las aplicaciones, los cuales están definidos en diferentes tipos de perfiles que permiten las operaciones, como son escritura, lectura, o control total de los datos.

Es importante tener identificados y controlados todos los acceso a la red de comunicaciones a fin de mantener la seguridad e integridad de los recursos compartidos (software y hardware) y evitar en la medida de lo posible el riesgo de un ataque a la información.

### **2.7.2. Servidores de Archivos**

Los servidores de archivos se refieren a los equipos con características robustas para poder atender a los usuarios de la red de datos, estos deberán de estar integrados con gran capacidad de memoria, al menos dos procesadores y espacio en el disco duro suficiente para albergar la información de los usuarios y aplicaciones residentes, así como estar dotados de los dispositivos para tolerancia a fallas y unidades de respaldo, y los medios de acceso para acceso a la red de

comunicaciones, todo lo anterior con la finalidad de proporcionar el servicio aún cuando se presenten fallas, y en caso de ocurrir algún tipo de contingencia, no sea necesario apagar el equipo para realizar el mantenimiento correctivo.

Existen diferentes tipos de servidores de archivos, los de almacenamiento, los de servidores de aplicaciones tales como servidores de paginas de hipertexto, de correo electrónico, de acceso a bases de datos a través de una interfase cliente/ servidor, los de servidores de aplicaciones como automatización de oficina y mensajería.

Por lo general estos equipos se encuentra en sitios con características especiales de alimentación eléctrica, temperatura, humedad, bajo la atención de personal capacitado y en constante monitoreo para prevenir y corregir posibles fallas.

### **2.7.3. Servicios de Impresión**

Los servicios de impresión, son uno de los principales servicios que acompaña a todos los servidores de archivos, es importante contar con al menos un recurso de este tipo para brindará el servicio de impresión a los usuarios.

Cada plataforma de sistema operativo de red tiene la posibilidad de manejar los sistemas de impresión a través de dos métodos: el primero fue el uso del puerto paralelo para compartirlo por el sistema operativo a través de la red de datos, y el segundo es a través de una impresora con tarjeta de red integrada y a través de un servidor de impresión se reenvían los trabajos a procesar hacía las impresoras en red.

Es importante comentar en este punto, que actualmente y debido al desarrollo de las herramientas de mensajería y correo electrónico, los servicios de impresión, si bien son necesarios, puede prescindirse de ellos al hacer uso de los medios electrónicos como el correo electrónico.

#### **2.7.4. Correo Electrónico**

El correo electrónico ha tenido una gran aceptación para el intercambio de información, y ha tomado un lugar importante como servicio al grado de convertirse en algunas instituciones como el medio alternativo para envío y recepción de documentación.

Las ventajas que ofrece este servicio, es la disminución del uso de papel, y la rapidez con la que viaja la información, este servicio ha tenido una gran aceptación y está ocurriendo un cambio en la cultura informática orientado a utilizar este servicio.

#### **2.7.5. Bases de Datos**

Desde el inicio del desarrollo de las computadoras, ha existido en paralelo el desarrollo de las bases de datos que forman los esquemas principales para el almacenamiento y procesamiento de la información.

En conjunto con los sistemas operativos de red y con las herramientas de desarrollo permiten el manejo de la información de las organizaciones, facilitando el análisis que anteriormente se realizaba por grupos de personas especializadas y con tiempos de procesamiento muy amplios.

Actualmente, el procesamiento de la información es posible realizarlo en unos segundos ó minutos en el caso de grandes volúmenes de información.

Las diversas aplicaciones en las que intervienen las bases de datos han dado un enorme crecimiento a los centros de información, para disponer de información pública o privada mediante el uso de Internet.

## **2.8. Equipos de Comunicaciones**

Los principales elementos que constituyen a las redes de cómputo son:

### **2.8.1. Servidores**

Los definimos como equipos de procesamiento con capacidad multiusuario, con gran capacidad de almacenamiento y memoria, que ofrecen diversos servicios de cómputo a un grupo de usuarios a través de la conectividad y acceso a base de datos.

Este concepto nos plantea que existen varios tipos de servidores y que éstos se clasifican por el tipo de servicio que proveen, como por ejemplo:

**Servidores de Aplicaciones.** Aquellos que proveen el acceso a las aplicaciones o servicios de información que procesan datos.

**Servidores de Datos.** Proveen acceso a los datos, textos, voz, imagen y gráficos contenidos en un recurso compartido del servidor.

**Servidor de Comunicaciones.** Son aquellos que proveen acceso a servicios de comunicación externos, interconexión entre diversas redes y realizan operaciones de filtrado en esquemas de seguridad.

**Servidores de Impresión.** Aquellos que proveen acceso a los servicios de impresión a través de una red a un grupo de impresoras compartidas.

No son los únicos servicios, pero sí, los más conocidos, pueden y deben existir otros.



## 2.8.2. Tarjetas de Interfase ó Adaptadores de Red

Es un dispositivo digital a modo de tarjeta, que convierte el flujo serial de datos del cable de la red a un flujo de datos paralelos.

## 2.8.3. Equipos que interconectan redes

Son equipos utilizados en las redes de área local para resolver problemas de longitud en una red, segmentarla y realizar acciones de interconexión con otras redes, principalmente se tienen:

- Concentradores
- Switches ó Conmutadores
- Ruteadores

### 2.8.3.1. Concentradores

Los concentradores son equipos que trabajan en la capa 1 del modelo OSI, es decir, repiten las señales recibidas de un segmento y lo difunden a otro.

Se utilizan para resolver los problemas de longitudes máximas de los segmentos de red (su función es extender una red Ethernet más allá de un segmento), no obstante, hay que tener en cuenta que al retransmitir todas las señales de un segmento a otro, también retransmitirán las colisiones.

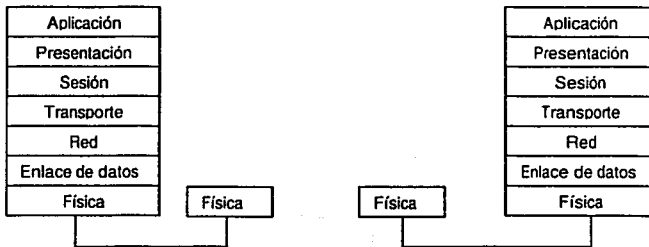


Figura 13. Capas del modelo OSI involucradas en los concentradores.

El concentrador tiene capacidad para conectar varios grupos de computadoras, y el número varía dependiendo del tipo del concentrador, se tienen concentradores de 8, 12 y 32 puertos del tipo RJ-45, y por lo general tienen puertos que les permite encadenarse hacia otros concentradores, formando varios segmentos de red.

Los concentradores conviven con la reproducción y transmisión de la información de la señal, convirtiéndose en un dispositivo de capa física, de acuerdo al modelo de referencia OSI.

### 2.8.3.2. Switches ó Conmutadores

Estos equipos se utilizan para interconectar segmentos de red, cuando el tráfico no es excesivamente alto en las redes, pero interesa aislar las colisiones que se produzcan en los segmentos interconectados entre sí.

Los conmutadores trabajan en la capa 2 del modelo OSI, por lo que tienen acceso a la información de la dirección física de la estación fuente y destino involucradas en la transferencia, por lo que permiten ó niegan el acceso al nuevo segmento basándose en la dirección física y son selectivos del tráfico al que permiten la salida. Son utilizados generalmente para dividir una red muy saturada en dos ó mas segmentos por separado, sin embargo es importante mencionar que:

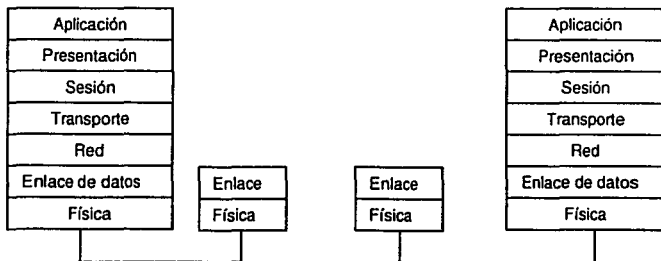


Figura 14. Capas el modelo OSI involucradas en los switches ó conmutadores.

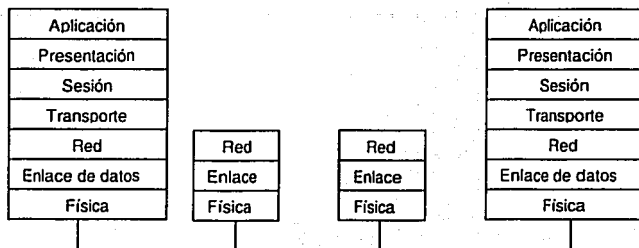
- No filtra las señales de broadcasts, que son paquetes genéricos que lanzan los equipos a la red para que algún otro les responda, al interconectar segmentos de red con conmutadores, podemos tener problemas de tormentas de broadcasts y saturación del conmutador por sobrecarga de tráfico
- Sólo dejan pasar los datos que van a un equipo que él conoce
- Generalmente tienen una tabla dinámica, pero no filtran protocolos
- La primera vez que llega un paquete al conmutador lo transmitirá, pero aprende (ya que, si el paquete no lo toma nadie, significa que no está en ese segmento)

El peligro de los conmutadores es cuando hay exceso de broadcast y se colapsa la red. A esto se le llama tormenta de broadcast, y se produce debido a la falla o mala operación de un equipo ó bien a la saturación por exceso de tráfico.

### **2.8.3.3. Ruteadores**

Estos equipos trabajan al nivel de la capa 3 del modelo OSI, por lo que pueden hacer un filtrado al nivel de protocolos y direcciones lógicas, el direccionamiento físico no es asignado por el administrador de la red, mientras que el direccionamiento lógico sí y ésta es la diferencia básica entre un conmutador y un ruteador.

Los ruteadores pueden interconectar redes distintas entre sí, eligiendo el mejor camino para enviar la información, permitiendo el balanceo del tráfico entre los medios de comunicación. Los ruteadores utilizan uno ó más algoritmos de enrutamiento específicos para calcular el mejor camino a través de la parte interna de la red, los caminos pueden calcularse en términos de tiempo real a fin de que puedan ajustarse constantemente a las condiciones cambiantes de la red.



**Figura 15.** Capas del modelo OSI involucradas en los routers.

El router trabaja con tablas de encaminamiento o enrutamiento con la información que generan los protocolos, decidiendo si hay que enviar un paquete ó no, deciden cual es la mejor ruta para enviar un paquete, cual es la mejor ruta para enviar la información de un equipo a otro y pueden contener filtros a distintos niveles.

Poseen una entrada con múltiples conexiones a segmentos remotos, garantizan la fiabilidad de los datos y permiten un mayor control del tráfico de la red; su método de funcionamiento es el encapsulado de paquetes.

La función de los routers demanda un mayor tiempo de procesamiento que la de los puentes, como resultado sus velocidades de procesamiento, generalmente expresadas en paquetes por segundo, no son muy altas comparadas con los conmutadores.

## 2.9. Sistemas Operativos de Red

Los sistemas operativos de red, se definen como aquellos que tiene la capacidad de interactuar con sistemas operativos en otras computadoras por medio de un medio de transmisión, con el objeto de intercambiar información, transferir archivos, ejecutar comandos remotos y otras actividades.

El punto crucial de estos sistemas, es que el usuario debe saber la sintaxis de un conjunto de comandos ó llamadas al sistema para ejecutar estas operaciones, además de la ubicación exacta de los recursos que desee acceder.

El sistema operativo de red es capaz de llevar un control de todos los accesos a los datos, estén donde estén, asignar espacio en disco, controlar los permisos de los usuarios, requerir el password del usuario; se encarga también de controlar la seguridad de la red.

Dentro de los sistemas operativos de red empleados se encuentran Unix, Windows NT 4.0 y Linux.

## **2.10. Tecnologías de Redes de Área Local**

Es el nombre que se le dio a la tecnología de redes locales de conmutación de paquetes que fue desarrollada por Xerox PARC a principios de los años 70's, cuando la Universidad de Hawai desarrolló una red de área amplia(WAN, Red que se extiende a través de un área geográfica mayor a una red de área local). La universidad necesitaba conectar varias computadoras que estaban distribuidas a través de su campus, la pieza principal en el diseño de la red fue el llamado Carrier-Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD).

**Carrier-Sense.** Significa que la computadora escucha el cable de la red y espera hasta un periodo de silencio para poder mandar su mensaje.

**Multiple Access.** Se refiere a que múltiples computadoras pueden estar conectadas en el mismo cable de red.

**Collision Detection.** Es una protección contra colisiones, producto de la transmisión de dos estaciones al mismo tiempo.

Este primer diseño de red fue el principio de lo que hoy es Ethernet; en 1972, Xerox Corporation creó el Ethernet experimental, y en 1975 introdujo el primer producto Ethernet, la versión original de este producto de red fue diseñado como un sistema de 2.94 Mbps, conectando hasta 100 computadoras en un cable de un kilómetro.

En 1978, Xerox, Intel y Digital Equipment Corporation crearon un estándar para Ethernet de 10Mbps; IEEE liberó una versión compatible del estándar utilizando el número 802.3. Cuanto más se aumenta la velocidad de transmisión de los datos, más susceptible es la señal a degradarse, por esta razón las normas de Ethernet especifican los tipos de cables, los protectores y las distancias del mismo, la velocidad de transmisión para trabajar y proporcionar un servicio relativamente libre de errores en la mayoría de los entornos.

### **2.10.1. Ethernet**

Las redes Ethernet pueden utilizar diferentes tipos de cableado, los tres cableados más comunes son Thinnet, Thicknet, y Twisted Pair (Par trenzado).

#### **Thinnet ó 10Base2.**

Puede transmitir datos a 10Mbps por banda base(señales digitales), pudiendo llegar el cableado hasta 185 metros. Se utiliza cable coaxial RG-58, un mismo segmento de cable puede soportar hasta 30 estaciones. Es el más utilizado y recomendado para redes pequeñas. Utiliza la topología local bus, donde un mismo cable recorre todas y cada una de las estaciones.

#### **Thicknet ó 10Base5**

Transmite datos a 10Mbps por banda base en un cableado que puede alcanzar 500 metros. El cableado es grueso y es utilizado principalmente para largas distancias ó hasta todas las computadoras de un edificio. Del cable principal

(backbone) salen cables usualmente par trenzado para conectar directamente a cada una de las computadoras, se pueden conectar hasta 100 estaciones con este cableado en un mismo segmento.

#### Twisted Pair ó 10BaseT

Puede transmitir datos a 10Mbps por banda base y utiliza un concentrador desde el cual con cable par trenzado se conecta cada una de las estaciones formando una topología de tipo estrella; el concentrador queda en el centro de la estrella y funciona como "repetidor" y el cable desde el concentrador hasta la estación no debe sobrepasar los 100 metros.

#### 2.10.2. Fast Ethernet

La norma 802.3 tiene su inicio debido al sistema ALOHA, desarrollado por Abramson en Hawaii. A esta primera versión se le incluyó la detección de portadora, y la compañía Xerox construyó un sistema CSMA/CD de 2.94 Mbps, para conectar hasta 100 estaciones personales de trabajo en un cable de 1 Km de longitud. A este sistema se le llamó Ethernet, en honor del éter luminífero, a través del cual se pensó alguna vez que se propagaban las ondas electromagnéticas.

Cuando el físico británico del siglo XIX, James Clerk Maxwell, descubrió que la radiación electromagnética podía describirse por medio de una ecuación de onda, los científicos supusieron que el espacio debía estar lleno de algún medio etéreo por el cual se pudiese propagar dicha radiación. Y fue sólo después de llevarse a cabo el experimento de Michelson-Morley en 1887, cuando los físicos descubrieron que la radiación electromagnética podía propagarse en el vacío).

Cuando la red sufrió picos de demanda de capacidad por encima de los 10 Mbps fue necesario emigrar hacia el concepto de Fast Ethernet.

Fast Ethernet ó Ethernet de alta velocidad, es el conjunto de especificaciones desarrolladas por el comité IEEE 802.3 con el fin de proporcionar una red local de bajo costo, compatible con Ethernet y funcionando a 100 Mbps.

La designación global para estas normalizaciones es 100Base-T, el incremento de velocidad se basa en la técnica de codificación multinivel.

Con esta nueva norma aparecen concentradores y tarjetas a 100 Mbps, que permiten que las terminales con gran volumen de tráfico no congestionen la red pero a un precio elevado, permitiendo, además, enlazar ruteadores con líneas de alta velocidad.

	100BASE-TX		100BASE-FX	100BASE-T4
Medio de Transmisión	2 pares STP	2 pares UTP categoría 5	2 fibras ópticas	4 pares UTP categoría 3, 4 ó 5
Longitud Máxima de segmento	100 m	100 m	100 m	100 m
Expansión de red	200 m	200 m	200 m	200 m

**Tabla 2. Características más importantes de Fast Ethernet**



### 2.10.3. Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet es un método de transmisión de paquetes considerado como una extensión de gran ancho de banda de los estándares 10BaseT y Fast Ethernet, propuesto como IEEE 802.3z, Gigabit Ethernet proporciona 1 Gbps tanto en modo half como full-duplex; sin embargo, los vendedores están utilizando la tecnología para introducir productos de conmutación y ruteo que abandonan en cierta forma el estándar CSMA/CD.

Esto permite integrar troncales con topología de Ethernet conmutada que sin duda es una buena elección para aumentar la capacidad de una red, otros cambios más críticos hacen que actualmente Gigabit esté restringido a medios de fibra, aunque se está trabajando de forma intensa en par trenzado UTP, donde ya se han conseguido buenos resultados.

Gigabit Ethernet equivale a gran ancho de banda con un amplio soporte para el incremento de usuarios, sin embargo no garantizará a los usuarios de alto rendimiento los parámetros necesarios para aplicaciones como videoconferencia.

Existen por el contrario protocolos como RSVP (de sus siglas en inglés, Resource Reservation Protocol) a través de este se puede enviar la información de tipo multimedia en tiempo real (RTP) y ofrecen una solución para conseguir un cierto grado de garantía para aplicaciones que exigen "prioridad de servicio"; para redes en donde el flujo de información es de datos, Gigabit Ethernet es una solución de bastante aceptación.

Sin duda alguna Ethernet es una tecnología muy extendida y la migración hacia Gigabit Ethernet es una solución menos costosa si la comparamos con ATM; al contar con conmutadores de Gigabit Ethernet aplicados a la red, diseñar una infraestructura de comunicaciones resulta muy flexible y fácilmente escalable.

Las tecnologías Ethernet de 10 y 100 Mbps ya están consolidadas, pero surge una nueva propuesta que extiende las capacidades de la red tradicional Ethernet a 1000 Mbps, y es una tecnología que surge como respuesta a las necesidades crecientes de los usuarios, el gran despliegue de las redes locales y las aplicaciones informáticas cada vez más complejas obligan a los usuarios a tener mayores anchos de banda para sus aplicaciones y dada la difusión que en estos momentos tiene Ethernet con sus soluciones de 10 y 100 Mbps, hace pensar que está será una buena solución a las necesidades de las organizaciones.

Gigabit Ethernet (802.3z), surge por tanto como una extensión natural de las normas Ethernet 802.3 de 10 y 100 Mbps que promete, tanto en modo *half* como *full duplex*, un ancho de banda de 1 Gbps, asegurando además la compatibilidad con todo el parque instalado Ethernet de 10 y 100 Mbps. La especificación de control de flujos asegurará la interoperatividad desatendida entre switches que soporten la futura norma y los más lentos de 10 y 100 Mbps actuales.

En modo *half duplex* conservará con mínimos cambios el método de acceso al medio CSMA/CD típico de Ethernet. Los productos iniciales se basarán en la tecnología de señalización física de *Fiber Channel* que será adaptada para operar con velocidades de 1 Gps. Al igual que las anteriores soluciones Ethernet soportará diferentes medios físicos, con distintos valores máximos de distancia, ya que el equipo que trabaja en el estándar ha identificado tres objetivos diferentes de conexión: Conexión fibra óptica multimodo (max. 500 metros) y monomodo (máx. 2 Km) y una conexión en cobre (máx. 25 m).

Los cambios de CSMA/CD consisten en una característica llamada "extensión de portadora" (*Carrier extension*). Esta característica incrementa la longitud de un medio portador sin alargar el tamaño mínimo de la trama Ethernet (64 bytes). Otra característica es la llamada "ráfagas de paquetes" (*paquet*

*busting*), la cual permite mejorar la eficiencia en las operaciones con paquetes pequeños permitiendo la transmisión de múltiples paquetes sobre un único acceso a la red. Estas dos características mencionadas anteriormente solamente afectan al modo *half duplex*, las operaciones en *full duplex* solamente requieren una versión Fast Ethernet de alta velocidad.

El modo de transmisión de Gigabit Ethernet (fibra multimodo de 62,5/125 micras, con longitud de onda corta, con luz generada en LED), es denominada 1000Base-Sx. En el proceso de estandarización se ampliarán las distancias del enlace hasta más de 500 metros utilizando diferentes tipos de fibra y diversas fuentes de luz.

Como resumen podemos decir, que si se requiere de aumentar el ancho de banda de una troncal por donde van a pasar mayoritariamente datos sin exigencias considerables y manteniendo la compatibilidad con los equipos ya existentes, la solución es Gigabit Ethernet.

La puesta en marcha de redes cliente/ servidor basada en Gigabit Ethernet en modo de transmisión *full duplex* y fibra multimodo integrando dispositivos multi-fabricante, es una solución que ofrece una ínter operación entre fabricantes.

Si por el contrario si se tiene un tráfico con características multimedia (vídeo, voz y datos) la solución es buscar una tecnología que ofrezca la garantía de calidad de servicio, la mejor opción es ATM.

#### **2.10.4. ATM**

Modo de Transferencia Asíncrona o ATM (de sus siglas en inglés, Asynchronous Transfer Mode), es el nombre que se le dio a la tecnología de red orientada a la conexión de alta velocidad; es utilizada tanto en redes de área local como en redes de área amplia; ATM puede conmutar datos a velocidades del

orden de los giga bits; para lograr esto, se requiere de equipo complejo y de tecnología de vanguardia.

Para lograr una velocidad de transferencia alta, ATM utiliza técnicas de software y hardware de propósito especial.

Primero, una red ATM está constituida por uno ó más conmutadores de alta velocidad que se conectan a cada estación y con los otros conmutadores de ATM; segundo, la tecnología ATM utiliza fibra óptica para realizar las conexiones, incluyendo las conexiones de los conmutadores hacia las estaciones.

La fibra óptica proporciona una razón de transferencia alta, mucho mayor que los cables de cobre; por lo común, la conexión entre una estación y un conmutador de ATM opera entre los 100 y los 155 Mbps.

Tercero, las capas más bajas de una red ATM utilizan tramas de tamaño fijo llamadas celdas. Dado que cada celda es exactamente del mismo tamaño, el hardware y conmutador de ATM puede procesar las celdas con mayor rapidez.

ATM se basa en la transmisión de celdas de tamaño fijo de 53 bytes de longitud, con 5 bytes de cabecera, esto simplifica el tratamiento de los datos ya que cada paquete o celda es de una longitud uniforme lo que permite mayor rapidez de procesamiento; ATM es una tecnología de conmutación, por lo que cada transmisión utiliza un circuito virtual dedicado.

Esta tecnología combina las mejores ventajas de la conmutación de circuitos, base de las redes de voz, y de la conmutación de paquetes, el resultado es un ancho de banda garantizado para cada transmisión y una alta eficiencia en el uso de la infraestructura de la red

#### **2.10.4.1. Prioridad de Servicio en ATM**

Los factores de predecible y controlable aplicados a ATM significan que para ciertas transmisiones que requieren una comunicación con unas características constantes, como voz y vídeo en vivo, ATM garantiza el ancho de banda que necesitan y una latencia (retardo máximo). Esto permite a los usuarios utilizar aplicaciones multimedia ó transmisión de datos de forma simultánea, garantizando a cada tipo de información sus parámetros característicos o "prioridad de servicio".

#### **Velocidad Escalable**

ATM no es un estándar específico para una determinada velocidad de datos. Es más un método genérico de transmisión y es capaz de acomodarse a diferentes velocidades de transmisión; por ejemplo, las computadoras de IBM soportan 25 Mbps, la mayoría de los conmutadores son de 155 Mbps, las redes troncales se posicionan en 622 Mbps ó en 2,4 Gbps en enlaces de área extensa entre grandes conmutadores.

Aunque hay diferentes velocidades de datos en el estándar ATM, los equipos actuales de conmutación no permiten una actualización gradual, como por ejemplo los conmutadores Ethernet 10/100, por lo que en general, en ATM para incrementar la velocidad hay que modificar totalmente los equipos.

#### **2.10.4.2. Globalidad de servicios en ATM**

ATM permite transportar cualquier tipo de datos en cualquier parte de la red, tanto en los grupos de trabajo, en la troncal y a través de enlaces ATM de área extensa.

## Estándares

Los estándares para ATM han sido ratificados de forma global, la mayoría de los aspectos de esta tecnología, incluyendo Lan emulation que permite la interconexión con redes Ethernet ó Token Ring de forma transparente, control de red para redes de área extensa, interfaz de la capa física, protocolos de conmutación, control de tráfico e interfaces de red de usuario, han sido estandarizados durante los últimos años.

Actualmente está en fase de desarrollo la conmutación de capa 3 basado en MPOA (Multi-Protocol Over ATM), lo cual revolucionará el concepto de ATM.

La tecnología ATM representa un cambio en la metodología y consecuentemente requiere una curva de aprendizaje significativa para implementar una solución de red. No es tan simple como Ethernet, pero los vendedores cada vez dedican más esfuerzos a simplificar la instalación de esta tecnología, aunque actualmente representa un esfuerzo su administración, por lo que exige la especialización.

## **Capítulo III Plan de Reestructuración de la red de Datos de la Subsecretaría de Egresos**

### **3.1. Antecedentes**

Con el fin de dar cumplimiento a los compromisos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000, la Subsecretaría de Egresos desarrolló una serie de proyectos encaminados a mejorar la prestación de servicios en materia presupuestal, así como la automatización de procesos y actividades que se desarrollaban en la Subsecretaría.

En materia informática, las áreas no estaban coordinadas por lo que las decisiones se enfocaron al desarrollo de aplicaciones y sistemas que operaban de forma aislada y sin relación con los de otras áreas; desarrollados en base a herramientas y lenguajes de programación orientados al manejo de archivos y no a bases de datos, por lo que era necesario realizar varios ajustes y modificaciones a la información para poder ser procesada ó analizada en una etapa posterior.

De esta manera los procedimientos relacionados a la elaboración del Proyecto de Presupuesto y el seguimiento del gasto público se desarrollaban en forma semi automática, sin llegar a integrar a todo el proceso en su elaboración y dificultando el intercambio de información.

La red de cómputo se basaba en el estándar Ethernet a 10Mbps, la infraestructura estaba integrada por equipos con tendencia a ser obsoletos y cada área sólo se hacía responsable de configurar y administrar los equipos de los usuarios conectados a la red, así como de los trabajos de ampliación y re ubicación de nodos sin considerar las necesidades de crecimiento de otras áreas; esta forma de trabajar generó la duplicidad de funciones y la existencia de zonas específicas en la administración de la red de cómputo en las que ningún área se

hacia responsable, principalmente cuando se presentaban fallas a los concentradores y switches.

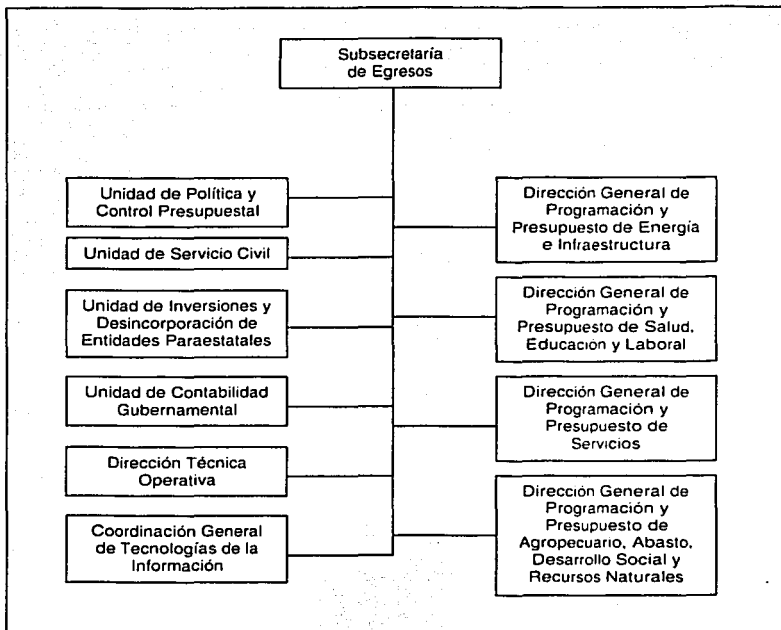
Esta situación llegó a presentar dificultades para el intercambio de información entre las áreas y la necesidad de emplear más tiempo en la realización de las actividades, generando incluso el manejo de información poco confiable o de baja calidad; por lo que era necesario volver a revisar todo ó parte del proceso para identificar errores.

A mediados de 1999, se creó la Coordinación General de Tecnologías de la Información, con el propósito de coordinar todas las actividades en materia informática, así como de proporcionar el soporte a todas las áreas de la Subsecretaría de Egresos; sus principales funciones se enfocaron a establecer una plataforma homogénea en los sistemas de información, así como integrar a todas las áreas a través de la red de cómputo, desarrollando las actividades de planeación, administración y mantenimiento a los sistemas de informáticos.

La Coordinación General de Tecnologías de la Información se integró con personal informático de todas las áreas; formando tres departamentos básicos, desarrollo de Sistemas, Soporte Técnico y Comunicaciones.

El área de sistemas, destinada al diseño, desarrollo y mantenimiento de los sistemas de información necesarios en las actividades relacionadas al Proyecto de Presupuesto de Egresos, el seguimiento del gasto público, así como el desarrollo de sistemas y aplicaciones orientados a la automatización de procedimientos como son: control de gestión, inventario de equipo informático, intranet y mesa de ayuda.





**Figura 16. Organigrama de la Subsecretaría de Egresos 1999.**

El área de soporte técnico, encargada de proporcionar la atención a todas las áreas de la Subsecretaría para la solución de problemas del equipo informático y los servicios de red: servicios de impresión, correo electrónico e Internet, realización de respaldos de información, instalación de software y hardware.

El área de comunicaciones, dedicada a mantener en operación los equipos que conforman la red de cómputo, realizando los trabajos de administración, mantenimiento, instalación y re ubicación de servicios de red.

### 3.2. Red Instalada

La red de cómputo instalada se basó en el estándar Ethernet, que es el estándar utilizado en las redes de área local de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público; su diseño se basó en una topología de tipo estrella a 10Mbps y se extiende a un conjunto de seis edificios a partir de un anillo de fibra óptica de FDDI, a 100Mbps, constituyendo el backbone principal, como se muestra en la figura 17.

En cada uno de los edificios, se contaba con un grupo de concentradores apilados para proporcionar el servicio de red en cada uno de los pisos, operando a 10Mbps y estaban conectados al backbone de fibra óptica por medio de una línea vertical de cobre a 10Mbps; en la planta baja de cada edificio se contaba con un switch de FDDI que integraba a los concentradores en módulos Ethernet a 10 Mbps y una interfase de fibra óptica para acceder al backbone principal.

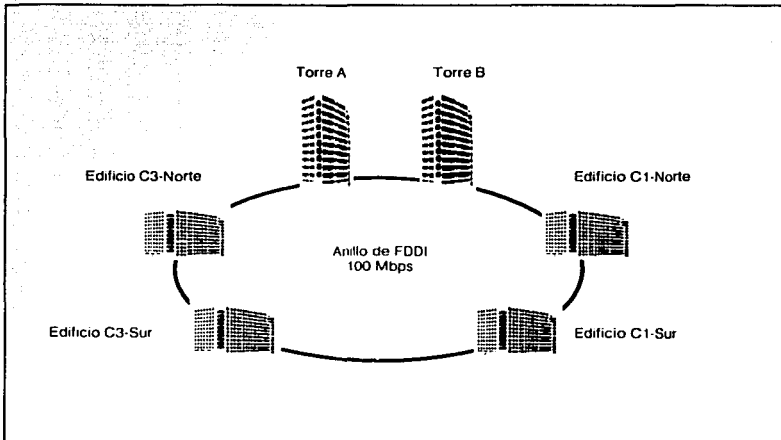


Figura 17. Anillo de fibra óptica de FDDI que enlazaba a los seis edificios.

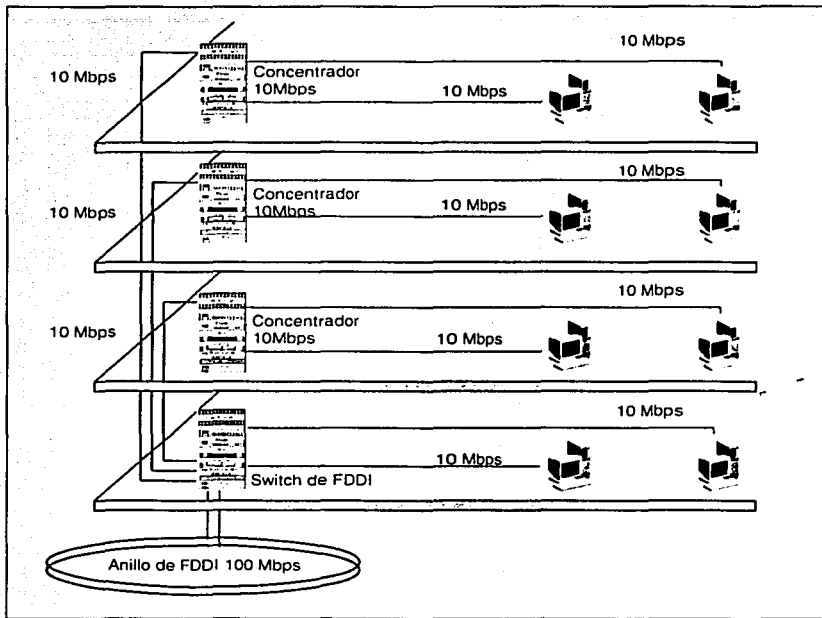


Figura 18. Esquema de la topología existente durante 1999.

En la figura 18 se muestra el esquema de operación que existía; el servicio de red a los usuarios era proporcionado a partir de la distribución del sistema de cableado horizontal por medio de charolas hacia las oficinas y centros de trabajo empleando cable par trenzado UTP categoría 5, en total, se contaba con 1324 servicios de red distribuidos en los diferentes pisos y edificios del conjunto Egresos.

Cada área contaba con al menos dos servidores de tipo departamental para proporcionar servicios a sus usuarios y estaban distribuidos en los nueve centros de cómputo correspondientes a cada área, la tabla 3 muestra la distribución de los servidores con que contaba cada área.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Área	Servidores de Recursos	Servidores de Aplicaciones
Unidad de Política y Control Presupuestal.	4	2
Unidad de Contabilidad Gubernamental	2	1
Unidad de Servicio Civil.	2	2
Dirección Técnica Operativa.	2	1
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Servicios.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Agropecuario, Abasto y Desarrollo Social y Recursos Naturales.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Salud Educación y Laboral.	2	0
Unidad de Inversiones y Desincorporación de Entidades Paraestatales.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Energía e Infraestructura.	2	0

**Tabla 3. Distribución de servidores por área.**

El total de computadoras de usuario conectadas a la red era de 1200 equipos y este universo estaba compuesto por modelos 486 en su mayoría y modelos Pentium I, se tenían como sistemas operativos a Windows para trabajo en grupo, Windows 95 y Windows 98 en la parte de los usuarios y en lo correspondiente a los servidores los sistemas operativos existentes eran Unix para los servidores de aplicaciones y sistemas de información y Novell en el caso de los servidores departamentales que ofrecían los servicios de acceso a red, impresión y algunas aplicaciones que eran manejadas por las áreas como los sistemas de inventario.

Las computadoras de usuarios no estaban organizadas en grupos definidos de trabajo, por lo que no existían grupos definidos e incluso muchos de los equipos de una misma área se encontraban distribuidos en diferentes grupos, lo que dificultaba su identificación en el entorno de red.

Área	Servidores de Recursos	Servidores de Aplicaciones
Unidad de Política y Control Presupuestal.	4	2
Unidad de Contabilidad Gubernamental	2	1
Unidad de Servicio Civil.	2	2
Dirección Técnica Operativa.	2	1
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Servicios.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Agropecuario, Abasto y Desarrollo Social y Recursos Naturales.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Salud Educación y Laboral.	2	0
Unidad de Inversiones y Desincorporación de Entidades Paraestatales.	2	0
Dirección Gral. De Programación y Presupuesto de Energía e Infraestructura.	2	0

**Tabla 3. Distribución de servidores por área.**

El total de computadoras de usuario conectadas a la red era de 1200 equipos y este universo estaba compuesto por modelos 486 en su mayoría y modelos Pentium I, se tenían como sistemas operativos a Windows para trabajo en grupo, Windows 95 y Windows 98 en la parte de los usuarios y en lo correspondiente a los servidores los sistemas operativos existentes eran Unix para los servidores de aplicaciones y sistemas de información y Novell en el caso de los servidores departamentales que ofrecían los servicios de acceso a red, impresión y algunas aplicaciones que eran manejadas por las áreas como los sistemas de inventario.

Las computadoras de usuarios no estaban organizadas en grupos definidos de trabajo, por lo que no existían grupos definidos e incluso muchos de los equipos de una misma área se encontraban distribuidos en diferentes grupos, lo que dificultaba su identificación en el entorno de red.

### **3.2.1. Principales Aplicaciones y Servicios**

A través de la red de cómputo de los servicios que se ofrecían a través de la red de cómputo eran:

#### **3.2.1.1. Servicio de Correo Electrónico**

En un inicio, el servicio era exclusivamente de uso interno y operaban en un servidor Digital modelo Alpha Server 1200, con sistema operativo Unix; el número de usuarios en 1999 era de 650, y para el segundo semestre de 1999, el servicio se habilitó para poder operar hacia el exterior.

#### **3.2.1.2. Servicio de Internet**

El servicio de Internet, se ofrecía a un número más reducido de usuario que el de correo electrónico, en 1999 sólo 350 servidores públicos tenían el acceso; para proporcionar el servicio, se contaba con un enlace dedicado de 2Mbps y un equipo con sistema operativo Unix dedicado a proporcionar la seguridad y evitar el accesos no autorizado a la red de cómputo desde Internet.

#### **3.2.1.3. Servicio de Acceso a Red y Servicio de Impresión**

Estos servicios eran proporcionados por todas las áreas, a través de una clave de acceso y una contraseña que cada usuario utilizaba para ingresaba a la red de cómputo y una vez en ella, disponía del servicio de impresión por medio de un grupo de impresoras configuradas vía red.

Existían impresoras de uso departamental para la impresión de grandes volúmenes e impresoras de uso personal, en su totalidad había 400 impresoras conectadas a la red.

### 3.2.1.4. Sistemas de Información

Los sistemas que operaban eran:

- Sistema Integral de Control Presupuestario (SICP).
- Sistema para la Integración de la Información del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (SIPEF).
- Sistema Integral de Control de la Gestión Pública (SICGP).

El Sistema Integral de Control Presupuestario (SICP). Se utiliza para registrar el presupuesto, controlar y dar seguimiento a las adecuaciones presupuestarias durante el ejercicio realizado por las dependencias del Gobierno Federal.

El Sistema para la Integración de la Información del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación (SIPEF). Da el soporte principal en las etapas de Programación y Presupuestación, cubre de manera automatizada las actividades para conformar el Proyecto de Presupuesto y la generación del calendario para ser ejercido, una vez que éste es aprobado.

El Sistema Integral de Control de la Gestión Presupuestaria (SICGP), Se utiliza para facilitar la prestación de servicios durante el ejercicio del gasto público, con él se permite a las dependencias solicitar trámites presupuestales a la Subsecretaría por medio Internet, no cuenta aún con interfaces entre los sistemas anteriores.

Para el año 2000, se pondrían en operación las nuevas versiones de estos sistemas y se desarrollarían con un enfoque integral facilitando el intercambio de información entre las áreas, durante las etapas de integración del procesos de integración del Presupuesto de Egreso de la Federación y el seguimiento del gasto público.

### 3.2.2. Problemática Presentada

La operación de los diversos servicios y sistema de información, implicaban un flujo continuo de información en la red entre usuarios de una misma área y usuarios de diversas áreas distribuidos en cada uno de los seis edificios.

Esto representaba un tráfico continuo de datos a través de la red, considerando la existencia de diversos protocolos; principalmente TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), que facilita la comunicación entre múltiples arquitecturas; y que estaba configurado en todos los equipos de usuarios y en los servidores de aplicaciones y servicios (SICP, SIPEF y SICGP, Correo Electrónico e Internet). En un segundo termino, el protocolo IPX/SPX (Inetrnetwork Packet Exchange / Sequenced Packet Exchange), protocolo de la arquitectura Novell, utilizado por los servidores de acceso a la red e impresión; este protocolo también estaba instalado en las computadoras de usuario y era necesario para acceder a los sistemas de información y aplicaciones departamentales que cada área tenía (sistemas de control de inventario, control de gestión, directorios telefónicos).

Adicionalmente existían los protocolo Netbios y Netbeui, que por lo general eran asociados al protocolo TCP/IP y son empleados para facilitar el movimiento de la información a lo largo de una red de área local; estos protocolos consumen muchos recursos por lo que no es recomendable su uso en redes de gran tamaño.

Al contar con 1200 equipos conectados, se presentó paulatinamente una operación más lenta de la red; los tiempos de respuesta eran prolongados como consecuencia de las colisiones que se generaban al intentar transmitir más de dos equipos al mismo tiempo; el resultado era la retransmisión de información y una saturación del medio.



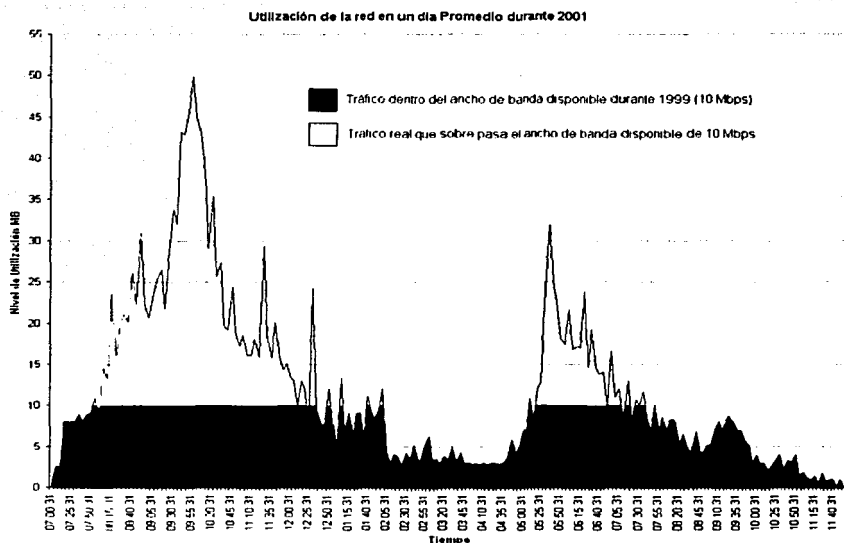
Todos los equipos de la red estaban configurados en un sólo segmento de red, es decir, no existían subredes; el resultado era que se presentaban tiempos de respuesta prolongados provocar un desempeño pobre de la red.

No se disponía de un sistema de monitoreo de los equipos que integraban a la red de cómputo, lo que dificultaba identificar el comportamiento y uso de la red, dificultando la identificación de fallas presentadas en los equipos de comunicaciones y el sistema de cableado.

A pesar de que se tenía una comunicación a 100Mbps entre los edificios, el ancho de banda se veía reducido a 10Mbps en los equipos que se encontraban en las plantas bajas de cada edificio, creando un efecto de "cuello de botella" que dificultaba la comunicación entre los edificios.

En la figura 19, se muestra el comportamiento del tráfico de la red durante un día promedio; el nivel de utilización se va incrementando a partir de las 8:00 am, conforme los usuarios van ingresando a la red el nivel de utilización se incrementa al hacer uso de los servicios de correo electrónico, Internet y sistemas de información principalmente; conforme avanza el día se van incorporando más equipos a la red y el nivel de utilización aumenta hasta que llegan a ingresar todos los equipos.

La grafica corresponde a un día promedio durante el año 2001 y sirve de referencia para identificar el nivel de utilización que se tenía antes de realizar la modernización de la red, y se puede observar que se alcanza el nivel máximo de ancho de banda disponible en 1999 que era de 10Mbps y sólo disminuye por debajo de este nivel durante las horas correspondientes a la comida, de 3 a 5 pm y finalización del horario de labores, 7:30pm.



**Figura 19.** Gráfica de utilización de la red en un día promedio durante 2001.

Adicionalmente a esta situación, la Unidad de la Contraloría Interna de la SHCP, llevó a cabo una auditoría a las instalaciones de la red de cómputo con el propósito de verificar que las instalaciones cumplieran con las especificaciones que garantizaran la operación óptima de la red.

De esta auditoría, la Contraloría Interna hizo dos observaciones que dejaron ver lo forzoso de realizar una modernización a la infraestructura de la red de cómputo.

La primera de ellas, referente a la falta de medidas de seguridad en los gabinetes de comunicaciones, ya que se encontraban instalados en los cuartos del equipo de distribución eléctrica; por lo que no existían las condiciones de

seguridad apropiadas para este tipo de instalaciones y representaban un riesgo al personal, los bienes materiales y la información.

Una segunda observación, relacionada a las deficiencias encontradas en el sistema de cableado, debido a que en años anteriores se habían realizado trabajos de ampliación por diversas empresas e incluso por personal de la Subsecretaría, encontrándose deficiencias en la instalación de nodos; por lo que la Contraloría Interna recomendaba realizar un mantenimiento a 819 nodos y corregir estas deficiencias que ponían en duda su correcta operación.

La modernización de la red de cómputo resultaba obligada y forzosa considerando las observaciones hechas por la Contraloría Interna, por lo que la Coordinación General de Tecnologías de la Información se dio a la tarea de iniciar los trabajos necesarios para solventar estas observaciones llevando a cabo:

- La construcción de cuartos independientes para el equipo de la red de cómputo.
- La adquisición de gabinetes sellados para albergar a los equipos de comunicaciones.
- La migración de los servicios de red y cableado a los cuartos exclusivos de comunicaciones.
- La contratación de una empresa para proporcionarle el mantenimiento a los 819 nodos de red con deficiencias de instalación.

Sólo cumpliendo con estas consideraciones iba a ser posible continuar con la reestructuración de la red de cómputo.

Por otra parte, el ancho de banda resultaba insuficiente para la operación de las aplicaciones que se encontraban en operación, así como aquellas aplicaciones que se encontraban en desarrollo.

### **3.3. Alternativas de Solución**

Se consideraron dos tecnologías para realizar la reestructuración de la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos.

En primer término se considero a la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode), esta tecnología combina las ventajas de la conmutación de circuitos, base de las redes de voz y de la conmutación de paquetes, logrando obtener un ancho de banda garantizado para cada transmisión y una alta eficiencia en el uso de la infraestructura de la red.

En segundo término, la tecnología Fast Ethernet, que es considerada como la evolución del estándar IEEE 802.3 de 10Mbps con el que se puede tener una velocidad de transmisión de 100Mbps y en cuyo caso es compatible con el estándar instalado en la Subsecretaría de Egresos.

Al analizar las tecnologías fast Ethernet, surgió el interés por considerar a la tecnología Gigabit Ethernet; tecnología que se encontraba ya en operación y su funcionamiento esta sustentado bajo los estándares de Ethernet con la denominación IEEE 802.3z

Gigabit Ethernet es una tecnología basada en la transmisión de paquetes, considerada como una extensión de gran ancho de banda de los estándares 10BaseT y Fast Ethernet, se define como 802.3z; proporciona 1Gbps tanto en modo half como full-duplex y permite integrar arquitecturas con topología Ethernet y que sin duda es susceptible de ser considerada como una opción para aumentar las capacidades de una red local.

Por otra parte, el ancho de banda resultaba insuficiente para la operación de las aplicaciones que se encontraban en operación, así como aquellas aplicaciones que se encontraban en desarrollo.

### **3.3. Alternativas de Solución**

Se consideraron dos tecnologías para realizar la reestructuración de la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos.

En primer termino se considero a la tecnología ATM (Asynchronous Transfer Mode), esta tecnología combina las ventajas de la conmutación de circuitos, base de las redes de voz y de la conmutación de paquetes, logrando obtener un ancho de banda garantizado para cada transmisión y una alta eficiencia en el uso de la infraestructura de la red.

En segundo termino, la tecnología Fast Ethernet, que es considerada como la evolución del estándar IEEE 802.3 de 10Mbps con el que se puede tener una velocidad de transmisión de 100Mbps y en cuyo caso es compatible con el estándar instalado en la Subsecretaría de Egresos.

Al analizar las tecnologías fast Ethernet, surgió el interés por considerar a la tecnología Gigabit Ethernet; tecnología que se encontraba ya en operación y su funcionamiento esta sustentado bajo los estándares de Ethernet con la denominación IEEE 802.3z

Gigabit Ethernet es una tecnología basada en la transmisión de paquetes, considerada como una extensión de gran ancho de banda de los estándares 10BaseT y Fast Ethernet, se define como 802.3z; proporciona 1Gbps tanto en modo half como full-duplex y permite integrar arquitecturas con topología Ethernet y que sin duda es susceptible de ser considerada como una opción para aumentar las capacidades de una red local.

A continuación se hace un resumen de las características de cada una de las tecnologías consideradas, indicando sus usos, ventajas y desventajas al ser consideradas como posible solución.

### **3.3.1. ATM**

Es una tecnología basada en la conmutación de celdas de tamaño fijo de 53 bytes, de estos, 5 bytes son utilizados para el direccionamiento de la celda.

No esta limitada a una cierta velocidad de transmisión, ya que puede adaptarse a diferentes velocidades (100 Mbps, 155 Mbps, 622 Mbps ó 2.4 Gbps), sin embargo, esta actualización no se puede realizar de forma gradual; para incrementar la velocidad es necesario, en la mayoría de los casos, un cambio total de los equipos.

Es una tecnología diseñada para garantizar un ancho de banda para la transmisión de tráfico de tipo voz, video y datos, reduciendo al mínimo los tiempos de retardo en las transmisiones de aplicaciones multimedia y asignando niveles de prioridad dependiendo el tipo de tráfico que se trate.

Es una tecnología que no se limita al entorno de red de área local, ya que puede extender sus aplicaciones a redes de área amplia.

Su operación y administración es un concepto totalmente diferente al que presenta el estándar Ethernet, por lo que es necesario un estudio más profundo y en ocasiones llega a requerir su especialización.

Es posible su adaptación para interconectar redes de tipo Ethernet de forma transparente, sin embargo su migración suele ser muy costosa.

Los estándares para ATM se han desarrollado en gran medida, debido al interés por parte de industrias y empresas dedicadas a la fabricación de equipos con esta tecnología, razón por la cual al seleccionar un fabricante no se tiene una completa garantía de que sea totalmente compatible con otros fabricantes.

### **3.3.2. Gigabit Ethernet**

Es una tecnología que trabaja en base a la conmutación de paquetes, cuya longitud es variable y no supera los 512 bytes.

Es una extensión de los estándares Ethernet a 10Mbps y 100Mbps, proporcionando un ancho de banda de 1Gbps, tanto en modo half duplex, como el modo full duplex; permite una integración totalmente compatible con redes Ethernet a 10 y 100Mbps; es una tecnología altamente recomendada para redes donde el tráfico es preferentemente datos, permitiendo una migración sencilla y menos costosa si se compara con ATM.

Al estar basada en estándares internacionales, IEEE 802.3z, la hace una tecnología 100% compatible con los diversos productos que existen en el mercado, no limitando sus capacidades de operación y crecimiento con un sólo fabricante. La administración de una red gigabit Ethernet es bajo el mismo esquema que como se administra una red Ethernet ó Fast Ethernet, por lo que no se requiere de realizar una inversión adicional para su administración.

Gigabit Ethernet es una tecnología que proporciona un gran ancho de banda y ofrece un soporte al incremento de usuarios, sin embargo esta característica no garantiza el uso de aplicaciones multimedia; aún así, existen protocolos que se han desarrollado para la transmisión de información multimedia y de esta manera establecer un nivel de prioridad al tráfico de este tipo; similar a lo que hace ATM.

### 3.4. Evaluación de la Solución

Para evaluar las alternativas y definir una tecnología que ofreciera la mejor solución, fue necesario identificar las necesidades que se requerían cubrir en la Subsecretaría de Egresos.

El objetivo principal era integrar a todas las áreas de la Subsecretaría de Egresos a través de una red que proporcionara el soporte y capacidad para integrar a todos los servicios y sistemas de información que se encontraban en operación, así como aquellos que estaban en desarrollo.

Ambas tecnologías, ATM y Gigabit Ethernet ofrecen esta capacidad de soporte para integrar a los servicios de Internet, correo electrónico, impresión vía red, así como la operación de los sistemas de información, ofreciendo una solución de gran ancho de banda para los sistemas que se encontraban en su etapa de desarrollo y que requerían de una mayor demanda de recursos; sin embargo, una de las principales características que tiene la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos, es que el tráfico de información es exclusivamente de datos.

ATM además incluye muy atractivas posibilidades para la transmisión de voz y video, y la posibilidad de integrar en un mediano ó largo plazo la integración de voz en la red de cómputo no representa una prioridad para la Subsecretaría de Egresos; por otra parte, la transmisión de video se podría llegar a considerar en un mediano plazo, para establecer comunicación desde las oficinas de los funcionarios de la Subsecretaría de Egresos, con otros funcionarios de la misma Secretaría de Hacienda y otras dependencias del Gobierno Federal, pero no sería un servicio que fuera utilizado con mucha frecuencia y su implementación resultaría bastante costosa al considerar a ATM como una solución; en todo caso se podría implementar este servicio a través de Gigabit Ethernet con el uso de



protocolos como RSVP (de sus siglas en inglés, Resource Reservation Protocol) que ofrecen una solución aceptable para aplicaciones multimedia.

Considerando que tan factible sería realizar una migración hacia las tecnología ATM y Gigabit Ethernet, resultaría mucho más costosa la migración hacia ATM ya que el costo de un equipo ATM comparado con uno de Gigabit Ethernet de capacidades similares en ancho de banda, es de entre tres a cinco veces mayor dependiendo de las características que se requieran.

Adicionalmente, ATM es una tecnología bajo estándares que son propuestos principalmente por un selecto grupo de empresas y fabricantes, lo que se traduce en una desventaja al adquirir el equipo de un fabricante y este no resulta compatible con otros productos en el mercado.

Gigabit Ethernet no presenta este tipo de inconveniente, ya que al haber sido diseñado como una extensión de gran ancho de banda del estándar Ethernet 802.3, se garantiza que los productos que se encuentran en el mercado de diversos fabricantes, son compatibles en su operación.

Finalmente, el costo que representa realizar una migración hacia Gigabit Ethernet resulta mucho menos comparada con ATM, considerando que adicionalmente se requiere de capacitación para el personal en las tareas de administración y operación de los equipos, al ser una tecnología totalmente diferente en su operación con respecto a Ethernet que es más sencilla y compatible en su totalidad con la red que se tenía instalada. Esto representaba una ventaja al permitir el aprovechamiento de los recursos existentes, principalmente las tarjetas de red de los equipos de usuarios, ya que de los 1200 equipos conectados a la red, 600 tarjetas podían trabajar a velocidades 10/100Mbps, el resto sólo a 10Mbps.

Tomado en cuenta estas consideraciones, se optó por la tecnología Gigabit Ethernet para llevar a cabo la modernización de la red de cómputo.

### **3.4.1. Análisis Costo-Beneficio**

Realizando un análisis de los beneficios que se obtienen al emplear la tecnología Gigabit Ethernet a un menor costo, podemos mencionar los siguientes beneficios:

El ancho de banda del backbone principal se incrementa 10 veces su capacidad, considerando que se tenía un ancho de banda de 100Mbps con el anillo de fibra óptica; al migrar a gigabit Ethernet se trabaja a una velocidad de transmisión de 1Gbps tanto en modo half como full-duplex.

Se mantiene la compatibilidad con el estándar Ethernet y el direccionamiento de los servidores y equipos de los usuarios no requieren de un cambio en su direccionamiento y en general en ninguno de los dispositivos de la red.

Al aprovechar las tarjetas de red en las computadoras de usuarios, se aprovechan estos recursos evitando un gasto adicional en el caso de una migración hacia ATM.

El diseño de la infraestructura de comunicaciones resulta ser más flexible y fácilmente escalable, permitiendo un rendimiento mejorado al permitir diversos escenarios:

#### **Conexión hacia el Switches de Gigabit Ethernet**

Los enlaces de 10Mbps que se tenían hacia el backbone de FDDI, supone un riesgo de que se presente una congestión en dicho enlace; si a este esquema

agregamos el hecho de tener un flujo de información hacia un conjunto de servidores conectados a este mismo enlace a 10Mbps con la posibilidad de conexiones provenientes de otros edificios, la congestión esta prácticamente asegurada.

Al contar con una conexión hacia el switch de Gigabit Ethernet a través de tarjetas Ethernet con capacidad de operación 10/100Mbps, permite solventar la necesidad de mayor ancho de banda y esta conexión es relativamente simple al contar con módulos Ethernet y Fast Ethernet y si se agrega la posibilidad de incluir tarjeta de red Fast Ethernet ó Gigabit Ethernet a los servidores, se reduce la posibilidad de una congestión en el medio.

#### Conexión entre el switch Gigabit Ethernet y los servidores

Cuando se requiere eliminar situaciones de congestión, los servidores generalmente son el punto principal de este problema, principalmente aquellos que operan a escala corporativa y brindan servicio a cientos de usuarios de forma simultanea como es el caso de los servidores de correo electrónico e Internet; los enlaces de Gigabit Ethernet entre servidores y switches, ofrecen un gran ancho de banda dedicado evitando los llamados "cuellos de botella".

#### Conexión entre equipos de alto desempeño y switches Gigabit Ethernet

Para aquellos usuarios o estaciones de trabajo que requieren de alto rendimiento al utilizar aplicaciones de gran ancho de banda, la actualización de su conexión hacia Gigabit Ethernet es una solución viable al incluir una tarjeta de Gigabit Ethernet que permita una conexión directa con el switch.

## Migración del anillo de FDDI a un backbone de Gigabit Ethernet de alta velocidad

La migración del anillo de FDDI por un backbone de Gigabit Ethernet permite crear un backbone de alta velocidad entre los seis edificios del conjunto Egresos y hacia el centro de cómputo; adicionalmente se puede aprovechar la fibra óptica del anillo de FDDI para crear un backbone de respaldo y proporcionar una ruta alternativa en el caso de presentarse una falla en el backbone principal de Gigabit Ethernet.

### 3.5. Propuesta de Reestructuración

La propuesta de reestructuración se dividió en las siguientes etapas:

1. Construcción de cuartos de comunicaciones.
2. Construcción y equipamiento de un centro de cómputo institucional.
3. Reestructuración de la red de cómputo.

#### 1. Construcción de cuartos de comunicaciones.

En esta etapa se construyeron 21 cuartos de comunicaciones, exclusivos para el resguardo de los equipos de la red de cómputo y el sistema de cableado estructurado.

Los cuartos de comunicación fueron específicamente diseñados para resguardar los equipos de la red y permitir en su interior la instalación de gabinetes de comunicaciones equipados con aire acondicionado, sistema de energía ininterrumpible, sistema de monitoreo remoto y aislamiento electromagnético; en dichos gabinetes sería instalado el equipo activo de comunicación así como los componentes de cableado para sustituir los gabinetes que se encontraban dentro de los cuartos de distribución eléctrica.

Para esto se realizaron 3 procesos:

- 1) La adquisición de 21 gabinetes de comunicaciones.
- 2) El acondicionamiento de los 21 cuartos de comunicaciones.
- 3) La migración del cableado de los gabinetes en cuartos eléctricos a los nuevos cuartos de comunicaciones.

Una vez realizada la adquisición de los gabinetes nuevos y la terminación de los cuartos de comunicaciones se procedió a la contratación de una empresa externa para reubicar el sistema de cableado en las nuevas instalaciones.

## 2. Construcción del un centro de cómputo institucional.

La segunda etapa, comprende la construcción de un centro de cómputo Institucional; con esta medida se eliminan los nueve centros de cómputo que estaban distribuidos en cada una de las áreas de la Subsecretaría de Egresos.

Esta medida, resulto más conveniente que equipar a cada uno de los nueve centros de cómputo existentes, considerando que no todos contaban con las instalaciones adecuadas de temperatura, piso falso, tierra física y sistemas de seguridad que garantizaran la operación continua de los equipos.

El objetivo fue centralizar todos los servidores de la Subsecretaría en un sólo lugar, para una mejor administración y control de los recursos.

La ubicación del centro de cómputo se definió en la planta baja del edificio C-3 Sur, considerando que esta es la parte más segura del inmueble, además de que facilitó la instalación de los servicios de energía eléctrica, tierra física y aire acondicionado.

Por estar ubicado en la planta baja, facilita el acceso del equipo de cómputo evitando el paso a través de otras áreas.

Para la construcción de este centro de cómputo se realizó a través de una licitación pública internacional, en ella se incluyó la construcción del centro de cómputo, el equipo del sistema de aire acondicionado, el sistema de energía, ininterrumpible, el sistema de monitoreo por circuito cerrado y un control de acceso por medio del reconocimiento de huella digital.

Este proyecto se realizó paralelamente a la modernización de la red de cómputo.

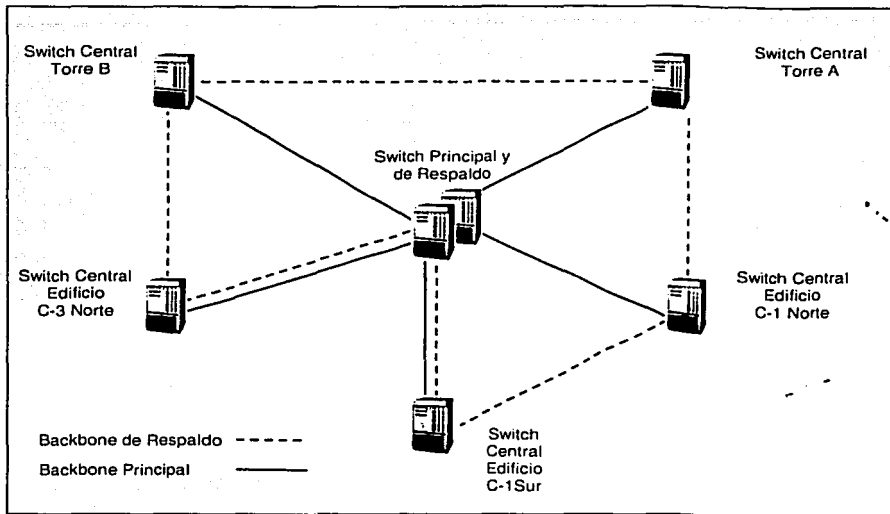
### **3. Reestructuración de la red de cómputo**

La tercera etapa, objetivo principal de este trabajo, se enfoca al diseño de la red de cómputo, tomando en cuentas las necesidades de comunicación entre las diferentes áreas, las necesidades de crecimiento y distribución de los equipos ya existentes para su administración y mantenimiento.

#### **3.5.1. Diseño**

El diseño de la red se basa en una arquitectura que garantiza la operación y disponibilidad de los servicios de red a través de una topología de tipo estrella, considerando un nodo central en el edificio C-3 Planta baja sur, donde se ubica el centro de cómputo institucional, la figura 20 muestra el esquema del diseño del backbone principal.

A este nodo central serán conectados cada edificio a través de una conexión punto a punto por medio de un enlace fibra óptica para formar un backbone de alta velocidad, posteriormente y con el propósito de aprovechar la fibra óptica del anillo de FDDI se implementará un backbone de respaldo para garantizar la comunicación hacia el nodo central.



**Figura 20.** Esquema del backbone principal de Gigabit Ethernet y de Respaldo.

Previendo una falla en el nodo central, lo que provocaría que no se tuviera comunicación hacia el centro de cómputo desde ninguno de los edificios, se ha considerado equipar al nodo central con elementos redundantes para garantizar su operación continua y adicionalmente contar con un switch de respaldo en caso de que el equipo principal llegara a fallar.

Aprovechando la posibilidad de extender el backbone de Gigabit Ethernet hacia la vertical de cada edificio, se propone sustituir a los concentradores en cada piso por un switch departamental de 10/100Mbps con capacidad para conectarse al switch central de cada edificio a través de una interfase de Gigabit Ethernet.

De esta manera, se extiende verticalmente el backbone de Gigabit Ethernet garantizando un enlace de alta velocidad hasta el centro de cómputo como se muestra en la figura 21.





Otra ventaja que se determinó, fue la facilidad para la integración de módulos que permiten integrar en un sólo chasis una alta densidad de puertos, según sean las necesidades de crecimiento que se tengan por piso.

El número de puertos en los switches departamentales, se determinó considerando los nodos de red existentes, ver la tabla 4, las necesidades de crecimiento para incorporar 600 computadoras en el año 2000 y un crecimiento del 50% de nodos durante el 2001.

Ubicación	Total de nodos por piso1999.
Torre A piso 1	43
Torre A piso 2	40
Torre A piso 3	31
Torre A piso 5	36
Torre A piso 6	30
Total Torre A	180
Torre B Planta Baja	23
Torre B Mezanine	46
Torre B piso 1	73
Torre B piso 2	49
Torre B piso 3	26
Torre B piso 5	50
Torre B piso 6	42
Total Torre B	309
Edificio C-1 piso 1	114
Edificio C-1 piso 2	131
Total Edificio C-1	245
Edificio C-3 Planta baja	185
Edificio C-3 piso 1	223
Edificio C-3 piso 2	182
Total edificio C-3	590
Total de Nodos	1324

Tabla 4. Número de nodos existentes por piso durante 1999.

Considerando que en 1999 se tenían 1324 nodos de red, y en el siguiente año se integrarían 600 usuarios más a la red, se requerían 1924 nodos, a este total se considero un crecimiento del 50 % durante el año 2001 lo que se traduce en la instalación de 1100 nodos nuevos, para tener en total 2024 nodos de red en el año 2001 y que se mantiene durante el 2002.

Después de realizar un análisis de los diversos equipos de comunicación existentes en el mercado se optó por los equipos Core Builder Modelo 9000 de la marca 3Com, en la tabla 5 se presentan las principales características de estos equipos:

Switch de tipo Modular con funciones de switcheo de capa 3.
Soporte para integrar tecnología Ethernet, Fast Ethernet y Gigabit Ethernet.
Soporte de mínimo 256 puertos 10/100 Base-Tx, auto negociables, Rj45 y 9 puertos 1000 Base-Sx.
Soporte de al menos dos fuentes de poder redundantes.
Capacidad en todos sus módulos con tecnología Hot Swap.
Administración vía SNMP, vía telnet y consola.
Soporte de redes virtuales VLANS, mínimo de 96, de acuerdo con el estándar 802.1q.
Cumplimiento con los estándares 802.1p,802.3x,802.3u y 802.3z.
Manejo de Protocolos TCP/IP, RIP y OSPF.
Velocidad de backplane mínima de 20 Gbps, con capacidad de crecimiento, non-blocking.

**Tabla 5.** Características de los switches seleccionados.

En la figura 22 se muestra el esquema de la reestructuración de la red de cómputo de la Subsecretaría, en ella se puede apreciar el backbone de Gigabit Ethernet entre cada edificio, así como la conexión desde cada switch central, hacia el centro de cómputo ubicado en la planta baja del Edificio c-3 sur.

En este esquema se observa que los switches centrales de la Torre A y la Torre B fueron ubicados en el primer piso y en el Mezanine correspondientemente, esto se debió a que en la planta baja de la Torre A no se tienen áreas de la Subsecretaría y en la Torre B se construyó el cuarto de comunicaciones en el Mezanine debido a que no fue posible construirlo en planta baja.

De igual forma, en el Edificio C-1, el switch central se instaló en el primer piso debido a que en planta baja no se tienen usuarios de la Subsecretaría de Egresos.

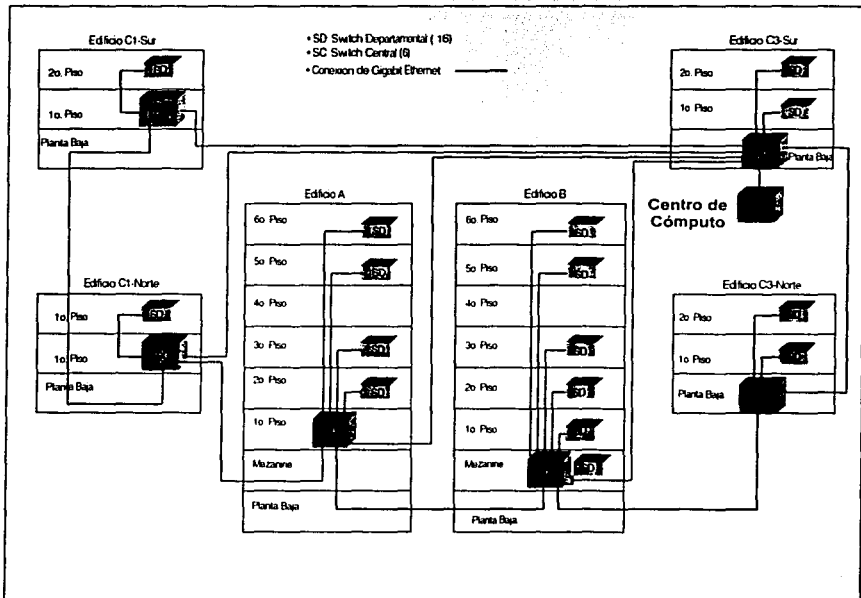


Figura 22. Esquema de la reestructuración de la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos.

### 3.5.2. Implementación

El primer paso consistió en la instalación de la fibra óptica para enlazar a los seis edificios de acuerdo con la topología de estrella, considerando el nodo central en el edificio C-3 planta baja sur.

Los trabajos de instalación de la fibra óptica fueron realizados por la empresa Intersys y supervisados por personal de la Subsecretaría; en el nodo central se instaló el centro de distribución principal de fibra óptica, MDF (de sus siglas en inglés, Master Distribution Frame); de aquí partieron todos los enlaces hacia los diferentes edificios por medio de fibra óptica multimodo del tipo para exteriores de 6 hilos (62.5/125 micras).

A partir del MDF principal, se realizaron los enlaces de la siguiente forma:

- Del MDF principal hacia el piso 1 de la Torre A
- Del MDF principal hacia el mezanine de la Torre B
- Del MDF principal hacia el piso 1 del edificio C-1 Norte
- Del MDF principal hacia el piso 1 del edificio C-1 Sur
- Del MDF principal hacia la planta baja del edificio C-3 Norte

Una vez instalado el backbone principal, se instaló el backbone vertical en cada uno de los edificios, para sustitución del backbone de cobre a 10Mbps, la fibra óptica empleada fue del tipo multimodo para interiores de 6 hilos (62.5/125 micras).

La instalación de esta fibra se hizo a partir de los MDF de cada edificio, quedando de la siguiente manera:

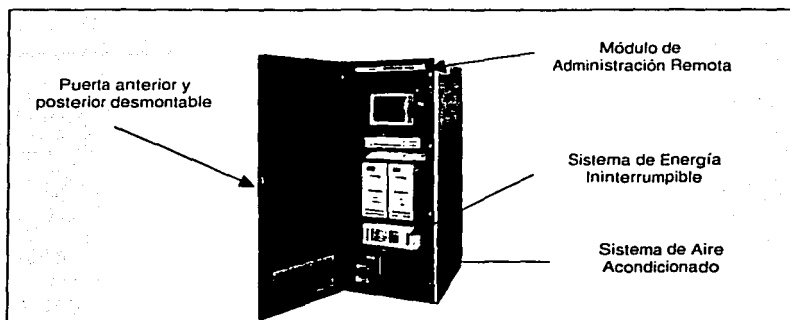
- MDF de la Torre A hacia piso 1, piso 2, piso 3, piso 5 y piso 6
- MDF de la Torre B hacia piso 1, piso 2, piso 3, piso 5 y piso 6
- MDF del edificio C1-Norte hacia piso 2

- MDF del edificio C-1 Sur hacia piso 2
- MDF del edificio C-3 Norte hacia piso 1 y piso 2
- MDF principal (centro de cómputo) hacia piso 1 y piso 2

El backbone de respaldo lo constituye la fibra óptica del anillo de FDDI, este backbone sería considerado una vez hecha la migración hacia el backbone principal de Gigabit Ethernet.

Al término de la instalación de la fibra óptica, se procedió a instalar los gabinetes de comunicaciones, figura 23, sus principales características son:

- Gabinete con chapa de seguridad, de 78X24X32 pulgadas
- Sellado hermético y a presión en todos sus puntos
- Barra de contactos de 10 receptáculos 60Hz, 15 Amp. 120 VAC
- Sistema ambiental, Aire acondicionado
- Soporte anterior y posterior tipo rack de 19 pulgadas
- Organizador de cable
- Sistemas UPS de 1.5 Kva
- Sistemas de Monitoreo y Alarmas(apertura de puertas, temperatura y humedad interna/ externa, detector de líquidos y humo)
- Flexibilidad y Escalabilidad en campo
- Sistema de Administración vía snmp, con puerto RS232 y Cable de Interfase a UPS
- 6 relevadores programables de encendido y apagado remoto



**Figura 23.** Gabinete Integrado para comunicaciones

Conforme se instalaron los gabinetes de comunicaciones, se iniciaron los trabajos de migración de servicios de cableado a los nuevos cuartos de comunicaciones; este trabajo fue realizado por la empresa Acumen Telecomunicaciones.

Todos los trabajos relacionados a la migración del sistema de cableado y mantenimiento a los nodos de red, fueron realizados en horarios que no interfirieran con las labores normales de los usuarios, considerándose jornadas de trabajo durante la noche y fines de semana.

Al migrarse el sistema de cableado hacia los gabinetes de comunicaciones se procedió a instalar los switches departamentales, centrales y principal.

El proceso de instalación de los switches se desarrollo de la siguiente manera:

1. Instalación y conexión del switch en el gabinete de comunicaciones.
2. Instalación de las fuentes de poder.
3. Instalación de los módulos de acuerdo a los requerimientos de densidad de puertos 1000 Base-SX y 10/10 Base-TX.
4. Verificación de las conexiones del cableado al switch.

Conforme se fueron instalando los switches en los gabinetes de comunicaciones, se configuraron para realizar algunas pruebas para verificar su operación.

### **3.6. Desarrollo de Pruebas**

El desarrollo de pruebas tiene como propósito verificar el funcionamiento de cada una de las partes que integran a la red; los enlaces de fibra óptica y el equipo de comunicaciones:

Para verificar la operación de cada uno de los enlaces de fibra óptica, la empresa Interys realizó las pruebas para verificar el nivel de atenuación.

Para los equipos de comunicaciones, se realizaron las siguientes pruebas:

1. Configuración y prueba de operación del switch principal y de respaldo en el nodo central.
  2. Configuración y prueba de comunicación entre los switches centrales de cada edificio y el switch principal.
  3. Configuración y prueba de comunicación entre los switches centrales de cada edificio y los switches departamentales.
1. Configuración y prueba de operación del switch principal y de respaldo en el nodo central.

Actividades y pruebas realizadas:

Se habilitaron los puertos de Gigabit Ethernet en el switch principal para conectar los correspondientes enlaces de fibra óptica hacia los switches centrales en cada uno de los edificios a través de una tarjeta de 9 puertos 1000Base-Sx.

El switch de respaldo también fue configurado y tanto en el switch principal como de respaldo se probó la operación de cada uno de sus módulos.

2. Prueba de comunicación entre los switches centrales de cada edificio y el switch principal.

Esta prueba se realizó con el fin de verificar la operación del backbone principal que permite la comunicación hacia el centro de cómputo.

Se conectaron cada uno de los switch centrales de cada edificio a la fibra óptica y se verificó su comunicación con el switch principal; esta prueba se llevó a cabo en cada uno de los switches centrales de cada edificio; no se detectaron fallas en la prueba de comunicación por lo que se procedió a prueba del backbone vertical.

La prueba de comunicación desde una computadora de un usuario, hasta el centro de cómputo, se realizó, una vez que se trasladaron los servidores de recursos y aplicaciones hacia el centro de cómputo, esta operación se llevo acabo durante un fin de semana, ya que no era posible suspender el servicio en días y horarios de trabajo durante la semana.

Para conectar a los servidores de recursos y aplicaciones, se empleo un switch de tipo departamental, con conexión a Gigabit Ethernet con el switch principal; para garantizar la comunicación a alta velocidad y eliminar los cuellos de botella, se remplazaron las tarjetas de los servidores de recursos y aplicaciones por tarjetas a 100 Mbps y se habilitó la opción de full-duplex.



Switch	Tipo	Puertos Gigabit Ethernet	Puertos 10/100 Base-TX	Direccion IP
Torre A piso 1	Central	9	104	130.9.1.8
Torre A piso 2	Departamental	2	68	130.9.1.9
Torre A piso 3	Departamental	2	68	130.9.1.10
Torre A piso 5	Departamental	2	68	130.9.1.11
Torre A piso 6	Departamental	2	48	130.9.1.12
Torre B Mezanine	Central	9	48	130.9.1.13
Torre B Mezanine	Departamental	2	104	130.9.1.14
Torre B piso 1	Departamental	2	140	130.9.1.15
Torre B piso 2	Departamental	2	68	130.9.1.16
Torre B piso 3	Departamental	2	104	130.9.1.17
Torre B piso 5	Departamental	2	104	130.9.1.18
Torre B piso 6	Departamental	2	104	130.9.1.19
Edif. C-1 Sur 1	Central	9	140	130.9.1.20
Edif. C-1 Sur 2	Departamental	2	140	130.9.1.21
Edif. C-1 Norte 1	Departamental	2	68	130.9.1.22
Edif. C-1 Norte 2	Departamental	2	104	130.9.1.23
Centro de Computo	Central	9	160	130.9.1.24
Edif. C-3 Sur 1	Departamental	2	212	130.9.1.25
Edif. C-3 Sur 2	Departamental	2	156	130.9.1.26
Edif. C-3 Norte PB	Central	9	212	130.9.1.27
Edif. C-3 Norte 1	Departamental	2	140	130.9.1.28
Edif. C-3 Norte 2	Departamental	2	104	130.9.1.29
Edif. C-3 Sur PB	Switch de Respaldo	9	160	130.9.1.30

**Tabla 6.** Asignación de direcciones IP para los switches.

### 3.7. Puesta en marcha

Antes de realizar el cambio de los concentradores de capa 2, por los Switches departamentales, se utilizó una de las verticales que existían en cada piso, para conectar mediante uno de los puertos 10/100 Base-TX de los switches, con el switch de capa 2 que se tenían con el anillo de FDDI.

De esta forma se habilitaron los Switches departamentales y se procedió a realizar la conexión de los usuarios hacia el switch departamental correspondiente.

Realizado este cambio, no eran ya necesarios los concentradores de capa 2, por lo que se retiraron.

Una vez que se obtuvieron satisfactoriamente las pruebas de operación y desempeño, se libero y se puso en marcha la red de comunicaciones con los nuevos equipos de comunicaciones y el nuevo cableado de Fibra Óptica con las interfaces de Gigabit Ethernet.

## Capítulo IV Discusión

La operación de la nueva red durante el año 2000 y 2001 mejoró sustancialmente el desempeño de los servicios que operaban, así como el de las aplicaciones, esto se observó principalmente en los tiempos de respuesta durante las horas de mayor uso de la red, entre las 9 y 12 am.

Para corroborar este resultado, se realizó el monitoreo de la utilización de la red a partir del uso de herramientas de administración en el nodo central, ya que este es el punto principal donde se concentran los servicios y sistemas de información hacia toda las áreas de la Subsecretaría.

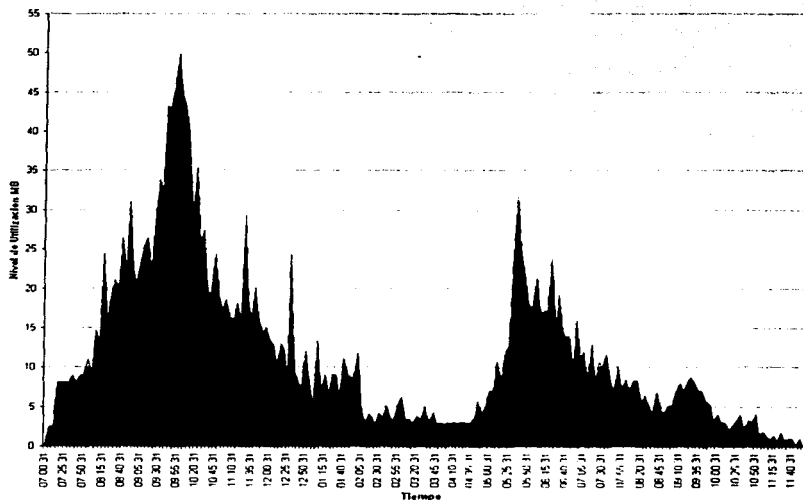


Figura 24. Utilización de la red Gigabit Ethernet durante un día promedio.

La instalación del backbone de fibra óptica, permite una comunicación de alta velocidad entre los edificios y el centro de cómputo; este gran ancho de banda garantiza el transporte del tráfico de datos eliminando una posible congestión ó saturación durante los periodos de tráfico excesivo.

Por la cantidad de usuarios que integran la red de computo, se hace necesario contar con un gran ancho de banda en la parte del backbone, de lo contrario se puede correr el riesgo de saturar el medio.

Posteriormente a la operación de la red, fue necesario realizar diversas actividades enfocadas a mejorar la administración de los equipos conectados a la red; una de las primeras medidas fue definir grupos de trabajo ya que anteriormente no existía una definición de los equipos de usuarios por grupos de trabajo.

Se crearon diez grupos de trabajo, uno por área para incluir a cada equipo según el área a la que corresponden, en la figura 25 se muestran el entorno de red con los nombres de los grupos creados.

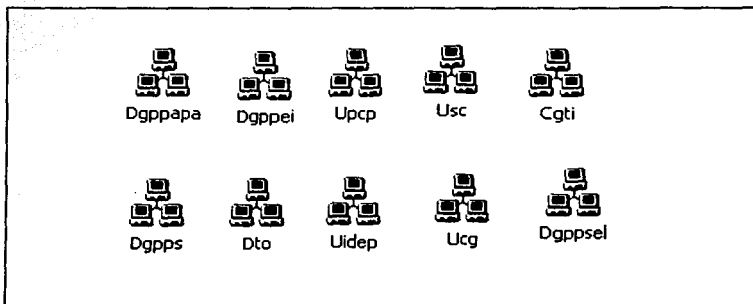


Figura 25. Grupos de trabajo en la red de cómputo de Egresos.

Otra de las medidas realizadas, derivada del comité de informática, fue la sustitución del sistema operativo de red Novell por el sistema Windows NT 4.0 de Microsoft en todas las áreas de la Secretaría de Hacienda, como resultado se eliminó el protocolo IPX/SPX y el protocolo Netbeui dejando únicamente el protocolo TCP/IP.

Al integrar el sistema operativo Windows NT4.0 como sistema operativo de red para los servidores de acceso, impresión y archivos de trabajo, se creó un esquema en base a un dominio principal llamado "Egresos", a través de un servidor de dominio principal PDC y un servidor de respaldo de dominio principal BDC; se concentran todas las cuentas de usuarios que ingresan a la red, esto permite un mejor control para las funciones de administración, altas, bajas y cambios de usuarios; posteriormente se crearon relaciones de confianza con servidores de tipo departamental para que el usuario tenga acceso a los servicios de archivos y de impresión según corresponda con su grupo de trabajo.

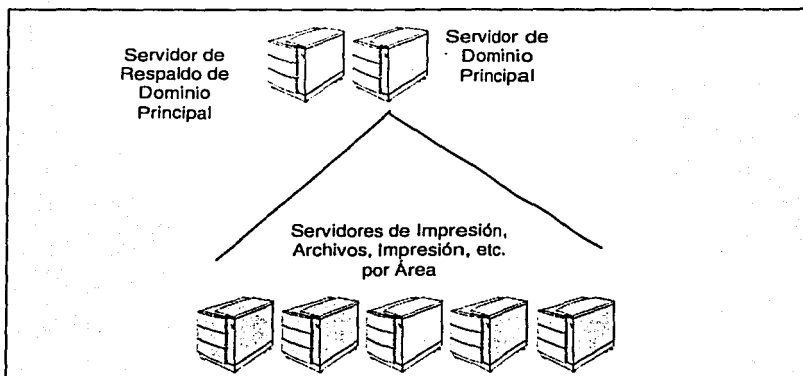


Figura 26. Organización del dominio de Egresos.

Al contar ahora con un mayor ancho de banda, fue posible satisfacer las demandas de crecimiento, por lo que el número de usuarios conectados a la red en el año 2000 fue de 1800 y actualmente en el 2002 se tienen 2200 usuarios en total.

El servicio de correo electrónico también ha sufrido cambios considerables ya que durante el año 2000 se tenían 1000 usuarios y para marzo de 2002 se tienen 1500 cuentas de correo electrónico, este servicio se ha vuelto indispensable en el envío y recepción de información.

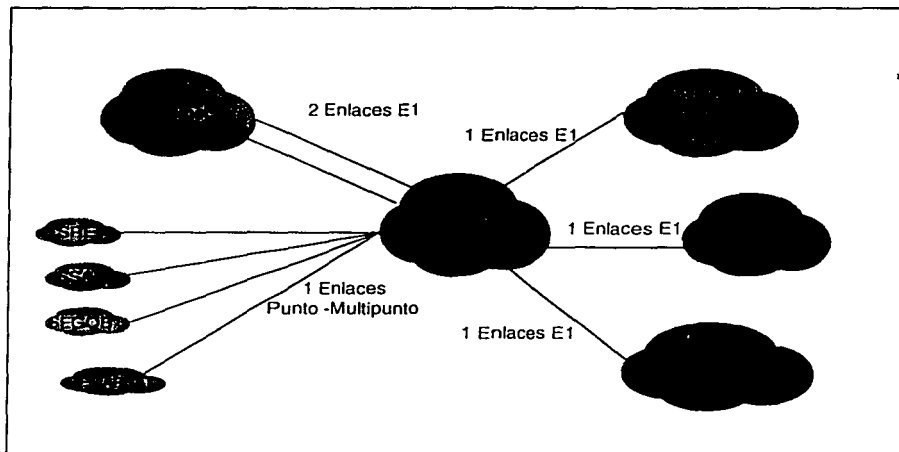
El servicio de Internet a jugado un papel importante para el desarrollo de nuevos sistemas de información, ya que a través de Internet ahora se ofrecen varios servicios hacia las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, a través de la página de Internet se pone a disposición la información relacionada a la normatividad en materia presupuestal, así como la información del Presupuesto de Egresos de la Federación aprobados a partir del año 2000.

Internamente el uso de este servicio se ha incrementado a 1350 usuarios y se ha hecho necesario la utilización de un segundo enlace de 2Mbps para proporcionar este servicio.

Con lo que respecta a la comunicación con otras dependencias de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, también ha sido posible al enlazar las redes de la Unidad de Contraloría Interna, la Dirección de Recursos Materiales y la Oficialía Mayor de Hacienda con la red de la Subsecretaría de Egresos a través de enlaces dedicados de 2Mbps; este esquema de operación permite el intercambio de información directa con estas dependencias.

Actualmente se está trabajando en un enlace de tipo punto multipunto entre la Subsecretaría de Egresos y siete dependencias del Gobierno Federal, a través de este enlace se pretende extender el uso de aplicaciones y el intercambio de

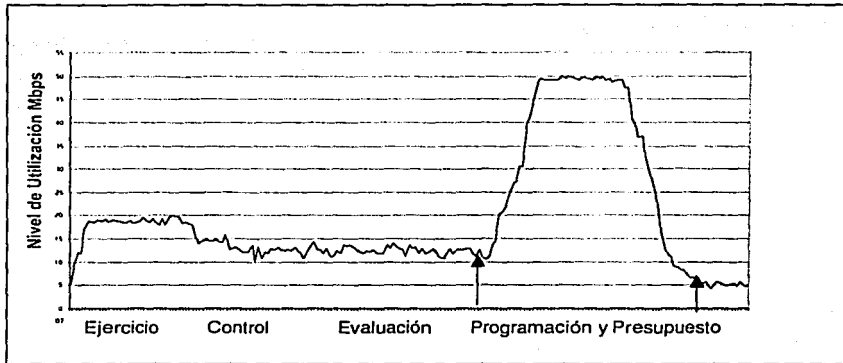
información con otras secretarías, como son: Secretaría de Gobernación, Secretaría de Relaciones Exteriores y Secretaría de Salud.



**Figura 27.** Red externa de la Subsecretaría de Egresos.

Durante el año 2001, se adquirieron servidores con mayores capacidades de procesamiento y almacenamiento de información, para dar soporte a los diversos sistemas de información, utilizados en las actividades relacionadas a la elaboración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y al proceso de seguimiento del gasto público, estos equipos cuentan con una conexión de Gigabit Ethernet para agilizar su operación.

En ellos se han integrado estos sistemas y ahora se encuentran disponibles permanentemente al estar soportados por servidores operando bajo el esquema de alta disponibilidad.



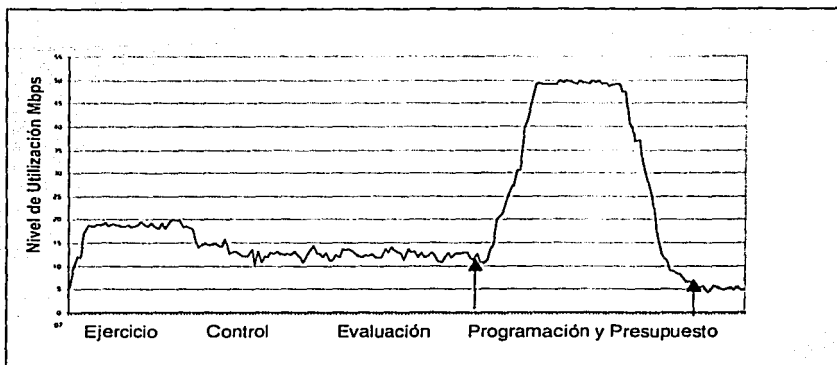
**Figura 28.** Comportamiento del uso de la red a lo largo de un año.

El ancho de banda actual satisface los requerimientos necesarios de comunicación interna y en determinado momento se puede interpretar como un ancho de banda subutilizado ya que es mucho mayor al requerido por la demanda de tráfico promedio, que es de 12Mbps a 15Mbps en períodos de bajo nivel de utilización, sin embargo resulta necesario contar con este ancho de banda durante los trabajos de elaboración e integración del Proyecto de Presupuesto, entre los meses de septiembre y noviembre de cada año, ya que en este período el nivel de utilización se incrementa por la gran cantidad de información que es manejada y se ha podido determinar que puede llegar a ser de hasta 50Mbps.

El comportamiento del nivel de utilización de la red de cómputo varía a lo largo de todo el año, de acuerdo al desarrollo de cada una de las etapas del proceso integral de administración del gasto público; existen etapas en las que el uso de los sistemas y servicios de información son imprescindibles para su elaboración.

A lo largo del año 2000 y 2001 y con ayuda de herramientas de monitoreo de ha podido determinar el comportamiento de la red de cómputo, el cual se muestra en la figura 28.





**Figura 28.** Comportamiento del uso de la red a lo largo de un año.

El ancho de banda actual satisface los requerimientos necesarios de comunicación interna y en determinado momento se puede interpretar como un ancho de banda subutilizado ya que es mucho mayor al requerido por la demanda de tráfico promedio, que es de 12Mbps a 15Mbps en períodos de bajo nivel de utilización, sin embargo resulta necesario contar con este ancho de banda durante los trabajos de elaboración e integración del Proyecto de Presupuesto, entre los meses de septiembre y noviembre de cada año, ya que en este período el nivel de utilización se incrementa por la gran cantidad de información que es manejada y se ha podido determinar que puede llegar a ser de hasta 50Mbps.

El comportamiento del nivel de utilización de la red de cómputo varía a lo largo de todo el año, de acuerdo al desarrollo de cada una de las etapas del proceso integral de administración del gasto público; existen etapas en las que el uso de los sistemas y servicios de información son imprescindibles para su elaboración.

A lo largo del año 2000 y 2001 y con ayuda de herramientas de monitoreo de ha podido determinar el comportamiento de la red de cómputo, el cual se muestra en la figura 28.

Las etapas de programación y presupuesto constituyen las etapas más importantes, desde el punto de vista informático, en ellas, el uso de la red de cómputo se incrementa considerablemente por el uso de los recursos de la red, ya que tienen tiempos definidos para llevarlas a cabo, y de ellas se obtiene como producto Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación, y que debe ser entregado a la H. Cámara de Diputados para su aprobación, a más tardar el 15 de noviembre de cada año.

## Capítulo V Conclusiones

A través de la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos, se ha mejorado el nivel de calidad de los servicios que son ofrecidos hacia el interior y demás áreas que integran a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Esta infraestructura ha permitido el desarrollo de aplicaciones enfocadas a la automatización de los procedimientos relacionados a la elaboración del Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación y al seguimiento del gasto público, ya que se han desarrollado nuevas aplicaciones que están relacionadas en su operación y permiten un intercambio ágil de información entre las áreas, además de que esta forma de trabajo mejora sustancialmente la calidad de la información.

Esto es de gran importancia para la Secretaría de Hacienda, ya que le permite cumplir en los tiempos establecidos con los productos que como lo establece la Constitución, el poder Ejecutivo Federal debe entregar a la Cámara de Diputados para su revisión, análisis y aprobación, principalmente el Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación; y una vez aprobado, le permite al Gobierno Federal proporcionar y generar los servicios y bienes necesarios que la sociedad reclama, así como garantizar el apoyo al campo, generar y distribuir la energía eléctrica y garantizar soberanía y seguridad nacional entre otros.

La red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos, se mantiene bajo el estándar de Ethernet permitiendo la integración de equipos que cumplen con el estándar, lo que la hace compatible al integrarse a través de la red externa con otras áreas de la misma Secretaría de Hacienda y dependencias del Gobierno Federal.

Los equipos de la red de cómputo se encuentran organizados a partir de la definición de grupos de trabajo, esto permite una mejor administración y facilita la integración de los nuevos equipos a la red.

El esquema de la red externa facilita el intercambio de información además de facilitar el apoyo a otras áreas de la Secretaría de Hacienda, por ejemplo, la Contraloría Interna de la SHCP puede realizar la auditoría a los sistemas de información a través del enlace que se tiene con la Subsecretaría de Egresos de forma directa, al tener el acceso a las bases de datos de los sistemas de información del SICP, SIPEF y SICGP.

La Dirección General de Recursos Materiales, hace uso del servicio de Internet a través del enlace que existe con la Subsecretaría de Egresos, esto además le permite a la Subsecretaría de Egresos actualizar y realizar cambios del inventario directamente al sistema de inventarios que se maneja en la Dirección de Recursos Materiales.

Es muy probable que se siga proporcionando el apoyo a otras dependencias de la misma Secretaría de Hacienda, así como otros organismos del Gobierno Federal, esto puede representar un grave riesgo desde el punto de vista de la seguridad, considerando que actualmente los esquemas de seguridad se basan en una cuenta de usuario con contraseña por una parte, y por otra, el nivel de seguridad que ofrecen los sistemas operativos, Windows NT, 98, 2000 y Unix al permitir un control de acceso por archivo o por directorio, sin embargo esto no representa una seguridad muy confiable; por lo que actualmente se está trabajando en la implementación de un nuevo esquema de seguridad a partir de las características que ofrecen los equipos de la red de cómputo, particularmente los switches que conforman la infraestructura de datos.

Estos equipos permiten la creación de redes denominadas "virtuales", VLAN (de sus siglas en inglés, Virtual Local Area Network); estas redes virtuales ofrecen un nivel de seguridad adicional, creando grupos de trabajo que limitan el tráfico a un entorno cerrado y sólo se permiten la comunicación hacia otros grupos a partir de políticas establecidas de comunicación, de esta manera se limita el tráfico que circula en toda la red a un nivel de tráfico estrictamente necesario.

La implementación de VLAN's, no sólo ofrece un nivel de seguridad adicional, también permite realizar una mejor administración de los usuarios, ya que actualmente en un sólo piso se tienen hasta tres áreas diferentes y al realizarse un cambio físico de un usuario, es necesario realizar cambios en los cuartos de comunicaciones.

Con la implementación de VLAN's, se puede realizar este mismo cambio desde una consola de administración remota sin necesidad de hacer los cambios en el cuarto de comunicaciones.

Es importante mencionar que hoy en día, la red de datos constituye uno de los principales elementos sobre el cual se apoyan gran parte de las actividades que la Subsecretaría de Egresos desarrolla; cada vez son más los usuarios que hacen uso de los diferentes servicios ya sean internos o externos, esto nos hace reflexionar respecto a cuanto tiempo más seguirá operando la red sin que se presenten problemas de saturación ó bien que sea necesario realizar un cambio importante a su estructura.

Tomando en cuenta que actualmente el número de usuarios conectados a la red es de 2200, este número no puede exceder de los 2800 empleados que actualmente laboran en la Subsecretaría, y que estos 2200 usuarios representan un 50% del ancho de banda en los periodos de mayor uso, etapa de Programación y Presupuesto, se estima que el ancho de banda podría satisfacer a los 2800 usuarios aún durante las etapas de mayor uso de la red.

Sin embargo, sólo a base del monitoreo constante del comportamiento de la red, es posible determinar el momento en que se presentaran problemas de saturación, ya que se deben considerar los requerimientos de los sistemas de información, el uso de los servicios de correo electrónico e Internet, así como el tráfico que aportan las dependencias y organismos externos que tienen el acceso a la red de cómputo de la Subsecretaría de Egresos.



## Bibliografía

Comer, Douglas E., "*Internetworking with TCP/IP, Vol. I*", Tercera Edición, Editorial: Prentice Hall, 1995.

Comer, Douglas E. "*Interconectividad de Redes con TCP/IP: Vol. II*", Tercera Edición, Editorial: Prentice Hall México 1997.

Coloma, Guijarro. "*Redes ATM: Principios de Interconexión y su Aplicación*", Primera Edición, Editorial Ra-Ma, México 1998.

Parnell, Tere. "Guía Lan Times de redes de alta velocidad: solución para acelerar redes de área extensa y área local con Atm, ISDN, 100base-Tx y otras Tecnologías de alta velocidad", Editorial Mcgraw-Hill, España.

Stalling, W. "*Local and Metropolitan Area Networks*", Cuarta Edición, Editorial: Macmillan 1993b.

Tenenbaum, Andrew. S. "*Redes de computadoras*", Tercera Edición, Editorial: Prentice-Hall, México 1997.

3COM, "*High Speed Ethernet Campus Solutions*", 3Com Corporation, Technical Education 1998.

3COM, "*Actualización Tecnológica, Tecnología LAN/ WAN*", 3Com Corporation, Technical Education 1998.